

## 1.4 アゼネズミの食性同定技術の開発

金 森 正 臣・太 田 正 彦

愛知教育大学生物学教室・愛知県立稲沢東高等学校

### はじめに

ネズミ類の様々な被害を防止する目的で、ネズミ類の個体群管理を行なうには様々な方法があるが、実現可能な方法は限定される。特に、対象地域が農耕地の場合には、物理的に環境を変えてネズミ類の食糧を断ったり、繁殖場所をなくしたり、天敵の導入によって個体数を減少させることは、困難な場合が多い。投入費用の効率なども考慮すると、重要な方法として毒剤の使用が必要になって来る。

毒剤の使用のためには、一つには毒剤その物の有効性、嗜好性などの問題があるが、同時にその毒剤をどのような基材と共にネズミに食べさせるかも重要な問題である。

一般に野生のネズミ類は、住家性のネズミ類に比較して種類も多く、その食性も変化に富んでいる。住家性の主なものは、ドブネズミ(*Rattus norvegicus*)、クマネズミ(*Rattus rattus*)、ハツカネズミ(*Mus musculus*)であるが、いずれも雑食性で高栄養な食糧を人間に依存して生活している。

ところが、野生のネズミ類は、各種類ごとに食性が異なり、植食性で繊維質を主に食べる者、植食性でも種子や根塊などの栄養分の高い所を主に食べる者、雑食性で種子や昆虫などを良く食べる者など多様性に富んでいる。また、生活環境によっては、季節で採食対象が変化し、それによってネズミの方の嗜好も変化している場合がある。このような場合には、トラップに同じ餌を使用していると、ネズミがいるにもかかわらず、以前より格段に捕獲率が低下し、その時期を過ぎるとまた捕獲率が回復することになる。

以上のようなことを考えると、野生のネズミ類の個体数を毒剤で管理する場合には、まず第一に、対象になるネズミが、その生活環境下で、実際にどのような餌を利用しているかを調査しなければならない。第二段階として、ネズミ類が利用している餌が判明したならば、その中から毒剤の基材として利用可能な物をいくつか探し出す必要がある。この場合には利用している餌ばかりではなく、類似の物も含めて、嗜好性、基材との相性、コスト、給与方法などを含めて検討する必要がある。第三段階として、実際に製造する場合の問題を検討しなければならない。好まれる基材、拒否されない有効な毒剤の開発の他、生息環境の雨量や給与方法に合った剤型なども検討する必要がある。第四段階として、実際に毒剤の使用にあ

たり、使用方法を検討する必要がある。特にこの段階では、ネズミの個体群動態、繁殖時期、繁殖特性、作物の動態などを考慮して、使用方法を検討する必要がある。また、使用に関する有効性の評価方法も検討されていなければならない。以上の流れを簡単なフローチャートで示すと図1のようになる。

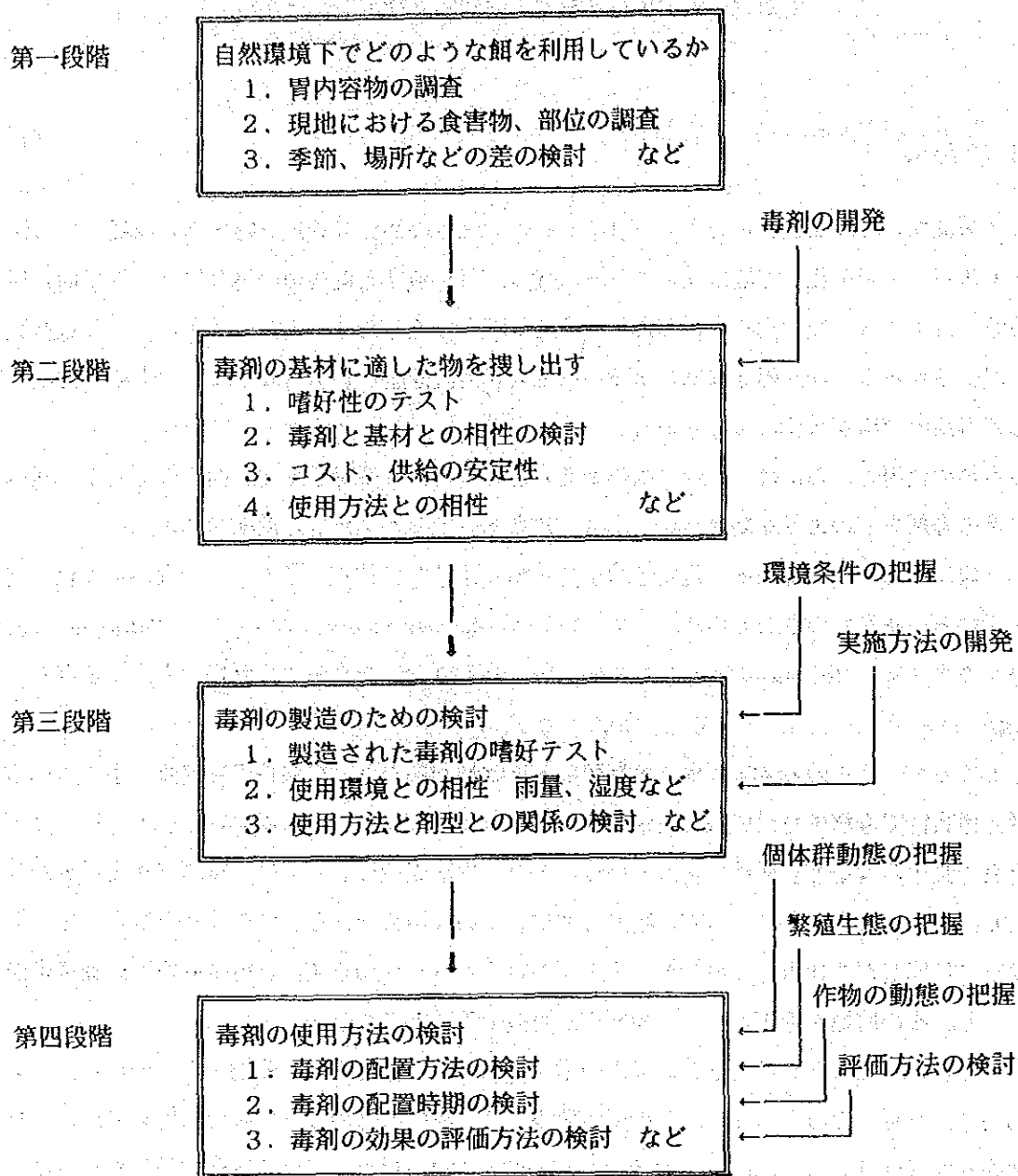


図1. アゼネズミの毒剤基材開発のフローチャート

アゼネズミ (*Rattus argentiventer*) の毒剤基材の開発を以上のように位置づけて、今回は第一段階の、実際にどのような餌を利用しているかを検討することに着手した。

調査方法としては、①アゼネズミの胃内容物を解析する方法、②飼育下で種々の餌を与え、

摂食部位や量を調べる方法などがあるが、今回は①の方法によることとした。しかし、この場合に問題となるのは、現在までにアゼネズミの胃内容物を解析した資料がなく、比較対照標本から作製しなければならないこと、および本種のようによく咀嚼する動物では胃内容物から食性を推定するには、細胞の形状などからだけではなく澱粉粒の性状などによる食性同定のための諸技術を開発しなければならないことなどである。

ここで *Rattus* 属に関する食性の文献を簡略にレビューするとともに、食性同定のため、胃内容物のスケッチを行ない食物同定のための鑑別形質の発見に努めた。

## 1. 現在までに知られている *Rattus* 属の食性に関する文献

*Rattus* 属に関する文献は、かなり少なく、下記の5編程度である。

- Cao Van Sung, Phan Duc Tien, Tran Van Minh, Nguyen Minh Tam, Kuznetsov G. V., Kuljukina N. M. 1986. Ecology of tropical forest rodents in Vietnam. *Mammalia*, 50 : 323-328.
- Drummond, D. C. 1960. The food of *Rattus norvegicus* Berk. in an area of sea wall, saltmarsh and mudflat. *J. anim. ecol.*, 29 : 341-347.
- Best, L. W. 1969. Food of the roof-rat, *Rattus rattus* (L.), in two forest areas of New Zealand. *N. Z. J. Sci.*, 12 : 258-267.
- Ecke, D. H. 1954. An invasion of Norway rats in southwest Georgia. *J. Mamm.*, 35 : 521-525.
- Yabe, Tatsuo 1979. The relation of food habits to the ecological distribution of the Norway rat (*Rattus norvegicus*) and the roof rat (*R. rattus*) *Jap. J. Ecol.*, 29 : 235-244.

これらの報告のうち最初の一編を除いては、いずれも住家性のネズミである。YABE (1979) は、住家性ネズミながら人家以外の地域でも採集され、胃の内容物の分析が行なわれている。しかし、全般的に高栄養物質が多く食べられており、水田地帯に生息するアゼネズミとは趣を異にしているようである。

Cao V. S. *et al.* (1986) は、ベトナムの熱帯林とサバンナにおけるネズミの生態について述べられており、採食習性についてはわずかに述べられている程度で、食性そのものの分析は行なわれていない。しかし、サバンナや農耕地には、主要種の一つとして *Rattus* 属の *R. slandeni* がおり、食性的にはアゼネズミと共通点がある可能性がある。

## 2. アゼネズミの胃内容物の分析の方法

材料となったアゼネズミの胃は、京都大学理学部の村上によって、1986年および1987年に、インドネシアから持ち帰られた標本である。これらの標本は、水田周辺で採集後、ただちに解剖し、胃の摘出を行い、10%ホルマリンで固定されたものである。またこの他に1987年の標本には、現地で生け捕り飼育している個体を24時間絶食させた後に、夕方(18時)にモミヤイネの草本部位を与え、朝9時前後に殺して、解剖し、胃を摘出し、固定し、同時に供餌

物と供餌物の残量とをサンプルにしたものがある。

胃の標本は、吸湿紙で表面の水分を拭き取った後、100分の1 g感量のデジタル式電子天秤で全重量を測定した。その後胃を開き、内容物を除去後胃の重量を測定して、胃重量、内容物重量を算出した。さらに胃内容物は室内乾燥後、乾重量を測定した。

胃の内容物は、顕微鏡で同定を行なった。同時に、脂肪、蛋白質、澱粉粒、繊維質などを区別するため、染色液を用いて呈色反応をみた。脂肪に対してスダンⅢ試薬、蛋白質にミロン試薬及びニンヒドリン試薬、澱粉粒と繊維質にはルゴール溶液を用いた。

### 3. 野外で捕殺されたアゼネズミの胃内容物

野外で捕殺されたアゼネズミの胃の計測の結果とルゴール反応の概要を表1に示した。胃を含めた全重量は3.60 gから19.46 gの範囲にあり、5倍ほどの開きがある。胃重量を見ると0.94 gから3.36 gの範囲であり、3.57倍である。この方は体の大きさを反映しており、全重量は、胃の空、満の状態を加えた結果、開きが大きくなったものであろう。

胃内容は、胃を切開した時に、明らかに異なる物質から構成されていると思われた時には、でき得る限り分けて計測した。調査23個体中、5個体について、胃内容物を2つに分けることができた。これらについては表1の中で内容重量欄をa、b 2つに分けて示した。他の18個体については、分けることができなかった。分けることのできなかったものの大部分は、単一の物質というよりも、わずかに粘性のあるクズ湯状の中に様々な塊様の物質が混じっており、肉眼的には分離が困難であった。また、色彩的には、全体に白色または透明感のある白色が多く、やや緑色がかった物も見られた。

試薬による呈色反応では、ルゴール液に対して、黄色が最も多く、赤褐色、黒紫色の物が見られた。色彩や呈色反応からすると、胃内容物の大部分は植物質であり、繊維質が多くデンプン質も含まれていると思われた。

生捕り後、絶食させた後、モミとイネを与えた個体については、7個体の分析をした。この胃内容物対照標本については、胃内容物は、すべて単一に見え、分離できずほとんど白色であり、呈色反応は、ルゴールで紫色であった。この結果、主にモミのデンプン質と考えられた。

ルゴール溶液に対する呈色反応では、捕殺された個体の胃内容物も、モミを与えた胃内容物も紫色を呈し、デンプンの存在を示した。しかし、捕殺された個体の胃内容物は、透明に近いのり状の感じがあり、モミを与えた方の不透明な濃い感じの呈色反応とは、やや趣を異にしている。

### 4. 食物組成（食物群の同定）

検鏡は、接眼マイクロメーターを付けた10倍の接眼レンズと、4倍と10倍の対物レンズを

表1. アゼネズミの胃の内容物量とルゴール反応

個体No.	性	体 重 (g)	胃全重量 (g)	胃重量 (g)	内容重量 (生) (g)	内容重量 (乾) (g)	彩色 その他	ルゴール反応	採 月 集 日
7	♂	245	12.90	3.36	8.80	0.72	緑がかった白色塊	黄色	12.17
8	♀	164	6.87	2.78	3.29	-	白色塊	黄色	12.17
85	♂	265	10.23	1.26	8.92	1.25	緑がかる	黄色	1.7
86	♀	190	10.44	1.63	8.42	1.34	緑がかる	黄色	1.7
88	♀	172	9.00	2.60	6.02	-	緑がかる (やや粘性)	黄色	1.7
125	♀	224	8.52	1.30	7.02	0.86	白色 (茶色、胡麻状)	黒紫色	1.23
164	♂	173	8.42	1.52	6.79	-	緑がかる	黄色	1.28
165	♀	187	6.75	1.01	a 1.75	-	白色	黄色	1.29
					b 3.79	-	緑がかる	黄色	
166	♂	236	12.79	1.55	11.18	-	白色	黄色	1.29
167	♀	152	8.95	1.35	a 4.84	0.86	緑がかる	黄色	1.29
					b 2.33	0.47	緑がかる	黄色	
168	♂	152	5.78	1.13	4.58	0.84	白色	黄色	1.29
169	♂	270	10.39	2.02	8.15	-	緑がかる	黄色	1.29
170	♀	108	3.60	0.94	2.59	-	緑がかる	黄色	1.29
171	♂	148	4.39	1.08	3.26	-	緑がかる	黄色	1.29
172	♀	154	5.08	1.46	3.54	-	白色	黄色	1.29
174	♂	200	4.84	1.34	3.43	-	白色 (粘性)	赤褐色	2.5
175	♀	145	4.56	1.28	3.20	-	白色 (粘性)	赤褐色	2.5
176	♀	150	6.81	1.62	3.28	-	白色 (粘性)	赤褐色	2.5
178	♂	209	5.68	1.45	4.14	-	白色 (粘性)	赤褐色	2.5
227	♀	190	9.63	1.36	a 5.89	1.05	白色 (粘性)	黒紫色	2.9
					b 2.19	0.57	緑がかる	黄色	
231	♀	125	5.69	1.08	a 1.94	0.26	白色 (粘性)	黒紫色	2.9
					b 2.37	0.28	緑がかる	黒紫色	
232	♂	274	19.46	2.53	a 8.65	1.39	白色	黒紫色	2.9
					b 8.04	1.17	白色 (粘性)	黒紫色	
241	♂	252	5.86	1.52	4.27	0.90	白色	黒紫色	2.9

使用した。図中のスケールの数字は、この検鏡下における計測の結果を示した。

検鏡下における、主な出現物質の簡単なスケッチを、個体ごとに、図2から図21に示した。図2から図13までは、野外での捕殺個体、図14は、捕殺個体の胃中の代表的物質である。図15から図21までは、絶食後モミを与えてから殺した個体のものである。

野外での捕殺個体の胃内容物の主な物を見ると、図14の①-⑦のような食物片が見られる。

①は、通道組織をもつ白色繊維質である。繊維質にはこの他に、通道組織のないものがあり、この2種類が多く見られた。茎の一部分かと思われるが、さらにイネの茎の粉碎したも

の対比検討する必要がある。No. 7, No. 8, No. 231 (図6), No. 232b (図9) など多数の個体に見られた。

②は、細長い繊維状組織である。かなり多くの個体に見られる。

③は、表皮組織と思われる。繊維状部に毛を持つものもみられた。透明である。イネ科植物の葉の表皮、葉の縁の部分かと思われる。No. 186 (図4), No. 232b (図9) などにみられた。

④は、表皮組織と思われる。ごくまれには、図のように気孔を持つ表皮組織も見られた。細胞全体の形態や細胞周辺の凸凹の形状、気孔が縦に並ぶなどから、イネ科植物のものとみられる。No. 86 (図11) に見られた。

⑤袋状の細胞の集合塊で白色塊をつくる。一部の袋状の細胞内には、内部にデンプン粒が見られたものもある (No. 178 (図4))。白色塊や袋状の細胞が見られても、デンプン粒の見られないものもある。多分、米のデンプンと思われる。

⑥は、モミ殻状の物質である。モミ殻状か細長いタマネギ状に見える。やや丸味のあるものもある。多くは透明だが、茶色がかったものもある。全長1~2.5mm程度で、モミ殻よりはかなり小さいので、穂の形成期にこのような状態があるものと思われる。No. 125 (図2), No. 167 (図3), No. 168 (図4) などかなり多くの個体に見られた。

⑦は、茶色のキチン質状である。チューブ状の内臓片のようなものも見られたサンプルが1つあり (No. 167 (図3)), 昆虫などの動物片と思われる。出現数は少ない。

この他に、図には表現できない全体的なルゴール反応がある。表1のNo. 125, No. 227a, No. 231a, No. 231b, No. 232a, No. 232b, No. 241に見られるように、黒紫色に染るもの。また、No. 174, No. 175, No. 176, No. 178のように赤褐色に染るものなどである。これらの中には、粒状をなしたデンプン粒がはっきりあるものと、粒の存在が見られず、スケッチの不可能なものがあった。

捕獲後、12時間の絶食の後、モミを与えて約12時間後に胃を取り出した内容物の検鏡の結果は (図15~図21), ほとんどすべての個体に、はっきりした粒状デンプンが認められている。また、白色のデンプン塊と思われるものが、多数の個体に見られている。その次に多いのは、透明な膜状の物である。これはモミの中のどこかの部分と思われるが、どこに相当するかは不明である。

モミを与えた場合には、粒状デンプン、デンプン塊と思われる白色塊、透明な膜状物が共通点として見られる頻度が高いと思われる。しかし、今回、野外で捕獲された個体の胃内容物として、デンプン粒が認められたのは、23個体中、わずかに2個体だけである。けれども、その他にも、イネと思われるモミ様物質、葉の表皮と思われる気孔を持った組織なども見られており、今後、さらにイネの各部の組織を対照標本として作製し、胃内容物と比較検討する必要がある。

## 6. 採集日とルゴール反応の変化

ルゴール反応の結果を表1から見ると、1月25日までは、No.125を除いては胃内容物が黄色に染っている。これらは主に植物の繊維組織で植物栄養体部分と考えられる。

2月5日に捕獲された個体の胃内容物は、やや粘性があり、白色であるが、ルゴール反応では赤褐色に染っている。デキストリンのような炭水化物ができている可能性がある。

2月9日になると、多くの胃内容物が赤褐色よりも濃い黒紫色に染っている。しかし、内容的には、デンプン粒は見られていない。

以上の結果からすると、2月5日以降になると、イネの種子部分にかなり依存していると考えられるのであるが、顕微鏡観察下では明確なデンプン粒の確認をし得ないでいる。これらの点については、イネのモミの中にどのような変化が起りながら、最終的にデンプン粒が蓄積されて行くのかを追跡検討した上で、比較をする必要がある。

## 7. まとめ

アゼネズミの胃内容物を顕微鏡下で観察した。その結果、イネ科植物の葉の表皮組織と思われる組織、デンプン塊かと思われる白色塊、ルゴール反応でぼんやり染るデンプン様物質、赤褐色・黒紫色に染るがデンプン粒としては認められないものなどがあつた。

モミを供食させた対照実験では、ほとんどの個体に、デンプン粒、白色デンプン塊、透明な膜状の物が認められた。ただし、野外での捕殺個体との直接的な共通物は少なかった。

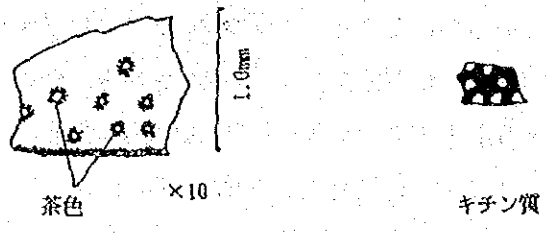
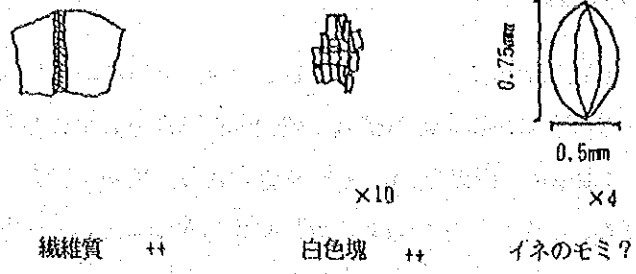


図2. No.125 胃内容物 デンプン粒なし

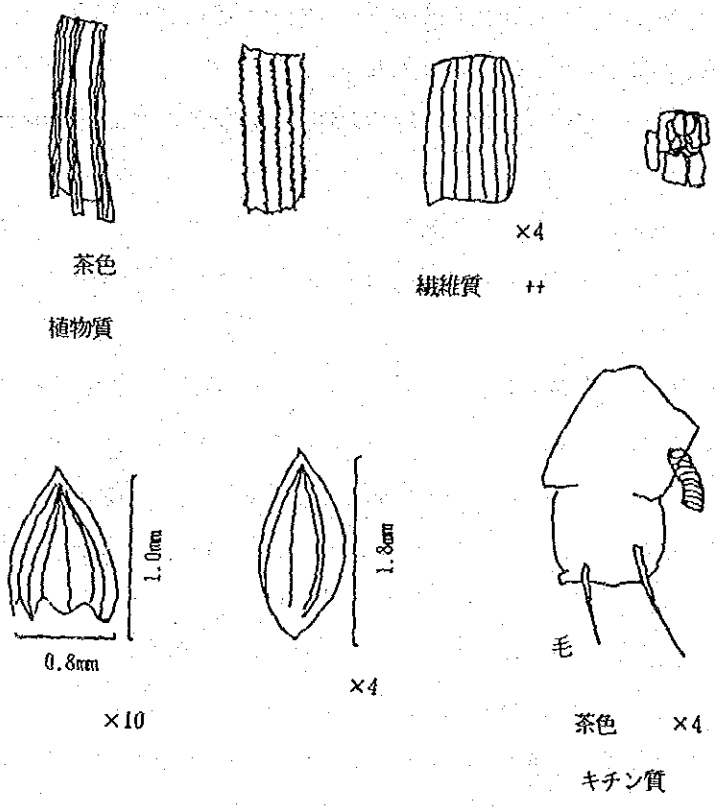


図3. No.167 胃内容物 デンプン粒なし



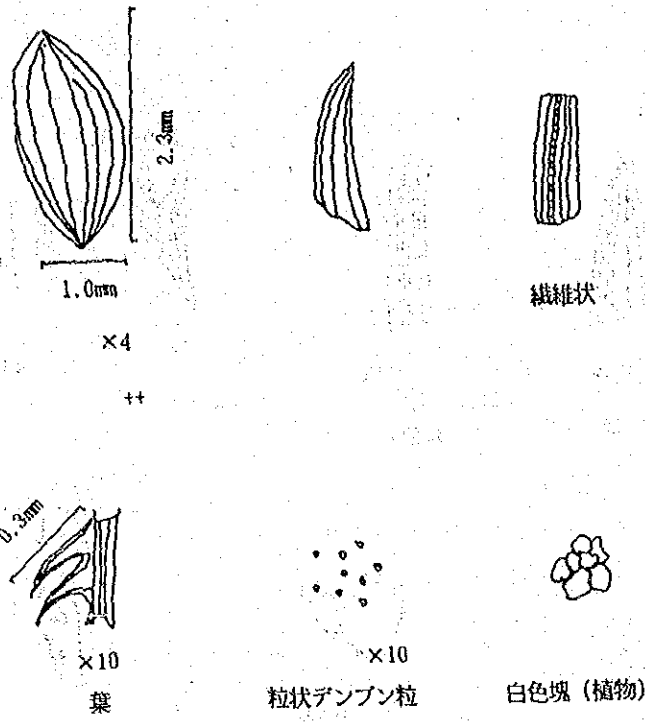


図4. No.168 胃内容物 デンプン粒++

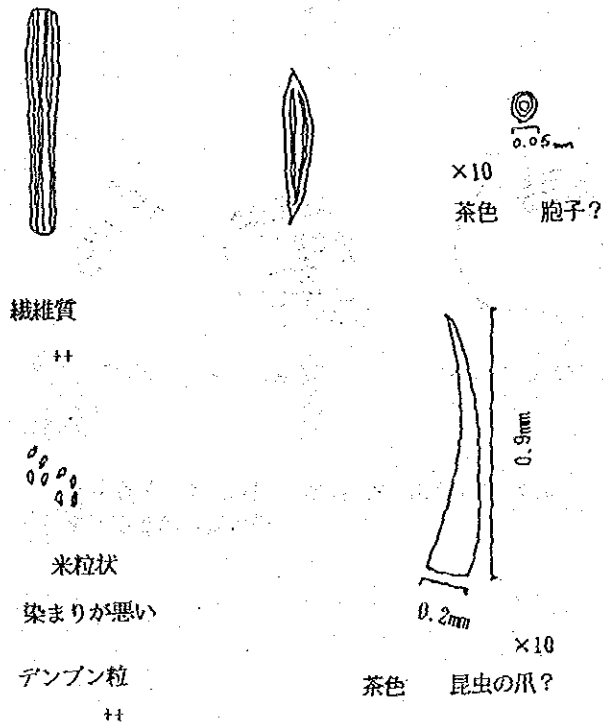


図5. No.169 胃内容物

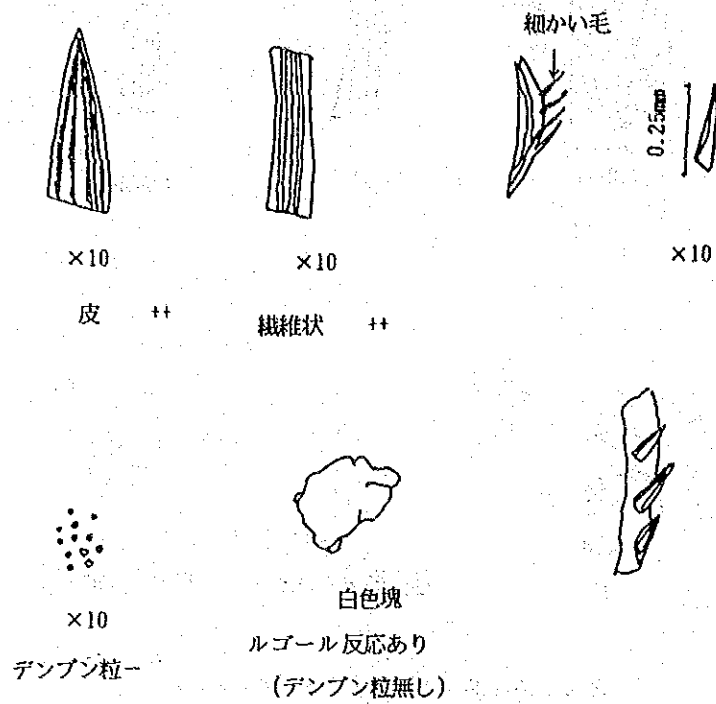


図6. No.231a 胃内容物 ルゴール反応紫色  
ただし、デンプン粒なし

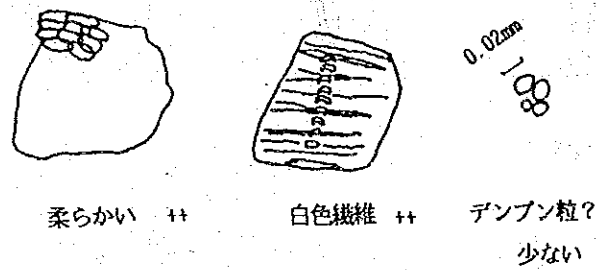
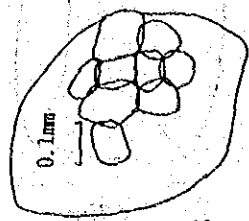
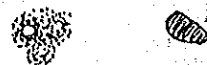


図7. No.231b 胃内容物 白色、やや粘性あり  
繊維質はほとんどない



壊れたような白色塊

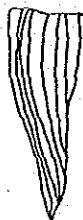


ぼんやりとしている

ルゴール反応++

粒状をなさない ++

図8. No.232a 胃内容物 白色, 粘性あり  
ルゴール反応紫色



x10

皮質++



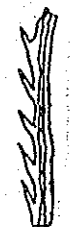
茶色



繊維質++



白色繊維質++



x10

ぼんやりとしている

ルゴール反応++

粒状をなさない

図9. No.232b 胃内容物 茶色がまばらにある植物質

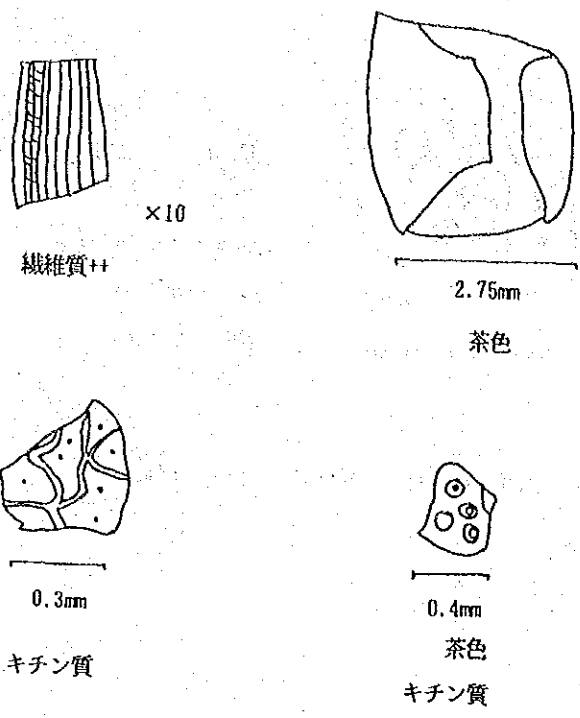


図10. No.8 胃内容物 ルゴール反応黄色  
キチン質はわずか

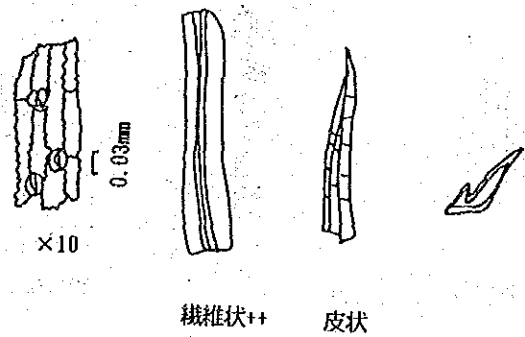


図11. No.86 胃内容物 ルゴール反応黄色  
繊維質だけ，デンプン粒なし

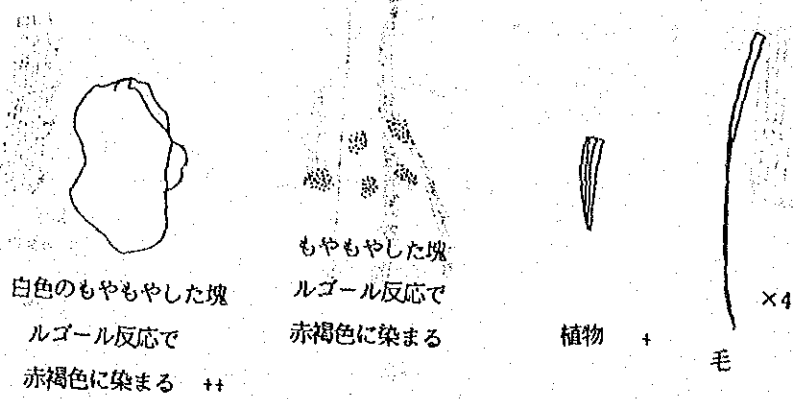


図12. No.174 胃内容物 ルゴール反応赤褐色  
繊維質は少ないがある

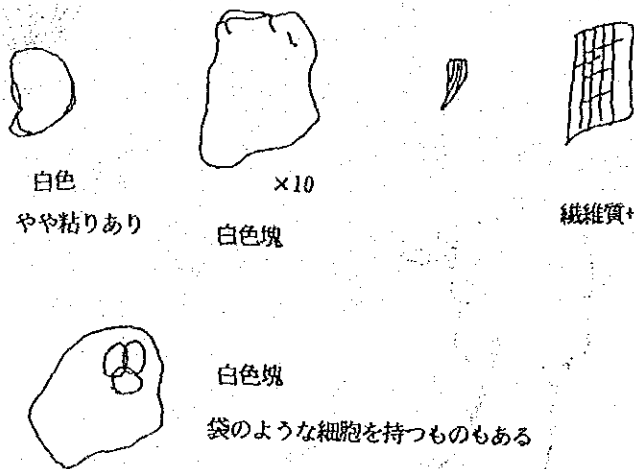


図13. No.176 胃内容物 ルゴール反応赤褐色  
寄生虫3個体あり

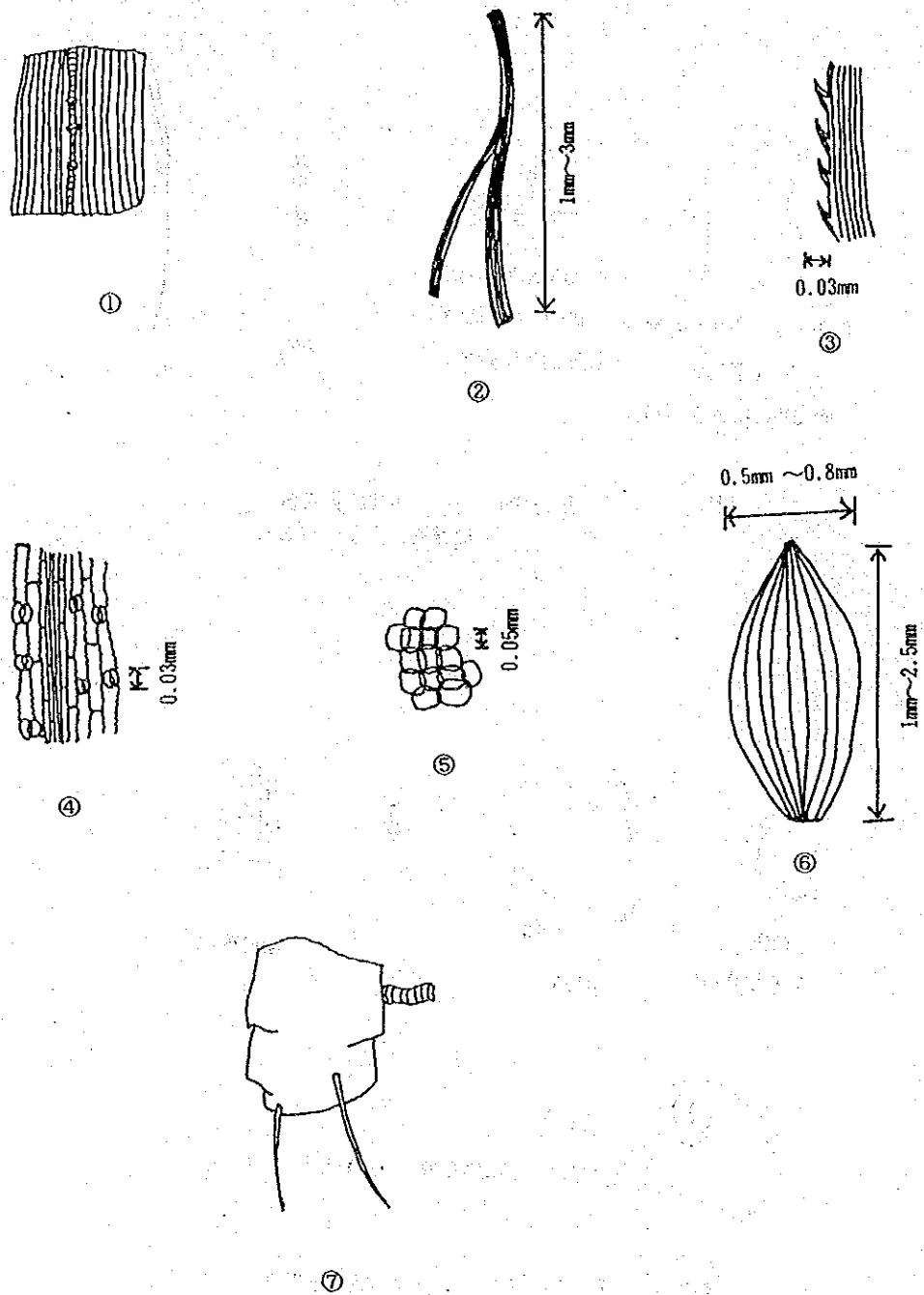


図14. 野外捕獲個体の胃内容物の代表的なもの

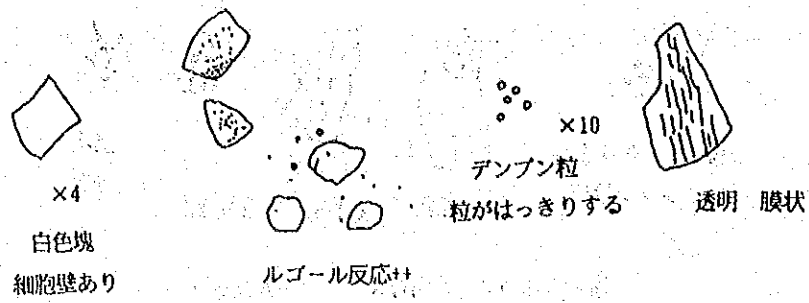


図15. No. II 胃内容物 ルゴール反応++

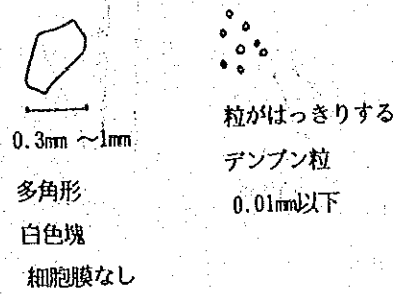


図16. No. III 胃内容物 ルゴール反応++

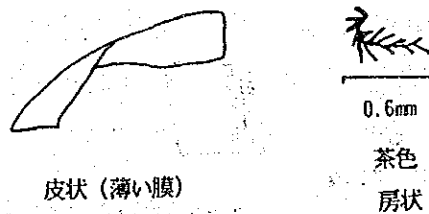
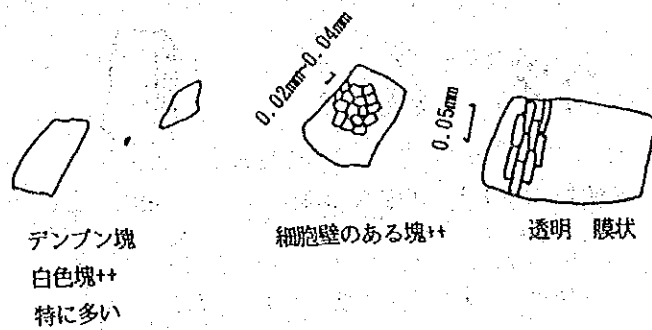


図17. No. XXV 胃内容物 緑色がかかる

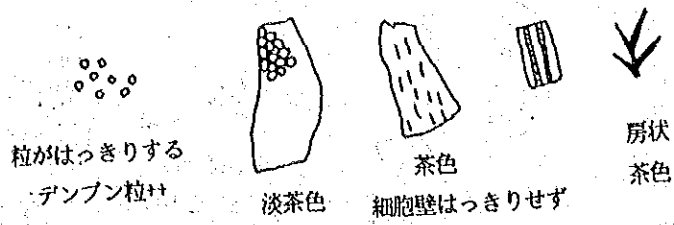


図18. No.XX 胃内容物 ルゴール反応++

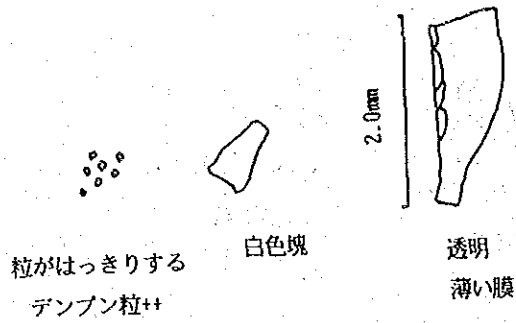


図19. No.XVI 胃内容物 ルゴール反応++

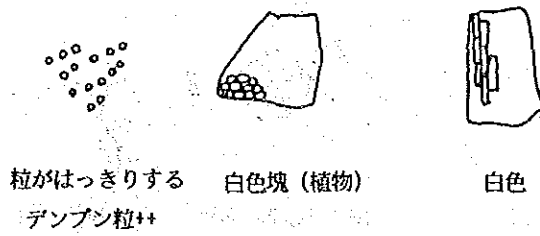


図20. No.XV 胃内容物 ルゴール反応++

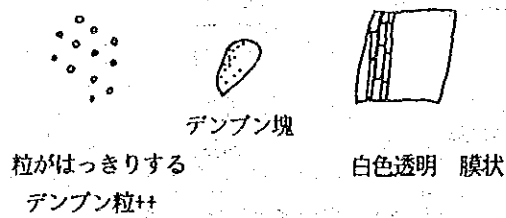


図21. No.XXIV 胃内容物 ルゴール反応++



## 2.1 アゼネズミ (*Rattus argentiventer*) の消化器官の特徴, 特に腸の長さの比率

宮尾 嶽 雄

愛知学院大・歯学部・第2解剖学教室

哺乳類の単位体表面積当りの成長, 生殖, 体の構成などのためのエネルギー要求は, 年齢や機能的状態が同一であれば, 各種とも, ほぼ似かよったものであろう。一方, 食物は, その含有する栄養素の割合, 消化の難易の程度が, 種類によって著しく異なる。したがって, 特殊な食性をもつ動物では, その食物の利用効率を高めるため, 特殊な解剖学的・生理学的メカニズムが発達することになり, それは先ず, 消化器官にあらわれてくるであろう。もっとも, 消化器官の形態は, 必ずしも現在の食性だけに規制されておらず, むしろ系統上の関連によって左右される面もあろう。消化管の分化に比較して, 食性の分化はかなり先行していることが考えられ, そのため, 消化管の形態から, 失われた過去の歴史を引き出す手がかりが得られるような場合もある (梅谷, 1961) ことに注意しておく必要もある。

哺乳類は, 植物性食物の量的に多い成分であるセルロースを分解する酵素をもたないので, セルロースの消化は, 消化管に寄生する微生物に依存している。そのため, 食植性の種においては, 胃または盲腸および結腸が醗酵室として特殊化する。したがって, 小腸に対する胃および盲腸・結腸の大きさの関係は, 食性に対応した消化管の分化を表す簡便な指標となり得るのであり, Chivers and Hladik (1980) は, これを index of gut differentiation と呼んでいる。

ネズミ類では, 主として盲腸および結腸が醗酵室として分化するので, 小腸に対する盲腸および結腸の大きさの比率をもって, 消化管の分化を表す指数とすることができる。

腸の大きさの関係は, 表面積または容積について検討されるのが望ましいが, ネズミ類の腸管は, 比較的単純な細管状であるから, 長さの関係によっても一応の評価は可能であると考えている。ただし, 盲腸の大きさについては問題があろう。

ここでは, アゼネズミの小腸および大腸 (結腸と直腸の長さの合計を大腸長とした) の長さを, ホルマリン固定の状態で計測し, その比率を検討した。材料は雄14頭, 雌25頭の計39頭, 体重の範囲は37~260 gである。

### 1. 体重に対する腸の長さの関係

採集時に計測されていた体重に対して小腸長および大腸長を両対数にプロットすると図1の如くなる。ここで扱った材料の範囲では, 体重に対する小腸長および大腸長の相対成長

は単相アロメトリーを示し、相対成長係数 ( $\alpha$ ) はいずれも約0.42となる。

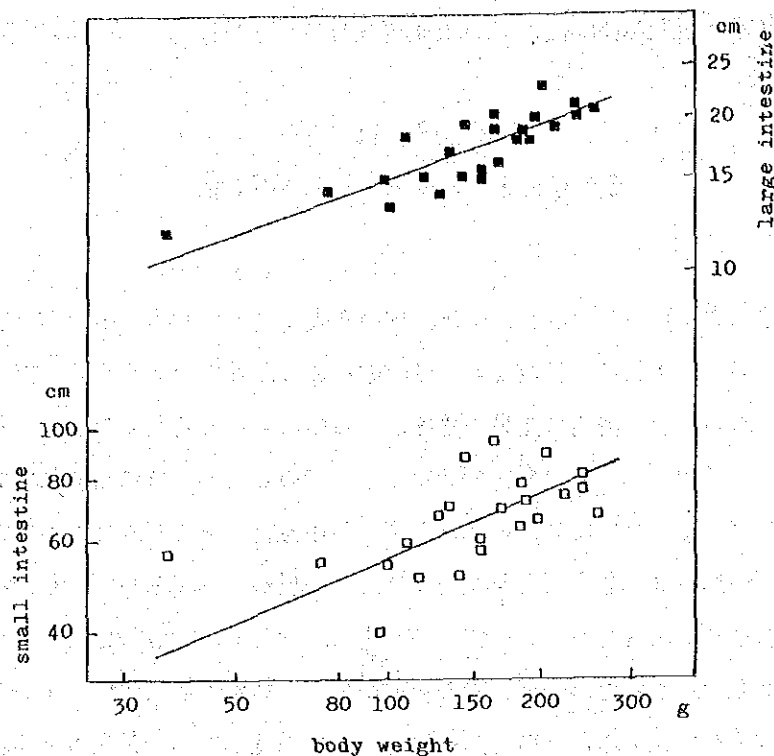


図1. アゼネズミの体重に対する小腸長および大腸長（結腸+直腸）の成長

体重に対する小腸長および大腸長の成長は、劣成長を示すから、体重の増加にともなって、腸の長さはいずれも相対的に短くなる（表1）。また、小腸長と大腸長の相対成長係数には差がなく、両者は同一テンポで成長することが明らかである。

表1. 体重に対する腸の長さの比

体重の範囲	小腸長/体重(%)	大腸長/体重(%)
37 ~ 100 g	82.1	20.1
100 ~ 200 g	45.3	11.4
200 ~ 260 g	33.6	9.0

クマネズミ (*Rattus rattus*) の体重15~120 g の範囲については、体重に対する小腸長および大腸長の成長は、いずれも単相アロメトリーを示し、相対成長係数はそれぞれ0.42, 0.46で、両者の間に差がなかった(宮尾, 1961)。これらの値はアゼネズミのそれにほぼ一致する。

ドブネズミ (*Rattus norvegicus*) においても、体重30~250 g の範囲では、体重に対する小腸長および大腸長の成長は単相アロメトリーを示すが、相対成長係数はそれぞれ0.25, 0.22

となり、クマネズミおよびアゼネズミより著しい劣成長を示していた(宮尾, 1960)。したがって、アゼネズミの腸の長さの成長パターンは、ドブネズミのそれとは異なり、クマネズミの成長パターンとの類似性が高いとってよい。

## 2. 小腸と大腸の長さの比率

上述のように、体重に対する小腸長および大腸長の相対成長係数には差がなく、両者は同一テンポで成長する。したがって、小腸長に対して大腸長を両対数にプロットすると、図2の如く、両者の間に isometry ( $\alpha = 1$ ) の成長関係が成立する。すなわち、ここで扱った材料の範囲内では、小腸と大腸は同一テンポで成長するので、両者の比率は成長段階と関係なく一定であり、種の特徴を表す指数とすることができる。ドブネズミおよびクマネズミについても同様であった(宮尾, 1960; 1961)。

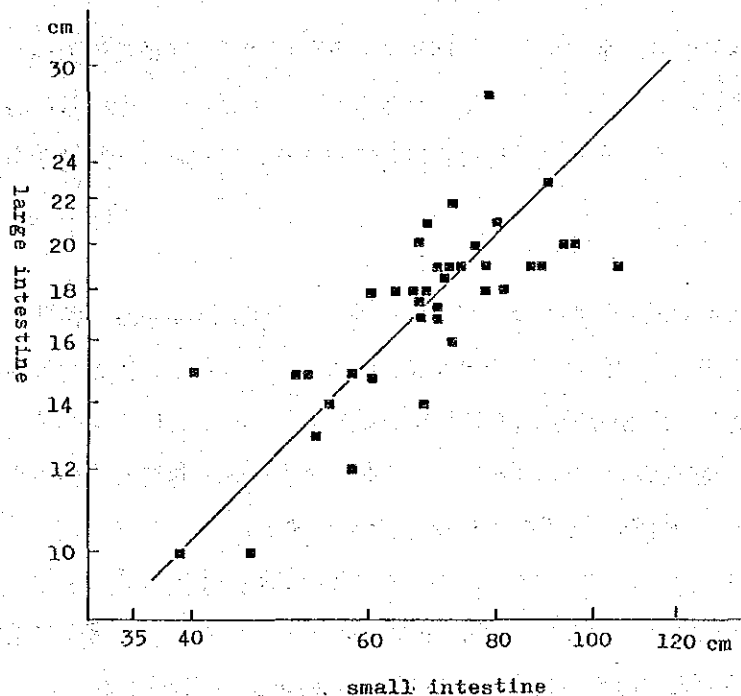


図2. アゼネズミの小腸長に対して大腸長(結腸+直腸)を両対数にプロットする

大腸では、水分の吸収、不要物質の廃棄のほか、寄生微生物群の作用で、消化酵素では分解できない炭水化物、特にセルロースが醗酵分解され、吸収される。したがって、草のようなセルロースを多く含むものを主食とする種にあっては、大腸の長いことが大きな意味をもつ。ここにおいて、小腸と大腸の長さの比率は、その種の食性と関連して、消化管の種間の差の検討に好都合な形質となってくる。

小腸に対する大腸(結腸+直腸)の長さの比率を表2に示した。比較のために、本州産野ネズミ類の値(宮尾ほか, 1960)を共に示す。小腸に対する大腸の長さの比率は、アゼネズ

表 2. 小腸に対する大腸の長さの比率

種 名	個体数	平均値 (%)
アゼネズミ <i>Rattus argentiventer</i>	39	26
ドブネズミ <i>Rattus norvegicus</i>	50	16
クマネズミ <i>Rattus rattus</i>	23	23
アカネズミ <i>Apodemus speciosus</i>	12	37
ヒメネズミ <i>Apodemus argenteus</i>	17	28
ヤチネズミ <i>Eothenomys andersoni</i>	7	58
スミスネズミ <i>Eothenomys smithi</i>	6	56
ハタネズミ <i>Microtus montebelli</i>	35	85

ミにおいては26%となり、ドブネズミの16%より著しく大で、食植性の方向への特殊化がみられるとよい。クマネズミでは23%であるから、アゼネズミの腸管の特徴はドブネズミよりはクマネズミに類似する。腸の長さの成長パターンについても同様であった。

### 3. 盲腸の形態

盲腸は結腸と共に大腸の一部をなしている。ネズミ亜科 (Murinae) 各種の盲腸はすべて比較的単純な構造であるのに対し、ハタネズミ亜科 (Microtinae) 各種のそれは、きわめて複雑である。しかし、前者においても移行型が認められ、たとえばドブネズミやクマネズミの盲腸は至って単純であるが、アカネズミの盲腸はやや長く、特に結腸への移行部分は、ハタネズミのその部分の構造に近づく (徳田, 1954) (図3)。

アゼネズミの盲腸は、ドブネズミ・クマネズミと同様に、単純な袋状を呈し、粘膜面にも特殊な構造はみられない (図4)。また、ドブネズミ・クマネズミと同様に結腸始部に、ハタネズミ類にみられるような特殊な結腸旋回 (colic loop) は形成されていない (図4, 図3も参照)。

### 4. 胃の形態

胃の外形はU字状を呈し、噴門と幽門が接近しているため、小弯は深く弯入して、角切痕を形成する。また、噴門の左方部は高く円柱状に隆起して胃盲嚢を形成しており (図5)、この部の発達はラットより著しく、食植性の方向への分化が進んでいることを示している。

胃の粘膜面をみると、食道粘膜に連続する白色強靱な粘膜が胃盲嚢の部を占め、暗色を呈している幽門部との間に、ヒダ状縁が隆起して、大弯から小弯に向かって走り、複胃的な性格を帯びている。

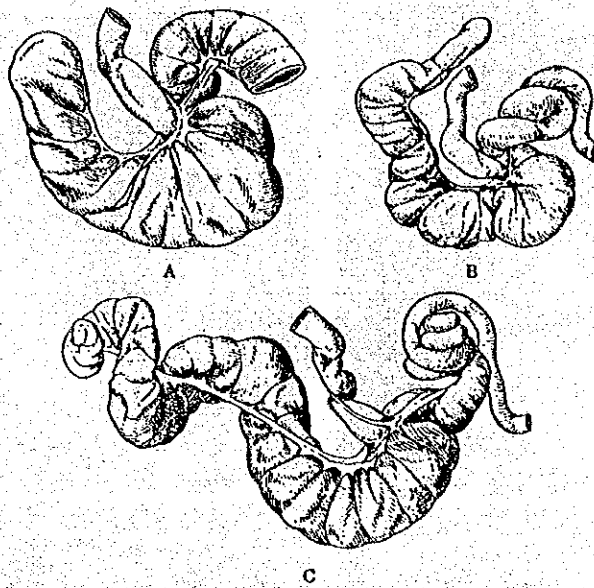


図3. ドブネズミ (*Rattus norvegicus*) (A), アカネズミ (*Apodemus speciosus*) (B), ハタネズミ (*Microtus montebelli*) (C) の盲腸 (Tokuda, 1941)

なお、腸間膜および腎臓周囲には、白色脂肪の沈着が著しく、栄養状態はきわめて良好であることがうかがわれた。

### 引用文献

- Chivers, D. J. and C. M. Hladik, 1980. Morphology of the gastrointestinal tract in Primates: comparisons with other mammals in relation to diet. *J. Morphology*, 166 : 337-386.
- 宮尾嶽雄. 1960. ドブネズミの体重に対する腸の長さの相対成長. *応動昆*, 4 : 71-73.
- 宮尾嶽雄. 1961. クマネズミの体重に対する腸の長さの相対成長. *応動昆*, 5 : 70-72.
- 宮尾嶽雄・北沢徹郎・両角源美. 1960. ネズミ類における腸の長さの比率. *動物学雑誌*, 69 : 171-176.
- Tokuda, M. 1941. A revised monograph of the Japanese and Manchou-Korean Muridae. *Biogeographica*, 4 : 1-152.
- 徳田御稔. 1954. 日本産鼠類の比較解剖. 鎗木外岐雄・三坂和英編. *野鼠とその防除*, 学術振興会, 東京, pp. 30-40.
- 梅谷献一. 1961. 昆虫類の系統学的研究の一指標としての消化管の形態について. *生物科学*, 13(2) : 63-72.

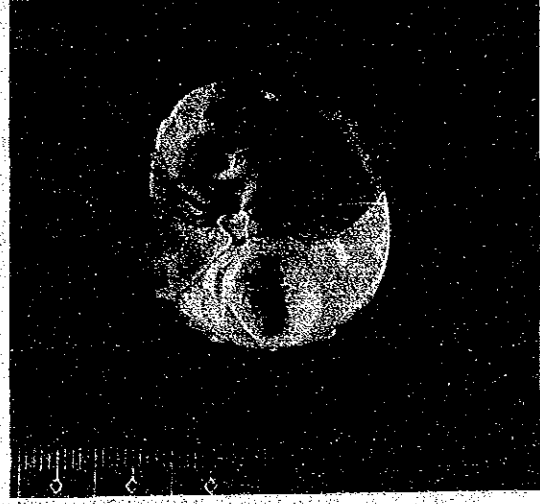
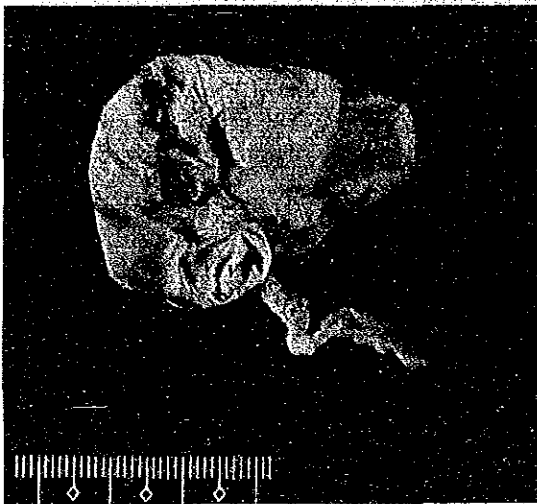
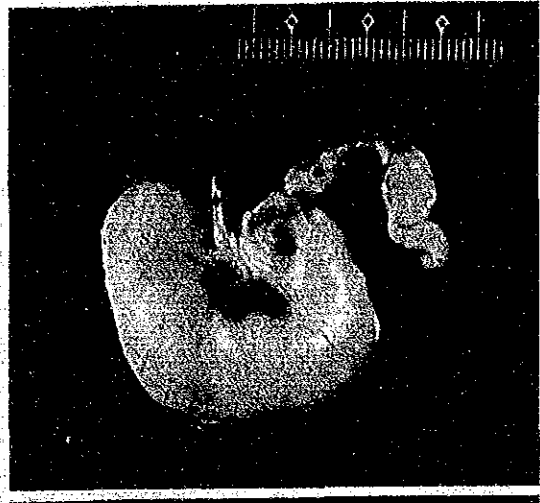
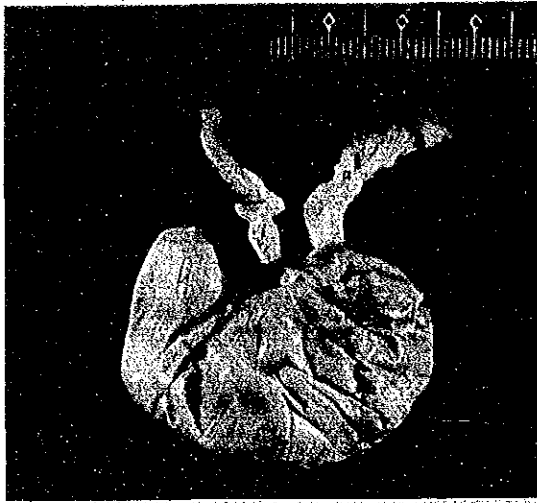


図4. アゼネズミの盲腸  
 上：外景, i: 回腸, a: 結腸  
 下：内景, v: 回盲弁, A: 結腸口, i: 回腸

図5. アゼネズミの胃  
 上：外景 e: 食道, d: 十二指腸, s: 胃盲嚢  
 下：内景 (3湾に沿って切開し, 反転す)  
 f: 噴門, p: 幽門, m: ヒダ状縁

## 2.2 アゼネズミの繁殖生理

白石 哲・内田 照章

九州大学農学部動物学教室

### 胎盤痕の調査技術に関する研究

#### 緒 言

アゼネズミ *Rattus argentiventer* が人為的環境ともいえる水田に巧みに適応しながら、種の保存と繁栄を図っている種であることは、既往の文献や調査報告から明らかである。インドネシアにおける現地調査の結果、本種がネズミ類の中でもとくに多産型の繁殖戦略をとっていることが明らかにされつつある(村上, 未発表)。しかし繁殖力を判定する基礎となる雌雄生殖器官における発達の遅速, 胎児数, 産仔数及び胎盤痕数の調査, 胎児の退化吸収率の比較などについての報告は殆どないのが現状である。

ここでは、その一環として、発生初期段階にある小形な胎児と胎盤痕, 及び新・旧胎盤痕の区別技術に関して行なった研究結果などを報告する。

胎盤痕は胎盤剝離に伴い、内出血した赤血球が崩壊する時のヘモグロビンに由来する鉄を含む色素, ヘモシデリン (hemosiderin) が、子宮縦走筋層と輪走筋層との間に蓄積したものである。これは時間の経過に伴い、大食細胞 (macrophage) によって処理され、やがて消失する。

胎盤痕は一腹産仔数を代表するものとして、古来よく利用されているが、実際にはそのように単純な関係にあるものではない。一般に黄体数=白体数=胎盤痕数>分娩仔数の関係にある。その理由は、①以前の妊娠に由来する胎盤痕が残留している、②排卵された卵子の一部が着床前に消失するからである。

従って、胎盤痕の寿命を知ることは、繁殖生理学上及び繁殖生態学上に極めて重要なことである。胎盤痕の存在期間のうち、最短の記録はブラリナトガリネズミ (*Blarina brevicauda*) の産後6日 (Pearson, 1944) であろう。その他、小型の哺乳類については、プレーリーハタネズミ (*Microtus ochrogaster*) の42~45日、アメリカハタネズミ (*Microtus pennsylvanicus*) の45~49日 (いずれも Corthum, 1967)、カリフォルニアハタネズミ (*Microtus californicus*) の21日 (Greenwald, 1957)、ヨーロッパヤチネズミ (*Clethrionomys glareolus*) の155~182日 (Alibhai, 1982) などの例が知られている。

中型哺乳類になると、胎盤痕の寿命は長くなり、アカギツネ (*Vulpes vulpes*)、ハイイロ

ギツネ (*Urocyon cinereoargenteus*), アメリカビーバー (*Castor canadensis*) では数カ月と報じられている (Sheldon, 1949; Osborn, 1953)。

しかし、本研究の対象種アゼネズミ (*Rattus argentiventer*) と同属のクマネズミ (*Rattus rattus*) 及びドブネズミ (*Rattus norvegicus*) やハツカネズミ (*Mus musculus*) のそれは1年以上という (Deno, 1941; Davis and Emlen, 1948)。また Davis and Emlen (1948) によると、クマネズミやドブネズミの胎盤痕はそれまでの全出産に由来するものが保持されているという。他方、シカシロアシマウス (*Peromyscus maniculatus*) では最新の分娩からさかのぼり、2~3回分の分娩に由来する胎盤痕が認められるという (Rolan and Gier, 1967)。Hoffman (1958) もカリフォルニアハタネズミとモンタナハタネズミ (*Microtus montanus*) において同様なことを述べている。

本報告では、アゼネズミにおける胎盤痕の寿命を調べるための基礎研究として行った、ハツカネズミ (DDD系) を材料とした実験結果、及び現地で採集され、われわれに供与されたアゼネズミのホルマリン液浸子宮角についての調査結果について述べる。

## 材料および方法

### 1. ハツカネズミ (DDD系) の場合

九州大学医学部純系動物飼育場から分譲を受けた白色のDDD系ハツカネズミを当教室の飼育室内で繁殖させたものを材料とした。分娩日を0日として、それぞれ1, 3, 7, 28, 56, 63, 77日後に経産雌を屠殺した。開腹後に生殖器官を摘出、これを保定したのち生鮮時における胎盤痕の見え方と数を記録した。

次に、Orsini (1962) に従い、AFA液で固定した子宮角、及び更にベンゼンで透徹して安息香酸ベンゼン液中に保存した子宮角について、同様に記録をとった。

なお、このAFA液の処法とAFA液による固定手順、透徹手順は次のとおりである。

#### AFA液：

95%アルコール	30cc
市販ホルマリン液	10cc
氷酢酸	10cc
水	50cc

固定時間はおおむね8時間とし、固定完了後に70%アルコール(4時間)、80%アルコール(3時間)、90%アルコール(2時間)、100%アルコール(1時間)の順に材料を移し替えた。固定後の材料を保存するだけならば、70%アルコール中で保存する。また、透徹への前処理液70%及び80%アルコールには、漂白のために過酸化水素水を数滴加える。血液などが漂白され、胎盤痕が見やすくなる。透徹は材料をまず100%アルコールとベンゼンの混合液(1:1)中に1時間、更にベンゼン中に1時間浸漬して行った。透徹終了後は安息香酸ベ



ンゼン中にて保管した。

## 2. アゼネズミの場合

現地で捕獲後に解剖、摘出されて10%ホルマリン液中に保存されているものにつき、肉眼で胎盤痕を計数した。肉眼で判別し難い場合には、上記の方法により子宮角を透徹して胎盤痕と胎児を区別した。

## 結果及び考察

### 1. ハツカネズミ (DDD系) の場合

表1に一連の観察結果をまとめた。個体番号1番の雌は分娩翌日に屠殺、その生殖器官が調べられた。

表1. ハツカネズミ (DDD系) における産仔数と胎盤痕数

個体番号	産後日数	産仔数	胎盤痕数		
			生鮮	固定	透徹
1	1	6	9	9	10
2	3	13	13	13	14
3	7	9	11	11	11
4	28	13	12	13	14
5	56	5	5	9	9
6	63	10	10	12	13
7	77	12	10	9	13

生鮮状態では左右の子宮角に9個、固定後にも9個の胎盤痕が認められた。しかし、透徹によって1個増えて10個が認められた。図1は産後7日目の雌の左・右子宮角を示す。右子宮角に5個、左子宮角に6個の胎盤痕が明瞭に見える。分娩後1日目から77日までの7個体から得られた材料により、胎盤痕は生鮮時よりも固定した時に、また固定操作だけよりも透徹を行った時に増加することが知られた。

また、分娩後77日目の子宮角で生鮮時と固定時に数えた胎盤痕の数は、産仔数よりも少なくなっている。従って、この辺りの日数から胎盤痕の消失が始まるものと思われる。この実験における材料にはすべて初産雌が使われた。もしも、材料が二産目、三産目の雌であれば、当然、胎盤痕の寿命から考えて、多数の新・旧胎盤痕が見出されることと思われる。新・旧胎盤痕の判別技術については、目下、引き続き検討中である。

### 2. アゼネズミの場合

既にDDD系ハツカネズミを使った実験の項で述べたように、アゼネズミの胎盤痕の寿命を知ろうと思えば、飼育実験から始めなければならない。初産雌を一定の時間間隔で屠殺し、

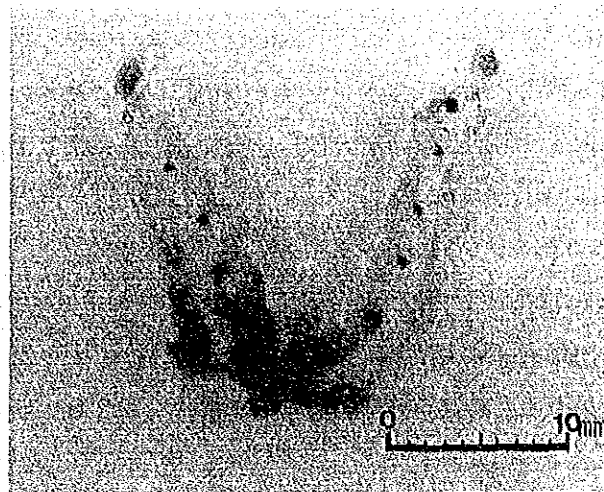


図1. 産後7日目のハツカネズミ (DDD系) の子宮角と胎盤痕 (右5個, 左6個: 透徹標本)

その子宮角を丹念に調べることが必要となる。そのためには、多数の処女雌を確保しなければならない。われわれの飼育室では、この目的のためにも本種5番を飼育しているが、まだ子を得るに至っていない。

そこで、京大理・動物学教室の村上氏により、ジャワの現地で得られた、既存の子宮角に見られる胎盤痕数を調べた。今回、供与された雌生殖器官の数は530個体分あった。それらのうち、保存不良のため乾燥してしまったものや損傷（腐敗）などの理由で、使用不可能なものが13個体分あった。結局、517例の生殖器官を調べたが、胎盤痕が認められたものは179例（うち妊娠個体22例を含む）、妊娠しているが、胎盤痕の認められなかった雌は177例あった。残りは胎盤痕も胎児も認められぬ未経験産雌であった（161例）。つまり、繁殖活動に参加したことがある雌の割合は68.9%となった。胎盤痕数は最も少なかった例では5個（3例）、最も多数認められた例では47個（2例）と範囲が広がった（平均17.9個）。図2に胎盤痕数の分布を示した。少々うがった見方をすれば、この度数分布には10を基準に、10の倍数、つまり、20、30、40に次のグループのモードがあるように思われる。残存胎盤痕数が32を越えると、その出現例は急減する。アゼネズミの平均胎児数は今回供与を受けた517頭（正常分）のうち、妊娠していたもの199個体（妊娠率38.5%）から算出した限りでは、9.8であった。これらの事実を加味して、アゼネズミでは第1回から第4回目までの出産に伴う胎盤痕を保持しているように推察される。しかし、正確な判定は飼育した個体を材料にしなければ行えない。

ついでに記しておく、今回の子宮角調査の結果、199個体の雌から正常胎児1,949個、退化中の胎児106個（42例、妊娠雌総数の21.1%）が得られた。最高の一腹胎児数は20（1例）、

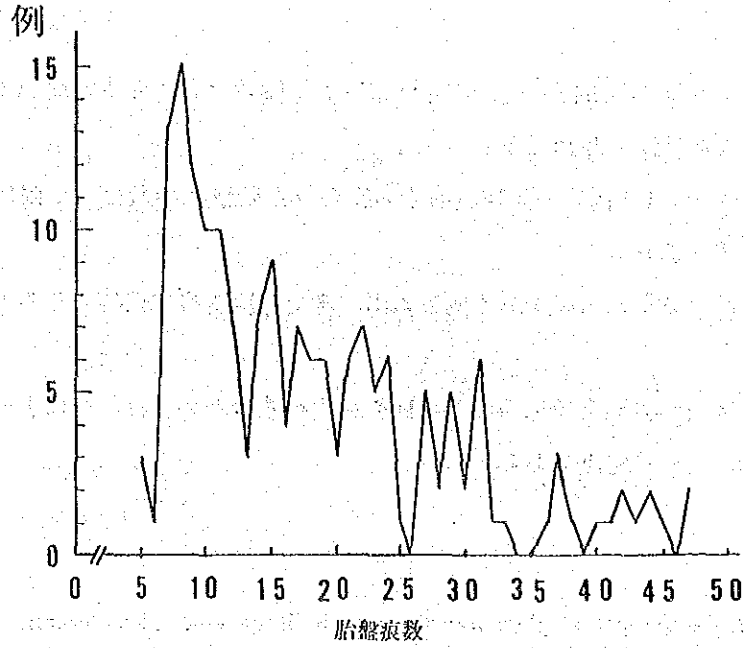


図2. アゼネズミの胎盤痕数

次いで18 (1例), 17 (3例) の順であった。最小は1であったが、この子宮角には他に退化胎児が5個認められた。従って、本来は6胎児である。子宮角に胎児吸収の痕跡も胎盤痕もなく、健全な胎児のみ見出された母獣からの最小胎児数は3であった。今回の調査に基づく胎児数の頻度分布を図3に示した。

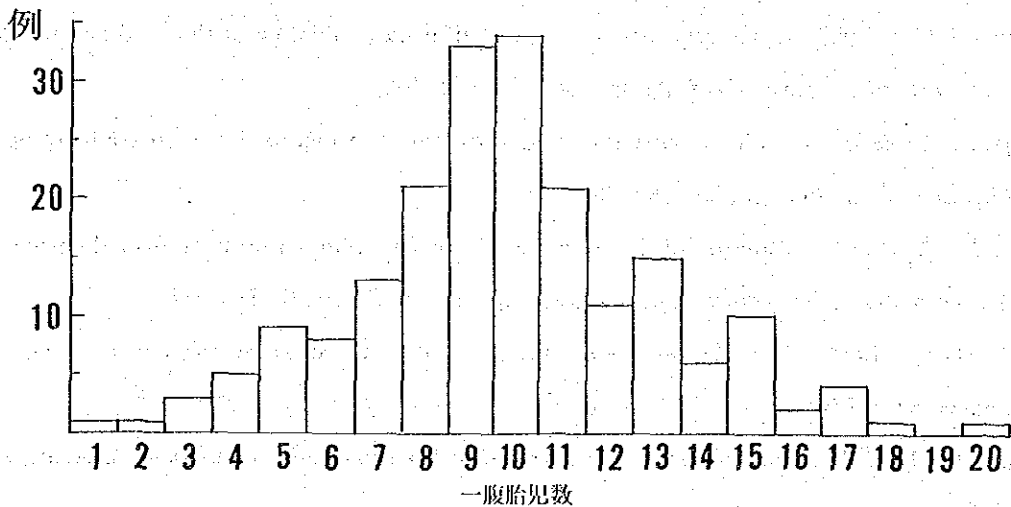


図3. アゼネズミの一腹胎児数

摘 要

実験用ハツカネズミ (DDD系) とジャワから送られて来たアゼネズミの子宮角を材料に、胎盤痕について調査した。結果は次のようにまとめられる。

1. ハツカネズミの胎盤痕は産後77日でも明瞭に認められ、胎盤痕の寿命の長いことが推察された。
2. 胎盤痕の数は生鮮時よりも固定時よりも透徹時に多くなる。従って、生鮮材料を基にした胎盤痕数は過少評価となる。
3. 供試したアゼネズミ179個体の生殖器官から得られた胎盤痕の数は、1個体あたり5～47個(平均17.9個)であった。
4. アゼネズミでは、最新の出産から4回目の出産までの胎盤痕が保持されると思われる証拠を得た。
5. 正確なアゼネズミの胎盤痕数についての研究を遂行するためには、繁殖を成功させて多数の雌個体を得ることが先決である。

#### 参考文献

- Alibhai, S. K. 1982. Persistence of placental scars in the Bank vole, *Clethrionomys glareolus*. J. Zool., Lond., 197: 300-303.
- Corthum, K. W., Jr. 1967. Reproduction and duration of placental scars in the Prairie vole and the Eastern vole. J. Mamm., 48: 287-292.
- Davis, D. E. & J. T. Emlen, 1948. The placental scar as a measure of fertility in rats. J. Wildl. Mgmt., 12: 162-166.
- Deno, R. A. 1941. A criterion for distinguishing between virgin and parous animals. Pharm. Arch., 12: 12-16.
- Greenwald, G. S. 1957. Reproduction in a coastal California population of the field mouse, *Microtus californicus*. Univ. Calif. Publs. Zool., 54: 421-466.
- Hoffman, R. S. 1958. The role of reproduction and mortality in population fluctuations of voles (*Microtus*). Ecol. Monogr., 28: 79-109.
- Orsini, M. W. 1962. Technique of preparation, study and photography of Benzyl-benzoate cleared material for embryological studies. J. Reprod. Fertil., 3: 283-287.
- Osborn, D. J. 1953. Age classes, reproduction, and sex ratios of Wyoming beaver. J. Mamm., 34: 27-44.
- Pearson, O. P. 1944. Reproduction in the shrew (*Blarina brevicauda* Say). Amer. J. Anat., 75: 39-93.
- Rolan, R. G. & H. T. Gier, 1967. Correlation of embryo and placental scar counts of *Peromyscus maniculatus* and *Microtus ochrogaster*. J. Mamm., 48: 317-319.
- Sheldon, W. G. 1949. Reproductive behaviour of foxes in New York State. J. Mamm., 30: 236-246.

## 付. 雄性生殖腺の測定

本研究は野外において捕獲された個体の性成熟度を判別する標徴を、雄性生殖器官各部の大きさや重量を利用して明らかにすることを目的とするものである。

今年度は与えられた期間が短かったので、十分な解析を行うまでには至らなかった。われわれに供与されたサンプル数は485個体分であったが、それらのうち乾燥したりして使用不可能なものが5個体分含まれていた。従って、正常なもの480個体分の精巣長径、短径及び重量を測定して、一覧表にまとめた。

精巣は原則として右側精巣を摘出したが、右側を欠く場合や萎縮変形している場合には、左側を用いた。昭和63年度には、これらの資料と切片化した組織標本の観察結果とを対応させて、有用な基準を見出せる予定である。



## 2.3 アゼネズミに対する種々の殺そ剤の殺そ効果に関する評価

草野 忠 治

筑波大学農林学系

### I. 急性中毒殺そ剤のアゼネズミに対する毒性並びに殺そ効果

#### 1. リン化亜鉛, ピリニューロンおよびカヤネックス

##### (A) 経口急性毒性

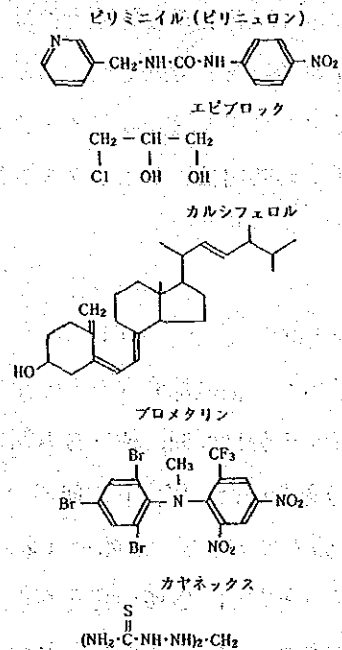


図1. 急性中毒殺そ剤の化学構造

3種類の急性中毒殺そ剤のアゼネズミに対する経口急性毒性がLam (1979a)により調査されている。これらの殺そ剤はコーン油で希釈して経口投与された。その結果は表1に示した。これら3種の殺そ剤のなかで、カヤネックスの毒性が強く、それに次いでリン化亜鉛、ピリニューロンとなっている。アメリカのデンバーの野生動物研究センターの未発表資料によると、リン化亜鉛のアゼネズミに対する経口急性毒性 ( $\text{LD}_{50}$ ) は35.0 mg/kgとなっており、Lamの得た値よりも2倍以上大きい。ドブネズミ、クマネズミに対するリン化亜鉛の毒性については表2に示した。これらのネズミのリン化亜鉛に対する感受性はほぼ類似している

表1. マレーシア産アゼネズミ *Rattus argentiventer* に対するリン化亜鉛, カヤネックス, ピリニューロンの LD<sub>50</sub> 値

殺そ剤	性別	体重 (g) 平均±S.E.	LD <sub>50</sub> mg/kg	95%信頼限界
リン化亜鉛	♂	165.8±3.9	12.00	9.50~15.17
	♀	148.8±3.4	15.72	9.76~25.33
カヤネックス	♂	174.6±4.1	6.35	4.78~8.45
	♀	162.1±3.3	7.27	4.51~11.71
ピリニューロン	♂	148.6±2.7	29.88	21.93~40.72
	♀	127.8±2.3	40.51	24.73~66.34

S.E.: 標準誤差, 薬剤をコーン油に懸濁して胃内に投与 (Lam, 1979 a)

と推測される。アゼネズミに対するリン化亜鉛の急性毒性はドブネズミ, クマネズミよりも小さい傾向があり, 前者はリン化亜鉛に対して感受性であるといえる。

これらの殺そ剤の毒作用速度は表3に示した。カヤネックスはリン化亜鉛よりも中毒症状が現われる時間が短い。中毒死までの時間はカヤネックス>リン化亜鉛>ピリニューロン(短→長)の順序に長くなる。

#### (B) 囲いテスト

0.633エーカー (210フィート×130フィート, 2561.7 m<sup>2</sup>) の土地をコンクリートの壁で囲み, その一部を耕起してイネを栽培し, 他の部分はチガヤ類の雑草が生えている。このなかにアゼネズミが生息している。イネの分けつ期, 穂ばらみ期に畦に15フィート間隔で餌場を24箇所にもうけ, 1地点50gの粃を置いた。消失した餌場では毒餌(リン化亜鉛2%)が補給された。毒餌投与3日間で380頭のアゼネズミの死そ(全回収死その82.6%)が得られた。そして, 第4日目, 第5日目にそれぞれ53, 27頭の死そが得られ, 第6日目以降に死そが得られなかった。この結果から, かなりの殺そ効果を得られたことがわかる。

#### (C) 圃場テスト

3~4月では, 水田で可食物は少ないが, アゼネズミの生息数が多い。畦に10フィート置きにリン化亜鉛餌(2%, イネ粃を基材)を50gずつ置き, 消失した餌場では毒餌を補給し, 毒餌施用期間は3日間であった。1haの面積の水田2箇所を実験圃場とした。なお, この時期は可食物が少なく, ネズミの生息数が多いことから, 餌慣しなして, 直接, 毒餌が施用された。第1日目に383頭, 第2日目に78頭, 第3日目に5頭の死そが得られている。これらの効力試験(Lam, 1977)で, 2%リン化亜鉛餌を水田に施用することによりアゼネズミの死そが多数得られているが, 防除効果については得られていない。

本実験はマレーシアで実施されたものである。



表2. ドブネズミ, クマネズミに対するリン化亜鉛の毒性

ネズミの種類	LD <sub>50</sub> (mg/kg)	資料源
ドブネズミ <i>Rattus norvegicus</i>	27.0	DWRC
	40.5	Dieke and Richter, 1946
	40	Holden, 1947
	37.6-43.4	Rat Borne Disease Prevention and Control, 1949
クマネズミ	21.0	DWRC
<i>Rattus rattus</i>	50	Heinz, 1951

DWRC: アメリカ, デンバー野生動物研究センター未発表資料

表3. マレーシア産アゼネズミ *Rattus argentiventer* に対するリン化亜鉛, カヤネックス, ピリニューロンの毒作用の速度

性別	殺そ剤	投薬量 mg/kg	中毒症状が現れるまでの時間 (時間)(A)	死亡までの時間 (時間)(B)	A・B間の経過時間 (時間)
♂	リン化亜鉛	8.0-42.0	5.99±0.77	7.14±0.83	1.15±0.54
♀		18.0-42.0	3.81±0.59	4.62±0.54	0.81±0.27
♂	カヤネックス	8.0-28.0	2.37±0.18	3.39±0.17	1.02±0.14
♀		5.5-28.0	2.57±0.12	3.97±0.24	1.41±0.24
♂	ピリニューロン	28.0-62.0	—	>12	—
♀		62.0-94.0	—	8.53±0.04	—

表中の数字は平均値±標準誤差.

(Lam, 1979 a)

薬剤をコーン油に懸濁して胃内に投与.

## 2. プロメタリン

本剤はアメリカで開発された新しい急性中毒殺そ剤である。プロメタリンのアゼネズミに対する毒性および殺そ効力についての Lam (1983) の実験資料を紹介する。

### (A) 経口急性毒性

本剤とトウモロコシ油との混合物の一定量 (0.5~1.5 ml) をアゼネズミの胃内に投与した。投薬後21日間アゼネズミの生死状況が観察された。LD<sub>50</sub>値は表4に示した。LD<sub>50</sub>値は約5 mg/kgであり、雌雄差は小さい。本剤はリン化亜鉛よりもかなり毒性の強いことがわかる。投薬後21~30時間で中毒症状が現われ、大部分のアゼネズミは投薬後1~2日で死亡した。表5に示すように、投薬量が増加すると、平均生存日数は短くなる傾向がある。

次のような中毒症状が認められた。後肢の麻痺で筋肉の協調性が低下し、出血のため、眼がうるんだようになり、死の直前に緊張性けいれんが認められた。死亡時に眼は不透明となり、剖検により膀胱に充血が認められ、胃はガスで膨張していた。2, 3の個体で、肺に出

表4. マレーシア産アゼネズミ *Rattus argentiventer* に対する  
プロメタリンの経口急性毒性

性	回帰直線	LD <sub>50</sub> (mg/kg)	95% 信頼限界 (mg/kg)
♂	$Y = 5.24X + 1.29$	5.12	4.09~6.66
♀	$Y = 6.45X + 0.13$	5.68	4.66~7.22

(Lam, 1983)

表5. マレーシア産アゼネズミ *Rattus argentiventer* にプロメタリン餌を種々の期間摂食させたときの死  
亡率および生存日数

性	平均 体重 (g)	毒餌 の濃度 (%)	摂食 期間 (日)	死亡率 (死亡数/ 供試数)	摂取した致死薬量 (mg/kg)	生存した場合の 摂取した薬量 (mg/kg)	生存日数 平均(範囲)
M+F	159.6	0.005	1	7/20	2.22	1.56	2.5(2~5)
M+F	182.9	0.005	2	15/20	1.44	2.56	5.1(2~16)
M+F	177.8	0.005	3	18/20	3.08	3.70	4.1(2~11)
M+F	180.0	0.005	4	19/20	3.28	2.09	5.0(2~21)
WM+WF	149.5	0.01	1	18/20	3.92	2.49	2.4(2~6)
WM+WF	165.9	0.01	2	19/20	4.09	1.52	2.0(1~3)
WM+WF	172.0	0.02	1	20/20	6.33	—	2.1(2~4)
WM+WF	141.3	0.03	1	20/20	6.28	—	1.3(1~2)
WM+WF	167.3	0.05	1	20/20	19.78	—	1.8(1~2)

M: 実験室で飼育した雄, F: 実験室で飼育した雌, WMおよびWFは野外から採集したアゼネズミの雄  
および雌 (Lam, 1983)

血が認められ、鼻孔付近には僅に血液を含む鼻汁が認められた。

#### (B) 摂食テスト

##### (1) 非選択テスト

プロメタリンを0.005~0.05%含む毒餌をアゼネズミに1~4日間摂食させた。0.005%餌の場合、50%致死日数(LFP<sub>50</sub>)は雄で0.86日(0.02~1.38日, 95%信頼限界), 雌で1.72日(1.19~2.20日)となった。0.01%餌を2日間摂食させるテストで100%の死亡率は得られなかった。0.02, 0.03, 0.05%餌を1日摂食させることで、100%の死亡率であった。生存日数は0.005%で2~21日, 0.01%で1~6日, 0.02%で2~4日, 0.03%で1~2日, 0.05%で1~2日となった。濃度が高くなると生存日数は短くなる傾向がある。

##### (2) 選択テスト

0.01, 0.02, 0.03, 0.05%の各毒餌と無毒餌とを対にして与え、摂取量が調査された。各濃度で、毒餌は無毒餌よりも多く摂取され、0.03, 0.05%で100%の死亡率が得られた。

野外で可食物が多いことを考えると、実用濃度は0.03~0.05%とした方が良い。

本剤の致死薬量を経口投与したアゼネズミで、中毒症状は12時間以上経過して現われ、1~2日で死亡するので、本剤は遅効性の急性中毒殺そ剤であるといえる。

### (C) 作用機構

神経系ミトコンドリアの酸化的リン酸化を非共役化する。そのために、ATPの生成が低下し、 $\text{Na}^+/\text{K}^+$ ATPアーゼの活性が低下し、次いでミエリン鞘間に液体が充満し、液胞ができる。そのために、脳脊髄液圧が増大し、そのために神経軸索を強く圧迫し、神経インパルス伝導が減少し、そのために麻痺が生じ、死が生じる (Van Lier and Ottosen, 1981)。プロメタリン中毒に対するコルチコステロイドの投薬は上昇した脳脊髄液圧の低下に役立ち、治療薬として利用できるとみられている (Cherryら, 1982)。

### (D) 他のネズミに対するプロメタリンの毒性との比較

Dreikornら (1979b) によると、ドブネズミ *Rattus norvegicus*、ハツカネズミ *Mus musculus* に対するプロメタリンの経口急性毒性はそれぞれ 2 mg/kg, 5 mg/kg である。したがって、アゼネズミのプロメタリンに対する感受性はドブネズミよりも低く、ハツカネズミに近い。

### (E) 非標的動物に対する毒性

プロメタリンの家兎に対する経皮毒性 ( $\text{LD}_{50}$ ) は 1,000 mg/kg であり、経皮毒性は低く、取り扱い上の安全性が高い (Dreikornら, 1979)。

表6. ネズミ以外の数種の動物に対するプロメタリンの急性毒性

動物の種類	$\text{LD}_{50}$ あるいは $\text{LC}_{50}$	無影響水準
イヌ-経口	4.7 mg/kg	—
ネコ-経口	1.8 mg/kg	—
サル-経口	5.0 mg/kg	—
家兎-経口	13.0 mg/kg	—
ウズラ (成鳥) -経口	4.6 mg/kg	1.0 mg/kg
ウズラ-餌	210 ppm	6.25 ppm
マガモ-餌	620 ppm	25 ppm
ハト-餌	—	>250 ppm
クロマス	120 ppb	18 ppb
マス	33~80 ppb	33 ppb
ミジンコ	27 ppb	9 ppb

(Spauldingら, 1982)

表6に示すように、プロメタリンはネズミ以外の哺乳動物に対してかなり毒性の強いことがわかる。イヌ、サルに対する  $\text{LD}_{50}$  値はアゼネズミに対する値とほぼ等しく、ネコは本剤

に対してかなり感受性が高い。さらに、プロメタリンの魚毒性はかなり強く、デイルドリン位のレベルとみられよう。

0.005%プロメタリン(95%以上の殺そ効力を示す濃度)を含む毒餌を16時間以上摂食させた後屠殺し、皮膚を除去した6頭分の体組織を磨碎し、固めた餌を毎日600gを3回に分けてビーグル犬に2週間摂食させた。供試犬になんら異常な症状が現われなかった。实用濃度を0.03~0.05%とすれば、この濃度で中毒させたネズミを供試して、二次的中毒の可能性について調査すべきである。

### 3. 評 価

リン化亜鉛はインドネシアなど東南アジア諸国で野そ防除に利用されており、その剤型、毒餌組成などの改良により摂取性を高める研究が今後必要であろう。

カヤネックスは日本で開発され、農業登録されているが、和金、ヒメダカ、ブラインシュリンプ、真鯉は本剤の10ppmで死亡するものではなく、魚毒性は極めて低いと考えられる。ネコは135~275mg/kgの経口投与で生存し、540~1,040mg/kgの経口投与で死亡した。イヌは100~1,300mg/kgを経口投与したがいずれも生存し、これは本剤の嘔吐作用によるものとみられる。ニワトリは100mg/kgの経口投与で生存し、120mg/kg以上の薬量の経口投与で死亡するものが現われた。リン化亜鉛よりも本剤のニワトリに対する経口毒性は低い。したがって、本剤の非標的動物に対する毒性は低いと考えられる。

ピリニューロンはドブネズミに対して特異な殺そ効力があり、非標的動物に対する急性毒性は低く、遅効性の急性中毒殺そ剤として期待された。本剤は2%製剤として市販されたが、アメリカおよび韓国で誤食などの原因で人間が中毒死することがわかり、人間は本剤の毒性に対して感受性であることも明らかとなった。さらに、本剤の中毒により臓器障害が生じ、化学的糖尿病の発症も起こることが知られるようになった。イヌ、ネコなどのペットや家畜の誤食による中毒事故も知られている。そこで、アメリカで本剤は販売上の制約を受け、製造会社は自発的に市販を中止した。日本でも本剤は農業としての登録を受けたが、上記のような事情もあったためか、製剤は市販されていない。WHOは、本剤の人間に対する中毒の危険性から本剤をネズミ防除に使用すべきではないという見解をもっている(Brooks and Rowe, 1987)。

プロメタリンは遅効性の急性中毒殺そ剤であるが、非標的動物に対する毒性が強く、魚毒性もかなり強いという欠点がある。

これまで述べた知見より、アゼネズミ防除用急性中毒殺そ剤としてリン化亜鉛、カヤネックスの利用を図ることが望ましいといえよう。

## II. 亜急性中毒殺そ剤のアゼネズミに対する毒性並びに殺そ効果

### 1. ワルファリン



認められない。生存日数は1～16日と個体差は顕著であるが、1週間以内に死亡するものが多い。

#### (B) 摂食毒性

0.005%ワルファリン餌のアゼネズミに対する摂食毒性が調査されている (Lam, 1979b)。毒餌は完全米 (8%)、砕米 (38%)、米粉 (54%)、コーン油 2%から作られ、非選択性の摂食試験が行われた。毒餌は一定日数 (2～10日間) アゼネズミに摂食させた。50%、98%の死亡率を示す致死摂食日数は雄で3.0日、5.4日であり、雌で3.7日、7.4日となり、雄は雌よりもワルファリンの亜急性毒性に対して感受性であった。4～8日間の毒餌摂食で70～90%の死亡率、10日間で100%の死亡率であった。この毒餌摂食試験で毒餌摂取量は3日目より低下した。Bentley & Larthe (1959b) によると、0.005%ワルファリン餌をドブネズミに摂食させた場合、4日間で97%の死亡率を得たが、クマネズミにそれを摂食させた場合では5、10日間で、それぞれ8%、75%の死亡率であり、クマネズミはドブネズミよりもワルファリンの亜急性毒性に対して感受性が低い。これらの知見と Lam (1979b) の報告との比較から、ワルファリンの亜急性毒性に対するアゼネズミの感受性はドブネズミよりもやや低い、クマネズミよりもかなり高いといえよう。

Buckle ら (1980) は WHO (1975) の指針に基づいた要領で、ワルファリンをアゼネズミに摂食させて亜急性毒性を調査した。Buckle らの得た50%致死日数の値は Lam (1979b) の得た資料に類似している。

#### (C) 水田における殺そ効果

イネの栽培前から収穫後までの期間に、ワルファリン含有パラフィン餌 (トウモロコシ、ワルファリンをパラフィンに混入した固型毒餌、大きさは2.54 cm 角、濃度0.05%) を施用して防除した区と非防除区でトラップによりアゼネズミを捕かくし、生息数の調査が Wood (1971) により行われた。その結果は表8に示した。ワルファリン施用区では分けつ期より収穫後まで捕かくされたアゼネズミの数は著しく減少している。一方、非防除区では移植期～成熟初期でアゼネズミの捕かく数は多いが、それは著しく減少している。この実験で、イネの栽培全期間にわたりトラップによる捕かく効率が一定であるという証拠はない。イネの成熟後期に両区ともアゼネズミが捕かくされなかったのは、食用となるイネがあるためトラップに容易にかからなかったのではないかと推測される可能性がある。表9に示すように、ワルファリン餌施用で収量が増大している。表に示すように、ワルファリンを用いた防除作業でイネの収量は増大するが、ネズミの生息数も非防除区に比べて防除区で少なくなっているという正確な資料は得られていない。

## 2. クマテトラリル

#### (A) 経口急性毒性

クマテトラリルをコーン油と共にアゼネズミに経口投与し、その後30日間生存状況が観察

表8. 水田 (200×100ヤード) におけるトラップ捕かく作業  
で得られたアゼネズミ数の変動

イネの生育状況	ワルファリン 餌施用区	非防除区
移植期前後 (ワルファリン施用前)	33	33
分けつ期～出穂期	5(2)*	47
成熟初期	3	19(1)*
成熟後期	0	0
収穫後	12	4

各期に200個のトラップを10ヤード格子間隔で3夜しかけた。  
\* : ( ) 内の数字は *R. tiomanicus* 各期にワルファリン餌を  
施用してアゼネズミ防除が行われた。イネ栽培期：9月～翌  
年3月 (Wood, 1971)

表9. 水田のアゼネズミに対する防除効果

区	プロットの大きさ (平方ヤード)	収量 (ポンド/エーカー)
防除区	29.680	4.404
非防除区	28.750	1.536

(Wood, 1971)

され、LD<sub>50</sub>値が測定された。結果は表10に示した。急性毒性に性差があり、雄は雌よりも本剤の急性毒性に対して抵抗力がある。

#### (B) 摂食毒性

クマテトラリルのアゼネズミに対する摂食毒性は表11に示した。0.0375%クマテトラリルのLFP<sub>50</sub>値は0.025%ワルファリン餌の値よりもかなり小さい。ワルファリンよりも少ない摂食日数により高い死亡率が得られた。生存日数は5～12日となり、ワルファリンと同様に遅効性であることがわかる。クマテトラリルの濃度を0.002%、0.005%と低くすると、LFP<sub>50</sub>値は大きくなり、LFP<sub>99</sub>値は逆に小さくなった。

#### (C) 摂食テスト

無毒餌と0.0375%あるいは0.005%クマテトラリル餌とをアゼネズミに4日間提示し(2皿選択法)、クマテトラリル餌の摂取性が評価された。中毒が摂取性に影響を与えることが予想されたので、最初の2日間の資料により摂取性が評価された。これら2種類の濃度のクマテトラリル餌の摂取量は無毒餌よりも低く、摂取性は良好ではなかった。Lam (1984) は0.002, 0.005, 0.01, 0.03, 0.05%餌を用いて、選択摂食試験を行っている。0.002%クマテトラリル餌と無毒餌との間で摂取量に有意差が認められなかった。しかし、0.005%以上の

表10. マレーシア産アゼネズミ *Rattus argentiventer* に対するクマテトラリルの経口急性毒性

性	LD <sub>50</sub> (mg/kg)	95%信頼限界 (mg/kg)	LD <sub>95</sub> (mg/kg)
♂	4.37	3.45~5.51	10.29
♀	2.11	1.49~2.90	9.06

(Lam, 1984)

表11. マレーシア産アゼネズミ *Rattus argentiventer* に対する0.0375%クマテトラリル餌の摂食毒性

性	LFP <sub>50</sub> (日)	95%信頼限界 (日)	LFP <sub>98</sub> (日)	95%信頼限界 (日)
雄+雌	0.85	0.15~1.31	7.71	4.14~132.31

(Buckle ら, 1982)

クマテトラリル餌の摂取量は無毒餌よりも有意に低く、両者は識別された。これまで述べたクマテトラリルの低い摂取性の原因についてまだ解析されていない。また、これらの結果から、クマテトラリル餌を野外で用いるときは、0.005~0.05%が適当であろうと Lam (1984) は述べている。

### 3. ディフェナクム

#### (A) 経口急性毒性

ディフェナクムの1回の胃内投与により、表に示すような急性毒性値が得られた。本剤の急性毒性は極めて強く、雌よりも雄は本剤に対してより感受性の傾向を示した。生存日数は4~18日である。各薬量毎に平均生存日数を求めると、1.0 mg/kg の場合、雄で7.4日、雌で6.3日となっている。薬量が少なくなると、平均生存日数はやや増加の傾向がある。

#### (B) 摂食毒性

ディフェナクムの摂食毒性は表13に示した。そのLFP<sub>50</sub>およびLFP<sub>99</sub>はワルファリンの値よりもかなり小さい。ディフェナクム餌の有効成分の濃度を高くした場合、次のような結果が得られた。0.005~0.03%餌を1日摂食させると、70~100%の死亡率が得られた。0.002%餌の1日摂食で、50% (雄+雌)、2日摂食で90% (雄+雌)、3日摂食で100% (雄+雌) の死亡率であった。これらのテストにおける生存日数をまとめると、雄で7.9日 (4~15日)、雌で7.6日 (4~13日) であった。生存日数で、性間の有意差は認められなかった。濃度が高くなっても、生存日数は短くならなかった。

#### (C) 選択試験

0.001~0.05%ディフェナクム餌と無毒餌を投与して、ディフェナクム餌の摂取性が評価された。各濃度で、毒餌よりも無毒餌を選択するネズミの数が多く、毒餌よりも無毒餌の摂取量が多かった。次に、0.01%餌で80%の死亡率 (雄+雌) が得られ、最も高かった。しかし、他の濃度では死亡率は低かった。



表12. マレーシア産アゼネズミ *Rattus argentiventer* に対するディフェナクムの経口急性毒性

性	LD <sub>50</sub> (mg/kg)	95%信頼限界 (mg/kg)	LD <sub>99</sub> (mg/kg)	95%信頼限界 (mg/kg)
♂	0.82	0.71~0.96	2.48	1.81~4.56
♀	0.68	0.62~0.74	1.00	0.87~1.39

(Lam, 1984)

表13. マレーシア産アゼネズミ *Rattus argentiventer* に対する0.001%ディフェナクム餌の摂食毒性

性	LFP <sub>50</sub> (日)	LFP <sub>50</sub> の95%信頼限界 (日)	LFP <sub>99</sub> (日)	LFP <sub>99</sub> の95%信頼限界 (日)
♂	1.17	0.60~1.56	3.72	2.41~26.69
♀	1.28	0.84~1.66	3.48	2.38~13.57
♂+♀	1.23	0.93~1.48	3.59	2.61~7.76

(Lam, 1984)

これらの知見及び非選択テストの結果を考慮して、ディフェナクムの実用濃度は0.005~0.01%といえよう。

#### 4. プロディファクム

##### (A) 経口急性毒性

Lam (1980) はプロディファクムのアゼネズミに対する経口急性毒性を調査した。1回の胃内投与によるLD<sub>50</sub>値は雌雄に対してそれぞれ0.18 mg/kg, 0.16 mg/kgとなり、ほぼ同等の値が得られ、急性毒性の極めて強いことがわかる。

##### (B) 摂食毒性

アゼネズミに対するプロディファクム餌の摂食毒性が調査された。0.005%餌, 0.002%餌を1日摂食させることで100%の死亡率が得られ、クマテトラリル, ディフェナクム, ワルファリンよりも亜急性毒性の強いことがわかる。0.001%餌, 0.0005%餌を2日間摂食させることにより100%の死亡率は得られなかったが、高い死亡率が得られた。

##### (C) 選択試験

プロディファクム餌と無毒餌を投与して、プロディファクム餌の摂取性が評価された。0.001%, 0.0005%のプロディファクム餌は良好な摂取性を示した。高濃度の0.005%餌の摂取性は低かった。この低い摂取性の原因については明らかにされていない。プロディファクムの実用濃度は0.005%であるが、摂取性の見地から再検討した方が良いと思われる。

#### 5. クロロファシノン

0.005%クロロファシノンのアゼネズミに対する摂食毒性が調査された (Lam, 1987)。0.005%クロロファシノン餌の2, 4, 6日間の摂食でそれぞれ20/20, 19/20, 20/20の死亡率を示した。生存日数は平均して7.2~9.8日 (3~16日) であった。

#### 6. ワルファリンおよびプロディファクムの、水田に生息するアゼネズミに対する防除効果

表14. マレーシア産アゼネズミ *Rattus argentiventer* におけるワルファリン、クマテトラリル及びプロデファイファクムの摂取性並びに亜急性毒性

殺 殺 剤	濃 度 (%)	平均体重 (g)	テスト期間 (日)	平均餌摂取量 (g/日)		死 亡 率
				毒 餌	無 毒 餌	
ワルファリン	0.05	152	4(2)**	2.7	4.9*	4/20
	0.025	161	4(2)	3.2	3.4	4/20
クマテトラリル	0.0375	150	2(2)	0.4	8.6*	0/20
	0.005	160	2(2)	0.6	4.1*	0/20
プロデファイファクム	0.005	151	2(2)	0.8	5.2*	9/20
	0.002	152	2(2)	1.5	3.7*	10/20
	0.001	148	2(2)	2.3	3.3	9/20
	0.0005	127	2(2)	3.1	4.1	5/20

\* : 0.05~0.001%の間で有意 \*\* : ( ) 内の数字は餌摂取量の計算に用いられた日数を表わす  
(Buckle ら, 1982)

#### (1) 1978~1979年のフィールド試験

ワルファリン餌, プロデファイファクム餌を用い, 毒餌の使用法及び毒餌施用期間についてテストが行われた。1週間にわたり対象圃場を1巡あるいは2巡して毒餌を施用し, これを4週間継続する方法(1×4方式, 2×4方式), 1週間にわたり対象圃場を1巡して毒餌を施用し, これを8週間継続する方法(1×8方式)の3種の方法で毒餌の効力が評価された。対照の圃場も設けられた。1テスト圃場の大きさは20~24 haであった。イネの移植終了後毒餌の施用が行われた。0.05%ワルファリンパラフィンブロック及び0.005%プロデファイファクムパラフィンブロックが用いられた。薬剤処理前後に調査用無毒餌を配置し, 処理効果の判定が行われた。また, 薬剤処理後10箇所をランダムに選び, 被害評価が行われた。毒餌の施用は前回同様であったが, 1箇所の施用量は15 g (1ブロック)であった。3方式の防除効果は75~89%となり, 有意差は認められなかった。さらに, 1箇所に5 g 施用, 1×4方式で両毒餌の効果と比較され, プロデファイファクムでは80%, ワルファリンで56%の防除効果となった。したがって, 0.005%プロデファイファクム餌は5 g/箇所ですべて1×4方式で施用したときhaあたりの経費は最も少なくて効果の高いことが明らかとなった。(Buckle and Rowe, 1981)。

#### (2) 1979~1980年のフィールド試験

パリットハッセイン地区で行われたプロデファイファクム餌を用いた水田のアゼネズミ防除の試行について述べる。250 m ずつ離れた所に250 haの大実験圃場が3箇所選定された。これらの内, 第1区は技術普及員が実施するネズミ管理実験区である。第2区では農家に毒餌と毒餌施用法を書いた1枚のチラシを配布し, ネズミ駆除を実行させた。第3区は農家の慣行方式による対照区とした。毒餌施用前後の調査用の餌として粃を用いた。毒餌はトウモロコ

シ粒、0.005%プロディファクムをパラフィンで固めたパラフィンブロックを1箇所につき5gずつ配置した。投与型式は1週1回施用4反復方式による。毒餌の施用はイネの移植直後より行われた。各農家に水田1エーカーあたり5g単位のパラフィンブロック160個（haあたり2kg）与えられた。毎週毒餌施用の終了する土曜日に、水田畦畔上のプロディファクムパラフィンブロック及び農家が慣行で利用するリン化亜鉛餌の消失状況が調査された。

表15. パリットハッセインにおけるイネ収穫期の収量および被害査定

処 理	n	シート保護区 収量 A (kg/ha)	隣接無保護区 収量 B (kg/ha)	ネズミによる 損害率 C (%)	収量増 (kg/ha)	被害率 D (%)	C/D比
対 照	26	3.657	2.983	18.4	—	4.1	4.5
農家処理区	24	3.600	3.035	15.7	107	3.0	5.2
普及員処理区	30	3.651	3.320	9.1	339	2.1	4.3

n: 調査地点数 (コードラート)       $C = \frac{A-B}{A} \times 100$       (Buckle and Rowe, 1981)

これらの3大実験区における減収量は慣行区(対照)で最も高く、次いで農家処理区となり、普及員処理区で最も少なく、慣行区の1/2となった。被害率の調査でも同様の順序であった。減収率/被害率の割合ではほぼ同じ大きさの値を示し、両者はほぼ平行していることがわかる (Buckle and Rowe, 1981)。

## 7. 評 価

ワルファリン、クマテトラリル、ディフェナクム、クロロファシノン、プロディファクムはアゼネズミに対して亜急性毒性を示し、これらのなかでプロディファクムの亜急性毒性が最も強い。すなわち、0.005%という低濃度でも1～2日の摂食で確実にアゼネズミは死亡し、死亡まで6～7日経過し、遅効性である。プロディファクムはワルファリンのように遅効性であるにもかかわらず、少量の摂食でネズミは中毒死することになる。したがって、プロディファクムは急性中毒殺そ剤と類似した使用方法ができることとなり、ワルファリンに比べて毒餌量は少なく済み、施用日数が少なくても良いので、労力費も少ないという利点がある。ところで、プロディファクムはイギリスのICI社で開発されたものであり、この薬剤を日本がインドネシアに提供することはできない。日本がインドネシアのアゼネズミ防除に提供できる抗凝血系殺そ剤は農薬登録のあるクロロファシノン、ダイファシノン、クマテトラリル、ワルファリンであるが、前2者のアゼネズミ防除への利用の可能性を検討した方が良いと考える。

### Ⅲ. 参考文献

#### (1) 急性中毒殺そ剤

- Brooks, J. E. and F. P. Rowe, 1987. Vector Control Series, Rodents WHO/VBC/87.949, pp.107
- 草野忠治. 1974. 殺そ剤リン化亜鉛の最近の情報. ねずみ情報, 13 : 10-20.
- 草野忠治. 1982. マレーシアにおける殺そ剤研究の動向. 海外農業開発, 78 : 9-11.
- 草野忠治. 1986. ネズミ防除の諸問題(20) ピリニューロンの毒作用とその応用. ねずみ情報, 36 : 3-11.
- Lam, Y. M. 1977. Zinc phosphide—an effective rodenticide for the rice field rat, *Rattus argentiventer*. Malay. agric. J., 51 : 228-237.
- Lam, Y. M. 1979a. Toxicity of three rodenticides to the Malaysian rice field rat, *Rattus argentiventer* (Robinson and Kloss). Malay. agric. J., 52 : 166-170.
- Lam, Y. M. 1983. Laboratory evaluation of bromethalin, a novel acute rodenticide, against *Rattus argentiventer* (Robinson and Kloss). MARDI Res. Bull., 11 : 30-37.
- 日本化薬株式会社. 1972. 殺そ剤カヤネックス (NK-15561) 試験成績集, pp.100
- Spaulding, S. R., R. B. L. VanLier and B. A. Dreikorn, 1982. Bromethalin—a promising new rodenticide. Proc. 10th Vert. Pest Conf., p.10-16.

#### (2) 亜急性中毒殺そ剤

- Buckle, A. P., F. P. Rowe and Y. C. Yong, 1980. Laboratory evaluation of 0.025% warfarin against *Rattus argentiventer*. Trop. Pest Manage., 26 : 162-166.
- Buckle, A. P. and F. P. Rowe, 1981. DOA/ODA Rice Field Rat Project, Malaysia, Tech. Rep 1977-1980, Centre for Overseas Pest Research, London, pp.99
- Buckle, A. P., F. P. Rowe and A. R. Husin, 1982. Laboratory evaluation of the anticoagulants coumatetralyl and brodifacoum against *Rattus argentiventer* in peninsular Malaysia. Trop. Pest Manage., 28 : 126-130.
- 草野忠治. 1984. マレーシアの水田におけるネズミ防除対策の動向. 海外農業開発, 102 : 12-18.
- Lam, Y. M. 1979b. The toxicity of warfarin to the rice field rat, *Rattus argentiventer* (Robinson and Kloss). Malay. agric. J., 52 : 177-181.
- Lam, Y. M. 1980. Laboratory evaluation of brodifacoum for use against the rice field rat, *Rattus argentiventer* (Robinson and Kloss). Malay. agric. J., 52 : 1-7.
- Lam, Y. M. 1984. Coumatetralyl as a rodenticide against *Rattus argentiventer* (Robinson and Kloss). MARDI Res. Bull., 12 : 38-45.
- Lam, Y. M. 1987. Responses of three Malaysia rat species to regular intermittent feeding on

first generation anticoagulant rodenticides. In Control of Mammal Pests (ed. C. G. J. Richards and T. Y. Ku), Taylor & Francis, 155-169.



## 2.4 アゼネズミの遺伝的多様性に関する研究

土屋 公幸

宮崎医科大学動物実験施設

アゼネズミのように移動分散能力が高く、かつ短期間で増殖する種では、個体群内の遺伝的多様性の程度を調べておくことは、集団間の遺伝的な差異を比較する上で極めて重要な情報が得られる。このため飼育下のアゼネズミを用いて、遺伝的多様性を細胞遺伝学的（核型分析等）ならびに生化学的（血清蛋白、酵素、DNA等）な面から解析を行うこととした。

### 1. 染色体

アゼネズミ *Rattus argentiventer* の染色体に関する研究は、Yosida ら (1969a, b) による Malaysia 産の報告が始めてで、染色体数は  $2n=42$ 、第1番目の染色体がサブテロセントリックのホモであることを明らかにした。Yong (1969) は、マレーシア産のアゼネズミの染色体を調査し、染色体数が  $2n=42$ 、核型は常染色体が2対のサブテロセントリック、11対のアクロセントリック、7対のメタセントリック。性染色体はXがサブテロセントリック、Yはアクロセントリックであることを明らかにした。その後、Yosida ら (1971) は、マレーシアおよびインドネシア (Java と Celebes の2ヶ所) のアゼネズミの染色体を調査し、染色体数  $2n=42$ 、核型は常染色体は Yung (1969) とほぼ同じだが性染色体のXは、Yと同様アクロセントリックであるとした。

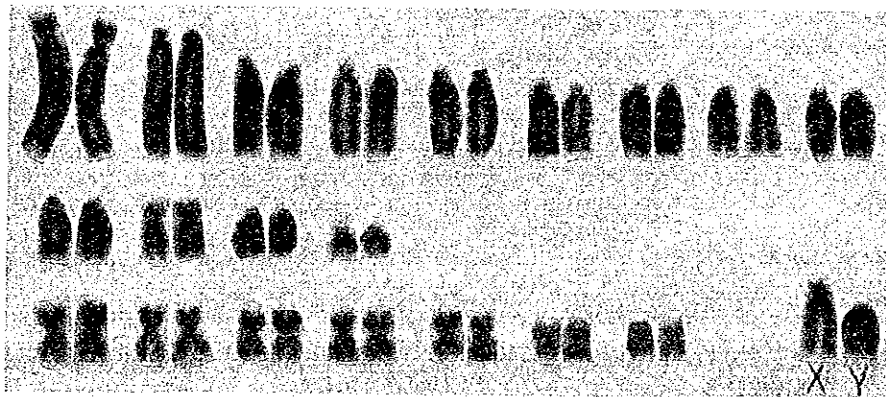


図1. アゼネズミ *Rattus argentiventer* ♂の核型。  $2n=42$ 、インドネシア Jatisari 試験地

今回、インドネシア Jatisari 試験地産のアゼネズミを飼育下で繁殖させ、その中から雌雄各1匹について染色体を調査分析した。染色体標本は尾を組織培養(培養法はYosida, 1980)

し、空気乾燥法（土屋，1974）によって作成した。得られた核型は図1に示したように、染色体数 $2n=42$ ，常染色体はサブテロセントリック3対，アクロセントリック10対，メタセントリック7対であり，性染色体はX，Yともにアクロセントリックであった。Yosidaら（1971），Yosida（1980）は第1，9，13染色体がサブテロセントリックであるとしているが，今回得られた結果は，第1，11，13がサブテロセントリックであった。Yosidaの9番目の染色体と今回得られた11番目の染色体との相違を，今後さらに多数の個体について染色体多型の有無を含めて詳細な分析を行うことにしている。

## 2. 血清蛋白

アゼネズミの血清蛋白の分析はMoriwakiら（1970）によって Malaysia 産の個体で行われ，トランスフェリン（Tf）が $S\alpha_2$ とヘモベキシンの間に2本あり，分子量はおよそ70,000であるとした。さらにMoriwakiら（1971，1973）は血清からTfを分離しアミノ酸構成を比較して，マレーシアのアゼネズミ（RAR）と日本のクマネズミ（RRT）との差異が24であるのに対して，オーストラリア産クマネズミ（RRR）との差異は54，RRTとRRRとの差異が60であり，セレベスのRRAとは17であることを明らかにした。その後，Moriwakiら（1975）は，世界中から採集したクマネズミ類の血清Tfを分析し，その易動度の違いから12タイプを記載した。この中でアゼネズミのTfはR2で，他のすべてのクマネズミ *Rattus rattus* の亜種（例えば *jalorensis*, *mindanensis*, *diardii*, *rattus*, *tanezumi* 等）と異なっていることを明らかにした。

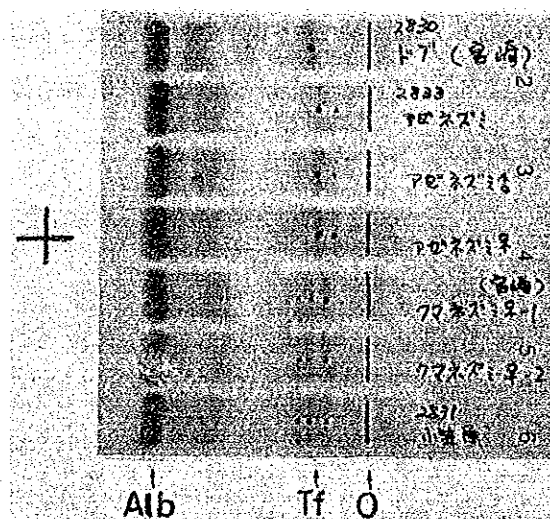


図2. インドネシア Jatisari 試験地産アゼネズミ *Rattus argentiventer* 血清蛋白の寒天ゲル電気泳動パターン。トランスフェリンは黒点で示した。  
O: 原点, Tf: トランスフェリン, Alb: アルブミン

今回，飼育下で繁殖したインドネシア産アゼネズミ3匹の血液を尾から採取し，血清を分離した上でヘレナの寒天ゲル電気泳動キットを用いて（方法は土屋，1987に依る）250Vで25分間電気泳動を行った結果は，図2に示した通りである。アゼネズミのTfは2本認めら



れ、クマネズミやドブネズミとは明瞭に区別できた。調査個体数が少ないため、アゼネズミの Jatisari 試験地の集団に Tf の多型があるかどうかは不明であった。

### 3. ミトコンドリア DNA (実験動物中央研究所若菜茂晴との共同研究)

ミトコンドリア DNA (mtDNA) は母性遺伝をし、進化速度が速く、再現生および検出感度が高いので集団の遺伝解析が容易になり、1頭の個体が一つの母系集団の代表となりうるので、ごく少数でも集団の遺伝的構造の把握が可能である(米川ら, 1983)。

Table 1. Estimates of sequence divergence among *Rattus* species based on cleavage sites of their mtDNAs.

Restriction endonucleases	<i>Rattus argentiventer</i> vs <i>Rattus norvegicus</i>		<i>Rattus argentiventer</i> vs <i>Rattus rattus</i>		<i>Rattus norvegicus</i> vs <i>Rattus rattus</i>	
	ci <sup>1)</sup>	di	ci	di	ci	di
	Bam HI	2	0	6	3	0
EcoR I	1	5	1	6	1	7
Hind III	1	5	1	4	1	5
Apa I	0	4	0	4	2	0
Dra I	2	7	2	6	1	11
Stu I	0	6	0	8	1	8
EcoR V	0	3	0	3	2	0
Pst I	0	4	0	4	1	3
Hha I	0	7	2	5	1	5
$P_0$ <sup>2)</sup>	0.228		0.239		0.178	

1) Number of common (ci) and different (di) cleavage sites among *Rattus* species.

2) The most probable value for the fraction of nucleotide sites for which the two DNA sequences differ from each other.

今回は、アゼネズミの肝臓から mtDNA を抽出し、9種類の制限酵素で切断して電気泳動で分子量の差によるバンドパターンの変異を観察した。材料は、インドネシア産アゼネズミと宮崎市で採集したドブネズミ *Rattus norvegicus*、およびクマネズミ *R. rattus* の Cleavage site による Sequence divergence の推定をおこなった。結果は表 1 に示した通りである。アゼネズミは、ドブネズミ、クマネズミとほとんど等距離に存在する種と考えられる。アゼネズミとドブネズミの間の差は0.228、アゼネズミとクマネズミの間の差は0.239で、誤差を考慮すれば殆ど同一な mtDNA の divergence があると言える。また、ドブネズミとクマネズミの間の差は0.178であったが、この値は、Brown & Simpson (1981) がドブネズミとクマネズミの間で調べた 0.137~0.184 の値の範囲内にあつて、信頼のおける値と思われる。

## 引用文献

### 染色体：

土屋公幸. 1974. 日本産アカネズミ類の細胞学および生化学的研究. 哺乳動物学雑誌, 6(2) : 67-87.

Yong, H. S. 1969. Karyotypes of Malayan rats (Rodentia-Muridae, genus *Rattus* Fischer). *Chromosoma* (Berl.), 27 : 245-267.

Yosida, T. H. 1980. Cytogenetics of the blackrat. Karyotype evolution and species differentiation. University of Tokyo Press, Tokyo.

Yosida, T. H., Tsuchiya, K., Imai, H. T., Moriwaki, K. and Udagawa, T. 1969a. Chromosome numbers of rodent species in South East Asia and Oceania. *Mammalian Chromosome Newsletter*, 10(4) : 217-219.

Yosida, T. H., Tsuchiya, K., Imai, H. T. and Udagawa, T. 1969b. Scientific expedition for the study of rodents of South East Asia and Oceania. II. Species and chromosome numbers of rodents collected from South East Asia and Oceania. *Annual Report of National Institute of Genetics, Japan*, 19(1968) : 10-11.

Yosida, T. H., Tsuchiya, K. and Moriwaki, K. 1971. Karyotypic differences of black rats *Rattus rattus* collected in various localities of East and South East Asia and Oceania. *Chromosoma* (Berl.), 33 : 252-267.

### 血清蛋白：

Moriwaki, K., Kato, H., Imai, H. T., Tsuchiya, K. and Yosida, T. H. 1975. Geographical distribution of twelve transferrin alleles in black rats of Asia and Oceania. *Genetics*, 79 : 295-304.

Moriwaki, K., Sato, T. and Tsuchiya, K. 1971. Differences in aminoacid composition of serum transferrin among various species of *Rattus*. *Annual Report of Institute of Genetics, Japan*, 21(1970) : 34.

Moriwaki, K., Tsuchiya, K. and Sakata, H. 1970. Biochemical characters of serum transferrin in several *Rattus* species collected from South East Asia and Oceania. *Annual Report of National Institute of Genetics, Japan*, 20(1969) : 44-45.

Moriwaki, K., Tsuchiya, K. and Yosida, T. H. 1973. Breeding and genetics of black rat, *Rattus rattus*. *Experimental Animals*, 22(suppl.) : 20-25.

土屋公幸. 1987. 対馬産食虫類の細胞学および生化学的研究. 対馬自然資源調査報告書「対馬の自然」長崎県, 111-124.

mtDNA :

Brown, G. G. and Simpson, M. V. 1981. Intra and inter specific variation of the mitochondrial genome in *Rattus norvegicus* and *Rattus rattus*. Restriction enzyme analysis of variant mitochondrial DNA molecular and their evolutionary relationships. *Genetics*, 97 : 125-143.

米川博道・田頭勇作・森脇和郎. 1983. ミトコンドリア DNA とマウスの進化. *遺伝*, 37(1) : 29-37.



## 2.5 アゼネズミの生産諸元の解析と行動様式—予報—

土肥 昭夫\*・小野 勇一\*・土屋 公幸\*\*

九州大学・理学部・生物\*, 宮崎医科大学・動物実験施設\*\*

### はじめに

本研究はインドネシアにおいて水稻生産に多大の被害を与えているアゼネズミの防除の基礎技術の確立に関する研究プロジェクトの一部として行われ、以下の点を目的としている。

- (1) アゼネズミの飼育下での一日の必要エネルギー量の算定のための摂食量・排泄量などの生産諸元の測定とその解析をおこなう。
- (2) 飼育下での日周期活動、摂食様式の実験とその解析を行う。
- (3) 飼育下での行動様式、特に社会的行動の資料収集と解析を行う。

これらの結果は毒剤の投与試験、野外資料の解析等に活用される。

本年度は大量飼育繁殖技術の開発のために宮崎医科大学・動物実験施設で飼育中のアゼネズミをもちいて、摂食量、日周期活動の予備実験を行ったのでその結果を報告する。

### 結果と考察

#### 1. 摂食量

摂食量実験には表1に示したアゼネズミの成獣5個体(雄3個体, 雌2個体)を用いた。飼育条件は、前述の動物実験施設で繁殖用に設定されている条件下で行われた。即ち、照明時間は明:12時間, 暗:12時間, 飼育温度は $23 \pm 1^{\circ}\text{C}$ である。摂食実験に用いた飼料も繁殖用に供されているものと同じもの、チャールスリバー社「CRF-1」を用いた。参考のために「CRF-1」の成分を表2に示している。

アゼネズミは1個体毎に測定用ケージにいれ、原則として1日1回飼料の測定と体重の測定を行った。体重測定はネズミをケージからとりだし直接計量した。与えた飼料の量と残りの飼料の量の差を摂食量とした。測定は10日間行った。

摂食実験の結果を表3に示している。

1日当りの摂食量の大きかった例はF2個体の5日目の13.6g, M1個体の5日目の13.3gであり、小さかった例はF1個体の7日目の1.9gであった。平均すると1日当りの摂食量は6~9gとなった。しかしながら、いずれの個体も摂食量の日変化が大きい。また実験中の個体の体重はM1個体を除いていずれも大幅な減少が見られた。この体重の減少

表1. 摂食実験個体

個体番号	飼育コード	性別	月齢
M 1	12	♂	6か月以上
M 2	3-1-1-A	♂	8か月
F 1	3-1-1-a	♀	8か月
F 2	1-1-2-B	♀	7か月
F 3	1-1-2-b	♀	7か月

表2. 飼料「LRF-1」の一般成分(100g中)

水分	蛋白質	粗脂肪	粗灰分	粗繊維	可溶性無窒素	カロリー
8.0	23.2	5.9	6.6	3.3	53.0	358 Cal

表3. 摂食料と体重の変化

	M 1	M 2	F 1	F 2	F 3
<b>摂食量: g</b>					
1日目	8.2	6.3	3.5	5.7	7.7
2日目から 4日目まで (3日間)	27.0	22.5	6.6	15.1	26.8
5日目	13.3	8.9	5.5	13.6	5.7
6日目	11.0	6.1	2.3	9.6	5.1
7日目	6.3	6.6	1.9	7.4	4.2
8日目	7.7	7.7	2.8	7.1	4.2
9日目	3.9	7.1	3.2	9.4	6.9
10日目	4.3	10.0	3.5	12.8	9.3
<b>1日当り摂食量</b>					
(10日間)	8.2	7.5	2.8	8.1	7.1
(後5日間)	7.8	7.7	3.2	9.9	6.1
<b>体重: g</b>					
実験開始時	131.7	166.7	110.2	166.6	108.2
5日目	136.1	157.0	98.4	150.4	99.3
実験終了時	133.7	144.5	85.2	140.4	97.2
<b>増減(1~5日目)</b>	+4.4	-9.7	-11.8	-16.2	-8.9
(5~10日目)	-2.4	-12.5	-13.2	-10.0	-2.1
(1~10日目)	+2.0	-22.2	-25.0	-26.2	-11.0

は実験開始直後から5日目と5日目から10日目にかけて調べてみたが特に顕著な違いは見られない。またその減少の程度はM1個体をのぞいてかなりのものであるので、今回得られた摂食量は通常の値とは考えない方がよいと思われる。この体重の減少は、実験に用いるまでに飼育されていた飼料と同じ物をネズミに与えていることから飼料の質の違いではなく、他の要因たとえば実験装置、条件の違いによって生じたと考えられる。即ち、それまでペ

一もしくは複数個体一緒に飼育していたものを、この実験で初めて単独で飼育したことによるストレスと、体重測定、飼料、水の交換の際に頻繁にネズミにストレスを与えたことがその要因として考えられる。いずれにしてもアゼネズミは環境の変化にはかなり敏感であるようである。これらの結果から今後安定した摂食量の測定には、測定装置の改良、実験個体の実験条件への馴化をおこなう必要があると考えている。

## 2. 日周期活動

動物の日周期活動の測定は、直接観察によるもの、ビデオなど機器で記録したものから読み取るなど様々な方法があるが、今年度は時間的に制約があったので宮崎医科大学・動物実験施設の備品「ANIMEX：室町産業 K. K.」を試験的に用いてみた。実験中の飼育条件は摂食実験と同じである。照明時間は8：00～20：00に設定した。「ANIMEX」は測定台の上でネズミが動くとき磁場の変化によってその回数が自動的に記録される。またその回数は機器の設定時間（今回は15分に設定）によって集計される。カウントされるネズミの動きは種々様々なものであり、記録からは判定できないのがこの機器の限界である。しかしながら、おおむねネズミの活動が1日のどの時間帯にあるかは容易に判定できる。今回試験的に行った2個体について得られた資料を図1に示した。

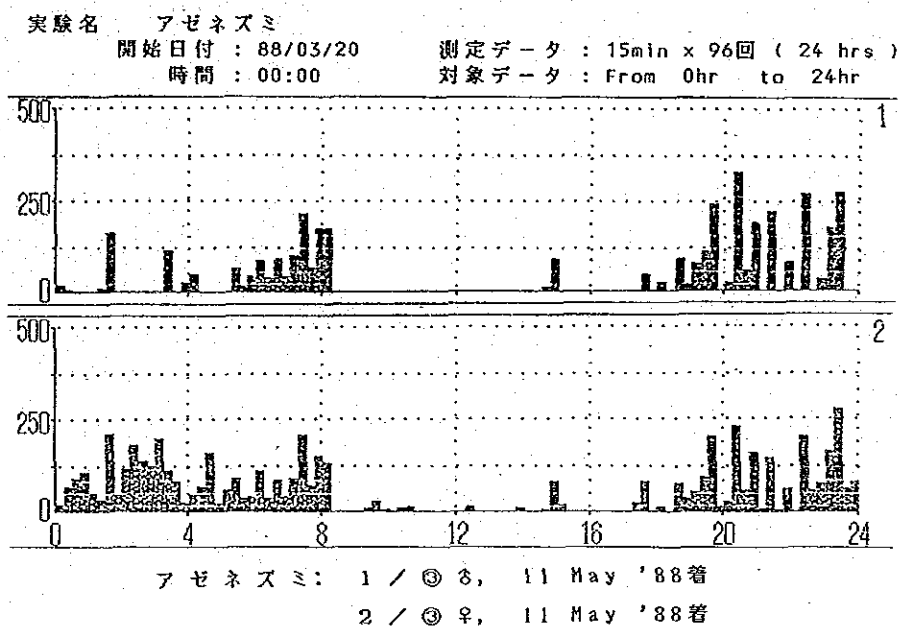


図1. 「ANIMEX」によるアゼネズミ2個体(上：♂, 下：♀)の活動パターン  
 横軸は1日の時間、縦軸は「ANIMEX」によるカウント頻度

どちらの個体も活動の活発な時間帯は夜間に限られ、夜行性の2山型の活動が見られる。今回は機器の準備などに時間を費やし、複数の個体数での繰り返し実験をして十分に再現性のあるデータを収集する事が出来なかった。しかしながら、「ANIMEX」で夜行性の日周期の型が容易に得られることが判明したので、今後はこの機器をもちいてまず活動の日周期性

を明らかにする。その上で細かい行動の分析は、直接観察およびビデオ等補助手段を併用して行いたいと考えている。









JICA