

危機的事態下におけるゴキブリの行動分析

前 川 純 孝*

An Analysis of Cockroach Behavior in Critical Situations

Sumitaka MAEKAWA*

(Received March 31, 1982)

はじめに

近年、都市化が急激に進むにつれて、多くの動植物が減少しつつあるのに対し、他方では都市環境に適応してその棲息圏を拡大し、繁殖しつつある有害動植物もある。とりわけゴキブリ類は、都市化に伴って次第に増加してきた代表的な有害動物であって、都市や住宅では従来のハエやカに代わり主要な衛生害虫となっている。

これらゴキブリ類はわれわれ人間に不快感を与えるだけでなく、各種の病原微生物を媒介し、ある種の寄生虫の中間宿主となることなどから、そしてさらに最近、血清肝炎ウイルスがワモンゴキブリの体内で増加している事実が指摘されるにつれて (Ritz, Zebe and Sanwald, 1973)、その対策がますます重要な課題となっている。

元来、ゴキブリは熱帯性の昆虫であって、わが国では種類も数もきわめて少なく、害虫として問題になることはほとんどなかった。それがかくもわれわれ日本人の生活の中に深く入り込んできた理由の1つには、最近の都市化現象を挙げることができよう。これは都市化に伴って多量でしかも雑多な物資の急速な搬出入がおこり、ゴキブリ類もそれらの物資に付着して侵入してきたからであろう。さらに、都市化がもたらす気温の上昇と恒常性、地下街の発達や下水道の普及による温・湿度条件、潜伏場所の確保、あるいはまた冷暖房設備の完備等がその定着を一層容易にしているものと思われる。そしてその繁殖の凄じさは、亜寒帯に属する北海道でさえ、チャパネゴキブリが高層建築物の最大の害虫となっているほどである。

かくして、ゴキブリ類は都市環境に適応し、単に数が増加しているばかりではなく、われわれの生活が近代的

になればなるほどその生息条件が一段と満たされ、その行動圏も下水道から台所、一般居室と広範囲におよび、その生態的特徴によりきわめて防除し難い側面を有している。

現在、ゴキブリの防除に際しては有機合成殺虫剤が多量に使用されているが、その成果は充分ではなく、とくに最近、殺虫剤に対する抵抗性品種や、学習あるいは忌避性反応等を示す個体が出現するにつれて、その駆除はますます困難になっている。

殺虫剤に対する抵抗性品種とは、薬物を個体内に取り込むけれども死亡には至らない個体群であって、1つの殺虫剤を長期間に渡って繰り返し使用している場合にみられる。これは、その殺虫剤に対して感受性の高い個体、換言すれば抵抗性の弱い個体が淘汰され、抵抗性の強い個体が生き残った結果であると考えられよう。他方、薬剤に対する忌避性反応とは、終始薬物を回避して、毒物を個体内にほとんどもしくは全く取り込まない行動傾向である。この現象は、リンデンやフェニトロチオン等の速効性の薬剤を使用した場合にきわめて顕著であって、硼酸のように遅効性の殺虫成分の場合には、忌避反応はほとんどみられない (朝比奈, 1962; 田原・大野・辻, 1971)。

これらの事実から、ゴキブリの殺虫剤に対する忌避反応に関して、「学習行動」の可能性を示唆する報告もある (伊藤・緒方・田中, 1971; 田原他, 1971)。

これまで、ゴキブリの学習行動については、Turner (1913) や Minami and Dallenbach (1946) 等による若干の研究はあるが、組織的研究はほとんどないといってもよい。従って、ゴキブリがどの種の学習をどの程度遂行可能かといった問題については、今後の研究に待つほかはないが、系統発生的にきわめて低い水準にある動物ですら種々の学習行動を行ない得ることが知られてい

*人文・社会・教職系列—心理学 (Department of Liberal Arts and Sciences—Psychology)

るので、ゴキブリの場合には、当然かなりの学習能力が推測されよう。しかしながら、ゴキブリの学習能力については、化学生態学的見地よりこれを疑問視する報告もある(Kitamura, Koh and Ishii, 1974; 石井, 1981)。

ところで、従来行なわれてきたゴキブリについての研究は、主として生理学的、生態学的、もしくは生物学のアプローチであって、行動学的アプローチはほとんどないといってよい。一般に動物の行動は、進化のそれぞれの水準で特有な仕方で発現してくる適応行動にほかならない。したがって、ゴキブリ行動の組織的研究は、単に比較行動学や生物学の発展に寄与するばかりではなく、新しい総合防除への道を拓くことになる。

目 的

Open-enclosure の餌場内に、毒餌ならびに捕獲器を設置して、危機的状況を実験的に作り出し、それらに対する被験体の諸行動、とくに接近・回避行動について分析する。

方 法

(1)被験体 当研究室で累代飼育中の naive なワモンゴ

キブリ (*Periplaneta americana*) から、成虫 5 匹を無作為に抽出してグルーピングするという仕方で、合計 9 グループ、45 匹を使用した。それらの被験体には、飼育容器より捕獲すると同時に炭酸ガス麻酔を施し、個体識別のため、白テープで羽根に記号を付した。その後はただちにプラスチック・ケージ (40×30×10cm) に移し、実験開始までの 2 週間、給水だけを行ない、餌は全く与えなかった。

(2)装置 グルーピング用のプラスチック・ケージをそのまま Open-enclosure として使用し、容器の中には、片隅に給水用の中型シャーレ (内径 6 cm, 高さ 1.3cm) を置き、壁の内側は被験体の逃亡を防ぐためにバターを薄く塗布した。また、容器の底板には灰色の厚紙を敷き、周囲を等質に保つために側壁は全て外側から黒色ケント紙で覆った。

行動観測に当っては、暗視用の超高感度テレビカメラ (WV-261 松下通信工業製) を備えた「行動自動観測ビデオシステム」(Fig.1) を使用した。本装置にはワンチップ CPU (8080A) を組み込んだマイクロプロセッサが内蔵されており、それによって全システムは制御され、

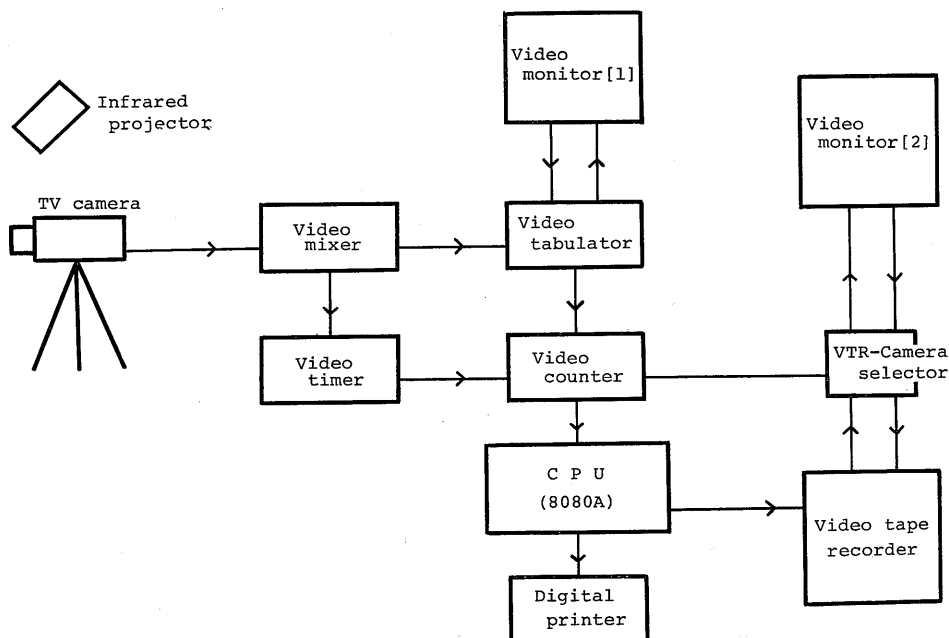


Fig.1 Block Diagram of Video System

被験体の諸行動は自動的に録画された。また移動量は、video tabulator (VT-125, 朋栄製) によって検出され、予め設定された時間ごとに打ち出された。

(3)実験手続き 被験体を 2 週間に渡って絶食させたの

ち、Open-enclosure の中央部に毒餌 (poison bait), もしくは粘着トラップ (adhesive trap) を設置してただちに観測を開始した。毒餌の場合は、マウス用固型飼料 (オリエンタル・マウス用固型飼料 MF) を粉末にし、

それに Baygon を0.1%添加したものを中型シャーレに入れて用い、一方粘着トラップの場合には、15.5×9.5cmの厚紙に粘着剤（大塚製薬製）を塗布して中心部にマウス用固型飼料をおいた。また、比較のために統制群を用意し、このグループには実験期間中、無毒餌（normal food）だけを与えた。

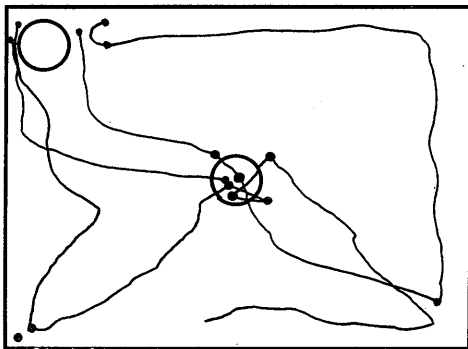
実験は、いずれのグループも日没後1時間以内に開始し、最初の1時間は連続観測、その後22時間はタイム・サンプリング法により1時間につき3分間ずつ規則的にビデオ・テープ・レコーダーに録画した。そしてさらに、実験開始後1日目と7日目にそれぞれ連続1時間観測を行なった。観察に際しては、approach や withdraw のほか、chase, threat, attack 等の対個体関係をも含めて生じた全ての行動を、とくに context に留意して記録した。そして、データ・シートは1分単位で区切り、

同一単位内で同一行動が反復されても全て1回として処理した。なお、被験体は全実験期間を通じて自然光下におかれ、観測時にのみ赤外線照射された。

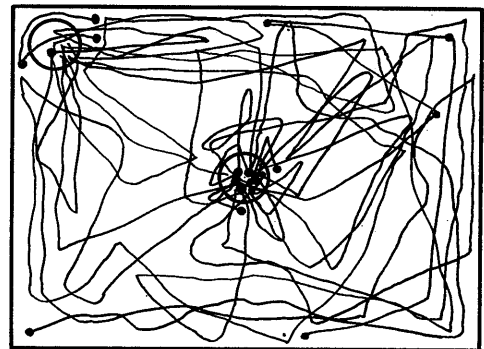
(4)実験期間および実験場所 昭和56年6月～8月。中部工業大学工学部心理学実験室。

結果と考察

ワモンゴキブリは夜行性の昆虫であって、日中は活動をほとんど停止している。一般に自然光下では、日没とともにその活動水準は急激に増大し、午後11時前後で最も高い値を示す。そしてその後は急速に下降し、夜明け前後に再び若干の増加傾向がみられる（前川，1973 a；1973 b；1973 c；1974；1975）。そのため実験・観測は活動水準の低い日中を避けて、主として夕刻から夜間にかけてなされた。



The first 30 min



The latter 30 min

Fig. 2 Locomotion traces of cockroaches for the successive 1 hour (Condition: normal food). Black dots indicate locations of cockroaches where they stayed for more than 1 min.

Fig. 2 は、2 週間の絶食期間ののち open-enclosure の中央部に無毒餌（normal food）を設置した場合にみられる移動行動の軌跡について、最も代表的な pattern を示したものである。本報告では一連の行動の文脈を考慮に入れて、各群とも3例の平均を求めず、全体として中間値を示した1例について分析し、他の2例については除外した。

まず、観測開始直後の行動をみると、餌場への到達時間は各被験体によってそれぞれ異なるけれども、いずれの個体も最初の30分間で餌皿に到着し、全てが餌を食べ続けた。そして摂水や、強者に攻撃されて追われる場合を除けば、ほとんどそこを離れることはなかった。したがって中央部での滞留時間は長く、全体としての移動量はきわめて少なくなっている。しかし後半の30分になると、前半から引き続いて摂餌中の個体もいるが、大半は一時的に餌場を離れて水飲みに向う個体や周囲を動き

まわる個体が出始めるために、移動量は大きく増大している。水場へ向う大部分の個体が必ずしも最短コースを移動するのではなく、容器の隅伝いに大回りしたり、あるいはしばらく周囲を徘徊したのちに辿り着いているのは興味深い。

一方毒餌の場合は、後にみるように、観測の当初から統制群に比して動きが活発であり、どの個体も一度は必ず毒餌に接近するが、1分間以上に渡って滞留することはまずない。餌場での行動を注意深く観察すると、最初の接近でいずれの個体も若干ではあるが、毒餌を食べていることが分る。しかしすぐに離れてゆっくりと歩きまわったり、なかには容器の隅や水皿の横で静止してしまう個体もみられる。また対個体関係が、毒餌条件において多発している点は特筆されよう。

Table 1 は毒餌投入後最初の1時間に各被験体間でみられた優・劣関係を表示したものであり、括弧内には比

Table 1 Matrix of dominance-submission relationships
for the successive 1 hour (Condition: poison bait).

Ss	M 1	F 2	F 3	F 4	F 5	T
M 1	*	(1)	3	2	4	9 (1)
F 2	*	*	*	1 (1)	1	2 (1)
F 3	6	3 (3)	*	2	2 (1)	13 (4)
F 4	5 (2)	1 (4)	12 (1)	*	2	20 (7)
F 5	(5)	5 (3)	10 (1)	1 (8)	*	16 (17)

Dominant score

() : pre-feeding situation

M : male

F : female

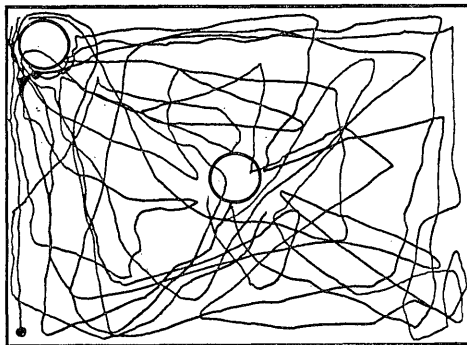
Ss	M 1	F 2	F 3	F 4	F 5	T
M 1	*	*	2	1 (2)	(5)	4 (7)
F 2	(1)	*	2 (1)	1 (1)	2 (3)	5 (6)
F 3	*	*	*	(2)	1	1 (2)
F 4	1	*	1	*	(9)	2 (9)
F 5	1	*	1	1	*	3

Submissive score

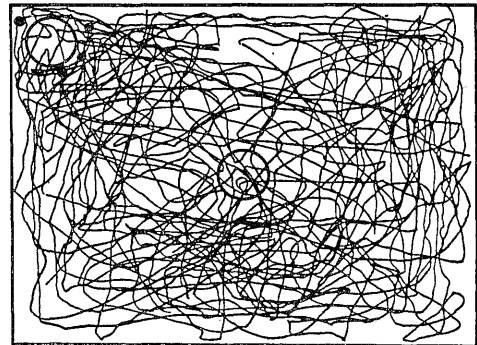
較のために、毒餌投入直前の1時間以内に観測された優劣行動の生起頻度が併記してある。ここでいう dominant behaviour とは chase, swing (threat), attack および bite を意味し、また submissive behaviour とは obedience, withdraw, run away 等の行動型を意味する。

さて、表から明らかなように、毒餌場面での dominant

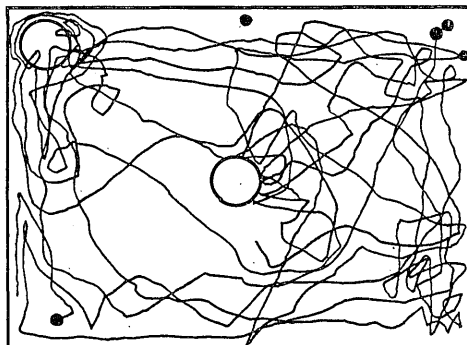
score は F4 が最も高く、次いで F5, F3, M1 の順で低くなり、F2 が5匹中最も低い得点を示している。また submissive score に関しては F3 が最も低く、次いで F4, F5 (M1) の順に高くなり、F2 は最高得点を示している。しかし毒餌投入前の dominant score をみると、F5 が最も高く、submissive な行動は全く出現していない。



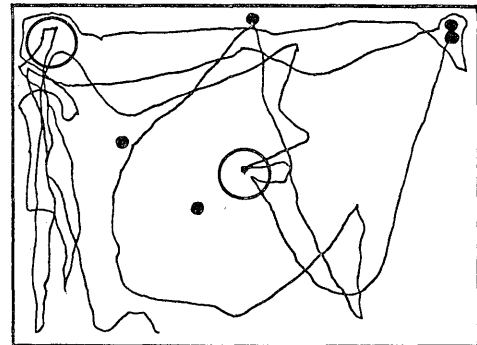
The first 30 min (n=5)



The next 30 min (n=5)



30 min after 1 day (n=3)



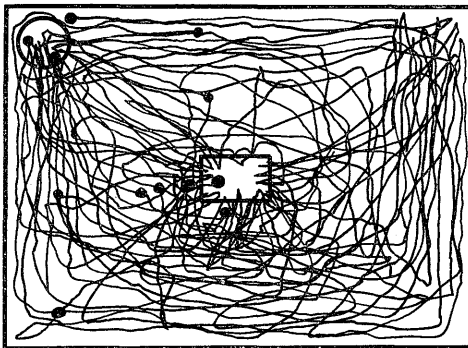
30 min after 1 week (n=1)

Fig. 3 Locomotion traces (Condition: poison bait). Black dots indicate locations of cockroaches where they stayed for more than 1 min.

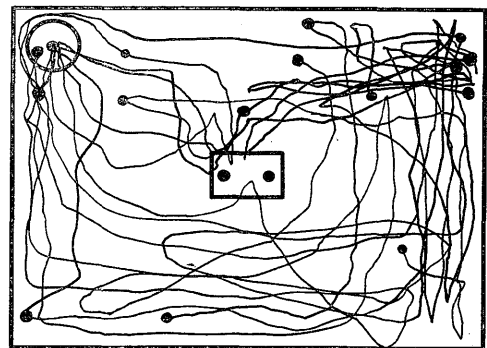
つぎに、被験体の移動行動を時間の経過にしたがって
 みると (Fig. 3), 移動量は毒餌の投入直後から漸増
 し、後半の30分間では前半のそれに比較して顕著に増大
 している。また後半の30分では、F3が毒餌を食べて苦
 しそうに暴れまわっているのを F5, F4 および M1 の
 3個体が追いまわして噛みつく行動が頻繁にみられた。
 このように毒餌条件下では全体的に活動水準が高く、
 bite や threat 等の攻撃行動をはじめ対個体関係が多
 くみられたが、なかでも低順位個体の高順位個体に対す
 る攻撃行動がしばしば観察されたことは特筆されよう。
 このことは危機的事態における緊張の強さと関係がある
 のかも知れない。なお毒餌へ最も早く接近した個体は

M1であり、以下 F5, F2, F3, F4の順であったが、こ
 のことと所謂優劣順位とは無関係であるように思われる。

さて、実験開始後30分以降になると、被験体は毒餌を
 食べることも、また餌皿の近辺に停まることもなくなり、
 ほとんどの場合、ただ通過するだけになる。そして
 1日後には M1 と F3 が死亡し、F5 が F3 の腹部をさ
 かに食べているのが観察された。さらに1週間後にな
 ると、F2 と F4 が死亡し、生存個体は F5 のみとなっ
 た。この個体はその後死亡個体を食べながら約8ヶ月
 間生き続けたが、その間毒餌に接近することはほとんど
 なく、触角が毒餌に触れると慌てて後退りする行動がみ
 られた。



The first 30 min



30 min after 1 day

Fig. 4 Locomotion traces (Condition: adhesive trap). Black dots indicate locations of cockroaches where they stayed for more than 1 min.

Fig.4 は、open-enclosure の中央部に粘着トラップ
 を設置した場合にみられる被験体の移動軌跡を示したも
 のである。観測開始直後から活発な動きがみられ、さか
 んにトラップへ接近しているのがよく分る。毒餌条件の
 場合と異なる点は、1分間以上の滞留が当初からみられ
 るということであり、しかもその滞留箇所がトラップの
 周辺のみに限定されない、ということであろう。時間の
 経過とともに、被験体の移動量とトラップへの接近頻度
 はしだいに減少してゆき、1日を経過すると移動時間は
 さらに少なくなり、逆に滞留時間は増大してくる。そし
 てこの間トラップへの接近を何度か試み、危く捕獲され
 かけた個体は用心深くなり、遂には近づかなくなった。

以上のことから、粘着トラップに対する回避行動は学
 習の結果に基づくところが大きいと思われるが、弁別学
 習をはじめ迷路学習など通常の実験室的学習がかれらに
 とって非常に困難であることを考えれば、このような危
 回避行動がきわめて短時間のうちに成立するというのは興
 味深い。

今後はさらに例数を増し、条件を組織的に変化させて
 いっそう詳細に実験的に吟味してゆかねばならない。

要 約

近年、ゴキブリの各種殺虫剤やトラップ等に対する忌
 避性がしばしば指摘されている。本実験では、それら
 ゴキブリの忌避性行動を調べるためにワモンゴキブリ
 (*Periplaneta americana*) を被験体とし、2週間の絶
 食ののち open-enclosure の餌場内に危機的状況を実験
 的に設定し、摂餌行動、ならびに接近・回避行動等につ
 いて分析した。

実験条件としては、マウス用固型飼料を粉末にし、そ
 れに Baygon を0.1%添加したものを毒餌として用いた
 場合と、粘着トラップを導入した場合との2つを用い、
 それぞれについて統制群と比較した。その結果 (1) 毒餌
 の場合、いずれの個体も1度は毒餌へと接近するが滞留
 時間はきわめて短く、その後は急速に近寄らなくなっ
 た。そして約80%の個体は実験開始後3日以内に死亡し
 たが、生存個体は死亡個体を食べて生き続け、その最長
 生存期間は8ヶ月であった。(2) 実験群は統制群に比し
 ていずれの場合も活動水準が高く、移動量は大きであっ
 た。(3) 実験群では威嚇や攻撃等の対個体関係が多くみ
 られた。

参 考 文 献

- 朝比奈正二郎(1962) ゴキブリの知識(3) 遺伝 16, 34—37.
- 石井象二郎(1981) ゴキブリの行動 サイコロジー No.18, 4—10.
- 伊藤靖忠・緒方一喜・田中生男(1971) 殺虫剤処理面に対するゴキブリの忌避反応についての検討 衛生動物 22, 92.
- Kitamura, C., Koh, H. S. and Ishii, S. (1974) Possible role of feces for directional orientation of the German cockroach, *Blattella germanica* L. (Orthoptera: Blattellidae), *Appl. Ent. Zool.*, 9, 271—272.
- 前川純孝(1973a) ゴキブリの行動研究(1)—Open-field における社会的行動を中心に—— 日本心理学会第37回大会発表論文集 734—735.
- 前川純孝(1973b) ゴキブリの行動研究(2)—飼育条件と活動量— 動物心理学年報 第23輯第2号 96—97.
- 前川純孝・須藤千春・川本文彦(1973C) ゴキブリの生態と防除—社会的行動を中心にして— 衛生動物 24(4).
- 前川純孝(1974) ゴキブリの行動研究—優劣順位の発現過程を中心に— 名古屋大学文学部研究論集 LXIII 31—40.
- 前川純孝(1975) ゴキブリの行動研究[Ⅱ]—長期明・暗飼育条件下の活動量の比較— 名古屋大学文学部研究論集 LXVI 61—66.
- Minami, H. and Dallenbach, K. M. (1946) The effect of activity upon learning and retention in the cockroach. *Amer. J. Psychol.*, 59, 1—58.
- 田原雄一郎・大野茂紀・辻英明(1971) 各種殺虫剤のゴキブリに対する摂食阻止作用 衛生動物 22, 92.
- Turner, C. H. (1913) Behavior of the common roach (*Periplaneta orientalis* L.) on an open maze. *Biol. Bull.*, 25, 348—365.
- Ritz, E., Zebe, H. and Sanwald, R. (1973) Carriage of Australia antigen by cockroaches, in European Dialysis and Transplant Association, ed. J. S. Cameron, 251—254.