

ゴキブリ 3億年の来し方, 行く末¹⁾安 富 和 男²⁾

The Past History since Three Hundred Million Years and the Future on Cockroaches

Kazuo YASUTOMI

古生代石炭紀に栄えた有翅昆虫の大部分は次の二畳紀以降に姿を消し、新しく出現したグループが現在の昆虫類の祖先になった。しかし、ゴキブリは原ゴキブリ類から現存の種類まで、3億年の風雪に耐えて子孫を継承し続けている。一部の種類は人類の出現以来、巧みに住居に入りこんで害虫化した。

ゴキブリが繁栄してきた理由について、旺盛な繁殖力、忍者のような素質、飢餓に強い機構、殺虫剤抵抗性の発達などから考察し、また、人家にすみついたゴキブリの行く末も占ってみたい。

ゴキブリは「生きた化石」

「生きた化石」として有名なムカシトンボは1

億5000万年前の中生代ジュラ紀に現れた。3億年以上前の古生代石炭紀に出現したゴキブリはムカシトンボの2倍もの歴史をもっている。石炭紀の原ゴキブリ類は化石として数百種発見されており、とくにフランス・コマントリーの地層からは100種以上記録されている。日本列島は中生代になってから形成されたので古生代の昆虫化石はなく、山口県美祢市大嶺で中生代三畳紀の地層から見つかったゴキブリの前翅(翅長1.6cm)が日本最古の昆虫化石である(藤山家徳, 1991)。

動物の歴史を時計の時間にたとえてみれば(図1), ゴキブリが10時間, 現代人と同じ新人 *Homo sapiens* は僅か2秒にすぎない。2億4000万年前の中生代に登場し、今から6500万年前に絶滅した

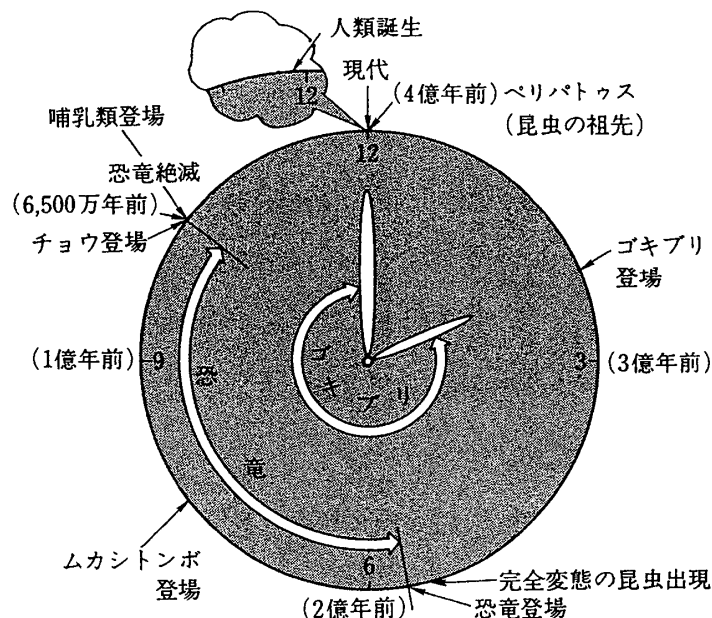


図1 時計にたとえた動物の歴史 (安富和男, 1993)

¹⁾ 本稿は本学会の20周年記念大会 (1999年11月26日) で講演した

²⁾ 日本昆虫学会名誉会員

恐竜は5時間で歴史を閉じたことになる（安富和男, 1993）。

ゴキブリの分類体系と分布

ゴキブリは長い間、直翅目の1科として扱われてきたが、図2に示す系統樹のように、シロアリやカマキリと類縁が近い。シロアリ群の1目にされたり、シロアリ、カマキリと一括された経緯をへて、現在のようにゴキブリ目 Blattaria として独立した。

世界のゴキブリは約4000種といわれ、日本からは9科、25属、52種7亜種のゴキブリが記録されている（朝比奈正二郎, 1991）。

大多数のゴキブリは野外性で、一部が人家にすみつき害虫化した。日本の家屋内にすむゴキブリの多くは熱帯原産種であり、江戸時代以降に渡来した。近年、次第に分布を北にひろげている理由は交通機関の発達と暖房設備の進展にある。例えば、北海道の札幌では室内の冬季平均気温が沖縄の那覇と同じだそうで、チャバネゴキブリ、クロゴキブリ、ワモンゴキブリ、トビイロゴキブリが屋内にすみつき、さらにブラジル原産の大形種ブラベルスゴキブリまで発見された。ビル、ホテル、住宅の近代化が亜熱帯の環境を招き、ゴキブリの分布拡大に手を貸した結果になってしまった。

日本在来種のヤマトゴキブリは野外性も残しており、青森県津軽地方の厳しい冬を休眠して過ごす。森の住人オオゴキブリとともに野外性ゴキブリの分布北限と思われる。

世界のゴキブリ総数は1兆4853億匹といわれ、主な生息地は熱帯、亜熱帯の森林である。日本に分布するゴキブリの種類も南に多く、沖縄・南西諸島には43種が生息し日本全体の70%を超える。日本のゴキブリ総数は236億匹と推定されている。

ゴキブリ繁栄の理由

ゴキブリが3億年このかた栄えてきた理由を4つの要因から考えてみたい。

1. 旺盛な繁殖力

恐竜は中生代の初めに現れ巨大化の方向へ進化した。中生代の終わりに1億6000万年の歴史に終止符を打って絶滅した。しかし、ゴキブリは小さい体で、恐竜が絶滅したような外因、内因に耐えて生き残った。その理由の1つとして旺盛な繁殖力が挙げられる。

ゴキブリ1個体の寿命は恐竜よりはるかに短い。寿命の短さを強い繁殖力でカバーしている。恐竜の繁殖力を現在の爬虫類なみと仮定すれば、ゴキブリの繁殖力は恐竜を1000倍以上も上まわ

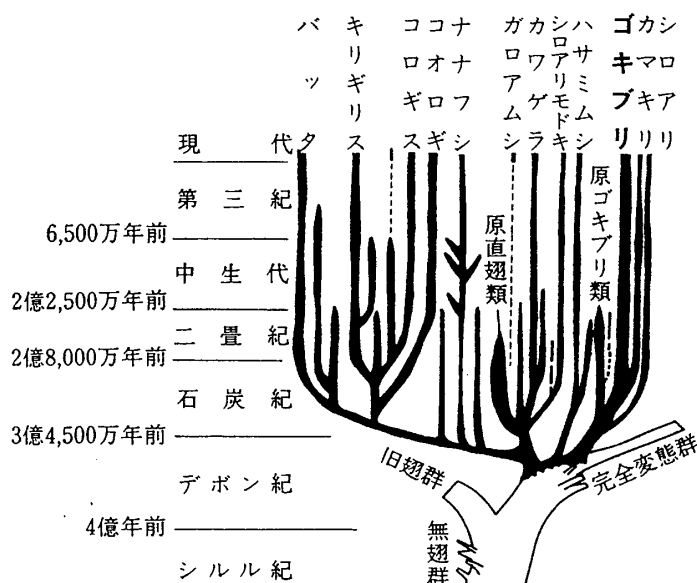


図2 ゴキブリとその近縁昆虫の系統樹
(朝比奈正二郎, 1962より変写)

り、個体数が圧倒的に多い。個体数の多いことは、遺伝的な多様性が保証されて広い適応性につながり、地球環境の変化について行けた。

チャバネゴキブリの繁殖能力について1例を示すと、つぎのような「ゴキブリ算」が成り立つ。メス成虫が120日間の生存期間中に5回卵鞘をつくって産卵し、1卵鞘に40卵があり、性比を1対1、1年に2世代をくり返した場合、年頭の雌雄1対が年末には約20,000匹にふえる（石井象二郎, 1976）。実際には、ふ化率や羽化率が100%に達しないなどの理由から、20,000匹という数字よりはやや小さいだろう。

Periplaneta 属のクロゴキブリやヤマトゴキブリなどは生育日数が長くなり、世代のくり返しが遅いので、チャバネゴキブリの数字ほどにはならない。しかし、爬虫類や哺乳類に比較すればゴキブリの繁殖力はずっと大きく、寿命の短さや天敵による損失を十分補っている。さらに、家住性ゴキブリでは、自然界よりも天敵が少ないために生存率が高まる。

また、性フェロモンや集合フェロモンが合理的に働いて、繁殖や成長を有利に導く役割を演じている。

2. 忍者のような素質

ゴキブリは忍者のような素質に恵まれた。体は扁平で弾力性に富み、体の厚さより狭い隙間にすばやく潜りこむことができる。外表皮ワックス層の脂質が油ぎった光沢の本体であり、体を保護し、弾力性のもとにもなっている。脂質は真皮細胞で合成されるヘプタコサジエンを主成分とし、オルトキノンが酸化防止剤の役をつとめて固化を防ぐ。また、外表皮内側の原表皮はキチン分子の間にタンパク質がつまった層で、皮膚の硬さをもたらす。硬くて柔軟という一見矛盾した体の秘密はこのような皮膚構造に基づいている。

ゴキブリは脚力が強い。クロゴキブリやワモンゴキブリは1秒間に50cmも走り、昆虫界随一の走力といわれている。その鍵は、脚の基部にそなえた鼓動器という補助ポンプにある。これは第二の心臓ともいわれ、血液を多量に送りこむので養分がつつぎに補強されて行く。敵からすばやく逃

れて身を隠すのに都合がよいしくみである。

ゴキブリの触角は糸状で長い。平安時代の人たちもヤマトゴキブリの長い触角が目についたらしく、ツノムシの名で呼んだ。感覚の世界に生きるゴキブリにとって触角は大切な器官で、嗅覚、触覚、聴覚の三役を見事に果たしている。

聴覚は触角のほか、腹端の尾肢（尾葉、尾角）も司る。尾肢には空気の振動で揺れ動く多数の感覚毛があり、人の耳では聴きとれない低音や空気の流れを感知できる。また、地面や床の足音は体表の感覚毛で受容する。

3. 雑食性の強みと飢餓に耐えるしくみ

古生代石炭紀にすんでいた原トンボ類のメガニューラは翅の開張70cmに及ぶ史上最大の巨大昆虫であったが、古生代だけで絶滅してしまった。餌は生きた小昆虫に限られ、大きな体には大量の餌が必要なので、環境悪化による餌不足について行けなかったらしい。大きすぎたゆえの悲劇と思う。

それに対してゴキブリの体は小さくなく、しかも「雑食性」という食性が極めて有利に働いて生き残ることができた。ゴキブリは植食性、肉食性、腐食性を兼ねた雑食性昆虫の代表である。食性の幅が広いのは原始的な性質かも知れないが、ゴキブリは進化だけが生き残りの手段ではないことを実証した。

活動期の昆虫は2～3日食物をとらないと餓死してしまうが、ゴキブリは飢餓に強い。ワモンゴキブリは飲まず食わずで、オスが30日間、メスが40日間生存する。水を与えた場合はさらに生存期間が伸び、水だけでオスが45日間、メスは90日間も生きる。

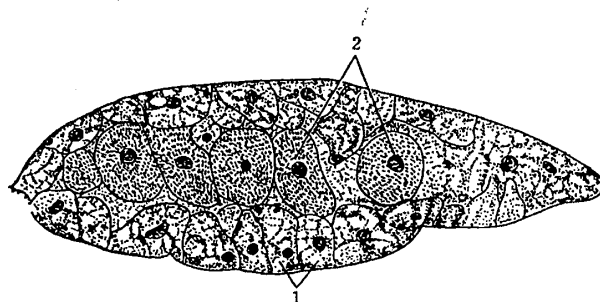


図3 トウヨウゴキブリの脂肪体 1. 脂肪細胞, 2. 菌細胞（朝比奈正二郎, 1971より変写）

ゴキブリの体には脂肪体が多く、とくにメスはオスより多量に含む。ゴキブリが長期間の絶食に耐えるのは脂肪体の栄養物をエネルギー源として利用するからであろう。ゴキブリの脂肪体には菌細胞 mycetocyte (図3) があって、共生バクテリアにより各種のアミノ酸を生合成する。また、脂肪体はブドウ糖からグリコーゲンをつくり、尿酸を分解する機能も持っている。

4. 殺虫剤に抵抗するゴキブリ

人家にすみついたゴキブリたちは野外にすんでいた先祖と違い、殺虫剤で死ぬ破目になった。ところが、近年、殺虫剤の効かない抵抗性系統が出現した。人類より遙かに古い歴史をもつゴキブリが殺虫剤を予知していたとは思えないが、致命的なはずの殺虫剤から身を守る能力を秘めていた。それは天然物中の有毒成分に打ち勝つための防衛機構であった。最初の集団には、その機構を備えた個体は僅かしかいなくても、遺伝子が子孫に伝わって行く。殺虫剤の淘汰 (selection) が代々くり返され続けると、強い個体の集まり「抵抗性系統」の形成になる。

抵抗性の機構には、(1)皮膚の透過性低下、(2)解毒分解酵素の活性高揚、(3)作用点の感受性低下の3つがある。(2)と(3)は抵抗性の主要因になるもの

で、(2)の酵素は複数存在する。そして、これらの生理的機構はいずれも遺伝子に支配されている。さらに、複数の要因が重なった場合、足し算でなく掛け算の計算で強くなり、殺虫剤に触れても容易に生きのびる。

ゴキブリの中ではチャバネゴキブリに最も抵抗性の発達が起こりやすい。理由として、まず、大型種に比べて生育期間が短く世代のくり返しが早いので、殺虫剤の淘汰を受ける回数の多いことがあげられる。さらに、抵抗性に関与する遺伝子の種類が多く頻度が高いのかも知れない。

チャバネゴキブリについて抵抗性の遺伝様式を調べた結果、有機リン剤抵抗性は図4右側のように優性遺伝子、ピレスロイド抵抗性は図4左側のように劣性遺伝子に基づくことがわかってきた。この違いが抵抗性系統の形式に大きな影響を及ぼす。

優性遺伝子の有機リン剤抵抗性では、ヘテロの R_s はホモの RR と同じ強さを示すので、淘汰が続いてもヘテロの R_s が生き残って感受性の s が消されない。そのため感受性が回復しやすい。

一方、ピレスロイド抵抗性の主要因は神経軸索興奮膜の感受性低下であり、劣性遺伝子 kdr の支配を受ける。この場合、ヘテロの rS はホモの SS と同じ程度に弱いので死んで行く。短い年月のピ

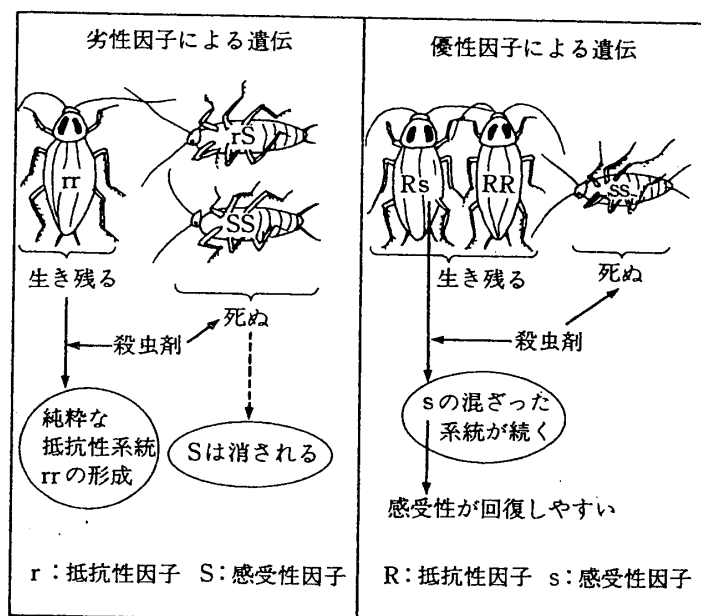


図4 遺伝子の違いによるチャバネゴキブリの生き残り方
(安富和男, 1993)

レスロイド淘汰で、感受性の優性因子 S が完全に消されて、抵抗性の劣性ホモ個体 rr を 100% 含む純粋な抵抗性系統が形成されてしまう。他の場所から感受性の個体がまぎれこまないかぎり、ピレスロイド剤の使用をやめても抵抗性は維持され続け、人間にとって深刻な事態を招く。

現在、私たちは別グループの殺虫剤への転換や殺虫剤のローテーションで抵抗性に対処しているが、人と抵抗性ゴキブリとの戦いは 21 世紀以降も続くことであろう。

人類のあとはゴキブリの時代か？

環境破壊が年々激化してきた。人類の方がゴキブリより悪環境に弱いとすれば、ゴキブリが健在なうちに人類は絶滅の憂き目を見るだろう。

また、日本においては近年「少子化」が進み、単純計算をすれば 800 年後に日本人は消滅してしまうらしい。今夏、世間を騒がせた大予言より信憑性が高い話と思う。

「人類が減びたらゴキブリの時代がくる」というのは果たして本当だろうか？

- (1) もし、日本人が消滅すれば、ヤマトゴキブリはゴーストタウンを脱出して森の生活に戻って行くに違いない。ヤマトゴキブリには休眠性があり、東北地方北部までの厳冬期に十分耐えられる。
- (2) 一方、チャバネゴキブリ、ワモンゴキブリ、トビイロゴキブリなどの熱帯原産種は休眠性をもっていない。暖房がなくなった気温 10℃ 以下の所にはすむことができず、日本人と運命をともにするだろう。

チャバネゴキブリの殺虫剤抵抗性系統は殺虫剤を克服できても冬の低温には勝つことができず、死滅への道をたどるしかない。

- (3) 熱帯地方の人家にすみこんだゴキブリたちは、人類最期の日まで熱帯雨林が残っているならば、そこに先祖がくらししていた「安住の地」を見出すだろう。故郷への U ターンである。

摘 要

1. ゴキブリは古生代石炭紀の原ゴキブリ類から現存の種類まで、3 億年の間子孫を継承し続けてきた「生きた化石」である。
2. 日本産ゴキブリは 9 科、25 属、52 種 7 亜種記録されており、家屋内の害虫ゴキブリは年々分布を北にひろげている。
3. ゴキブリ繁栄の理由は、旺盛な繁殖力、弾力性に富む体、強い脚力、鋭い感覚、雑食性、飢餓に耐える生理機構、殺虫剤抵抗性の発達などにある。
4. 「人類のあとはゴキブリの時代か？」についても推察した。

主な参考文献

- 1) 朝比奈正二郎 (1962) ゴキブリの知識。遺伝, 16 (7): 27, 16(9): 19, 16(10): 34.
- 2) 朝比奈正二郎 (1971) 動物系統分類学, 7 下巻 昆虫。中山書店, pp.79-88, 249-256.
- 3) 藤山家徳 (1991) ゴキブリのはなし (安富和男編)。技報堂出版, pp.1-9.
- 4) 石井象二郎 (1976) ゴキブリの話。北隆館, pp.70-72.
- 5) 安富和男 (1993) ゴキブリ 3 億年のひみつ。講談社, 206pp.

キーワード：石炭紀；ゴキブリ目；休眠；雑食性昆虫；菌細胞；殺虫剤抵抗性

Keywords: Carboniferous period; Blattaria; Diapause; Pantophagous insect; Mycetocyte; Insecticide resistance