

NEWSLETTER

No.35

目 次

学会誌目次	2
学会誌和文抄録	2
会長あいさつ	4
第17回大会（1998年）ラウンドテーブル報告	7
学会参加報告	17
書評	22
委員会報告	31
会計報告	32
会員異動	34
会則	39

日本動物行動学会事務局

〒606-8502 京都市左京区北白川追分町

京都大学理学部動物学教室内

TEL. 075-753-4073 FAX. 075-753-4113

E-mail: ima@ci.zool.kyoto-u.ac.jp

(振・01050-5-1637)

『Journal of Ethology Vol.17 No.1』 目次

O. L. K. Buchmann · R. W. Rose · M. C. Virtue : タスマニアのネズミカンガルーの1種 <i>Bettongia gaimardi</i> の交尾前行動と配偶行動	1
柴尾晴信 : タケツノアブラムシでは血縁識別行動が見られない	17
澤田浩司 : アオモンイトンボにおける雌の性的受容性と雄による長時間交尾のガード機能	25
外山晶敏 : カバキコマチグモ <i>Chiracanthium japonicum</i> における雌親による子の保護行動の適応的意義	33
松野久美・浦部美佐子 : 奈良公園のニホンジカ <i>Cervus nippon</i> におけるアログルーミングを介した雌雄間相互干渉—出産期と発情期を通じて—	41
S.K. Mboko · 幸田正典 : 単婚制基質産卵魚における大型雄のパイレーツ繁殖	51
狩野賢司 : 生長か繁殖か : コロニーを形成するクロソラスズメダイ (<i>Stegastes nigricans</i>) の同性間競争	57

『Journal of Ethology Vol.17 No.1』 和文抄録

タスマニアのネズミカンガルーの1種 *Bettongia gaimardi* の交尾前行動と配偶行動

O. L. K. Buchmann · R. W. Rose ·
M. C. Virtue

タスマニアのネズミカンガルー(*Bettongia gaimardi*)の異性間交渉を、2個体間の関係で観察した。幾つかの行動は敵対的関係を思わせるものであり、予測可能な一連の反応がおこる。オスと発情期前のメスの間には一緒に過ごす期間はないようである。明白な異性間交渉は発情した夜だけにおこり、この間オスとメスはずっと一緒にいる。交尾の間、何度も陰茎の挿入が繰り返されるが、次の挿入までの間のインターバルは次第に長くなっていく。また、オスはいつも社会的な(尿生殖器の)調査に従事しているのが観察されており、おそらく嗅覚刺激を用いることで、明らかに周囲にいる全てのメスの性的状態を知ることができるようだ。このネズミカンガルーの短い異性間交渉は、群生する大型カンガルー科有袋類のもっと複雑な交渉様式と好対照をなしている。[訳: 事務局]

タケツノアブラムシでは血縁識別行動が見られない

柴尾晴信

アブラムシの兵隊カーストは、クローンという極端な血縁集団の中で進化したと考えられている。しかしながら、タケツノアブラムシなどいくつかのグループの兵隊アブラムシは巣(ゴール)をもたず、葉裏や茎上にオープン・コロニーを形成するため、クローン同士が混じり合う可能性が極めて高い。こうした種では、兵隊による血縁識別行動によってコロニーの血縁度が高く保たれていることが期待されるであろう。そこで真社会性種であるタケツノアブラムシ *Pseudoregma bambusicola*において兵隊による context-specific な血縁識別の可能性について調べた。同種アブラムシの導入実験から、本種ではコロニー間に敵対性がまったく存在せず、齢期やカースト、モルフ、血縁関係の如何に関わらず、同種個体は攻撃されることなく、導入先のコロニーに容易に受け入れられることが分かった。また異種アブラムシ導入実験から、兵隊は遠縁種に対しては攻撃

行動を示すものの、近縁種には顕著な敵対行動を示さないことが判明した。さらに、兵隊は非血縁個体と共存している場合でも自己犠牲的な防衛行動を示すことが明らかとなった。これらの結果は、本種の血縁識別能力が極端に低いか、あるいはほとんどのことを物語っている。血縁識別の欠如は、アブラムシでは血縁度以外にも複数の要因が兵隊カーストの進化・維持に重要な役割を果たしてきたことを示唆するものである。

アオモンイトンボにおける雌の性的受容性と雄による長時間交尾のガード機能

澤田浩司

アオモンイトンボ (*Ischnura senegalensis*) の交尾は数時間におよぶが、雌の性的受容性と雄による交尾ガードの関係を実験によって確かめた。飼育容器内の観察では、交尾の大部分は早朝に始まるが、終了は11時から13時の間にかなり同調して行われた。雌は午前中の交尾の有無に關係なく、午後は翅を振って雄を拒否し単独で産卵した。よって雌は午前中のみ雄を性的に受け入れ、雄は雌が産卵をはじめる12時近くまで数時間交尾すると思われる。この長時間交尾の機能が雄による交尾ガードなのか、あるいは精子置換のみなのか確かめるために、羽化後の雄をいくつかの密度下におき、飼育容器内で未交尾雌ならびに既交尾雌と交尾させた。どちらの雌と交尾した場合でも、非単独(2-4個体で飼育)雄は早朝から交尾を始め、常に12時近くに終了した。それに対し、どちらの雌と交尾した場合でも、単独(1個体で飼育)雄は午前中に交尾を終了した。非単独雄・単独雄とともに、未交尾雌との交尾時間ならびに既交尾雌との交尾時間の間に有意差はなかった。そのため、数時間におよぶ交尾の機能は精子置換よりも雄による交尾ガードにあり、雄がきわめて低密度の場合に交尾時間の短くなることが予測された。

カバキコマチグモ *Chiracanthium japonicum* における雌親による子の保護行動の適応的意義

外山晶敏

カバキコマチグモ *Chiracanthium japonicum* の雌親による子の保護行動について、その機能を調べた。本種はフクログモの一種で、産卵に際し、ススキなどの葉を巻いて産室を作る。雌はその中

に籠りながら卵・幼体に同伴し、最終的には子によって食べられてしまう。本研究では、これら一連の行動の機能を詳細に調べるために、卵期と幼体期それぞれにおいて雌親の除去実験を行った。結果、雌親の除去は、卵のうおよび幼体の消失率を有意に増加させると同時に、幼体の孵化・出のう率の大幅な低下を招いた。また、マトリファージ(子による母喰い)の存在は幼体の体重を大きく増加させ、3歳への脱皮を促すと共に分散を遅延させていた。よって、本種雌親は子供の捕食者からのガード、発育のサポート、ならびにマトリファージという特異な形での給餌を含む保護行動を行い、マトリファージには幼体をより高齢で分散させる機能があるものと考えられた。

奈良公園のニホンジカ *Cervus nippon* におけるアログルーミングを介した雌雄間相互干渉－出産期と発情期を通じて－

松野久美・浦部美佐子

奈良公園内の3地域で、ニホンジカの雌雄間相互干渉の頻度とパターンを、出産期と発情期を通して調査した。調査は、主としてアログルーミング頻度と攻撃行動の観察によって行った。出産期には、大仏殿群には数頭の成獣オスが含まれていたが、浮見堂群と白馬群には1~3頭の成獣オスしかいなかった。アログルーミングを行ったのはほとんどが成獣・亜成獣メスであった。大仏殿群ではメスは異性よりも同性をよくグルーミングしたが、他の2地域ではそのような違いは見られなかった。ほとんどの場合、出産期においては、アログルーミング頻度による雌雄間干渉は、同性内の干渉に比べて少ないとはいえた。出産期において、メスを攻撃するオスはメスからよりグルーミングされる傾向があった。発情期には、出産期に個体識別された成獣オスはすべて通常観察される場所からいなくなることなく、新しく加わったオスがなわばり防衛や配偶行動を行った。また発情期には、メスは相手オスのなわばり行動や配偶行動の有無にかかわらずグルーミングを行った。これらのことから、出産期におけるオスメス間のアログルーミングは後の発情期の配偶関係とは関係がなく、当の出産期内において群れ内の緊張を緩和する機能を持っていることが示唆された。

単婚制基質産卵魚における大型雄のパイレーツ繁殖

S.K. Mboko・幸田正典

*Telmatochromis temporalis*は基質産卵性のタンガニイカ湖産カワスズメで、その婚姻形態は同湖南端域ではサイズ同類交配の単婚制である。ここでは雨期の開始前数ヶ月の間、大型雄は繁殖ペアを作らない。彼等は大きななわばかりをもち、小型個体の複数のペアを他の大型雄から防衛した。大型雄はなわばかりを巡回し、産卵を開始する小型ペアの雄をその巣から追い出し、この1-2日の乗っ取りの間、小型雌に求愛し放精行動をとった。大型雌が巣を去ると、小型雄は巣に戻り、その後子の保護を行った。この大型雄の行動は、これまで複婚制の数魚種で知られるパイレーツ繁殖戦術によく似ている。本種の大型雄のこの戦術は、大型雌が繁殖しない時期の代替戦術と思われる。

生長か繁殖か：コロニーを形成するクロソラスズメダイ (*Stegastes nigricans*) の同性間競争

狩野賢司

サンゴ礁に生息する魚類クロソラスズメダイは

雌雄ともに縄張りを持ち、これらの縄張りが複数集まってコロニーを形成する。小さなコロニーでは小型の個体も繁殖していたが、大きなコロニーでは大型の個体のみが繁殖しており、小さなコロニーで繁殖していたような小型個体は成熟サイズにも関わらず繁殖していなかった。これはコロニー内での同性間競争が関連しており、大きなコロニーでは大型の雄が小型の雄を攻撃し、大型雌が小型雌を攻撃しているため、小型個体の繁殖が抑制されていることが明らかになった。同性の競争者を排除することにより、大型雄は雌に配偶者として選ばれる確率をより高くすることができます、また大型雌は産卵場所である雄の縄張りをめぐる競争を減らすことができるため、このような大型個体から小型個体への同性間競争が起きると考えられた。一方、大きなコロニーで繁殖できない小型個体は生殖腺への投資を減らして、より速く生長していた。そして充分競争できるようになると繁殖をはじめた。これらのことから、コロニーの大きさは、繁殖開始年齢や生長 / 繁殖の投資配分などを決定することにより生活史戦略に大きな影響を与えることが示唆された。

会長より

桑村 哲生

毎号、会長あいさつを書かせていただくことにしました。会員のみなさんとできるだけ多くの情報を共有したいという思いからです。今年は、前半はISBE日本開催の立候補に、後半は第18回大会の準備にかなりの時間を費やした1年でした。ISBE2002の誘致は肩すかしというか、足払いを食ったというか、見事に失敗しましたが、11月19-21日の中京大での国内大会のほうは、なんとか無事すんでもっとしています。

教養部（注：学部ではない）という「絶滅危惧種」に所属する私と小川秀司さんの2人が中京大での開催を引き受けたわけですが、中京大生のアルバイトはそれぞれの教養の授業を受けている1年生だけで、研究科のあるところなら大学院生やODが担当してくれるはずの役割も、私たち2人がこなさなければいけないという、けっこうハードな大会でした。しかし、近隣の会員の方々や他大学の学生さんの協力も得て、なんとか無事に終えることができました。うれしいことに、参加者約300名、名古屋港水族館での懇親会出席者約200名と、最近の数字を上回る盛況ぶりでした。研究発表の数は約120件で、すこし少なめでした。これはおそらく口頭発表（一般講演）のセッションを設けなかつたせいでしょう。その代わり、ポスター会場では例年以上の熱気が溢れていたように思いましたが、これは手前味噌でしょうか。

来年の大会は日高さん、近さん、細馬さんのおられる滋賀県立大学（彦根市）が引き受けて下さることになりました。今年とほぼ同じく11月下旬か12月初めになるだろうとのことです。また、その次の

2001年は第20回大会ということになります。どこが引き受けてくださるか、まだ打診もしていませんが、学会設立20周年を記念して、何か行事をしてはどうかという声も上がっています。たとえば、「動物行動学の展望」というような記念シンポジウムやパネルディスカッションをやるとか、海外からおもしろそうな人を呼んで招待講演してもらうとか、いろいろ考えられると思います。これに関してなにかアイデアがありましたら、桑村までお知らせください。「権威的」な記念行事をやるつもりはありませんので、おもしろいアイデアをお待ちしています。

もう1つ、今年は行動学会にとって大きな出来事がありました。すでにニュースレターでもお知らせしてきましたように、学会誌*Journal of Ethology*が2000年発行の第18巻から、ドイツのSpringer-Verlagから出版されることになっています。齋藤編集長をはじめ編集局のみなさんのご努力によって、先日、無事18巻1号の原稿を入稿されたとのことです。装いも新たに、A4版変型になって表紙のデザインも変わります。6月にお手元に届くのを楽しみにお待ち下さい。Springer社からは、みなさんご存知の*Behavioral Ecology and Sociobiology*のほか、昨年創刊されたばかりのポルトガル動物行動学会誌*acta ethologica*も今年から出版されています。これらと競合することなく、相乗効果で*Journal of Ethology*が質量ともに向上していくことを期待しています。なお、JEのインパクトファクターは、1997年の0.128から1998年は0.485に急上昇したそうです（ただし、このあたりの数字の変動は「誤差の範囲」という声もあるようです）。

と一応、未来に向けて明るい話題のようですが、現実はたいへん厳しいです。相変わらず原稿が十分に集まらず、編集局はたいへん苦労されています。まず、出版の遅れている17巻2号を今年度中（2000年3月末まで）に、科研費出版助成申請のページ数を満たす分量で発行しなければなりません。それをクリアしたら、すぐに18巻2号（2000年12月号）の原稿をそろえないといけません。慢性的投稿不足では、編集局がいくらがんばってもいい雑誌は作れません。Springer社への出版委託を決めた理由の1つは、会員の投稿意欲を高めるきっかけになればという願いからでした。

しかし、別刷代は現在よりもかなり高くなります。これはSpringerが特別高い訳ではなく、今の料金が安すぎるのです。それにしても、別刷代の値上げによって、かえって投稿が減るのではないかと心配する声もありました。そこで、日本人学生会員に限って別刷代を補助することにしました。詳細はすでにニュースレター前号（No. 34のp. 6-7）でお知らせましたが、11月の総会で正式に認められました。とりあえず2年間という期間限定ですので、学生のみなさん、今のうちにどんどんこの制度を利用して下さい。

*Journal of Ethology*への投稿数は、このところ年間20編前後です（うち2割くらいは海外からです）。会員が800人もいるのに、たったの20本なのです。毎年の学会大会の発表数は120件を超えています。うち20件がJEに投稿されたとしても、残りの100件はどこへ行ってしまったのでしょうか？もちろん、海外で出版されている国際誌に投稿する方もたくさんいらっしゃるでしょう。昔と比べると若い人が積極的に、あるいは気軽に国際誌に投稿するようになってきたと思いますが、それが増えたせいでJEへの投稿が減ってきたのかと思って数えてみたことがあります。しかし残念ながら、一流国際誌の掲載数はけっして多くはありませんでした。たとえば、*Behavioral Ecology and Sociobiology*, *Behavioral Ecology*, *Animal Behaviour*, *Ethology*の4誌に掲載された日本人の論文数は合計で1995年4本、1996年10本、1997年10本という数字でした。もちろん、鳥や魚や靈長類といった「材料別学会」の国際誌にはもっとたくさん掲載されているだろうと思いますが、*Behavior / Ethology*関係の専門誌にたったこれだけしか載っていないのかとがっかりしました。

メジャーで活躍する人を増やすには、マイナーリーグを充実させることが必須条件です。*Journal of Ethology*そのものは、すでにある一流国際誌としのぎを削ってトップになることを目指すべきかといえば、私はそうは思っていません。国内学会誌というのは、むしろマイナーに徹して、メジャーを目指す日本の若者たちを育てる場になるべきだと考えています。しかし、国内にしか目が向いていないので

は進歩がありませんから、海外の人にももっと投稿してもらえるように、Springer委託を契機に非会員にもオープンにしました。実はこれまで非会員の投稿を認めていましたが、ページチャージをとっていたのです。一方、ページチャージをなくすと海外の非会員からの投稿が増えて、学会誌が「乗っ取られて」しまうのではないかと心配する声もありました。もし万が一、そういう事態になったとしても、それは日本人会員からの投稿が少ないことが原因なのですから、乗っ取られてしかるべきだと私はクールに考えています。

釈迦に説法だとは思いますが、研究というのは「書いてなんぼ」の世界です。どんなにすばらしい発見をしても、それを学会大会で発表して大好評だったとしても、「書いたもの」として残さなかったら、結局はなにもしなかったのと同じです。書いてはじめて相手にしてもらえる世界なのです。学術雑誌に論文が掲載されたときが研究のゴールなのではなく、むしろスタートだと考えるべきでしょう。その論文に書かれたミームが、ほかのミームよりもたくさんのコピーを増やして行くことができるかどうか、そのスタートラインにやっと立てたというわけです。遺伝子はDNAという実体を借りてコピーを増やして行きます。私たち研究者の仮説・理論というミームは、雑誌掲載論文という実体を借りてしかコピーを増やして行くことができません。おもしろい研究はすぐに論文に書いてしまいましょう。そのときの投稿先候補として、Journal of Ethologyをお忘れなく。

このNEWSLETTERもみなさんのミームを増やすための道具としてお使いください。会員相互で情報を共有することはたいへん大事なことですので、どんな内容でもかまいません、どなたでも自由に投稿してください。NEWSLETTERに関しては投稿規程はとくにありませんが、詳しいことは編集作業を担当してくださっている森貴久さん<yosihisa@zoo.zool.kyoto-u.ac.jp>、あるいは事務局までお問い合わせください。

また、ニュースレター前号でもお知らせしましたが、メーリングリスト「行動学会 MailNews」も開始されました。不定期ですが6月からすでに3号が発信されています。まだリストに登録されていないかたは、メールアドレスを事務局長の今福さん<ima@ci.zool.kyoto-u.ac.jp>のほうにお知らせください。また、学会のホームページは、http://www.i-mde.tmd.ac.jp/Ethol/JESOC_J.htmlです。MailNewsとともに大塚公雄さん<otsuka@inst.i-mde.tmd.ac.jp>が管理してくださっています。ホームページ、MailNewsに関してご意見のあるかたは、大塚さん、あるいは私のほうまでご連絡ください。

では、2000年がみなさまにとってよい年でありますように。

第17回大会（1998年）ラウンドテーブル報告 「精子多型と兵隊精子説」

はじめに

中嶋 康裕（宮城大・事業構想）

ここ数年、精子の多型、特にその機能的な側面についての関心が高まっている。名前だけは有名であったが、あまり支持されているとは言い難かったBaker & Bellisの「カミカゼ精子」についても、彼らの著書が出たせいもあって可能性のある仮説として考慮され始めている。精子の形態や多型の全てとは言えなくとも、多くの部分は、オスどうしの卵子の受精をめぐる争いの一環として位置づけられることは言うまでもないだろう。そこで今回、精子多型が競争相手の精子を無力化する兵隊階層と受精を専門に行う繁殖階層に分かれている可能性についてのラウンドテーブルを持つことにした。具体的には、小汐には鱗翅類の無核精子の敵対的機能に関する説を最初に明示したSilberglied et al. (1984)の研究とその後の展開について、蔵には精子の兵隊階層の進化条件の数理モデルについて、早川にはカジカの一種で見られる円盤状異形精子の機能について話題提供をしてもらった。

精子の多型現象－鱗翅目を例にして－

小汐 千春（鳴門教育大・学校教育）

昔からよく知られている精子多型の一つに、鱗翅類の有核精子(eupyrene)と無核精子(apyrene)がある。Goldschmidt (1916)によれば、無核精子も有核精子と同様に卵と受精するだけでなく、性決定に関与すると考えられて盛んに実験が行われた時期もあったようである。しかし、実際には、無核精子はその名の通り核がなく、有核精子とは違って受精に関与しない。そのため、無核精子にはどのような機能があるのかについて、さまざまな議論が行われてきた(Thibout 1981, Silberglied et al. 1984 参照)。

ここでは、まず鱗翅類の有核精子と無核精子の違いおよび、無核精子の機能についてのいくつかの仮説を挙げ、更に実際の研究例をいくつか取り

上げながら、無核精子の進化的意義について考察してみようと思う。

有核精子と無核精子の違い

形態的には、無核精子は有核精子と異なり、核がなく、一対のミトコンドリアと鞭毛のみからなっている。サイズについては、一般に、有核精子の方が無核精子より長いと言われている。メイガ科のノシメマダラメイガ*Plodia interpunctella*やヤガ科の*Trichoplusia ni*、ハマキガ科の*Cydia pomonella*などで実際にそのような報告がある。しかし、ヤガ科の*Spodoptera litura*や*S. frugiperda*では無核精子の方が長い。例えば、*S. litura*では有核精子の長さは $276 \pm 5 \mu\text{m}$ 、無核精子の長さは $405 \pm 16 \mu\text{m}$ と、後者の方が有意に長い(Etman & Hooper 1979 参照)。

有核精子・無核精子とも、最初は精子束として形成されるが、ヤガ科の*S. litura*では、この精子束も形態的に異なっていて顕微鏡で見分けられるという(Etman & Hooper 1979)。

無核精子の量は、種によって異なり、精子全体の50%近くから96%近くまでとさまざまである。

精子形成に関しては、一般に、無核精子は有核精子よりも後に形成が始まり急速に成熟している。メイガ科の*Ectomyelois ceratoniae*では、4齢終期の幼虫で有核精子の形成が始まり、鞭毛の伸長が起こる。5齢中期には鞭毛だけでなく核も徐々に長くなって、5齢の後期には完成した有核精子束ができる。一方、無核精子の場合は、5齢中期以降に精子形成が始まる。しかし、形成された精細胞の核はいくつかの小片にわかれていて、その後長く伸びることなく細胞外に捨て去られる(Leviatan & Friedlaender 1979)。

また、活動性や運動能力も有核精子と無核精子とでは異なっている。無核精子は有核精子より早く運動性を持つことが多いとの種で報告されている。例えば、カイコガ*Bombyx mori*では、無核精子は射精後活発に運動するが、この時まだ有核精子には運動性が見られない(入来 1941)。また、*S.*

litura をはじめ、さまざまなガで、有核精子束よりも無核精子束が早くほどけて個々の精子になることがわかっている(Etman & Hooper 1979 参照)。*S. litura*では、オスの精巢中で既に無核精子束はほどけ始める。Katsuno (1977a)によれば、カイコガでは精巢の濾胞の基底膜(basement membrane)を通過する際に、無核精子束がばらばらになり、貯精囊(seminal vesicle)中では個々の無核精子として存在している。一方、有核精子はこの時点では精子束のままである。交尾の際にメスに受け渡される精包中でも、有核精子は精子束のままであるのに対し、無核精子は活発に運動している。その後、精子はメスの交尾囊中にある精包から出て受精囊に移るが、その途中の seminal duct では、有核精子束は既にほどけていて、有核精子と無核精子が混ざり合った状態となっている。しかし、この時点でも有核精子に運動性はない(Etman & Hooper 1979)。ヤガ科の *Trichoplusia ni* でも同様であり、有核精子は受精囊中ではじめて運動性を持つようになる(Holt & North 1970)。スズメガ科の *Manduca sexta* やヤママユガ科の *Antheraea pernyi* では、無核精子はが有核精子よりも早く交尾囊から受精囊に移動するという報告もある(Silberglied et al. 1984 より)。

無核精子は最終的には受精囊で分解されるが、その時期についてもさまざまな報告がある。例えば、ヤガ科の *S. litura* や *T. ni* では、無核精子が受精囊に残るが、ヤガ科の *Heliothis zea* や *H. virescens*、*S. frugiperda*、キリガ科の *Pectinophora gossypiella* やスズメガ科の *M. sexta* では無核精子が受精囊中で急速に消失する(Etman & Hooper 1979 参照)。

以上のような有核精子と無核精子の違いに基づいて、無核精子の機能について、さまざまな仮説が提出されてきた。これらの仮説は、生理的かつ直接的な機能と、精子競争における機能とに大別される。次に、これらについて順次述べようと思う。

無核精子の機能－生理的機能－

無核精子の生理的機能の一つとして、オス体内で精巢の濾胞の基底膜を通過して輸精管へと有核

精子が移動するのを助けるのではないかという仮説がある。この基底膜の通過については、特に精子が通過するための構造が見られないことから、どのように起こるのかわからていなかった。Katsuno (1977a)によれば、カイコガでは、蛹化後144時間で無核精子の一部が基底膜を通過し始め、216時間後に有核精子束が通過し始める。240時間後には有核精子束は基底膜を通過し、輸精管内でばらばらになった無核精子と混ざり合った状態になっている。基底膜は、無核精子が通過する際に粗い構造となり、この構造がもとに戻る前に有核精子束が通過する。このことから、Katsuno (1977a)は、無核精子が、有核精子束の基底膜の通過を助けているのではないかと考えている。しかし、この仮説だけではメスの体内に送り込まれた後の無核精子の活発な活動性を説明できない。

これに対して、メス体内での交尾囊から受精囊への有核精子の移動を助けるという仮説がある(入来 1941, Friedlaender & Gitay 1972, Holt & North 1970)。その根拠は、無核精子は精包中で既に活動性が高く、交尾囊から受精囊に先に移動するが、この時点でも有核精子が運動性を持たないという点である。アトヒゲコガ科の *Acrolepiopsis assectella* では、有核精子の移動に無核精子の活動と生殖管内の蠕動運動が関与しているのではないかと考えられている(Thibout 1981)。

ヤガ科の *T. ni* では、有核精子とそれをとりまく多数の活発な無核精子からなる塊が交尾囊中の精包から seminal duct へと移動するのが観察されている。その後、無核精子はすぐに不活性化して吸収されるもしくは消失する。この観察に基づいて、Holt と North (1970)は活動性の高い無核精子は有核精子を運ぶ役割があるのだろうと考察している。しかし、*T. ni* については、受精囊に移動した後もしばらく無核精子が受精囊中に存在しているという報告もある。このような場合には無核精子の役割が有核精子の受精囊への移動だけではない可能性がある(Etman & Hooper 1979 参照)。

また、無核精子は数が多く、受精囊内で吸収されることから、メスもしくは卵への栄養となるという仮説もある。例えば、Riemann と Gassner (1973)はさまざまなガの精子の電子顕微鏡写真を

観察した結果、無核精子の尾部をとりまく尾鞘の内側に比較的多くの物質が存在することに注目し、受精嚢内で吸収されて栄養となるのではないかと推察している。

無核精子の生理的機能をめぐる仮説の中で、とりわけ興味深いのが、「精包内の物質の攪拌および有核精子の分離を助ける」というものである (Katsuno 1977b, Osanai et al. 1987)。これについて、具体的な研究例を次に述べる。

研究例1：無核精子の生理的機能：カイコガの場合－有核精子の束をほどく・精包内を攪拌－(Katsuno 1977b, Osanai et al. 1987)

Katsuno (1977b)は、カイコガのオスの貯精嚢やメスの交尾嚢から採取した精液をさまざまに組み合わせることで、有核精子束がほどけるに必要なものは何かを調べた。その結果、運動性のある無核精子と一緒にした場合のみ、有核精子束がすみやかにほどけることがわかり、有核精子束の分離には無核精子の運動が必要であると結論づけている。

Osanaiら(1987)も、カイコガの精子や精子束を電子顕微鏡や位相差顕微鏡で観察することで、同様の結論を得ている。精包内で、無核精子は活発に運動をし始め、また、有核精子は成熟して個々の精子にわかれ動き始める。この時、有核精子束の横断面を観察すると、ほどけかけた精子束の間に無核精子が見られることから、無核精子が有核精子の分離を促進している可能性が示唆された。生理的食塩水中での観察も、この仮説を支持している。つまり、交尾直後の精包から取り出した精液中で無核精子は激しく運動するが、この時、精巢由来の不定形の塊が無核精子の付近から消えるのである。以上の結果から、彼らは無核精子が精包内を攪拌して、粘性の高い精包由来の物質の分解を促進するとともに、有核精子束の分離を促進しているのではないかと結論づけている。

無核精子の機能－精子競争への適応－

今回のラウンドテーブルの主旨からいうと、重要なのはむしろ、こちらの機能についての検証である。このあたりについては、Silberglied et al. (1984)を参照しながら話を進めていこうと思う。

兵隊精子説との関係でいちばん気になるのは、他のオス由来の有核精子を排除する可能性である。無核精子の方が先に活発になり、先に受精嚢へ移動するのはそのためではないかという仮説である。しかし、残念ながら現在のところ、それを裏付ける報告はない。

また、たとえそのような機能があったとしても、問題になるのは、「どのようにして他のオス由来の有核精子を区別するのか」である。これについては、Silbergliedら (1984)は、時間の経った精子を排除する可能性を挙げている。

他のオス由来の精子の排除よりもむしろ可能性がありそうのが、メスの再交尾を遅らせるという機能である。つまり、いわば無核精子が「安上がりの詰め物 (cheap filler)」となっているのではないかというのである。鱗翅類ではしばしば、メスが多回交尾を行った場合、最後に交尾したオスの精子が優先的に使われるという傾向がある。従って、メスが再交尾すると、先に交尾したオスの精子が使われなくなってしまうのである。しかし、メスは受精嚢内に精子が多量にあると交尾を遅らせことがある。無核精子は受精嚢内で活発に泳ぎ回り、受精嚢を膨らませてメスの再交尾を遅らせることで、なるべく自分の精子による受精卵を増やすという適応的な意義があるというのである。ただし、受精嚢内での無核精子の分解とメスの再交尾の関係については不明であり、この仮説もまだ実験による裏付けはない。

次に、これらの仮説と関係のある研究例をいくつか見ていく。

研究例2：さまざまなチョウの有核精子と無核精子の比較研究(Gage 1994)

Gage (1994)は、5科74種のチョウで、系統の影響を考慮しながら、前翅長(体サイズ)、精巢サインズ、メスの精包数(交尾頻度)、有核精子の長さ、無核精子の長さを測定して比較した。

その結果、メスの交尾頻度と精巢サインズ(体サインズとの残差)が有意に相關していた。これは、精子競争の強さが精子形成への投資と相關することを意味している。

また、メスの交尾頻度と有核精子の長さ(体サインズとの残差)に有意な相関があったことから、

精子競争は、有核精子がより速く、より力強く泳ぎ、より受精しやすくなるような選択圧として働いた可能性が示唆される。一方、精子競争の強さと無核精子の長さとの間に相関はなく、無核精子がライバル精子と直接相互作用する可能性はないかもしれない Gage は述べている。さらに、有核精子の長さと無核精子の長さに相関があったことから、精液を攪拌したり有核精子束をほどいたりする機能(Katsuno 1977b, Osanai et al. 1987) や、有核精子の運搬などの機能を持っている可能性も示唆している。

研究例 3：ノシメマダラメイガ *Plodia interpunctella* の幼虫時代の栄養状態と精子数・精子サイズ(Gage & Cook 1994)

Gage と Cook は、幼虫時代の栄養状態によって、オスがメスに受け渡す精包中の有核精子と無核精子の長さと数がどう変化するか、また、オスの交尾回数によってそれらがどのような影響を受けるかを検討した。

その結果、有核精子と無核精子の長さは栄養状態によって変わらないが、精包中に含まれる有核精子と無核精子の数は、栄養状態が悪いと少なくなることがわかった。また、精包中の有核精子と無核精子の数はオスの交尾回数が増えるに従って減少した。更に、精包中の有核精子と無核精子の割合は栄養状態によって変わらないが、オスの交尾回数によって変化した。

つまり、ノシメマダラメイガでは、栄養状態が悪い場合には、精子の最適なサイズはそのまままで量をきりつめているのである。しかし、栄養状態が悪くても無核精子の割合や長さを減らさないのは、無核精子が重要な機能をもっているからではないかと彼らは結論している。

研究例 4：ノシメマダラメイガの精子競争の強さと有核精子・無核精子の数(Cook & Gage 1995)

次に彼らは、ライバルオスの存在、メスの交尾経験、未交尾メスの日齢によって、オスがメスに渡す精包内の有核精子および無核精子の数がどう変化するかを検討した。

まず、交尾時のライバルオスの存在は有核精子・無核精子の数に影響しなかった。彼らは、こ

のでは乗っ取りもなく、交尾後はしばらくメスが再交尾しないので、ライバルオスの存在は精子競争においてあまり問題にならないのだろうと考察している。

また、メスの交尾経験については、メスが過去により多くの精子を受け取っていた場合には、オスが与える有核精子数は増えるが無核精子数は変わらなかった。従って、精子競争が高い場合には、有核精子の量を増やすことで対応しているらしい。ただし、オスがメスの交尾経験をどのようにして知るかは不明である。

また、若い未交尾メスに対してより多くの有核精子・無核精子を送り込むこともわかった。これは、メスの将来期待される産卵数や今後の精子競争の可能性との関係によって精子量を変えていることを意味している。ここで興味深いのは、若いメスに対して有核精子のみならず無核精子も多量に送り込んでいることである。このことから、無核精子がメスに対する栄養または交尾を遅らせるための詰め物としての機能を果たしているのではないかと考えられる。Gage と Cook は無核精子の活発な動きから、無核精子は「安上がりの詰め物(cheap filler)」であり、いわば無核精子は、有核精子の "mimic" かもしれないと結論している。

研究例 5：アワヨトウ *Pseudaletia separata* の精子数と幼虫時代の密度・精包サイズの関係について(He & Miyata 1997)

ここで、当日のラウンドテーブルでは紹介しなかったが、参加者から質問のあった He & Miyata (1997) の研究内容について触れておく。

彼らの研究対象であるアワヨトウについては、これまでの研究で、高密度で幼虫を飼育すると大きな精包を作ること(He & Tsubaki 1992)、大きな精包を受け取ったメスは小さな精包を受け取ったメスよりも再交尾しにくいこと(He & Tsubaki 1991)、オス間の精子競争は高密度で高くなること(He & Miyata 1997 参照)などがわかっている。

このアワヨトウを用いて、He と Miyata は幼虫時の密度条件とメスに渡される有核精子および無核精子の数との関係について調べた。その結果、有核精子数は密度条件によって変化しないが、無

核精子数は高密度で有意に多くなることがわかった。メスやオスの体重は有核精子数や無核精子数に影響を与えないことから、密度条件が無核精子数に影響していると考えられる。幼虫時代の密度が高ければ、成虫の密度も高くなり、メスをめぐる精子競争も高くなることから、アワヨトウのオスは有核精子よりも低コストで作れる無核精子の数を増やすことで、予想される精子競争に対処していると考えられる。更に、アワヨトウでは、無核精子はメスの体内で交尾後3日間、特に最初の24時間で急速に減少する。これはちょうどメスが最初の交尾後に再交尾しやすい時間に相当することから、メスの再交尾に無核精子の数が影響する可能性が示唆される。

無核精子は兵隊か？

結局、鱗翅類の無核精子は、いわゆる「兵隊精子」としての役割を持っているのだろうか。少なくとも現時点ではそれを裏付ける証拠はない。むしろ、予想される精子競争の強さと無核精子との関係についての研究のいくつかは、無核精子がメスの再交尾を遅らせるための「安上がりの詰め物(cheap filler)」である可能性を支持しているように思われる。

しかし、一方で生理的機能を持つ可能性も否定できず、無核精子が複数の機能を持つことも考えられる。いずれにしても、精子競争の観点からの無核精子の研究はまだまだ少ない。従って、今後何らかの形で「兵隊精子」的な機能についての裏付けとなる報告が出てくるかもしれない、個人的には期待している。

引用文献

Cook, P. A. & Gage, M. J. G. (1995) Effects of risks of sperm competition on the numbers of euphyrene and apyrene sperm ejaculated by the moth *Plodia interpunctella* (Lepidoptera: Pyralidae). *Behav. Ecol. Sociobiol.* 36: 261–268

Etman, A. A. M. & Hooper, G. H. S. (1979) Developmental and reproductive biology of *Spodoptera litura* (F.) (Lepidoptera: Noctuidae). *J. Aust. ent. Soc.* 18: 363–372

- Friedlaender, M. & Gitay, H. (1972) The fate of the normal-anucleated spermatozoa in inseminated females of silkworm *Bombyx mori*. *J. Morph.* 138: 121–130
- Gage, M. J. G. (1994) Associations between body size, mating pattern, testis size and sperm lengths across butterflies. *Proc. R. Soc. Lond. B* 258: 247–254
- Gage, M. J. G. & Cook, P. A. (1994) Sperm size of numbers? Effects of nutritional stress upon euphyrene and apyrene sperm production strategies in the moth *Plodia interpunctella* (Lepidoptera: Pyralidae). *Funct. Ecol.* 8: 594–599
- Goldschmidt, R. (1916) The function of the apyrene spermatozoa. *Science* 44: 544–546
- He, Y. & Miyata, T. (1997) Variations in sperm number in relation to larval crowding and spermatophore size in the armyworm, *Pseudaletia separata*. *Ecol. Entomol.* 22: 41–46
- He, Y. & Tsubaki, Y. (1991) Effects of spermatophore size on female remating in the armyworm, *Pseudaletia separata*, with reference to larval crowding. *J. Ethol.* 9: 47–50
- He, Y. & Tsubaki, Y. (1992) Variation in spermatophore size in the armyworm, *Pseudaletia separata* (Lepidoptera: Noctuidae) in relation to rearing density. *Appl. Entomol. Zool.* 27: 39–45
- Holt, G. G. & North, D. T. (1970) Effects of gamma irradiation of the mechanisms of sperm transfer in *Trichoplusia ni*. *J. Insect Physiol.* 16: 2211–2222
- 入来重盛(1941) 蚕の二型精子とその作用に就いて. *動物學雑誌* 53: 123–124
- Katsuno, S. (1977a) Studies on euphyrene and apyrene spermatozoa in the silkworm, *Bombyx mori* L. (Lepidoptera: Bombycidae). I. The intratesticular behaviour of the spermatozoa at various stages from the 5th-instar to the adult. *App. Entomol. Zool.* 12: 142–153

- Katsuno, S. (1977b) Studies on eupyrene and apyrene spermatozoa in the silkworm, *Bombyx mori* L. (Lepidoptera: Bombycidae). V. The factor related to the separation of eupyrene sperm bundles. *App. Entomol. Zool.* 12: 370-371
- Leviatan, R. & Friedlaender, M. (1979) The eupyrene-apyrene dichotomous spermatogenesis of Lepidoptera. I. The relationship with postembryonic development and the role of the decline in juvenile hormone titer toward pupation. *Dev. Biol.* 68: 515-524
- Osanai, M., Kasuga, H. & Aigaki, T. (1987) Physiological role of apyrene spermatozoa of *Bombyx mori*. *Experientia* 43: 593-596
- Riemann, J. G. & Gassner III, B. J. (1973) Ultrastructure of lepidopteran sperm within spermathecae. *Ann. Entomol. Soc. Am.* 66: 154-159
- Silberglied, R. E., Shepherd, J. G. & Dickinson, J. L. (1984) Eunuchs: the role of apyrene sperm in Lepidoptera? *Am. Nat.* 123: 255-265
- Thibout, E. (1981) Evolution and role of apyrene sperm cells of lepidopterans: Their activation and denaturation in the leek moth, *Acrolepiopsis assectella* (Hypomeutoidea). In: *Advances in Invertebrate Reproduction* (W. H. Clark, Jr., & T. S. Adams, eds.) pp231-242

精子の兵隊階層の進化条件

藏 琢也（京都大・理）

精子の多型は20世紀の初期から多数発見されていたが、精子の研究は発生、微細構造、系統関係などが中心であり、適応的意味については僅かな関心しかもたれていなかった。そのような中で最初に精子の多型が、受精を巡る直接的で敵対的な競争に関係しているという仮説を述べたのは、Silberglied et al. (1984) である。彼は鱗翅類に一般的にある無核精子の機能を考察し、前に交尾

したオスの精子を無力化するという仮説を提出している。残念ながら、Silbergliedはこの論文が出版される前に事故死したので、彼らによる研究の発展はなかった。次に、一部の精子が競争相手の精子の受精を妨害すると考えたのは Baker & Bellis (1988, 1989) である。彼らは哺乳類、特にラットやヒトにおいて、その機能をもつ「カミカゼ精子」が存在すると考えた。そして、それらの精子について、さまざまな仮説や想像を巡らせており (Baker & Bellis, 1995)。われわれは、このような競争相手のオスの精子を無力化する目的を持った精子を、以後、兵隊階層あるいは兵隊精子と呼ぶことにする。しかしながら Baker & Bellis (1995) のカミカゼ精子については、Harcourt (1989) による激しい反論があり、数年前まではまともに取り上げられなかつたのである。実際、精子の兵隊階層の存在には、有力な証拠がないことだけでなく、論理的に以下のような疑問点が考えられる。

(問題1) 兵隊精子を造るより、受精用の精子を作ったほうが得ではないのか？

(問題2) 単細胞で簡単な構造の精子から、兵隊階層はそう簡単に進化できるのか？

(問題3) 精子どうしは兄弟に過ぎないから、兵隊になるのをいやがらないか？

このような疑問点に対し、われわれは精子間競争において、どのような条件にあれば兵隊階層が進化することができるかを数理モデルを使い分析した (Kura & Nakashima, in press)。その結果は以下の通りであった。

(問題1) 兵隊精子を造るより、受精用の精子を作ったほうが得ではないのか？

(答え) 兵隊精子は、たとえ一つの兵隊が一つ以下の敵精子しか阻止できなくとも進化できる。特に自分の精子が他のオスの精子より量的に圧倒している場合の方が兵隊精子は進化しやすい。さらなる発見として、われわれの単純なモデルでは受精用精子に対する兵隊精子の割合は、兵隊が一度進化するとどんどん上がり、止まらなかった。現実的にはモデル外要因によってこの比率は止まると思われる。しかし、これは兵隊精子の率がかなり高いことを意味している。この予測は、99%以

上が兵隊かもしれないという Bellis et al.,(1990)の主張や、もし Silberglied et al. (1984)の考える通り、鱗翅類の無核精子が兵隊なら、無核精子の割合の方が有核精子より多いという主張と整合している。

(問題2) 単細胞で簡単な構造の精子から、兵隊階層はそう簡単に進化できるのか？

(答え) 兵隊精子は、兵隊の機能と受精の機能を合わせ持つ反面、その分非効率な半兵隊から進化し分化できる。また、兵隊精子は非効率なくつき型から進化できる。このような場合、兵隊は相手のオスの精子にくつ付いて重しになるだけの必要しかないので、粗製乱造されると考えられる。このような理由から、精子多型が見られる種においては、小さいほうが兵隊であり、大きい方が受精用の階層だろうとわれわれは予測した。これもヒトの精子においては、数少ない大型の精子が受精用であり、他は「カミカゼ精子」であるという Baker & Bellis (1995)の主張と合っている。

(問題3) 精子どうしは兄弟に過ぎないから、兵隊になるのをいやがらないか？

(答え) 兵隊になるかならないかをオス親の倍数体が決めているときのほうが進化しやすいが、精子自体の半数体が決めている場合でも進化できないわけではない。多くの動物の精子において核型が正常ではない「精子」が存在するが、これには兄弟の精子に奉仕するしかない去勢された精子だという Silberglied et al.,(1984)の意見がある。われわれのモデルで示されたオスと精子の葛藤の存在は、この考え方を補強している。

精子多型の記載は戦後あまり流行らず、少しづしかえていなかったが、最近はまた増えだしてきている。そこで、精子多型の記載されている分類群の概観と、兵隊精子の候補を取り上げてみたい（具体的な文献については Kura & Nakashima (in press)を見ていただきたい）。

◆ムカデ・ゲジゲジ (Chilopod)

ミクロ精子とマクロ精子があり、マクロは非常に大きい。

◆カメムシ科(Pentatomidae)

精巢が分化しており特別な精子をつくる。

◆鱗翅類(Lepidoptera)

有核精子と無核精子があり、無核精子は小さく、数が多い。

無核精子は別のオスの精子を無効化するのではないか(Silberglied et al.,1984; Cook & Wedell, 1999)。

◆ショウジョウバエ(*Drosophila*)

long 精子と short 精子があり、short 精子は受精に参加しないらしい。

short 精子と long 精子はくっ付く（高森, 1999 年動物学会発表）

◆半数倍数体の例

アシブトコバチ科のハチの精子には五型もある。(Lee & Wilkes, 1965)

◆軟体動物

軟体動物の精子は極めて多様性に富んでおり、あらゆるパターンがある。多くの貝類には通常型有核精子の他に巨大異型精子を持っている。この巨大異形精子は周りに小さな有核精子をくっつけていて、輸送や栄養の補給に関係しているという推測が一般的である。しかし、イトカケガイの数種には、有核精子に二型があるだけでなく、巨大異型精子にも二型がある (Nishiwaki & Tochimoto, 1969)。その二つの異型精子でくっついている精子のタイプも異なっている。さらにこの二組の巨大異型精子と有核精子の組は、有核精子の付く位置や有核精子の行動、全体での割合など、さまざまな違いがある。私は小さい有核精子が兵隊であり、巨大異型精子はそれを運ぶ空母のような役割を果たしている可能性を指摘したい。

◆魚類の例と動けない精子

魚類の精子はかなり多様であるが、今回の早川の報告にもあるようにカジカの一種の精子には多型があり、数が多い動けない円盤状の精子は競争相手のオスの精子が卵子に行くのを阻止するブロッカー (Baker & Bellis, 1995) の機能もあると考えられている。そして、この円盤状精子とは別に通常型の受精用精子がある。

実は動物界のさまざまな分類群で鞭毛のない精子が記載されているが、いったいどうやって移動し受精するのか不思議であった。これに対して、この早川の報告は大きな示唆を与える。それは、

動けない精子はブロッカーであり、別に受精用の精子がある可能性である。われわれのモデルでは兵隊精子の割合は受精用の精子よりずっと多くなるので、通常型の精子は見落とされている可能性がある。

◆他の動植物種での多型

信頼性はともかく、セイヨウシミ、アメリカゴキブリ、ナナフシ、サイチョウ、クワガタ、花粉などの動植物種でも多型は報告されている。

精子の形態は種によって極めて多様であり、さらに同一個体内でも上述のような多型が観察されている。なぜ、このような多様性があるのかについては色々な議論がある。極端な意見では中立進化 (Cummins, 1980) であるというものから、メスの異なった生殖孔での環境に適応している (Sivinski 1984; Dajoz et al. 1991; Joly & Lachaise 1994), 何らかのヘルパー、とくに精子間の競争に関係しているなど様々である。われわれが論じた兵隊精子説は、最後の意見の一種である。このように精子の形態の機能は未だあまり分かっていないのが現状である。しかしながら、精子が卵に受精できるかどうかは、適応度に直接関連する大問題である。進化生物学や行動生態学・社会生物学からの研究が待たれているとわれわれは考えている。

引用文献

- Baker, R.R. & M.A. Bellis. 1988. "Kamikaze" sperm in mammals? *Anim. Behav.* 36: 936-939.
- Baker, R.R. & M.A. Bellis. 1989. Elaboration of the Kamikaze sperm hypothesis: A reply to Harcourt. *Anim. Behav.* 37: 865-867.
- Baker, R.R. & M.A. Bellis. 1995. Human sperm competition - copulation, masturbation and infidelity. Chapman and Hall, London.
- Bellis, M.A., R.R., Baker, & M.J.G. Gage. 1990. Variation in rat ejaculates consistent with the kamikaze-sperm hypothesis. *J. Mammal.* 71: 479-480.
- Cook, P.A., & N. Wedell. 1999. Non-fertile sperm delay female remating. *Nature* 397: 486.
- Cummins, J.M. 1980. Decondensation of sperm nuclei of Australian marsupials : Effects of air drying and of calcium and magnesium. *Gamete Res.* 3: 351-367.
- Dajoz, I., I. Till-Bottraud, & P.H. Gouyon. 1991. Evolution of pollen morphology. *Science* 253: 66-68.
- Harcourt, A.H. 1989. Deformed sperm are probably not adaptive. *Anim. Behav.* 37: 863-865.
- Joly, D., & D. Lachaise. 1994. Polymorphism in the sperm heteromorphic species of the *Drosophila obscura* group. *J. Insect Physiol.* 40: 933-938.
- Kura, T. & Y. Nakashima. (in press). Conditions for the evolution of a soldier sperm class. *Evolution*.
- Lee, P.E., & A. Wilkes. 1965. Polymorphic spermatozoa in the hymenopterous wasp *Dahlbominus*. *Science* 147: 1445-1446.
- Nishiwaki, S., & T. Tochimoto. 1969. Dimorphism in typical and atypical spermatozeugmata in two epitoniid prosobranchs. *Venus* 28: 37-46.
- Silberglied, R. E., Shepherd, J. G. & Dickinson, J. L. (1984) Eunuchs: the role of apyrene sperm in Lepidoptera? *Am. Nat.* 123: 255-265
- Sivinski, J. 1984. Sperm in competition. Pp. 85-115. In: R.L. Smith, ed. *Sperm competition and the evolution of animal mating systems*. Academic Press, London.

カジカにおける精子の多型現象

早川 洋一(東京大・海洋研)

動物には、受精する精子とともに、それとは大きさや形態が異なり受精することができない精子(異型精子)を形成する種が存在する。この様な現象は精子の多型現象と呼ばれ、無脊椎動物から脊椎動物まで広くみられる。昆虫類や軟体動物などでは、無核精子 (apyrene) や貧核精子 (oligopyrene) そして多核精子 (hyperpyrene)

など様々なタイプの異型精子 (atypical sperm, parasperrm (Heally & Jamieson, 1981)) が形成されることが古くから知られている (Hodgson, 1997; Silbreglied et al., 1984)。一方、ヒトやゴリラといった靈長類やマウスやラットといった齧歯類などの哺乳類でも、複数本の鞭毛を有するものや頭部が複数個あったり肥大化した精子が数多く作られる (Fawcett, 1975; Gould, 1980; Harcourt, 1991; Feito, 1990)。これらの精子は奇形精子や異常精子 (abnormal sperm) と呼ばれることが一般的であるが (毛利, 1991 ; 館, 1990), 精子多型現象の一つであることから (館, 1990), ここでは無脊椎動物と同様に異型精子として扱う。

これまでに、異型精子の機能については、受精する精子 (以下精子) の生存に対して栄養面で貢献する働きや、精子を卵まで運搬したり移動を促進する働き、そして精子間競争に関係した働き (兵隊精子等) など、様々な機能を持つのではないかと考えられてきている (Hodgson, 1997 ; Silberglied et al., 1984; Baker & Bellis, 1988 ; 詳細は本会記の他の講演者の方々を参考されたい)。

本稿では、カジカの一種、ヨコスジカジカ *Hemilepidotus gilberti* (カジカ上科魚類)において発見された異型精子を紹介するとともに、その機能について、本ラウンドテーブルのテーマである「兵隊精子」機能に関して調査した結果を報告する。

【形成過程】ヨコスジカジカの精子は頭部 (約2 μm), 中片および尾部 (約20 μm) から成り、比較的魚類では一般的にみられる形態である。一方、精巢内には成熟とともに尾部を欠いた円盤状 (5 ~ 7 μm) を呈した細胞が数多く出現する。実は、これが異型精子であり、電子顕微鏡による観察からクロマチンが精子に比べて高密度に濃縮した核を複数個有することが分かった。本種の異型精子は減数分裂の過程で細胞質および核が不均等に分裂して多核化した結果生じ、細胞質に富むほか、細胞間橋で精子と連絡しながら形成されるという特徴がみられた。このことは、異型精子が精子と同じ精原細胞を起源とし、同一包囊内で並行して

形成されることを意味し、本種の異型精子形成過程が、精子とは別の包囊で形成される他動物の異型精子 (Hodgson, 1997のほか、小沢氏の項を参照されたい) のものとは異なることが分かった。【機能】ヨコスジカジカのメスは粘性の高い卵巣腔液とともに卵塊状を呈する卵を生み、オスは生み出されつつある卵塊に向かって放精する (Hayakawa & Munehara, 1996)。ヨコスジカジカの受精は、海水中ではなく卵をとりまく卵巣腔液中で起きる (Hayakawa & Munehara, 1998)。また、産卵中には別のオスによる盗み放精を伴うことが多い。こうした条件下で、なわばりオスが放出した異型精子は、その後に卵塊に届く盗み放精オスの精子を卵塊表面の卵巣腔液の層でトラップし、遊泳運動を阻害する。そして、盗み放精オス由来の精子が卵塊内に侵入するのを防ぎ、卵への到達を妨げる役割を持つ。つまりヨコスジカジカの異型精子には、「Kamikaze sperm (Baker & Bellis, 1988)」説などで考えられた兵隊精子的な機能が存在することが確認された (Hayakawa et al., 1997)。ヨコスジカジカの異型精子が果たすブロック機能については、オスの繁殖成功度の上昇にどの程度効果があるか、具体的に示されることが今後の課題だろう。

さて、ヨコスジカジカで示された精子と異型精子の関係は、卵との受精を巡る「配偶子間の協力」 (Sivinski, 1984; Trivers, 1985) として位置づけられるだろう。「協力」といっても、もちろんそれぞれの精子が意志を持って行うと言う意味ではない。ある雄の受精機会の確保が、精子の量や位置関係などによって促進あるいは補足される現象を、精子が卵への受精を巡って互いに協力関係にあるとみる考え方である。この配偶子間の協力は、異型精子を作り出す場合にのみ考えられることではなく、正常な精子の間でも認められる。例えば、ヘビトンボの一種では、精子が束状になることで遊泳速度を上昇させ、精包から受精囊への移動を短い時間で確実に行えるようにしているし (Hayashi, 1998), オポッサムの場合は2つの精子がペアになって遊泳することでメス体腔内を遊泳しやすくしている (Moore & Taggart, 1995)。このように精子は卵に到達し、受精の機会を得る

までの過程で様々な形態をとりながら互いに「協力関係」にあると位置づけられる（ヒトなど、過酷なメス体内の条件を生き抜いて卵周辺にたどり着くことが出来る僅かな精子と、そのために犠牲になる数億の精子との関係も広義の配偶子間の協力関係といえる。但し、メスの側からみるとより良い配偶子のセレクトとされる）。また、最近ショウジョウバエから精子運動によって遂行される精子置換現象（既に交尾によってメスの胎内にある精子が排除され、続いて交尾したオスの精子に取って代わられること）が報告され（Price et al., 1999），正常な精子による兵隊精子に類似した現象もみられることがわかった。しかし、これらの協力関係が受精能を持つ精子どうしで行われ、どの精子にも受精の機会があるのに対し、異型精子は受精能が犠牲となり、その存在によって数量的に減少すると思われるオスの受精確率（繁殖成功度）の維持・上昇に役立つ点が大きく異なる。しかも、異型精子による精子間競争下における機能（兵隊機能など）は、同じ個体の精子に直接働きかけるのではなく、他個体および他個体の精子の存在によってその機能が発揮される点できわめて特徴化しているといえるだろう。

本動物行動学会が終了したのち、Snook (1998) と Cook & Weddel (1999) によって、昆虫の異型精子に関し、メスの体腔内に残留することでメスの膨満感を誘って交尾意欲を失わせ、あとにつづくオスの交尾機会をなくすという精子間競争に関する報告が相次いだ。今後いろいろな動物から異型精子が発見され、様々な機能が示されそうで楽しみである。

引用文献

- Baker, R. R. & M. A. Bellis (1988). 'Kamikaze' sperm in mammals? *Animal Behav.*, 36, 936-939
- Cook, P. A. & N. Wedell (1999) Non-fertile sperm delay female remating. *Nature*, 397, 486
- Fawcett, D. W. (1975). The mammalian Spermatozoon. *Dev. Biol.*, 44, 394-436
- Feito, R. J. (1990). Ultrastructural study of abnormal spermiogenesis in four hystricognate rodents. *J. Reprod. Fert.*, 88, 411-418.

- Gould, K. G. (1980) Scanning electron microscopy of the primate sperm. *Int. Rev. Cytol.*, 63, 323-355
- Harcourt, A. T. (1991) Sperm competition and the evolution of nonfertilizing sperm in mammals. *Evolution*, 45, 314-358.
- Hayakawa, Y. & H. Munehara (1996) Non-copulatory spawning and female participation during early egg care in a marine sculpin *Hemilepidotus gilberti*. *Ichthyol. Res.* 43, 73-78.
- Hayakawa, Y. & H. Munehara (1998) Fertilization environment of the non-copulating marine sculpin, *Hemilepidotus gilberti*. *Environ. Biol. Fishes.* 52, 181-186.
- Hayakawa, Y., R. Akiyama, A. Komaru & H. Munehara (1997). The functions of aberrant germ cells of non-copulating sculpin *Hemilepidotus gilberti* (Teleostei) referred to sperm competition. *Advanced in Ethology*, 32, 228
- Hayashi, F. (1998). Sperm co-operation in the Fishfly, *Parachaulliodes japonicus*. *Functional Ecology*, 12, 347-350
- Heally, J. M. & B. G. M. Jamieson (1981) An ultrastructural examination of developing and mature paraspermatozoa in *Pyrazus ebeninus* (Mollusca, Gastropoda, Potamididae). *Zoomorphology*, 98, 101-119.
- Hodgson, A. M. (1997). Paraspermatogenesis in gastropod molluscs. *Invert. Reprod. and Develop.*, 31, 31-38.
- Moore, H. D. M. & D. A. Taggart (1995). Sperm pairing in the opossum increase the efficiency of sperm movement in a viscous environment. *Biology Reprod.*, 52, 947-953
- 毛利 秀雄, 1991. 精子の生物学. 東京大学出版会, 東京
- Price, C. S., K. A. Dyer & J. A. Coyne. 1999. Sperm competition between *Drosophila* males involves both displacement and incapacitation. *Nature*, 400, 449-452.

- Silberglied, R. E., J. G. Shepherd & J. L. Dicinson, (1984) Eunuchs: the role of apyrene sperm in Lepidoptera ? Am. Nat., 123, 255-265.
- Sivinski, J. (1984) Sperm in competition. In: Sperm competition and the evolution of animal mating system (ed. R.L. Smith), pp. 86-115.
- Snook, R. R. (1998). The risk of sperm competition and the evolution of sperm heteromorphism. Anim. Behav., 56, 1497-1507.
- 館 邦, 1990. 生殖生物学入門, 東京大学出版会, 東京
- Traverse, R. L. (1985) Social Evolution. Menlo Park, California .

- 学会参加報告 -

第7回国際行動生態学会 (ISBE) 1998に参加して

国際行動生態学会の第7回大会は、昨年7月27日から8月1日まで、アメリカのカリフォルニア州にあるアシロマ会議センターで開催された。演題数では474、参加者数では600名近かったと聞いています。日本からの参加者数は少なく、10名ほどだったと思う。主催は、もちろんカリフォルニア大学だが、スライド係りなどの人たちはアメリカの各地の大学生、大学院生がボランティアで参加していたらしい。

アシロマは、カリフォルニアの海岸べりにあり、宿泊施設も備えたすばらしい会議施設だ。カリフォルニアのしかも7月末から8月にかけてといいういかにも暑そうなイメージからは到底想像もつかないような涼しい、朝は寒いほどの気温の場所だった。学会事務局から「寒い」、「霜が降りることもある」という事前の連絡を受けていたにもかかわらず、これほどまで涼しいとは予測しなかった、というのが参加者の一様な反応だった。けれども、会議場は敷地全体が林となっていて、その中に宿泊施設や会議場が点在し、施設内ではシカやアライグマの親子を見ることができ、施設裏の海辺まで行けば野生のラッコが見られるというまさにこの世の別天地で、「危険なアメリカ」のイメージばかりが強い私には、イメージを一部修正するには充分なものだった。

今回の学会では、私はポスター発表をおこなった。一昨年にウイーンで行なわれた国際行動学会や同年秋にイギリスで行なわれたミニ会議に引き続いての国際学会参加だったので、顔見知りになっていた方々にも再会し、また新たな知り合い

小山 幸子（東京大・院・総合文化）もでき、帰国後に別刷りの束をドサッと送つてくださった方があった。

国際学会に参加することの面白さは、このような海外の知り合いの方々と再会することや新しい知り合いを増やすことにひとつはあるが、最大の面白さは、やはり何と言っても今世界で何が話題となっているかを肌で感じることができることだろう。たとえば、今回の学会では、Hamilton & Zuk(1982)の仮説（いわゆるパラサイト説）に関する研究だけでひとつの発表セッションが設けられ、アメリカやイギリス、スエーデンやオランダの研究者が次々と研究発表をおこなった。これはいかにこの仮説に対する関心が高いかを示して興味深かった。けれども、興味深かったのは、この関連の発表が多かったことだけではなかった。

パラサイト仮説では、オスの免疫能の高さとテストステロン濃度との間にはネガティブな関係があり、テストステロン濃度が高ければ生殖機能活性が高く、見かけがりっぽになる一方で免疫能が低下するために寄生虫に寄生されやすくなると考える。しかしながら、今回の学会で次々と発表されたこの仮説検証のための研究結果は、そのことごとくがこの仮説を否定する結果ばかりなのだった。

ひとつのセッションの中で次々とこのようにひとつの仮説を否定する結果が発表されると、これは壯觀だ。これは何を意味しているのか、思わず心の中で唸りながら考えてしまう心地だ。仮説検証のための攻略に問題があるのか、仮説そのものに問題があるのか、何らかの修正がどこかに必要

なのだろうと思わざるを得ない。国際行動生態学会の前学会長でもあるイギリスのシェフィールド大学のBirkhead氏もそのような発表をされていた方々の一人だったが、数日後の朝食時に一緒になったチャンスに「あの仮説はこれからどうなると思うか?」と拙い英語で話しを持ちかけてみた。あまりにこれまでの仮説の立て方が仮説検証の仕方が単純過ぎたのではないか、こちらの意見も言ってみた。さらに多くの要因の介在を仮定し、環境条件の影響等を加味しなければこの仮説の検証を行なうには無理があるのではないかと言つてみたのだ。嬉しいことにBirkhead氏もこの意見に賛同し、自分は精子の研究に戻るつもりだと述べた。

べ、朝食を食べながらひとしきりdiscussionを楽しむことができた。

アメリカでの行動生態学会は、私にとっては、多くの収穫を得ることができ、アメリカのイメージを好転させることもでき、食べ過ぎてアメリカ太りしたという悔いだけは残したもの、また自分で満足の行く発表ができるような研究をしなければ、と研究意欲を新たにさせるのには充分な思い出となつた、と思う。将来、日本で開催されることがあるとしたら、是非このような思い出が多くの参加者に残るような大会になって欲しいと期待している。

第26回国際行動学会議報告 バンガロールでのこと

近藤

ロンドンからクアラルンプールに向かう途中で、飛行機はいまちょうどインドの上空にいる。国際動物行動学会に参加するために、夏にはインドのバンガロールにいたのを思い出していた。思い出というのはちょっととした感覚、例えばそのとき聞いていた音楽だとか匂いだとか風景だとか、そういうものと一緒によみがえってくるようなところがある。バンガロールでの印象的な思い出の一つは、「痛み」と一緒に思い起こされる。

倫生（京都大・生態学研究センター）

学会の合間に、町の中心近くにあるマーケットに好んでよく出かけた。よく言われることだけど、マーケットはその町の空気みたいなものをよく反映している。ここのマーケットは、バンガロールという、インドの中では「すすんだ」町（実際、バンガロールは「インドのシリコンバレー」と呼ばれたりする）の、奥に隠された内臓みたいな印象を与える。濡れた赤土の露出した道路の両脇に小さな屋台がひしめいている。牛がごみ溜めをあさり、そのよこでは食器屋の男が少年の運んできたチャイを受け取る。サリーに身を包んだ女達は店を覗き込み、言い合い、時にはどなりあう。泥の放つ湿氣、なにかわからない動物の皮脂、熟したフルーツ、リクシャの排煙、人々の喧騒が一体となって、特有の濃厚な密度をつくりだしている。歩いていると誰かが僕の腰を引っぱる。もの乞いの女の子が垢にまみれた小さい手をこちらに向

て喜捨を求めるが、ナイーン（No.）と告げる。いつものことだ。たいてい、彼（彼女）等はこちらにその意思が無いことがわかると、あきらめて他をあたる。しかし、彼女は違つた。僕の左うでをぎゅっとつねると遠くに逃げていき一度こちらを振り返って笑つた後で人ごみの中に消えてしまった。僕は取り残されたような気分になつて、そこにたつて女の子が消えてしまったほうをしばらく見ていた。左腕はすこし痛んだが、たいしたことなかった。なにか、別のしこりのような痛みが喉の下あたりにあった。

粘液質の濃厚な空気の中で、腕の「痛み」は鋭角的で、新鮮でもあったのに対して、もう一つの痛みは僕を混乱させた。そのわけを考えてみると、よくわからないし、実際のところ、僕のちょっとした感傷的な気分がそうさせただけなのかもしれない。言えることは、あの「痛み」は彼女が彼女なりの方法で僕だけに送った意志の現われで、それが僕の印象に残つたという、ただそれだけのあたりまえのことだ。そうして、結局、僕は考えることをやめて、なにごともなかつたよう翌日からまた豪華なホテルで開かれる学会に通い始める事になる。いま思い返してみても、あれがなんだのかわからずにいる。あの子はマーケットでまだ元気に生活しているかな？

国際行動学会（IEC26）インド大会参加記

XXVI International Ethological Conference,
August 2-9, 1999, Bangalore, India.

辻 和希（富山大・理）

第26回国際行動学会議が「インドの門の町」「インドのシリコンバレー」と呼ばれる近代都市バンガロールで1999年の8月に開催された。旅行ガイドブックによれば最高級ランクとのホテル・アショカをほぼ貸しきりで行われた大会は、その優雅でエキゾチックな演出により欧米の研究者を十分堪能させたようだ。私は、ちょうど9年前に同じ場所、同じホテルで開かれた社会性昆虫の国際会議に参加した経験があり、さほど新鮮さはなかったが、相変わらずインドのカレーはおいしく、民族舞踊はすばらしく、インドの人の教養の高さには頭が下がって、加えてインド人の英語はとても聞くには難しく、懐かしく思った。少し変化した点をいえば、おそらくアジア経済の発展を反映しモダンな西洋風建築が増えたことと、旧式の英國風デザインの自動車が少なくなり日本車が増えたように思えたことか。

私自身のIEC大会への参加は今度で4回目となる。あろうことか、今回はプレナリー・スピーカーとして招待されての参加だった。なぜ私が選ばれたのかは、大会の各国代表者会議に代理出席して分かった。ここ数回、次期大会のプレナリー講演者とシンポジウムオーガナイザーは各国に候補を推薦してもらうような習慣になっているらしい。日本からは長谷川眞里子さん（主催者によると Marian Dawkins の推薦）、桑村哲生現日本動物行動学会会長と私（やはり主催者によれば日高さんの推薦、残念ながら桑村さんは都合で断られたが）が招待された。20人のプレナリー発表者のうち日本人が3人というのは、現状の日本の行動学の実力を率直に表しているか、あるいは出来過ぎではないかと思う。これはまた、アジアの研究を世界に紹介したいというインドの主催者側のスタンスのおかげでもある。与えられた機会は有効に使うべきだろう。そして今後も、日本やアジアの研究者が世界に向けて情報を発信する機会をもっと広げるべく、たゆまぬ努力を続けるのを忘れてはならない。アジアでやるのは今回でたった2回目で

あることからもわかるように、やはりヨーロッパ中心のこの学会、各国（というより欧米の行動学先進国以外）の意見を聞くというのはいわゆる「建て前」であって、努力なしに今後もこの方針が続くとは限らないからだ。現に、今大会で示された次期ドイツ大会のプレナリー講演者の暫定リストは全部欧米人だった。91年の京都大会では、当時の日高会長の個人的努力もあってアジアやアフリカなどからの参加者に積極的に援助を行ったそうだが、依然として我々行動学後進国では、研究内容に相応しい知名度が得られるよう、研究そのもの以外での社会的な努力も特に必要であることは間違いない。

インドの大会自体は、場所のハンディはあったものの、参加者数からみれば400人弱で千人を超えた前ウィーン大会と比べればやはり惨敗だと感じざるを得ない。しかし、内容は行動生態学あり、脳研究あり、人間行動学ありと多岐にわたっていて、神経行動生理学を全面に出している次のドイツ大会よりも日本の行動学会大会の雰囲気に近いのではと思う。私は、自分の興味に従い、性淘汰や社会行動のセッションに張り付いていたが、発表の質は概ね高く楽しめた。なかでも、オーストラリアに移った John Endler の所にいるポスドク Robert Brook が話した「グッピーの2次性徴には高い遺伝的多様性が保たれている。遺伝率はなんと軒並み 0.9 以上！」という内容の発表が最も興味深かった。一体どんなメカニズムでこうも変異が生じているのだろう。Jae Choe 氏（ソウル大学）のレックを説明する新説「Contestable Market 説」は中身もそうだが、むかし沖縄にいたとき FEN のテレビで見ていた Letterman's show みたいで発表パフォーマンスがすごかった。「よい発表とはこうでなくちや」と教えられた。

安全面での問題などから、参加を控えた日本人の知り合いも多かったが、この点では損をしたのではないだろうか。私の知る限り大きなトラブルは無かったように思う。今後もバンガロールなら

まず安心と考えてもらつてもいいのでは。トラブルらしいトラブルといえば、Jae Choe氏(韓国), Gordon Burghart氏(米国)と長谷川寿一氏の3氏がそれぞれ話題提供をする, Podium Discussionというまあ大きめのラウンドテーブルみたいな企画が、大会のいわゆる目玉として企画されていたのだが、話題提供者のひとりのBurghart氏がビザの不備でポンペイの空港で入国を拒否され帰国する事件があった。慌てる主催者に、Choeさんや長谷川さんが「代わりの人を探してくれ」と無理な注文をつけられたり、「演出のため庭のプールの脇でやる」とかいいだされたりで傍目にも難題山積だったが、件のBurghart氏が、アメリカに一旦帰国してビザを取得してから、再度入国するという離れ業をやってのけて事がおさまった。企画が大会の後半だったことと、長過ぎるとの批判もある8日間という開催期間が幸いしたのだろう。

反省点も書こう。まずどうでもいいような個人的な問題から。私は、インド旅行には「貸し」があった。前回やはり学会でここに来た時、詳しくは書けないある事情からフェアウェル・バンケットに出席しそこなった記憶が脳裏に焼き付いていたのである。そんなわけで、今回はじめから食い意地が張っていた。そしてこれが災いした。連日3食カレーを食べていたら4日目あたりに胃が悲鳴を上げてしまったのだ。発表前夜も夕食後に吐いた。旅行ガイドに書いてある「いくらうまいからといって、毎日3食カレーを食べるのは御法度。胃はときどき休めるように」は本当だったようだ。もっと真面目な点で今回の大会の問題点をあげるとすれば、インドの学生が抗議して大会を大挙ボイコットしたくらい参加費等が高かったこと、プログラムの進行とくに時間の管理が杜撰だったこと、あまりにお祭り的・権威主義的でセレモニーが多すぎたこと、ポスター発表軽視の4つがある。これらは他山の石とすべきであろう。タイムキーピングのひどさは目を被うばかりだった。プレナリーの前後や合間に何度も臨時セレモニーを入れたり、お偉いさんの話が延び延びになったりで、昼食前の発表のいくつかが犠牲になった。ある日の午前中の最後のセッションでポスター・トーク(ポスターの中身を手短に宣伝する企画)をやった日本の大学院生が「会場には自身のポスター・

トークの時間を持つ人数人しかいなかった」と嘆いていた。かくある私の発表も同じような理由で昼飯時にかかってしまった。Jane Brockman, Sam Gosling, Mike Taborskyと順調に終わり、次は私の番ということろで、関係者への記念品贈呈という臨時セレモニーがまたまた入り、私の講演開始は12時半過ぎてしまった。このセレモニーを境に潮が引くように人々が去っていくのが見えた。私の力不足を痛感したが、この時は、「プレナリーとはいえ、フェアウェル・バンケットが終わつた翌朝、最終日のオーラスだからしょうがないのさ!」と心に言い聞かせた。講演が始まった時には会場はせいぜい半分くらいしか埋まっていなかつた。でも聞いてくれた人にはそれなりにインパクトを与えたと思う。これまでの経験に従い、台本なしのほとんど「根性」だけでやつたが、的を射た質問が来たことから判断しても、あとでGadagkarが誉めてくれたのは多少のお世辞を差し引いても嘘ではなかったと思う。そんなわけで、推薦してもらひながら我が発表は、ふがいなさと悔いが残るものだったが、しかし日本行動学会会員は安心されたい。日本からのもうひとりの招待講演者長谷川眞里子さんのプレナリー・レクチャーは私とは全く逆に、初日の開会式の直後のトップ・バッターで、満員の会場をユーモアたっぷりの話で大いに湧かせたからだ。ほんと、これは聴衆のある日本人研究者からおもわず「かっこいい」と溜息がでたくらい素晴らしかった。

大会の事務を取り仕切っていたMrs. Shakunthala Sridhara教授に最終日に挨拶にいった。疲れ切った様子でサリーを着たままソファーに横になり、大会が大赤字だったことなどいろいろ話をしていたので、何ならちょっと皮肉でもいってやろうかと思っていたが、そんな気はどこかに飛んでしまった。招待してくれたことへの感謝の気持ちを丁寧に伝えて私は去った。それにしても、この時紹介されたDr. Sridhara氏(Mrs. Sridharaの夫で「仁義なき戦い」の金子信雄にすこし雰囲気が似ていた人)も含め、会場のほとんどの人は我が講演が終わった後も最後まで私が招待講演者だとは認識しないし、ついぞ想像だにしない人ばかりで「トホホ」だった。この経験を今後の研究戦略とくにプロパガンダ術を再考する良い機会にしたいと思う。

第19回日本動物行動学会大会参加報告 『踊る行動学会+私の失敗'99【発表篇】』

清水 麻由（九州大・理）

私が行動学会に参加して毎回感じることは「若手が多くてすばらしい」ということです。この場合の『若手』とは『年齢が若い』という意味ではなく(年齢が若い人も多いのですが)、『考え方が柔軟でユニーク』という意味です。従って「いつまで若手のつもりでいるんですか?」と某I氏に最近言われてしまった粕谷英一氏(本名)も、そういう意味では充分若手であると思われます。

私はオスネコの発情声を研究しており、その機能を明らかにするためにプレイバック実験を行っています。多くの哺乳類はカエルや鳥類と違って情報伝達手段の大部分を鳴き声に依存している訳ではありません。そうすると次のような指摘をよく受けます。「オスネコが発情期に鳴くのは常識である」、「鳴き声だけを切りとつて発情行動を研究しても無意味である」、「ネコがどう考えて行動を変えているか調べなくてはならない」、などなど。これらの指摘はもちろん間違いではありませんが、『常識』・『無意味』といった動物行動学における『若手ではない』古い先入観が研究の幅を狭めていると感じてなりません。

幸運にも行動学会ではそのような不快な悲しい思いを抱かされたことはありません。研究を柔軟に受け止められる人は、柔軟な考え方ができる人であり、柔軟な質問ができる人であり、柔軟な研究ができる人であり、私もそうありたいと常に考えています。実際、発表後の質問にはそんな考え方もあったのかといつも驚かされます。今年度の行動学会は特に動物行動心理学を研究されている方の参加が多く見られ、喜ばしい限りでした。実は哺乳類のボーカルコミュニケーションの一部は心理学の分野でよく研究されているのです。結果の捉え方に非常に学ぶべきところがありました。これは私に限らず皆さんを感じたことだと思います。

私が研究に対して異常にこだわっていた考え方を改める指摘も多々ありました。例えば私は動物の行動を絶対に擬人化して解釈しないことにしていました。しかし、研究の一つの完成形が世に発表

して理解されることであるならば、擬人化することでより理解されやすいこともある、という意見を飲み屋で聞き、目からうろことはまさにこのこと、と開いた口から手羽先も落ちました(一部脚色)。今でもネコかわいさゆえの誇大解釈にならないよう定量的データからのみ解釈するように心掛けますが、『擬人化=悪』という考え方を改めました。これは小さなことかもしれません、私にとっては大きな前進なのです。

若手が増え、研究に対するアプローチも多様になってきた今、動物行動学という分野が定義しづらいボーダーレスの時期を迎えてると思います。言いかえれば動物行動学研究は今後いろいろな可能性が開けるであろう分野であると言えるでしょう。このような瞬間を研究者として体験できることに非常に喜びを感じます。来年はどのような学会になるのか今から楽しみです。

以下、今回の行動学会における私の失敗'99【発表篇】をお送りします。

恥の多い人生を送ってまいりました。

私を見たことがない方はご存知ないかもしれません、私自身は引っ越し思案で人見知りの激しい人間であるのに、子供のころから非常に社交的で派手な人間であるように思われているようです。さらを持ち前のサービス精神から知らない人と話す時にお笑いを盛りこんでしまう(受けるかどうかは別)、といういけない癖があります。楽しんで帰ってもらいたいという芸人根性は、ポスター発表開始時と終了時で発表時間を延長させ、発表内容も多少変えさせる始末です(例：methodsでフィールド面白苦労話を盛りこんでしまう)。

加えて私の研究材料のノネコ、これが曲者です。おそらく全世界人口中隠れファンも考慮に入れると1割は確実にネコ好きです。ちなみに動物好きとネコ好きはかなり違います。動物好きはネコ以外の動物もネコ同様に好きですが、ネコ好きはネコだけを愛し、特に自分が飼っているネコを盲目

的に愛しているという違いが生じます。「そんなことはない」と感じた人はネコ好きである可能性が非常に高いです。また『動物のお医者さん』より、『What's Michael?』の方が面白いと感じる人は確実にネコ好きです。話がそれてしましましたが、学会会場にいる人1割がネコ好きとすると、私の発表を見にいらっしゃる人の実に6割はネコ好きであると思われます。

するとどうでしょう。一見私の発表は押すな押すなの大脳わいである(言いすぎ)かのように見えます。しかしその内6割の人は私の研究内容に興味がある訳ではなく単なるネコ好き、2割は動物好き(特に哺乳類好き)、1割はただお笑いを聞きに来ていた、というもっぱらの噂です。だからと言って残りの1割の人しか真剣に聞いていないと嘆いている訳ではありません。きっかけは何であれ、発表を見に来て下さるのはありがたいことです。発表を通じて研究内容に興味を持って下されば良いのですから。

問題は発表後も、ネコ好き：動物好き：お笑い：内容に興味、の比率が相変わらず6:2:1:1のままであるということです(ある情報筋)。これは非

常に由々しきことです。修士の頃なら目立ち勝ちでOKな部分は多分にあります。しかし私はもうノネコを材料に5年、音声研究で4年の経験を持つ博士2年です。そろそろ、ではなくとっくに研究内容に興味を持つ人が3割4割当たり前のビックカメラのような、いいえ、発表終了後聞いた人の9割が感動して泣きながら帰って行くような(残り1割は単なるネコ好き)ビッグな研究者になっていなくてはいけないはずです。

研究者にとって問題点があるとすれば、それは解析方法であったり、結果の解釈であったり、百歩譲ってデータの取り方ではあっても、研究に関係ないところに問題点があつてはならないです。恥ずかしいことに野望に燃えてはいても現在の私は単なるネコに詳しい芸人です。動物行動学の分野が変革しようとしているのに、私自身が変わらないままではいられません。今回の行動学会では正直な話「こうしちゃおられない」と痛感し、反省した次第です。

以上長文失礼致しました。遠日中に私の失敗'99【実験篇】をお送りする予定です。

- 書評 -

『Geographic Variation in Behavior - Perspectives on Evolutionary Mechanisms』

Susan A. Foster & John A. Endler 編著
Oxford Univ. Press (1999)
石田 惣 (京都大・理)

行動形質はこれまで種単位で取り扱われてきた。しかし種間比較では行動の意味に解釈を加えることはできても、その行動が進化してきた過程はわからない。進化をリアルタイムで捉えるために、隔離期間のさらに短い集団間、例えば地域個体群間を比較することは有効かもしれない。様々な動物で見られる「行動形質の地理的変異」という観点から、行動の進化過程を包括的に探る可能性を展開したのが本書だ。編者らを含む17人の研究者の分担執筆によってイントロと13の章が書かれている。多くの分類群にまたがる動物の行動の種内(もしくは近縁種間)変異の豊富な実例をもとに、各章のテーマを集中的に議論し、段階的に方法論

を詰めていくのが本書の構成となっている。本書の編纂は1991年のAnimal Behavior Societyのシンポジウムに端を発するが、執筆段階ではデータや引用文献に最近のものが加えられており、読者が得られる情報は十分新しい。

本書の刊行を知った京大・大阪市立大の院生有志が中心となって、1999年8月に本書の輪読会を企画した。多岐に渡る分類群の行動が扱われるという本書の性格上、各章のテーマに対し、興味或いは研究分野が近い人が担当するという形をとった。各章の担当者による要約とコメントを中心に、本書の評を記すこととする。

Introduction and Aims

Susan A. Foster & John A. Endler
(要約)

行動生態学者や進化学者は、行動は適応的に進化し、それは遺伝的基盤と環境特性の相互作用からなると考える。この仮定が正しければ、行動にも地理的変異が生じるはずだ。これまでの行動研究は種間比較にとどまり、個体群間比較はほとんどなされなかった。しかし種よりも隔離期間が短い個体群間を比較することは、変異の適応性に深い理解をもたらす。

適応仮説の暗黙の前提は、予測される形質状態へ到達するだけの遺伝的変異が個体群に存在することだ。が、すべての行動形質が淘汰にすばやく対応するわけではない。系統的制約や遺伝子流動により適応に達しないこともあり得る。

現在では、行動の遺伝的変異の存在は十分証拠がある。一方で自然淘汰は表現型の可塑性も生み出す。また、遺伝子型と環境条件の相互作用によって個体の行動が規定されることもある（いわゆる reaction norm）。これらはいずれも行動の地理的変異を生み出す要因となりうる。

さらに、個体群間の比較研究は種分化過程を理解する上でも有効だ。これまで生殖隔離が完了している種を材料にしてきたが、これでは種分化過程を直接研究できない。適切な個体群間の比較で異所的種分化の初期段階が理解できるはずだが、実証研究はまだない。

行動の地理的変異の研究は始まったばかりだ。我々はこの研究方法が優れたものであると確信している。（竹内）

第1章

The Use of Behavioral Ecotypes in the Study of Evolutionary Processes.

Susan E. Riechert

本章は、'70年代初期から始まる、著者自身による造綱性のクモ(*Agelenopsis aperta*)を対象とした膨大な研究の成果のダイジェスト版というべきものである。野外個体群に見られる形質の変異に注目して、進化の過程を実証的に探求していくプロセスは、Grant夫妻等のダーウィンフィンチの研究を彷彿させるものである。時期も一緒だ。ただし、著者が取り組んだのは行動形質（餌選択や闘争行動）の進化である。著者は、クモの地域個体

群間の行動形質の変異には遺伝的な基盤があり、それぞれ生息場所の環境に適応的な性質をもつことを明らかにし、そのような行動形質を生態型として進化研究の対象とする。行動形質にはたらく自然選択についての包括的な研究例であり、本書の第1章にふさわしい。（渡部）

第2章

Different Spatial Scales of Natural Selection and Gene Flow: The Evolution of Behavioral Geographic Variation and Phenotypic Plasticity.

Daniel B. Thompson

ある形質の地理的変異は遺伝子流動の規模より自然選択が強いときのみ生じると言われる。本章では上記の2要因の関係について、異なる分布パッチサイズを持つ集団の行動比較と地域適応から考察し、さらにreaction normの進化における遺伝的変異の意義など、著者自身が行った研究例を紹介している。

内容は多岐に渡り、雑多な感は否めないが、行動における不適応をその種の歩んできた来歴から解釈しようとする試みは目新しい。また、行動進化を研究する上の量的遺伝学的手法の有効性について説いている。（谷垣）

第3章

The Evolution of Behavioral Norms of Reaction as a Problem in Ecological Genetics: Theory, Methods, and Data.

Scott P. Carroll & Patrice Showers Cornelius

行動も一つの表現型であるという観点がこの書の要であろう。地理的に異なる個体群の間で行動形質に変異が見られるとき、その変異には遺伝的基盤があるかもしれないし、環境に応じて行動が可塑的に変化したためかもしれない。本章では、半翅目の熱帶性種子食者、*Jadera haematoloma* のオスの配偶者防衛行動について、遺伝子型と環境の相互作用、すなわちreaction normがどのように地理的変異を生み出しているかを扱っている。そして、行動に可塑性があることが、生物の進化にどのような影響を与えていたかについて論じている。行動をただの表現型として理解することに抵抗がない向きには、本書の理論的核であるこの章は、読み飛ばしてはならないところである。（中田）

第4章

Geographic Variations on Methodological Themes in Comparative Ethology: A Natricine Snake Perspective.

Gordon M. Burgahardt & James M. Schwartz

本章前半では、北米産ガーターヘビ類 *Thamnophis* 属、特に *T. sirtalis* 個体群間の行動的・生理的・形態的特性の差異を示した研究例が多数紹介されている。さらに、ケース・スタディとして一例を挙げ、「行動の表現型」の地理的変異の多くは遺伝的な差異に基づいていると結論づけている。後半では、方法論やデータの解釈に関して様々な議論が展開されている。

前半は多岐にわたる研究例の羅列とも感じられたが、後半の方法論的な議論はよくまとまっている。ただ、本章で論じた方法論や概念は人間の進化史を理解する上でも有益であるとの結論は、多少言い過ぎとも感じられた。これは著者のユーモアか否か？（井上）

第5章

Geographic Variation in Behavior of a Primate Taxon: Stress Responses as a Proximate Mechanism in the Evolution of Social Behavior.
Sue Boinski

霊長類の社会行動の変異を、生理的なストレス応答からボトムアップ式に説明を試みる。外界からのストレス刺激に、動物が行動的な反応を示す生理的メカニズムを概説した後、ストレスに対する行動（特に社会行動）、生理両面での反応に見られる変異が相関を示す例を、霊長類の種間・種内比較研究から挙げる。そして、社会行動の遺伝的分化をもたらす至近及び究極要因についての仮説が、リザル個体群の地理的比較に基づいて示される。すなわち、生態的条件がもたらすストレス刺激の強さの異なる環境に適応して、生理的な応答系が分化するために、気質(temperament)と呼ばれる外界への行動的反応特性や社会行動の変異が生ずる、と結論づけている。しかし、生理的応答系と気質の関係が一対一対応的に記述されるにとどまっているため、生理レベルの説明を社会行動の進化に持ち込む必然性があまり明確でない。（五味渕）

第6章

Ecology, Phenotype, and Character Evolution in Bluegill Sunfish: A Population Comparative Approach.

Timothy J. Ehlinger

本章ではブルーギルの個体群間の比較から、行動や形態の進化について言及している。個体群毎に異なる環境に起因する選択圧によって形質（行動、形態）の面で地理的変異が生じ、それが遺伝的レベルで維持される機構を考察することで、性選択、生殖隔離、種分化についての洞察が得られることを種々のデータを使って論じている。その上で個体群比較と行動生態学的研究を組み合わせることの有効性について強く述べている。（長野）

第7章

The Causes and Consequences of Geographic Variation in Antipredator Behavior: Perspectives from Fish Populations.

Anne E. Magurran

捕食圧は強力な淘汰圧だ。捕食圧に地理的変異があるとすれば、対捕食者行動にも地域個体群間で差異が生じるに違いない。本章は淡水魚を材料として、捕食圧がもたらす行動進化をとりあげる。例の多くは著者自身が精力的に研究するグッピーだ。対捕食者行動の獲得メカニズムは、遺伝・環境・学習の相互作用で成り立つのだという例を、章の大半で総説的に扱う。中でも、'50年代に異なる水系から実験目的で移入され、その後定着してしまったグッピーが僅か30数年で行動形質を進化させた例は面白い（もっとも遺伝子搅乱が問題視される現代の視点では怪我の功名的ではあるが）。最後に捕食圧が種分化を引き起こす可能性について論じるが、性淘汰による種分化プロセスでの最初の引き金役を捕食圧が果たすことは十分あり得るとし、多様な捕食者に対抗する適応放散を遂げたトゲウオでの状況証拠も引きあいにして、この分野の発展への期待感を持たせてしまくる。淡水魚の行動研究の奥深さが伝わる章である。（石田）

第8章

Geographic Variation and the Microevolution of Avian Migratory Behavior.

Peter Berthold

本章は鳥の渡り行動の地理的変異を扱う。しかし、ここで紹介されるのは主にズグロムシクイの1種だけである。これはこの章の目的が、渡り行動のレビューではなく、地理的に隔離した個体群を丹念に研究することによって渡り行動の進化とその理由に近づくことを紹介することにあるからである。内容はまず、ズグロムシクイの個体群ごとに異なる多様な渡り行動の紹介をし、次にズグロムシクイについての渡り行動の三要素「渡り行動の誘発」「方向の選好性」「日周期活動」が、全て遺伝的に決定されていることが交配実験等で示されたことを紹介する。最後にここ30年で開拓された新しい渡りルートを用いるズグロムシクイを紹介する。このことにより、渡り行動がほとんど遺伝的に決定されながらも、急速に渡り行動が変化するほどの遺伝的変異を個体群の中に持っていることを示唆する。(秋山)

第9章

Effects of Relaxed Natural Selection on the Evolution of Behavior.

Richard G. Coss

捕食者の選択圧から解放されたときに、被食者の対捕食者行動はどのように変化するかが本章のテーマである。前半では、さまざまな動物の例が紹介されており、対捕食者行動や捕食者認識能力が、保持される場合と失われる場合があることが示される。後半では、筆者らのジリスの研究を詳しく解説し、個体群が経験してきた「歴史」によって、対捕食者行動がどのように変化するか決まる結論づけられている。行動の進化を研究する際に地歴的なデータが有効であるというのが興味深い。(西)

第10章

Variation in Advertisement Calls of Anurans across Zonal Interactions: The Evolution and Breakdown of Homogamy.

Murray J. Littlejohn

異所的種分化の過程を経てきた近縁2種が再び出会ったとき。本章では、その場合に生じる形質変化について論じている。ここで紹介している形質は、カエルの鳴き声（広告音）であり、繁殖に関わるものである。2種が異所的に分布している場合よりも同所的に分布している場合に、2種の

鳴き声の差が大きくなるという reproductive character displacement の興味深い例が詳細に説明されている。形質置換が2種とも生じる場合と1種のみで生じる場合を考えられるが、その両方の例が挙げられている。興味深いことに、鳴き声の複数の要素について調べてみると要素によって変化の仕方が異なる場合があるらしい。このことは、一側面だけから種間関係を眺めることの不充分さを物語っている。概に地理的変異と言っても、局所的には共存他種の影響を無視してはいけないということを再認識させてくれる章である。ただし、各々の例について詳細な数値データが挙げられてはいるものの図が一切掲載されておらず、非常にイメージしにくいものとなっている。読む際には、紹介されている原著論文の図を参照されることをお薦めする。(本田)

第11章

Geographic Variation in Animal Communication Systems.

W. Wilczynski & M. J. Ryan

Wilczynski は神経生理学、Ryan は行動生態学から音声コミュニケーションの進化を扱い、Tungara Frog を用いた感覚便乗モデル sensory drive model の共同提出者 (Ryan et al. 1990) でもある。彼らの仕事の「ミソ」は、自然選択と性選択のせめぎあい。本章は脊椎動物のコミュニケーションシステムの地理的変異について、1) 種間変異と種内変異、2) 環境要因による変異、3) 社会要因による変異、などの基本整理の後、そのせめぎ合いが地理的変異を生んだ実例として、自分たちの Cricket Frogs の仕事を紹介する。最後は他の例（グッピーの体色やミヤマシドの巻きり学習の可塑性）も挙げ、この分野に大きな未開拓領域があることを匂わして終わる。脊椎動物ならではの「変異」の実相に触れたい人は Lott (1991) を、古い引用文献や「せめぎあい」の整理の曖昧さに腹が立つ人は Ryan et al. (1997) を、Ryan の近況を知りたい人は Ryan et al. (1999) を、併読しましょう。(立澤)

第12章

Geographic Variation in Sexual Behavior: Sex, Signals, and Speciation.

Paul A. Verrell

本章では性行動における同種内個体群間の変異を扱っている。性行動に変異があれば個体群間の遺伝的交流がなくなる可能性があり、そうすると種分化が起こると考えられる。この章では種分化まで視野に入れながら性行動の地理的変異をもたらす選択圧や進化過程を説明している。内容としては、現代の典型的な進化的視点から性行動の変異を網羅的に解説しており、目新しいことはない。ショウジョウバエやグッピーの有名な研究が例としてあげられている。著者のVerrellはサンショウウオの性行動を研究しているが、著者の研究はほんの少し紹介されているのみである。種分化についての進化的認識を確認するのに役立つ章である。

(佐藤)

第13章

Thoughts on Geographic Variation in Behavior.

Susan A. Foster & John A. Endler.

ラストは、本書の編者らによるまとめの章。他の章の各論が多少ばらばらに思えたとしても、この章での意味付けによりざくっと焦点が合う。ここでは「行動の地理的変異」を扱うまでの問題点、応用の範囲、各章全体を通しての補足が、次の5つの視点から述べられる。(1) 方法論上の問題点(行動の測定と測定間違い／地理的変異の進化的解釈) (2) 地理的変異の解釈(適応的な変異／非適応的な変異／可塑性か、地理的変異か、可塑性の地理的変異か？) (3) 種分化 (4) 行動の進化速度 (5) 学習と発達プログラム。(1)(2)に気をつければ、(3)～(5)のサブジェクトで画期的な成果があがるはず、というのが結論。FosterとEndlerは細かいことをいちいち指摘する堅い研究者(だけ)じゃなく、「行動の地理的変異」をツールに創造的な視点をガンガン提示する開拓者だったのだ。

(水島)

本書のきっかけとなった1991年のシンポジウムが開かれた際、「各々の分野の研究者は、互いの研究成果をそれまでほとんど知らなかった」という(本書Preface)。それだけ、行動は種内で変化しないものという前提が根強くあり、個体群間の変異を扱う試みは当時まだ少数派であったのだろう。そこにこそ実は行動進化や種分化のシナリオ

が隠されているのだという主張は、従来の行動生態学の枠組みの中では斬新な視点といえる。

本書の主目的はその方法論を提示することにある。では実際にこの論理で研究を進めるとなると、最も重要な手順は何だろうか？それは主に1～4章で概説される、遺伝的基盤と表現型との対応を各環境に棲む個体群の行動形質において把握することに尽きるだろう。量的遺伝学の手法を行動研究に適用しようという主張は、本書の論理展開の基盤をなすものだ。

しかし、行動形質の地理的変異を本書のように扱う仕事は、実際に遂行すると非常に労苦を伴う作業になるだろう。13章で示される手順を踏みつつ、異所的データを同時的に取ることはかなり緻密な計画を要求される。つまり行動の進化過程を解明するためにとる手段としては、直接的ではあるものの万能ではないように思われる。だからといってそれが不適切な方法かというともちろんそうではない。ただ、文中で挙げられた個々の事例を統一的に扱えるまでに本書の議論は十分煮詰まっていないという指摘はできる。そもそも行動の進化という分野を開拓しようという目的を設定するのであれば、地理的変異の現象をもっと柔軟に解釈するやり方もありだと思われる(例えば本書の大前提である「表現型としての行動」という立場を捨ててみるアプローチも面白そうだ)。従って、本書は行動進化研究の方法論を展開するという形はとりつつも、総合的な「指南書」にはなり得ていない(本書のタイトルからそこまでを期待する人はいないかもしれないけれど・・・でもFosterとEndlerがそれを意識していないと言えばウソだろと個人的には思う)。

むしろ本書が評価されるべき点は、行動学と進化学に新しい接点を求め、具体的に提示した点にあるだろう。行動学が気にかけはじめた進化学、進化学が食指を伸ばしはじめた行動学という相互関係を融合させる一つの形式を、膨大なデータで裏打している。そういう意味において本書は、なんらかの形で動物の行動を扱う人に非常に有意義な視点を提供してくれる。行動の進化学という分野が発展していく現在の過程で本書が大きな影響をもたらすのは間違いないだろう。

引用文献

- Lott, D. F. 1991. Intraspecific Variation in the Social Systems of Wild Vertebrates. Cambridge U. P., 238pp.
- Ryan, M. J. et al. 1990. Sexual Selection for Sensory Exploitation in the Frog *Physalaemus pustulosus*. Nature 343: 66-67.
- Ryan, M. J. et al. 1997. Sexual Selection and Mate Choice. In: Behavioural Ecology (Krebs & Davies eds. 1997).

- Ryan, M. J. et al. 1999. Electrifying diversity. Nature 400: 211-213.

各章の輪読担当者

秋山知伸, 井上栄壮, 五味渕編, 佐藤綾, 立澤史郎, 谷垣岳人, 中田兼介, 長野敦, 西浩孝, 本田恵理, 渡部健(京大・理・動物生態), 竹内剛, 水島希(京大・理・動物行動)

『サルのことば』

小田 亮著

京都大学学術出版会 (1999)

藪田 慎司 (京都大・理)

現実の会話を記録して分析して見ればわかることだが、記号的意味を読み取るだけでは日常的なコミュニケーションはほとんどなりたたない。受け手はさまざまな「推論」を通じて送り手の「意図」(この人はいったい何を言おうとしているの?)を読み取ろうとし、それによって日常的なコミュニケーションはやっとこさ流れていく。日常的な言語コミュニケーションが記号と推論によって成立していることは誰もが認めるところだと思うが、関連性理論は、さらに過激にこの両者のどちらが本質かと問う。例えば、推論は記号による伝達を助けている補助手段なのだろうか。関連性理論によれば、そうではない、ということになる。推論なしには記号は機能せず、したがって記号機能自体が推論の産物なのだということになる。言語コミュニケーションの本質は、記号ではなく推論なのだ。

乱暴な言い方になるが、この「推論」は、一種の「心の理論」ということになる。「心の理論」とは、他人の内部に直接知覚できない「心」(意図、信念、欲求)を仮定し、それによって他人の行動を解釈し予測するような我々の精神的能力のことである。この観点によれば、コミュニケーション(音声に限らない)は「心の理論」を持つ複数個体の心の読み合い、読ませ合いとみなされる。この時、相手に本当に「心」(意図/信念/欲求)があるかどうかは問題ではない(それは、あってよいしなくてもよい)。相手に「心」があると仮定す

はじめに

題名を見て、それからぱらぱらとデータを眺め、91年に出版された正高信男の「ことばの誕生」を思い出す。それから座り直して最初の行から読み初め、おや、スティーブン・ピンカーの「言語を生みだす本能」にそっくりじゃないかと思う。正高はもっぱら飼育下の靈長類に向かってテープレコーダーとソナグラムを操り、著者はフィールドでそれをやった。ピンカーはタコの話で本を書き始めたが、著者はオシツオサレツの話をした。正高も著者も人間の言語と他の靈長類の音声コミュニケーションの間に進化的な連続性があると信じており、ピンカーも著者も人間の言語は自然選択の産物だと主張する。しかし、本書には正高やピンカーの著作では背景でしかなかった一つの視点が、はっきりと前面に現われる。そこにこそ注目しなくてはならない。それは、関連性理論や「心の理論」理論が共有しているようなコミュニケーション観である。

関連性理論と「心の理論」

まずは、著者の記述をふまえつつ、関連性理論と「心の理論」についてまとめておこう。これらの理論では、コミュニケーションにおける受け手の働きに注目する。

受け手は言語によって何を受け取るのだろうか。素朴に考えればそれは言語の記号的(辞書的)意味だと考えられる。だが、この見方は単純すぎる。

ることで相手の行動を素早く正確に解釈し予測できるようになるかどうかが問題なのである。

「心の理論」に関して次のようなモデル（バロン＝コーベンによる）が提案されている。人間の「心の理論」は3つの下位モジュールを持ち、それらは、次の順番で発達してくる。まず「意図検出器」と「視線検出器」が発達し、やがてこれらを結合するものとして「共同注視（注意共有）のしくみ」が生まれ、最後に「共同注視のしくみ」を前提に「心の理論」のモジュールが発達してくる。著者はこのモデルに立脚しつつ、靈長類の音声コミュニケーションを捉えようとする。そして、著者は、「共同注視のしくみ」は多くの靈長類に見られるが、「心の理論」は今のところヒトに固有らしいと述べ、「心の理論」の有無こそ、ヒト言語とヒト以外の靈長類の音声コミュニケーションとの最大の違いだと考える。

警戒音によるコミュニケーション

さて、本書前半の軸となるのは靈長類の警戒音である。著者の最初の海外旅行はマダガスカルであったそうだが、かの地で著者が調査したのは主にワオキツネザルである。その成果が第3章で述べられる。ワオキツネザルは対猛禽類用と対肉食獣用の2種類の警戒音を持っている。送り手は、自分が見たものに応じて、この2種類を使い分けており、受け手はそれに対して適切に反応する（対猛禽類用に対しては上を見上げ、対肉食獣用に対しては樹にかけ登る）。では、対猛禽類用警戒音を聞いた受け手は、その警戒音から何を読みとるのだろうか？著者は、可能な解釈を二つ提示する。一つは、受け手は警戒音を聞いて、心の中に猛禽類のイメージを思い浮かべ、さて大変だ猛禽はどこだ？とばかりに上を見上げたのだという解釈。もう一つはもっと単純な解釈、つまり、ただ単に警戒音という聴覚刺激が「上を見上げる」という行動パターンと機械的に結び付いているだけだという解釈である。著者は結局、この二つを区別できないと述べる。やはり受け手の内面はよくわからないのか。しかし、著者は興味深いアイディアを一つ提案してくれる。

実は、ワオキツネザルは異種であるベローシファカの警戒音に対しても適切に反応するのだ。

さらに、それだけでなく、対猛禽に関して言えば、同種の警戒音よりも異種の方を「信用」しているらしいのだ。ワオキツネザルはしばしば地上におりるが、ベローシファカはほとんどの時間を樹上で過ごす。だから、ベローシファカの方が猛禽類を発見しやすいと思われる。つまり、この「信用」は理にかなっている。著者はこの異種への理にかなった「信用」が、受け手の内面をさぐる鍵になるのではないかと示唆する。おもしろいと思う。だが、残念なことにこのアイディアはこれ以上掘り下げられない。だから、この鍵を使ってどのように謎を開いていけばよいのかはわからないままだ。そこで、読者の方で、もう少し考えてみよう。本をきっかけに考えを巡らすのは読書の楽しみの一つというものだ。

第3章は、たいへんおもしろい章であるが、「心の理論」的な枠組みへの従い方が不十分で、古い枠組みにまだ拘泥されているように思える。もっと徹底されればよいのではないか。例えば、仮説の立て方。問題にすべきは、「警戒音を聞いた受け手の心に猛禽のイメージが浮かんでいるか？」ではなく、むしろ「警戒音を聞いた受け手は、その警戒音の発し手が猛禽を見ただろうことを理解しているか？」ではないだろうか。つまり対立させるべき仮説は、（1）受け手の内部において、警戒音という聴覚刺激が「上を見上げる」という行動パターンと機械的に結び付いている。（2）警戒音を聞いた受け手は、その警戒音は発し手が猛禽を見た時に発するものであることを知っており、それゆえ、上空にいるであろう猛禽を探すべく上を見上げる。の二つであるように思われる。もし、このように対立させるなら、実証的な区別の可能性が出てくるだろう。というのは著者が4章で、シファカの警戒音に対するワオキツネザルの知覚が、学習によることを示してくれているからだ。学習の観点からは（1）と（2）は次のように対比できるだろう。つまり、（1）が正しいならば、ワオキツネザルの子供はシファカの警戒音を聞いて上を見上げる同種の大人を見ることで正しい反応を学習すればよい。一方、（2）が正しいなら、ワオキツネザルの子供はシファカもしくは同種の大人と一緒に猛禽を見るという「共同注視」の経験を持たなくてはならない。従って、学習過程の観察や

実験操作によって二つの可能性を区別できると思われる。また、「共同注視」という観点を出すことで、後の方の章とのつながりもよくなつただろう。

社会と言語

本書後半では「心の理論」的な考えがはっきりと前面に押し出され、その上で言語進化についての考察が展開されていく。「心の理論」がなぜ生じたのかと言えば、それは、複雑な社会的交渉という課題をうまく処理するためだと考えられる。そして、この「心の理論」が言語コミュニケーションの基盤なのだとすれば、言語もまた同じ課題（複雑な社会的交渉をうまくこなすため）を解くために進化したのではないか、そう考えることができる。

著者は霊長類の社会性と音声コミュニケーションを結び付けるために、まず、グルーミングが行われるのは、衛生上の必要性というよりも社会的接触の必要性からであることを述べ、続いて音声コミュニケーションがグルーミング行動を補うようかのように用いられていることを示す。つまり、人間以外の霊長類も、社会的接触の必要性に応じるために音声コミュニケーションを使うらしい。ところで、社会的接触の必要性は社会サイズの拡大によって増加すると考えられるが、霊長類では社会サイズの拡大によって大脳皮質が大きくなる傾向がある。こうして著者は話を「社会的知能」へとつなげ、社会サイズの拡大が「社会的知能」を強化し、そのために大脳皮質が大きくなつたのだろうと想像する。

そして最後に、著者の考える言語進化のシナリオが紹介される。まずヒトの祖先はヒト以外の現生霊長類が持つと同様の音声コミュニケーション能力を持っていたと想定される。その音声は社会的接触を保つために使われていたのかもしれないし、警戒音のようなものだったかもしれない。いずれにしろ、それは情報伝達のための能動的な音声コミュニケーションだっただろう。やがてヒ

トは二足歩行をするようになり、活動域を大きく拡大させた（二足歩行は四足歩行よりエネルギー効率が高い）。それに伴い社会交渉をしなくてはならない相手も増加した。このことは「社会的知能」を強化することとなり、ヒトに「心の理論」を芽生えさせる。この「心の理論」が以前から持っていた音声コミュニケーションの能力といっしょになることで言語が生まれたのだろう。

おわりに

本書の文章は軽快で読みやすく、たくさんの実例と複数の理論的観点が手際よくまとめられている。にもかかわらずというべきか、あるいは、そのためにはというべきか、著者自身のアイディアの掘り下げが不足しているのが残念だ。いくつかのアイディアは大変興味深いだけになおさらである。例えば、異種の警戒音への「信用」から受け手の内面へ入っていけるのではないかという視点。互惠的利他主義と言語進化の関係をもっと重視すべきだという意見。二足歩行と言語進化の関係。音声コミュニケーション研究における語用論の重要性など。個人的にはもっともっと詳しく聞きたかった。専門的に過ぎる、実証データが足りない、などの問題はいろいろあるのかもしれないが。

とにかく、一読の価値はある。特に、霊長類以外の動物でコミュニケーション（音声に限らず）を研究している人にお勧めしたい。それは「心の理論」を可能にする能力のいくつかが他の分類群にも共有されている可能性があるからであり、そのような共通性はコミュニケーションの現場においてこそ発見されるはずだからである。また、行動生態学におけるコミュニケーション研究では、記号的アプローチが未だかち過ぎているように思われる。「心の理論」のような受け手の推論能力重視の視点は、霊長類のみならず動物のコミュニケーション全般の理解にとって今後さらに重要なであろう。その意味で、「心の理論」発祥の地である霊長類学から学ぶところは大きいに違いない。

『生き物の進化ゲーム—進化生態学最前線：生物の不思議を解く』

酒井 聰樹・高田 壮則・近 雅博著
共立出版 (1999)
森 貴久 (京都大・理)

「なんなんだこの表紙は」というのが本書を手に取ったときの第一印象。「生き物に関する読み物として、一般の読者に楽しんでいただくために」書かれた(まえがきより)という本書は15章から成る。

第1章「ダーウィンの自然淘汰説」で進化の定義と自然淘汰のはたらくしくみを解説し、第2章「最適資源投資戦略」と第3章「進化的に安定な戦略(ESS)」で、どのような戦略が進化するのかを考えるときのアプローチを示し、それに則って、第4章「性比のゲーム」第5章「植物における性表現」第6章「性転換」第7章「性淘汰」第8章「性の数の進化」と性に関する形質の進化を論じる。そして、第9章「行動や生活史の多型」で代替戦術について論じたあと、第10章「利他行動の進化」第11章「親と子の対立」と血縁に関わる問題を扱う。そして、第12章「植物と昆虫の共進化」第13章「擬態」で共進化の事例を紹介し、第14章「実らない花の不思議」第15章「時間的に変動する環境への適応」で、一見無駄にみえる植物の形質について考察している。

それぞれの章で扱っている事例は、例えば第3章(ESS)ではタカーハトゲーム、第9章(代替戦術)ではギンザケやブルーギルなど、よく見る事例が多いが(教科書というものはそういうものだが)、第2章(最適資源投資)では植物の開放花と閉鎖花への資源分配や一年生草本の資源分配スケジュールを例に挙げており、また、植物における性転換(第6章)や親子の対立(第11章)の例も挙げていて、理屈は同じでも行動生態学ではあまりみない事例が多いのは楽しい。また、第5章(植物の性表現)や第14章(実らない花)の話題は、おなじ理屈を植物で展開するところなるのかという新鮮さがある。

生物学の知識がなくても理解できること、また、大学1, 2回生向けの教科書にもなることを想定し

た論理展開は、ほとんどその意図を達成していると感じられる。まず、何がどうして問題(不思議)なのかをとりあげて、そのことに対する解釈を実例をもって提示し、そこからつぎの問題に移るというのは、講義の進め方としては適當だろう。数式を交えた理論的な展開をきちんと行なうことで、進化生態学のもつ「演繹的な理論構成の面白さ」を伝えることも忘れていない。難をいえば、章によって数式による論理展開の「熱心さ」が違うようを感じられた。また、第15章での両賭け戦略の解説では、あたかも毎年交互にふたつの条件がめぐってくると誤解される表現で解説してある。

読者の想定が上のようだとすると、ちょっと気になるのが社会性昆虫の利他行動の進化(第10章)の解説で、ここは半倍数性を最初に持ち出したことで少々わかりにくい展開になっているように思われる。また、有性生殖の進化(第8章)では、それまでの章では「子どもの数」が前面におしだされていたのが、ちょっとトーンがかわって「長期的な有利性」で解説されている。そこで紹介されている「予測不能な環境への対応」や「寄生者の回避」という「次世代」における有利性は「短期的」といってもいいのではないかと思うし、そうすればこの章でも「子どもの数」を前面で扱うことであれまでの流れに沿ったかたちでの解説ができたのではないかと感じる。

面白かったのは、性淘汰(第7章)の解説で、それ以外の章とは趣が異なり「よくわからない女心」とか「お金持ち(資源持ち)の雄を雌は選ぶ」とか「重りをつけてプレーしていた!」とか(しかも絵付き)、いきなり擬人的な表現やこちらが予期せぬ譬えを使っているところである。他の章にはほとんどそういう表現がないのにこの章には頻発するということは、性淘汰というのになにかしらヒトをしてものぐるほしくさせるのだろうか。

とはいえ、本書は進化生態学のよい意味で「手

頃な」読み物的（とはいえる水準は高い）教科書といえる。教科書としては、もう少し用語の英語表記をいれるとか、引用文献を詳細に紹介したほうがよいだろうが、そういうものはさらに別の（本格的な）教科書にまかせようというのだろう。参考文献にそういう教科書が並んでいることをみるとそれがわかる。しかし、「本書を読んで行動生態学に興味をもった研究者志向ではない学生」がつぎに読むとしたら、それは何だろう。「行動生態学」（蒼樹書房）だろうか。だとするとといさか分

量と価格が飛躍しそうではなかろうか。そういう読者層の需要に応える本が出版されることが、行動生態学のいいかけんな援用による誤解の拡散への対抗になるはずで、その意味で、本書が想定している読者層だけでなく、本書の著者と同年齢（30代後半-40代半ば）の研究者が本書から刺激をうけて、自分が大学1, 2回生を対象に進化生態学・行動生態学の「楽しい読み物的教科書（ただし水準は高い）」を書くとしたらどう書くか考えてみて欲しいと感じないでもない。

- 委員会報告 -

運営委員会報告

日時：1999年11月19日（土）14:30-16:00

場所：中京大学八事キャンパス、
会議棟2階小会議室

出席者：桑村哲生（会長）、粕谷英一（副会長）、
河田雅圭、佐倉統、辻和希、中嶋康裕、
今福道夫

議事

- 編集委員会報告・・・・・・同議事録参照。
- 1998年度決算案について・・・別項参照。
- 2000年度予算案について・・・別項参照。
- 別刷り代の補助について

雑誌発行のSpringer社への移行にともない、別刷り代が上がる所以、学生会員が第一著者で私費払いの場合に限り、1件につき2万円まで学会が補助する。財源は、現在余裕のある編集費から捻出し、当面2年間の措置とする。別刷り申し込み用紙のコピーに学生会員である証明書を添えて学会事務局に申し込む。この案を総会にかける。

- ICE日本代表について
会長がなることを確認。会長が同理事会に出席できないときは、代理を指名する。
- 次期大会について・・・滋賀県立大学で行う。
(今福)

編集委員会報告

日時：1999年11月19日（土）13:30-14:30

場所：中京大学八事キャンパス、
会議棟2階小会議室
出席者：斎藤裕（委員長）、浅見崇比呂、大崎直太、長谷川寿一、藤田剛、狩野賢司、山内淳、桑村哲生（会長）、今福道夫（事務局）、平口愛子（Springer社）

議事

- Springer-Verlag社から出される雑誌の表紙デザイン、Aim & Scopeおよび、宣伝のためのパンフレットが披露された。デザインについてはおおむねOKとされた。また、そこに使った絵の作者の名前を表紙の裏（または、裏表紙裏）に記載することとなった。
- 17巻2号については、原稿を1月15日までに印刷所に入稿して、4月2日までに印刷を仕上げる。この号は学会としての最終号なので、これまでの全タイトルと校閲者へのお札を載せることも検討する（総会で承認）。
- 現在受理されている8編の論文を12月10日までに、18巻1号用の原稿としてSpringer-Verlagに入稿予定。（その後、受理論文が2つあり、計10編とした）18巻1号には是非Reviewを載せたいとのSpringer社の意向があり、粕谷さんに早急にお願いする・・・委員会後の話。
- 18巻2号用の受理原稿は現在ゼロなので、pendingの9編の論文の編集作業の効率化が不可欠。
(斎藤)

総会報告

日時：1999年11月20日（土）15:10-16:00

場所：中京大学八事キャンパス、
センタービル6階 0603教室

議長：小野 知洋

議事

○学会会長あいさつ（桑村）

○編集委員会報告（斎藤）

同議事録参照。

- 1998年度決算案の承認（今福）
別項参照。
- 2000年度予算案の承認（今福）
別項参照。
- 別刷り代の補助について（桑村）
運営委員会からの案（同議事録参照）を承認
- 次期大会について（桑村）
滋賀県立大学で行うことを確認。
- ICE日本代表について（桑村）
会長がなることを確認。

(今福)

- 会計報告 -**日本動物行動学会98年度会計決算案****収入**

	予算	決算
繰越金	4,500,000	5,049,725
会費	3,148,000	3,431,000 ¹⁾
98年度会費		2,899,000
旧過年度会費		532,000
文部省出版助成金	540,000	560,000
売上金	240,000	141,615
学会事務センター		139,615 ²⁾
BN		2,000
その他	100,000	60,458
別刷代		56,140
利子		4,318
通信費	0	29,456 ³⁾
切手代戻り		29,456
計	8,528,000	9,272,254

NL32 発送料	127,745	
NL33 発送料	111,510	
プログラム発送料	126,519	
切手代	54,525	
電話・FAX代	3,120	
荷物送料	3,160	
事務費	100,000	104,501
消耗品		60,676 ⁵⁾
コピー代		10,990
外貨取引		10,100
振替手数料		2,735
自然史学会連合		20,000
人件費	740,000	483,000
事務アルバイト		480,000
謝金		3,000
選挙関係		93,980
印刷費		35,490
発送料		43,490
謝金		15,000
予備費	100,000	0
次年度への繰越金	4,238,000	5,619,426
計	8,528,000	9,272,254

支出

	予算	決算
JE編集発行費	2,000,000	2,000,000
印刷費	500,000	422,310
NL32		111,510 ⁴⁾
NL33		110,670 ⁴⁾
封筒		63,000
プログラム印刷費		137,130
通信費	850,000	549,037
JE16-1 発送料		61,004
JE16-2 発送料		61,454

註 1) 会費納入率は、

	会員数	納入者数	納入率
国内	一般	635	85.7%
	学生	137	65.7%
国外	一般	10	80.0%
	学生	1	100.0%

総合納入率は82.1%で前年度(87.4%)より低下。

- 註 2) 学会誌発行が遅れ、売上金の入金が次年度に移行した。
- 註 3) IEC 案内国内発送費の一部戻り。
- 註 4) NL32 26 pp.
NL33 22 pp.
- 註 5) ソフト購入(バージョンアップ)代金を含む。
Adobe(Illustrator) 26,250 円
File Maker 12,600 円

日本動物行動学会 2000 年度 会計予算案

収入	
繰越金	5,000,000
会費	3,291,000 ¹⁾
文部省出版助成金	470,000
JE 売上金	240,000
計	9,001,000
支出	
JE 印刷費	2,210,000
JE 編集費	350,000 ²⁾
印刷費	550,000 ³⁾
通信費	650,000 ⁴⁾
事務費	100,000
人件費	520,000
予備費	100,000
次年度への繰越金	4,521,000
計	9,001,000

- 註 1) 会費は 2,991,000 (2000 年度会費) + 300,000 (旧過年度会費)。
なお、2000 年度会費は 1999 年 10 月 20 日現在の会員数から算定(納入率約 81%)。
- | | | | | |
|------|-----|--------|------|-----------|
| 国内一般 | 619 | 5,000x | 525= | 2,625,000 |
| 学生 | 157 | 3,000x | 104= | 312,000 |
| 国外一般 | 11 | 8,000x | 6= | 48,000 |
| 学生 | 1 | 6,000x | 1= | 6,000 |
- 註 2) 200,000 (人件費) + 150,000 (通信費)とした。
- 註 3) 選挙関係および大会関係の印刷費を含む。
- 註 4) 選挙関係および大会関係の発送費を含む。

1998 年度 Journal of Ethology 編集発行費会計報告

収入

1997 年度繰越	2,280,011
事務局より送金	2,000,000
利息	2,131
計	4,282,142

支出

英文校閲料	151,370
印刷費	
JE16-1(41pp.)	435,750
JE16-2(86pp.)	909,300
郵便料金	124,000
事務費	105
1999 年度へ繰越	2,661,617
計	4,282,142

第 17 回日本動物行動学会大会会計 (1998 年)

収入

大会参加費(前納・一般 4000 円 84 名)	336,000
(前納・学生 3500 円 76 名)	266,000
(締切後・一般 5000 円 16 名)	80,000
(締切後・学生 4500 円 8 名)	36,000
(当日・一般 5000 円 51 名)	255,000
(当日・学生 4500 円 39 名)	175,500
小計 274 名	1,148,500
懇親会費(前納・一般 5000 円 57 名)	285,000
(前納・学生 4000 円 44 名)	176,000
(締切後・一般 5500 円 8 名)	44,000
(締切後・学生 4500 円 0 名)	0
(当日・一般 5500 円 22 名)	121,000
(当日・学生 4500 円 18 名)	81,000
小計 149 名	707,000
要旨集売上(一冊 1000 円 13 名)	13,000
小計 13 名	13,000
広告・展示	84,000
計	1,952,500

支出			
懇親会費	715,664	機器借用料(ストーブレンタル代等)	87,670
要旨集印刷費(375部)	131,197	会場消耗品(お茶、紙コップ等)	53,805
茶菓子代(バイト、実行委員他)	3,810	事務用品費(紙代、文房具代)	22,898
弁当代(バイト、実行委員他)	110,797	運送・通信費(郵便、宅配便等)	8,450
謝礼(招待講演2万円他)	26,470	会議費(実行委員会3回)	42,150
アルバイト代(学生バイト(39名))	580,740	払い戻し(振込の行き違い等)	65,000
部屋借用料(国庫へ)	88,830	剰余金	15,019
		計	1,952,500
			(佐藤俊幸)

- 会 則 -

日本動物行動学会会則

[1982年12月9日採択]

[1990年11月12日改訂]

[1992年12月2日改訂]

[1994年12月3日改訂]

[1998年11月22日改訂]

総 則

第1条 本会は日本動物行動学会 (Japan Ethological Society) と称する。

第2条 本会は動物行動学の発展を図ることを目的とする。

第3条 本会は前条の目的を達成するために、次の事業を行う。

1. 研究発表機関としての英文学会誌、連絡・情報交換手段としての Newsletter その他の出版物の編集・刊行。
2. 研究発表・討論の場としての大会・研究会の開催。
3. 講演会の開催その他本会の目的に沿った諸事業。

会 員

第4条 本会の会員は一般会員、学生会員とする。

第5条 会員は会誌・Newsletter の配布を受けるとともに本会の運営と諸事業に参加することができる。

第6条 会員は定められた会費を納入しなければならない。納入しないときは第5条の権利は停止される。

運 営

第7条 本会は会長1名、運営委員10名(副会長1名を含む)で構成する運営委員会により運営される。会長は運営委員会の議長となる。会長と運営委員は会員から選出され、副会長は運営委員の互選による。事務には運営委員会により指名された事務局員若干名があたる。

第8条 会誌の編集のため、本会に編集委員会をおく。編集委員長と編集委員は、運営委員会の承認を経て会長が委嘱する。任期

は3年とし、再任を妨げない。

第9条 総会は本会の議決機関であり、会則の変更、会費の変更その他運営委員会が提案する事項などを議決する。議決は総会出席者の過半数による。

第10条 本会の経費は会費・寄付その他の収入をもってあてる。

第11条 会計は運営委員会により指名された2名の会計監査員の監査を受ける。

会計年度は毎年1月1日に始まり12月31日に終わる。

第12条 会長、副会長、運営委員、会計監査の任期は2年とする。会長の連続3選を認めない。

選 挙 規 定

[1982年12月9日採択]

[1983年12月10日改訂]

[1990年11月12日改訂]

第1条 会長および運営委員選挙は、選挙管理委員会が管理して行う。

第2条 選挙管理委員長は運営委員が委嘱し、委員長が若干名の委員を指名する。

第3条 選挙を行う年度までの会費を、その年の6月30日までに納入した会員が、選挙権、被選挙権を有する。

第4条 会長選挙は単記無記名投票、運営委員選挙は10名連記無記名投票により、任期満了までに行う。

第5条 得票数が同じ場合は、年少者を当選とする。

第6条 会長が運営委員としても当選した場合は、運営委員の当選を無効とし、運営委員次点者を繰り上げ当選とする。

第7条 当選者に任期中事故があった場合は、次点者が残りの任期を引き継ぐ。

【お詫び】p.17-18掲載の小山幸子さんの学会参加報告は
前号（34号）に掲載する予定で原稿も戴いておりましたが、
編集の不手際により今号に掲載されました。
関係者のみなさまにはご迷惑をおかけしたことをお詫びいたします。