

講演会記録

愛知学院大学心身科学部心理学科 心身科学会講演会

「生き物たちの数学：理論生態学への招待」

日 時：平成28年9月30日（金） 13:30～15:00

場 所：7号館7103教室

講 師：瀧本岳（東京大学大学院農学生命科学研究科准教授）

生物の世界では、さまざまな生物たちが互いに複雑な関係で結びつきあっています。そして人間は、そのような生物たちの営みから大きな恩恵を受けてきました。しかし人間活動の発展は、地球温暖化や生態系の破壊、外来生物の導入などを通じて、生物の多様性を脅かしてしまいます。地球上のどこにどのような生物がどれだけいるのかを明らかにし、そのしくみを解き明かすために、生態学とよばれる学問が発展してきました。特に近年では、生物多様性の減少がもたらす人間社会への影響を科学的に予測する学問として、生態学に大きな期待が寄せられています。複雑な生物の世界に科学的に切り込んでいく思考の道具が「理論」です。そして、生態学の理論を構築するうえで大切な役割を果たしてきたのが数学です。生態学で使われる数学とは、生物の個体数の時間変化などを微分方程式などを用いて記述したものです。数学を使って、複雑な生物どうしの相互作用や、生物と周囲の物理化学環境との相互作用を「数理モデル」として表現することができます。数理モデルを用いれば、生物種の存続や個体数の増減、あるいは生物群集全体のふるまいを決めているしくみの本質を探り出し、理論予測を導き出すことができます。本講演では、さまざまな野生生物に関する数理モデルの例をあげながら、生物多様性の保全や管理のための理論について紹介し、その理論予測から得られる人間と生物とのつきあい方についても議論しました。

かつて全国に広く生息していたニホンカワウソは、乱獲や生息場所の破壊のために数を減らし、今では絶滅したとされています。逆に、北米からペット用に持ち込まれたアライグマは、野外に逃げ出したり捨てられたりした個体が日本各地に定着し、生態系に大きな影響を与えています。生物の個体数の増減を把握し予測することは、絶滅危惧種を保全したり、外来生物種を管理するうえで重要です。本講演では、まず、個体数の変化を定式化し個体数の予測に結び付けるための数理モデルを、イエローストーン国立公園（アメリカ）のハイイログマの例を用いて説明しました。開拓者たちが西海岸に進出する以前の1800年頃にはアラスカを除く大陸48州で100,000個体以上がいたとされますが、1975年頃には1,000個体以下に減ってしまいました。減少の主な理由は、生息地の消失や狩猟圧や駆除（家畜などを襲うため）です。イエローストーン国立公園の個体群は、かろうじて残った数少ない個体群の一つであり、この個体群が将来どのように変わっていくのかを、数理モデルを用いて探りました。その際に、一見でたらめに増えたり減ったりしているように見える個体数の変化を、どのように数式で表現し、将来予測に結びつけるのかを説明しました。

このハイイログマの数理モデルは、成体のメスの個体数の変化を調べるものでした。一方、幼体や成体によって個体数が変化する要因を分けて考える数理モデルもあり、野生生物の保全や管理に役立ってきました。アカウミガメは、世界の海洋に広く分布しますが、近年個体数を大きく減らしています。日本の太平洋沿岸は北太平洋域を利用するアカウミガメ個体群の主要産卵地となっているためか、ニュースなどでは産卵地となる海浜の保全や人工孵化、孵化後幼体の放流などの保護活動が話題になることが多くあります。北米の大西洋岸でも、北西大西洋の個体群の保全のために、産卵巣のある海浜の保全や卵の人工孵化などを通して、卵や孵化後幼体の生存率を高める対策がとられてきました。しかし、雑食性でありエビやカニなどの底生動物なども食べるアカウミガメの成体や亜成体が、底引き網漁に混獲され死亡する例も多く報告されています。アカウミガメ個体群の減少の要因が幼体や成体にあるのかを見極めるためには、数理モデルの活用が有効です。本講演では、ニュースでよく取り上げられるような

産卵地や孵化幼体の保護に加えて、成体や亜成体の混獲を下げるような漁業への取り組みがアカウミガメの保全にとっては大切であることを説明しました。

ここまでの内容は、単一の生物種についての話でした。しかし実際には、ある種は他の複数の種と相互作用しながら生活しています。ニュージーランドの島に棲むハジロシロハラミズナギドリは、ヒトがこの島に持ち込んだネコによる捕食にさらされ、絶滅が懸念されていました。そこで、ワナや探索犬、毒エサなどを使ってネコが駆除されました。しかし、意外にもネコがいなくなった島でミズナギドリの数はさらに減り続けたのです。そこで浮かび上がってきたのが、これも外来生物であるナンヨウネズミです。このネズミはミズナギドリのひなや卵を襲っていたのです。ネコがいたときには、ネコの捕食によってネズミの数が抑えられていましたが、ネコが駆除されたためにネズミが増えてしまったのです。そのために、期待に反してミズナギドリの数は減ってしまったと考えられます。そこで、ナンヨウネズミの駆除が行われました。毒エサを飛行機で撒き、島からネズミが駆除されました。その結果、ネコもネズミもいなくなった島で、ミズナギドリの数は増え始めたのです。つまり、この場合のネコは、ミズナギドリをネズミの捕食から間接的に「守っていた」とも言えます。

このような例は少なくありません。北米では、生息地の破壊によってコヨーテの数が減った結果、スカンクやアライグマ、ネコといった種の個体数が増え、草むらで巣を作る鳥類の種数が減っている報告があります。また、海洋の生物群集では、延縄漁業にともなう混獲によって大型のサメが減り、大型サメに捕食されていたエイや小型のサメの数が増え、その結果、イタヤガイが激減した例もあります。このイタヤガイの減少は著しく、イタヤガイを採集する漁業が閉鎖されることにもなりました。本講演では、このような複数種の間関係を考えることによって、絶滅危惧種の減少を抑えるための方策を導き出す数理モデルについても紹介しました。

食事・栄養と脳の健康

食事・栄養が関係して起こる脳・神経系の病気とその予防

日 時：平成28年10月17日（月） 16:50～18:20

場 所：12号館 G105教室

講 師：葛原茂樹（鈴鹿医療科学大学看護学部教授 三重大学名誉教授（神経内科学））

- 脳の重量は総体重の約2%，酸素消費量と全身エネルギーの20%を消費
- 急激な虚血，低酸素，低血糖に弱い
- 物理的外力は，丈夫な頭蓋骨・脊椎骨で防御
- 全身血流との間には，血液脳関門（BBB）があり，物質交換を監視．物質はグリアを介して脳内に移送することにより，神経細胞を保護

〈食を介して摂取された外因物質による中毒〉

1. 水俣病（熊本，新潟）：有機水銀中毒

工場排水中の無機水銀が魚介類体内でメチル水銀に変化し，食物連鎖で濃縮されて，高濃度メチル水銀含有魚介類を摂取．胎児にも影響

多彩な中枢神経障害（知能，運動，感覚，認知，小脳，視覚）

2. アルコール

- エタノール

急性アルコール中毒

慢性アルコール中毒；依存症，禁断症状，幻覚症，小脳萎縮症，認知症，Marchiafava-Bignami 病

筋症，肝性脳症，橋中心性髄鞘崩壊（central pontine myelinolysis）

- メタノール中毒：工業用エタノール飲用

3. ボツリヌス中毒

➢ 嫌気性菌 *Clostridium botulinum*（CB）が産生した毒素による食中毒

➢ 潜伏期18-96時間（数時間から8日以上まで）

- 食品中の毒素は無毒成分と結合し，胃酸や消化酵素に安定になり，腸管で吸収され，リンパ管内で毒素と無毒成分に解離．毒素は血行性に神経筋接合部と節後副交感神経末端に運ばれる．
- 下降性弛緩性麻痺，腸管麻痺，イレウス，尿閉
- CBは土，泥，腸内に存在．
- 芽胞は沸騰水中で2時間生存．保存食品中で，水分，pH4.6以上，温度10°C以上，嫌気性環境で発芽・増殖し毒素を産生．

北海道・東北の“いずし”（E型），熊本辛子レンコン（A型）

輸入キャビア瓶詰（E型）

4. ヒ素中毒

経口摂取されるのは，毒殺目的（和歌山カレー事件：1998年など）

食品添加物への混入（森永ヒ素ミルク事件：1955年）

井戸水の水質汚染（茨城県神栖市：2003年）

5. マンガン

中心静脈栄養添加ミネラル

〈食を介した神経感染症〉

1. プリオン病

- ① 新型異型 Creutzfeldt-Jakob 病；狂牛病感染牛製品の摂取。青年期に発症し、乳児期小児期に摂取したプリオン汚染食物が原因と推定
- ② クールー：パプア高地人のカニバリズムによる人脳摂食により感染。カニバリズム禁止により消滅。

2. レトロウイルス感染症；母乳からの垂直感染

- ① HIV（エイズ関連脳症，脊髄症，末梢神経障害）
- ② HTLV-1：垂直感染後に長い潜伏期の後，脊髄障害（HAM）。輸血による感染では，数年後に発症。

3. 寄生虫症

脳嚢虫症；有鉤条虫の幼虫（嚢虫）が人の臓器組織に寄生して起こる有鉤嚢虫症（cysticercosis）。有鉤条虫症は、汚染された豚肉を摂取後に起こる成虫による感染症で、嚢虫症は、人糞便中の虫卵に由来する有鉤条虫の幼虫による感染症である。嚢虫症は幼虫が中枢神経系に侵入しないかぎり通常症状を欠き、侵入するとてんかんおよび他の様々な神経学的症状が現れうる。嚢虫症は蔓延しており、神経嚢虫症はラテンアメリカ、アフリカ、東南アジアおよび東ヨーロッパにおけるてんかんの主要原因である。

〈不適切な食内容による栄養障害が原因の神経障害〉

チアミン（thiamin, thiamine）／ビタミン B1（vitamin B1）欠乏症

- ウェルニッケ脳症，脚気／多発ポリニューロパチー
- 炭水化物摂取とチアミンの不均衡摂取（偏食，妊娠悪阻，インスタント食品）

健康行動を始める，続ける，逆戻りを予防する

日 時：平成28年10月26日（水） 15：10～16：40

場 所：日進キャンパス けやきテラス 3階

講 師：竹中晃二（早稲田大学人間科学学術院教授）

健康は、私たちが日頃行いたいと思っていること、大げさに言えば自己実現するために必要な土台である。そのため、健康づくりや生活習慣病の予防に関わる行動は、ほどほどな程度の実践が適切であると考えられる。そこで、ほどほどの程度をいかに継続していくか、すなわち「行動変容」は健康づくりの鍵であり、続けるから成果を得ることができる。

「行動変容」とは、健康行動を始める（行動の採択）、続ける（行動の継続）、そして逆戻りを予防する（逆戻り予防）科学である。行動の採択、継続、逆戻りについてのどの局面をとっても、私たちには行動を妨げる困難が付きまとう。まず、「始めさせる」ためには、やるかやらないかのゼロイチ・モードを取り去り、目の前で実践が可能な行動を選択させる。一大決心をして始めた行動は、周囲には誇らしげではあるが、負担感が大きく、天候や残業など妨害要因にはきわめて弱い。つぎに、何らかの行動を始めたとしても、その行動を継続することは容易なことではない。行動理論では、行動に先行する出来事に着目し、合図やきっかけづくりを行って刺激統制を行うことで継続につなげることができる。また、自己報酬は、行動への「ご褒美」として継続を強化させてくれる。健康行動は必ず、再発や逆戻りを生じさせる。あらかじめ、再発の危険性、停止してしまう危険性が高い状況を想定し、あらかじめ予防行動や代替行動を用意しておく必要がある。

行動変容の特徴は、3つに集約できる。一つめは相手の準備性や行動実践の程度に「合わせる」ということで、ステージ理論として知られているトランスセオレティカル・モデル（Transtheoretical Model: TTM）を紹介する。TTMは、ある健康行動について、対象者がどのステージ（前熟考、熟考、準備、実行、維持ステージ）に位置しているのかを見極めた上で、介入内容を変えて提供して対象者の行動変容を生じさせやすくする。二番目の特徴は、積極的に行動変容技法を対象者に教授し、すなわち継続の方法を教えて継続させやすくすることである。三番目の特徴は、積極的に対象者の動機づけを高めることである。アルコール・薬物中毒の患者に対して適用されている動機づけ面接法は、やめたい気持ちとやめたくない気持ちが釣り合っている状態（両面感情）であり、バランス崩しを行い、対象者の決心を深める方法である。

以上のように、健康行動はきわめて続けにくいものであり、行動変容という切り口で、人の健康行動を継続させるお手伝いをすることができる。本講演では、「スモールチェンジ」と「こころのABC活動」という2つの健康ブランドを材料にして、行動変容の理論・モデルおよび技法を取り入れた「介入研究」の内容について解説した。