

科学の王子様のキスはリンネの呪縛を解き放てるか

林 智絵

菌類においても分類の世界は混乱期であるように思える。腹菌亜綱がなくなり、ヒダナシタケ目も消えてしまった。図鑑や文献をあたっているにもかかわらずその科や属を変更された種の多さに当惑する。

その背景には、DNA 解析技術の発展があり、今まで用いられていた形態に基づく分類が、分子系統に基づく分類に上書きされているということは周知の通りである。これら二つの分類は一致しないことも多く、その場合、当たり前のように分子系統に基づく分類を選択する風潮に少なからず疑問を持っていた。

本当にそれで問題はないのだろうか、いったい分類とはなんだろうか。分類学^(注1)の視点から考えてみたいと思う。

そもそもヒトは分類を本能的にしているらしい。それは脳科学でも証明されている。ヒトの場合、生物を識別し命名する際には、側頭葉の上側頭溝と側部紡錘状回が主に活動しているらしい。(興味深いことに、机や椅子などの無生物の認識にはまったく別の部位が活動するということがわかっている)

その部位を損傷してしまうと、たちまちイヌを見てもイヌだと分類できなくなってしまう。小さく可愛い犬でも大きく獰猛な犬でもどんな毛色をしていても当たり前のようにそれは“イヌ”であると認識できるのは、そもそもヒトには分類する能力が備わっているからであり、それはヒトだけでなくあら

ゆる動物に備わっているらしい。その能力を動物学者のヤーコプ・フォン・ユクスキュルは Umwelt (環世界)^(注2)と名付けた。

この Umwelt という能力の概念に強い興味を持ったわたしは、様々な容器に入った様々な種類の飲料を 10 本程度用意し、それを自由に分類してもらうという実験を行った。容器の大小、その素材、メーカーで分けるなど、十人十色の結果がでるのではないかと期待していた。しかし結果は、容器の大小や素材などは無視し、その中身の質で分類をした人がほとんどで、大きく外れた分類をした人はいなかった。

また、特に興味深いのは、ほとんどの人がオレンジジュースと炭酸オレンジ飲料を同じカテゴリにした。これはまったく予想外の結果だった。食品分類基準 (JICFS 商品分類基準) では、果実飲料と清涼飲料に分けられるそれらも、Umwelt の感覚では、“オレンジ”という 1 点から派生したと捉え分類を構築していったと推測する。

この実験を通し、Umwelt は確かに存在すると確信し、その分類はルーツを基にカテゴリ分けをする傾向があるのではと考えている。

生物の学名表記に使用する「ラテン語による二名法」の発案者として知られるリンネ^(注3)は、特にこの Umwelt という能力に長けていたらしい。大航海時代の幕開けと共に

遠い外国からこれまで見たこともない様々な生物が持ち込まれ、リンネはそれらを鮮やかに分類していったといわれている。彼は、見えるものだけに捉われず、五感すべてを使いその種の本質を見抜こうとした。それだけでなく、その先にある自然の秩序をも解き明かそうと情熱を傾けた。そして、まだ 28 歳という若さで、その集大成ともいえる『自然の体系 (Systema Naturae)』の初版を刊行した (1735 年)。この本の根底に流れる分類体系における思想は、近代分類学の基礎を作り、その後の生物学の発展にも大きな影響を与えることとなった。今なお“分類学の父”と呼ばれる由縁である。

ただ、そのリンネもキノコの種類に関してはその能力をまったく発揮できなかったようだ。調べてみるとなかなか面白い。例えば、カワラタケ (*Trametes versicolor* (L.) Lloyd) は、イグチ属 (*Boletus versicolor* L. 1753) として記載してある。ヒダのあるものはみんなハラタケ属 (*Agaricus*)、多孔菌をイグチ属 (*Boletus*) とそれまでの分類通りにざっくりと記載したようだ。リンネでさえも、その後の科学の発展を待たなければ、生態的本質を

見抜くことが出来なかったということだろう。

『種の起源』で知られるチャールズ・ダーウィンもリンネの功績に大きな刺激を受けた生物学者の一人だ。リンネの時代ではまだ種は不変であると考えられていたが、彼は種が進化しているということを発見した。そして自然の秩序の基礎は進化であるとし、図表化した。

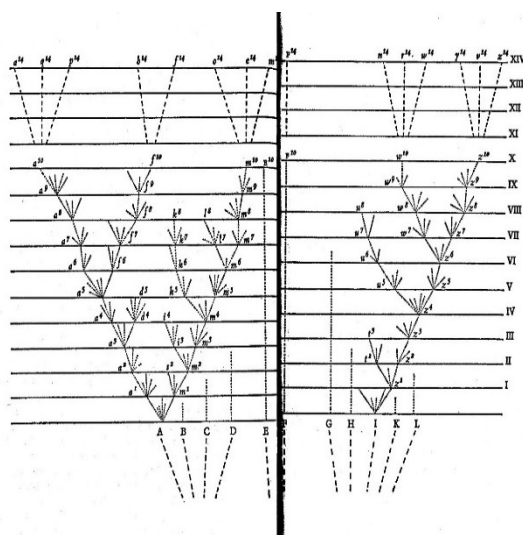


図2) チャールズ・ダーウィン

『種の起源』(1859) に収められた“進化の木”
(1985 年復刻本 個人蔵)

CAROLI LINNÆI										REGNUM VEGETABILE									
MONOCOTYLEDONALES	DICOTYLEDONALES	TRICOTYLEDONALES	ARTOCARPACEAE	ELAEAGNACEAE	ROSACEAE	LEGUMINOSAE	MYRTACEAE	ERICACEAE	HYDRANGEACEAE	VERBACEAE	SCROPHULARIACEAE	LABIATAE	ASTRACEAE	COMPOSITAE	URTIACEAE	CONVOLVULACEAE	NUCTACEAE	AMARANTHACEAE	CHENOPODIACEAE
... (many more rows of plant families and genera) ...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...

図1) カール・フォン・リンネ

『自然の体系』Systema Naturae(1735) より
植物の分類体系 (1960 年復刻本 個人蔵)

それは、分類学の流れを大きく変えることになった。それまでのリンネによる直観や主観的ともとれる分類を、進化的で客観的な分類へと変容させた。いや、それは“ジレンマ”を生み出したといってもいいかもしれない。リンネの分類手法を、さらに言えばヒトの持つ直観を、科学は包容しなかった。これより直観と科学のジレンマが始まったともいえよう。

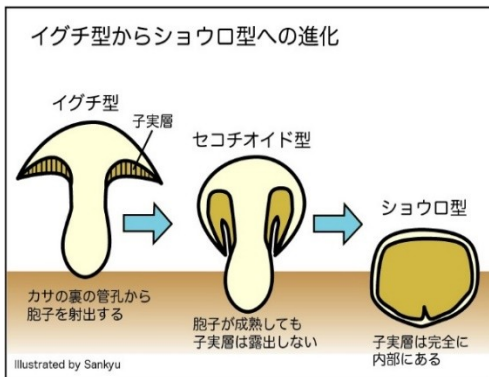
しかしそんな戸惑う隙を与えないかのようになんて科学は発展し、見えるものがすべてだと信じていた人々の価値観を一転させた。見えない世界にもなにかがある、もし

かしたらそれこそが自然の秩序を解く鍵になるかもしれない、自らの直観を疑い始め、科学の王子様との恋に落ちていく序章になった。

見えない世界への飽くなき探求心は、とうとう遺伝子の塩基配列を解くまでに至った。

DNA 解析の手法や技術の発展は目を眩るものがあり、生物を扱う研究において課題になりやすい客観性や再現性という大きな課題を軽々とクリアした。また、どの種がどのように分岐し進化していったのかという誰もが知りたかった進化の謎を解き明かすことが出来るのではないかという大きな希望を与えた。

例えば 1960 年代に予想されたショウロの進化における仮説は、1990 年代になってようやく DNA 解析によりその正しさが証明された。



©2016 波部健 All Rights Reserved.

図3) ハラタケ類と腹菌類との関係

(Bruns *et al.* 1859 を改変)

ダーウィンは自然の秩序に進化を組み込むことにより、「この型とあの型のどちらを種の典型とみなすべきかという、絶え間ない悩みから解放されるだろう」と予言したらしいが、ショウロの分類における変遷をみるとたしかに頷ける。それでもまだ分類が混乱していると感じるのはなぜだろう。そこに科学の王子様に対する妄信的な愛を感じずにはいられない。果たして DNA 解析はどこまで正しい進化を導き出すことが出来るのだろうか。

生物の系統は、ゲノムの一部の塩基配列に基づき推測している。配列データが得やすいリボソーム DNA の ITS 領域 (internal transcribed spacer) が一般的に用いられている。突然変異による DNA の変異の速度は常に一定であるとされ、その変異数を基に進化の系統解析が行われている。“分子時計”と呼ばれるその概念は、1960 年に発表されたばかりで、実はまだ 50 数年しか経っていない。どこまでの差異が遺伝的距離または種分化とみなせるのか、その物差しは本当に正確なものであるのか、それらの研究はまだ道半ばであるということを忘れてはいけぬ。また、ゲノムのどの領域を用いるかによりその系統樹の枝分かれは変わり、菌類の場合、化石や地史的なデータがほとんどなく、それを確かめ補正する術がない。また、菌類の種は膨大で、データベースも充分とはいえない。それだけでなく記載されてない種も多数あり、また絶滅した種もあると考えれば、本当に既存のデータだけで正確な分岐進化を表せるのか、などの数々の問題点を理解した上で結果を考査すべきであろう。

もうひとつ、決定的な問題点がある。ヨハンセン^(註4)の言葉を借りれば、分子系統に基づく分類手法は“遺伝子型”^(註5)だけに重点をおき、“表現型”^(註6)を無視してしまっている点だ。生物は、複雑で巧妙で長い時間をかけた進化のプロセスを経て、今に至っている。もとの形態や生態をまったく変えた種も多い。腹菌類と呼ばれる仲間もそのひとつで、長い時間をかけその環境に適する“表現型”を手に入れ、いわゆる収斂進化 (convergence)^(註7)をしたといわれている。その子実体の形態だけで種から上位の分類群を推定することが難しいのはそのためだ。

実は以前よりその問題点は多くの科学者の間で議論されていた。すでにその問題を解決すべく“遺伝子型”と“表現型”の整合性を追求する研究が行われている。それは遺伝

子全体を扱い、どの部分がどのように表現型に作用するのか解明しようとするものである。それはなかなか複雑で一筋縄ではいかないようだが、少しずついろいろなことがわかりだしている。

また、一種類のゲノム領域だけから系統を推測せず、複数の領域を用いて総合的に推測する手法やタンパク質をコードする領域を組み合わせて多角的に推測する手法も提唱されはじめている。今後の研究が期待される場所である。もしかしたらそれらの解明は“リンネとサイエンスのジレンマ”を解く鍵となりうるかもしれない。

わたしは、この先の分類はどうあるべきか、というテーマを常に念頭に置き、数々の文献を読み、いろいろな方に意見を求めた。しかし、いまだその答えは見つかっていない。新しい文献を読むたび、意見を交わすたび、それは揺れ動き定まらない。そんな中、この投稿文を書きはじめたのだが、その頃とここまで書き上げた今とでは分類についての考えはまた違うものになっている。そのせいか最初に決めたタイトルと内容が少しかけ離れてしまった。タイトルを訂正するべきなのだろうが、冒頭に書いたように、形態に基づく分類手法をゲノムの特定部分の一部を取り出した解析による分類手法が塗り替えていく様を知り、それで本当にいいのだろうかという大きな疑問が分類学を勉強するきっかけで、その初心を忘れないという自戒を込めそのままにした。

分類学はあまり馴染みがないのかもしれないが、長い歴史を持ち、学ぶほどその面白さに惹かれていく。誰もキノコを見つけたら、まずそのキノコの名前を知りたくなり、図鑑などで調べたりするだろう。名前を知るだけでなく、そのルーツや生態、進化の過程にまで思いを馳せることが出来れば、ますます楽しいものになるに違いない。分類学とい

うのは、そんな手助けをするもので、また、のちの研究が迷わないようひとつひとつの種に丁寧にフラッグを立てていくことだと思っている。同じく興味をもってくれる人が増えれば幸いである。

注 1) 生物学の一分野。“分類”を多種類の生物の種を妥当な仕方では命名、整理して一つの体系にまとめるのが課題であると定義すると、“分類学”は、この分類の仕方を理論的に構築する学問といえる

注 2) Umwelt に関しては、
キャサル・キサク・ヨーン著／三中信宏・野中香方子
訳 「自然を名付ける」(2013) に詳しい

注 3) カール・フォン・リンネ 1707 - 1778
スウェーデンの博物学者、生物学者、植物学者
(千葉県立中央博物館は、リンネに関する資料の世界的コレクションを所蔵していることでも有名である)

注 4) ヴェルヘルム・ルートヴィヒ・ヨハンセン
1857 - 1927
デンマークの植物学者。1909 年に著した「厳密な遺伝研究の基礎」において、Gen(遺伝子)、Genotypus(遺伝型)、Phänotypus(表現型)などの概念を提唱し、定義づけた

注 5) 1 個体すべての遺伝子、すべての DNA の総計。表現型の対義語

注 6) その個体について観察できるその他すべてのこと、大きさ、体色、尾、羽根、あるいは甲羅をもつかどうかといったことを含む
(アンドレアス・ワグナー著／垂水雄二訳 「進化の謎を数学で解く」(2015) より抜粋)

注 7) 異なる系統の動物が同じようなニッチ(生態的地位)を占めると形態や行動まで似てしまうこと
(二河 成男・東 正剛 著 「動物の科学(2015)」より抜粋、編集)