

山と博物館

第40巻 第11号 1995年11月25日

大町山岳博物館



晩秋の森 撮影 峯村 隆

猫の周りに流れる時

小林 明

時が走っている。昔はそうではなかった。時が歩いてきた。止まることさえあった。と書きしるした人がいたが、そう思う。昨年の暮、私の住むアパート周辺に猫が捨てられた。一週間程か細い声で鳴き続けた。見かねた家内と子供が食事を運び始めたが、雪の舞う寒波来襲の夜、子供の懇願に敗けて四階の我が家に引き取ることにした。それから十ヶ月が過ぎた。

飼うという言葉は、猫の場合あてはまらない。猫は人間に対し媚びず、迎合しない。だから猫との関係は飼うのではなく、共に暮らすと表現するのが適当だろう。その共同生活者の我が家の猫は、一日二十時間を寝て過ごす。猫の語源は寝る子からきたとする説があるが、納得する。季節によりペランダのコンクリートの上、ベッドの布団の上、炬燵の中、秋の今の頃は太陽の射す居間の絨毯の上が気に入りの寝所である。太陽の移動と共に体をずらし、陽の温もりの中で眠り続ける。両手両足を伸ばし仰向けになって無防備、無邪気に寝っこける。この猫を見ていると、生きるなんてことはムズカシイことを言わなくていい。ただご飯を食べて、あとは太陽に抱かれて寝るだけ、それで十分だ、と思えてくる。

ところで、人間の時は時代と共に変化し、年々速度を上げ、今は時が疾走している。でも猫の周りだけは猫が猫になった頃の、太古の時の流れがそのまま生きている。時はゆっくり歩き、しばしば止まっていることさえある。それでいて充実している。猫が一匹ただ寝ているだけで、家の中の雰囲気伸びやかに、和やかに、平和になるのは、たぶんその為だろう。それはかつて人間も共有していた、時の流れに違いない。

捨て猫を救ってやったと思うのは大きな間違いだ。我が家が捨て猫によって救われていると思うのが正解だ、と今ごろ思い至ったところである。今日も猫は、お日様のもとで寝っこけたままである。

遺伝子から見た動物の進化

—イタチ科の分子系統—

増田 隆一

遺伝子の進化と分子系統学

私たち生き物は、生命誕生のときから親子へ脈々と子孫を伝え、遙かな進化の年月を経て現在に至っている。この進化の道筋をたどることは、何と魅力的で楽しいことであろうか。これまでの進化研究では、地層から発掘される化石の形態比較とその年代推定に基づき古生物学が主流であった。

最近では現存する生物の遺伝子を比較することにより、種(集団)と種(集団)の間の類縁関係、さらには、ある種(集団)が他の種(集団)から分かれた時期(分岐年代)などを分析する試みがなされている。このような研究分野は「分子系統学」とよばれ、分類学や生態学において盛んに取り入れられつつある。分子系統学の考え方は、親から子へと受け継がれる本体は遺伝子(DNA)そのものであり、進化の過程でDNAに傷や変化(まとめて突然変異という)が生じる割合(分子進化速度)が一定であることに基づいている。この遺伝子の特性は「分子時計」ともよばれる。つまり、DNAは四つの塩基(A・G・C・T)から構成されているので、これら四文字の配列を遺伝情報として解読することがDNA分析の基本である。

また、近年のDNA分析技術の開発は分子系統学の発展の一翼を担っている。特に、遺伝子増幅法(ポリメラーゼ連鎖反応法、またはPCR法ともよばれる)の開発により、微量な生物組織から短時間のうちに比較的容易に分析可能な量のDNAが得られるようになった。この方法を用いれば、米粒程の動物組織、一滴の血液、体毛などからDNA分析を行うことができるため、生きた野生動物を余り傷つけることがなく、さらに死後ある程度の時間を経た動物でも試料として用いることができるという利点がある。

筆者は、このような分子系統学の知識と技術を駆使しながら、日本の哺乳類がいつ、どこからやってきたのか、さらに、種(または集団)の中にはどれほどの多様性がみられるかを調べている。ここでは、日本に分布するイタチ科の仲間についての分析結果を紹介したい。

イタチ科の仲間関係

世界に分布するイタチ科の動物は二三属六四種ほどが知られており、食肉類の中では多様な種分化をとげている。日本には絶滅危惧種・帰化種を含めると五属一〇種のイタチ科が生息し、その種数は日本産食肉類の中で最も多い。しかし、これらの系統関係にはいくつかの不明な点が残されている。特に、ニホンイタチは独立種であるのか、それともアジア大陸に分布するシベリアイタチと同種(亜種)なのか、と議論の多いところではあるが、いまだ明確な結論は出されていない。このような進化および分類に関する問題を念頭におきながら、まず、日本由来のイタチ科の仲間全体について系統関係を調べることにした。

| | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 |
|---------|-------------|-------------|------------|--------------|-------------|------------|
| ニホンイタチ | TTCGCAAAC | CCACCCACTA | ACCAAAATCA | TCAACAACCTC | ATTCATTGAC | TTACCCGCC |
| シベリアイタチ | |T.. | |G..... | C.T..... | |
| オコジョ |T..... | T.....T.. | |T..C... | C.C.....T. | |
| キテン |T..... | T..... | G.T..... |T.. |C... |T..T. |
| アナグマ |T..T. | G..... |C |T.. |T..... | C.....A. |
| ツキノワグマ | .CT.A..... |T..T.. | G..... | .T..... | .C.....T | C.C..A..A. |

図1 イタチ科5種およびツキノワグマにおけるチトクロームb遺伝子の塩基配列(60塩基)を比較した。点はニホンイタチの塩基と同じであることを示す。

を概略すると、(1)動物組織からのDNA抽出、(2)PCR法によるDNA増幅、(3)DNAからの塩基配列の解読、(4)得られた塩基配列に基づく系統樹の作成である。

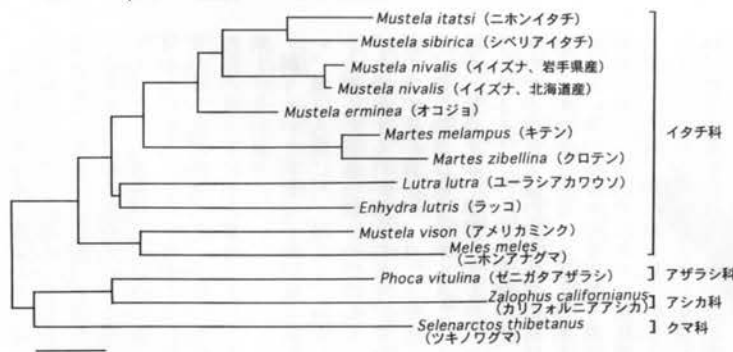


図2 チトクロームb遺伝子(375塩基)に基づいて、近隣結合法により作成したイタチ科全体の系統樹。比較のためにイタチ科以外の食肉類(アザラシ科、アシカ科、クマ科)を加えた。下方の棒線は枝長の目盛であり、図1の様に塩基配列を比較したときの異なる塩基の数(1塩基サイト当たり)を表す。

種間の距離をはかるものさしには、ミトコンドリアDNA(mtDNA)を用いた。このmtDNAは細胞核DNAとは独立に遺伝し、かつ、短い分子であるために分析しやすい。さらに、mtDNAの進化速度は細胞核DNAよりも数倍以上速いため、これをものさしにすれば、近縁種間のわずかな距離をはかることが可能になる。

分析方法

図1は、解読された塩基配列(mtDNA中のチトクロームb遺伝子の一部)を種間比較したものである。このような配列のちがいを種間の距離として描いた系統関係が図2である。この枝分かれは遺伝子の「系統樹」とよばれ、種間の枝の道のりが短いほど近い関係にある。この系統樹からいえることは、DNAの類似度が従来の形態分類をほぼ反映していることである。話は前後するが、すべての動物には二名法(属名+種小名)によりラテン語の学名がつけられている。たとえば、ニホンイタチは一八四四年にオランダのT. Meinkensにより初めて記載されたため、その学

名は *Mustela itasi* Temminck, 1844 である。図 2 をみると、各属ごとにグループを形成しており、同じ属に分類されている種どうしは近縁であることがわかる。

(二) 興味深いことは、*Mustela* 属の中でアメリカミンク (*M. vison*) だけが *Mustela* 属内の他種から離れたところに位置していることである。

これは、アメリカミンクが他の *Mustela* 属の仲間よりもっと古い時代に分かれたことを暗示している。アメリカミンクは *Mustela* 属の中で特異的な形態をもっているという報告もある。アメリカミンクは毛皮用に北アメリカから北海道に移入され野生化しているため分析に加えたのであるが、この進化の謎を解くにはさらに *Mustela* 属の他の仲間と比較したり、別の遺伝子を調べる必要がある。

また、イイズナ (*Mustela nipponica*) において、北海道産と岩手県産の遺伝的ながいは、他種の種間距離よりも小さいことがわかる (図 2)。テンの仲間二種、キテン (*Martes melampus*) とクロテン (*M. zibellina*) は互いに近縁である。また、水棲のユーラシアアカワウソウ (*Lutra lutra*) とラッコ (*Enhydra lutris*) も近い仲間であることがわかる。イタチ科の中で最も形態的に異なるニホンアナグマ (*Mosch moschus*) は、分子系統学的にもやはり他のイタチ科の仲間とは遠縁であった。これは染色体分析によっても支持されている。

ニホンイタチとシベリアイタチの遺伝的特徴 さて、ニホンイタチはどうであろうか。図 2 から、ニホンイタチはイタチ科の中でシベリアイタチと最も近い関係にあることが明らかだ。しかし、両イタチ間の距離は他種の種間距離、たとえばオコジョ (*Mustela erminea*) とイイズナ間、またはキテンとク

ロテン間の距離に匹敵する。これはニホンイタチがシベリアイタチと遺伝的に異なるという証拠のひとつである。

一方、ニホンイタチ (*Mustela itasi* Temminck, 1844) とシベリアイタチ (*M. sibirica* Pallasi) との形態的相違は、図 3 に示したように頭胴長に対する尾長の割合 (尾率) に基づいている。ニホンイタチの尾率は四〇パーセント前後、シベリアイタチでは五〇パーセントを越える。また、成獣ではニホンイタチの方が小型で、毛色も茶褐色が多少強い。このような両イタチの形態的特徴はミトコンドリア DNA 遺伝子のちがいとびたりと一致した。



図 3 ニホンイタチとシベリアイタチの形態的特徴。ニホンイタチの尾率は四〇パーセント前後、シベリアイタチでは五〇パーセントを越える。また、成獣ではニホンイタチの方が小型で、毛色も茶褐色が多少強い。このような両イタチの形態的特徴はミトコンドリア DNA 遺伝子のちがいとびたりと一致した。

次に、両イタチの地域変異を調べるため、ミトコンドリア DNA の中でもさらに進化速度の速い「コントロール領域」の塩基配列を分析した (図 4)。その結果、この DNA 領域でもニホンイタチとシベリアイタチの遺伝的相違が明らかになった。さらに、ニホンイタチは、九州、屋久島、種子島、四国産を含むグループと本州産のグループに大きく分かれた。

シベリアイタチは、アジア大陸および対馬では在来種である。また、シベリアイタチは毛皮用に韓国から日本に移入され、昭和初期には西日本を中心に野生化したといわれる。図 4 では、韓国産と野生化した北九州産とが極めて近縁であり、日本に生息するシベリアイタチが韓国由来であることを物語っている。一方、島によって隔離されている対馬産シベ

リアイタチは、韓国産および北九州産とは少し離れた距離にあることがわかる。

このように、ニホンイタチとシベリアイタチはイタチ科の中において最も近い動物であるが、両者の間には形態的相違と遺伝的相違が明らかであるため、記載当初のようにお互いを独立種として認めるのが妥当と思われる。また、現在のところ、両種間での遺伝子の浸透 (雑種化) は検出されていない。シベリアイタチは西日本の平野部・人家周辺において勢力を広げる一方、在来のニホンイタチは山間部へ追いやられているという情報もある。今後は、さらに広い地域における個体について分析を行い、両イタチにおける遺伝的多様性ならびに雑種化の有無を把握していくことが必要である。

今後の課題

最後に、分子系統学が野生動物の研究において果たすべき役割を考えてみた。大きく三つのことが思い浮かんだ。まず一つは、分子系統と従来の形態分類との比較により、種・亜種の位置づけと種間関係を再検討することである。第二に、分子系統から得られる詳細なデータに基づき種内・集団内の多様性を評価し、絶滅危惧種・希少種を含めた野生動物の保護管理のための指標として取り入れていくことである。第三に、分子系統学的解析により在来種と帰化種の分布と雑種化の実態を把握することである。帰化動物については、前述の両イタチの他にも未解決の問題が多い。たとえば、北海道におけるエゾシマリスと野生化した韓国産シマリスとの雑種化の有無、ニホンジカとヨーロッパ由来のアカジカの関係などについては早急に実態を把握する必要がある。このような研究の発展に向けて、分



図 4 コントロール領域 (581-590塩基) に基づいて、UPGMAにより作成したニホンイタチおよびシベリアイタチの系統樹。下方の棒線は枝長の目盛であり、異なる塩基の数 (1塩基サイト当たり) を表す。

子系統学および系統分類学、生態学、環境保護管理など携わる人々の交流がますます盛んになることを願っている。

附属動物染色体研究施設・助手

お願い

野生動物の遺伝的多様性を調べるため、日本各地から標本 (アルコール固定または凍結組織) とその情報の収集を継続しています。もし、食肉類 (イタチ科全種、タヌキ、キツネ、ツキノワグマなど) の標本について情報がありましたら、筆者宛にご連絡いただければ幸いです。

連絡先 千歳 札幌市北区北10条西8丁目
北海道大学理学部附属動物染色体研究施設
TEL. 011-761-3541
FAX. 011-736-6304

エベレスト北東稜初登頂

古野 淳

日本大学エベレスト登山隊は、日本大学山岳部創部七〇周年記念行事として、未踏の北東稜からの初登頂を目指した。

エベレスト北東稜は、従来東北東稜と呼ばれていた尾根で、エベレスト最後の課題として世界中の登山家に注目され、過去八隊の試みを退けてきた屈指の難ルートである。北東稜への最初の試みは一九五〇年代、中国隊がチベット側初登頂を目指して七二〇〇m辺りまで偵察隊を派遣している。一九八二年、英国のクリス・ボニンントン隊が挑戦したが、困難な岩峰群（ピナクル帯）で力尽き、ピーター・ボードマンとジョー・タスカが行方不明となり失敗に終わった。その後も英国隊が中心となって初登頂への執拗な挑戦を繰り返したが、一九八八年にハリ・テイラーとラッセル・ブライスがルートの最難関と見られてきたピナクル帯を初めて突破したのが最高で頂上までは届かなかった。一九九二年、



キャンプ5 (7,850m)より第1ピナクル(8,170m)
撮影：古野 淳

登山の経験者で二人の名サーター、ラクバ・テンジンとナワン・ヨテンにシエルバ等の管理を任せた。環境の問題にも積極的に取り組み、無煙式ごみ焼却炉をBCに設置、ごみの減量に努めた。また、今回初めて使用した最新型のロシア製酸素ボンベは従来のフランス製ボンベの二倍の能力があり、万全の体制で未踏の北東稜に挑むことになった。

日本隊が初挑戦し、第二ピナクルまで達したが、悪天候につきかまり行動不能となった。パートナーのカザフ人隊員がピナクル中の大宮求氏を救助したが、星学氏が行方不明となつて失敗に終わった。

隊員は、日本大学全学部からOBを含めて公募し、マッキンリー（六一九四m）とチヨ・オユー（八一五三m）で高所トレーニングを積んだ。医学部から高所医学の専門医師、理工学部から気象専門の学術隊員を加えて二十人の隊員を選出した。人工衛星を使った気象情報から登頂時期を判断、過去八回の失敗の原因を分析し、この尾根に最も適切なタクティクス（戦術）を研究した結果、完全なるロジスティクス（後方支援を含む登攀の進め方）を組み立てた上で極地法（包囲法）登山でのぞむことになった。二十三人のクライミング・シエルバは全員がエベレスト

一九九五年二月十九日、ネパールのカトマンズ（二三五〇m）から入山する。エベレスト北面に比べ、比較的暖かいネパール側、エベレスト南面からピナクル（五五〇〇m）までの高度順応トレーニングを行い、中国国境の街ザンム（二三〇〇m）へ向かうが大雪山のため一週間足止めを余儀なくされる。三月十七日、国境を越え、高度順化を兼ねてニエラム（三八〇〇m）二泊、シガル（四三〇〇m）三泊の後、二十二日、BC（五一五〇m）着。悪天候で気温はマイナス二十五度近くまで下がり、二十九日、野本隊員がC2（六〇〇〇m）付近で凍傷のため一時的にシガルへ下山する。強風でヤクによる隊荷の輸送が思うに任せずABC（六三五〇m）の建設が遅れる。三十一日、予定から八日遅れでABC建設。C4（七一〇〇m）建設は悪天候のため難航し、四月十四日、予定から十二日遅れて設営。十五・十六日の二日間で第一の難関、第一ピナクル（七五六〇m）を突破、十七日、C5（七八五〇m）設営。一旦、BCで休養の後、二十七日二十九日の三日間で最大の難関ピナクル帯を攻略完了、C6（八三五〇m）予定地に到着する。BCで四日間の休養の後、頂上アタックに向かい、五月十日、C7（八五六〇m）建設後、十一日登頂。古野登攀隊長、井本隊員他、シエルバ四人が初登頂に成功の後、再びピナクル帯を経て北東稜を下降した。

日本を出発して八十日目の登頂であった。誰がこの尾根を登りきるのか。日本人には無理だとも云われてきた。多くの山岳関係者も、単一大学隊には登れないだろうと予想した。天候に恵まれたこともあったが、とにかく全力を尽くしてわれわれは登りきった。

日本大学エベレスト登山隊1995
 ○総隊長 平山善吉（61歳） ○隊 長 神崎忠男（55歳） ○副隊長 池田錦重（56歳）
 ○登攀隊長 古野淳（33歳） ○隊 員 忍田



第1ピナクル(8,170m)から第2ピナクル(8,250m)へ
撮影：古野 淳

剛（32歳）・井本重喜（32歳）・家口寛（26歳）・野本修（25歳）・田端宏好（25歳）・田村幸英（23歳）・原田智紀（21歳）・原田義隆（59歳）○医師 鈴木武樹（39歳）・大前義孝（26歳）○学術隊員 永井澄明（62歳）・森山勇（55歳）・野口邦和（42歳）・新宮太（24歳）・唐元新（22歳）・田中潔（38歳）
 《写真提供》日本大学エベレスト登山隊1995
 （日本大学エベレスト登山隊1995 登攀隊長）

付記 古野氏の個人装備15点、共同装備5点を日大エベレスト登山実行委より寄贈頂きました。記してお礼申し上げます。山岳博物館

山と博物館第40巻 第11号

発行所 一九九五年十一月二十五日発行
 〒388長野県大町市 TEL 〇二二一
 大町 山岳博物館
 印刷所 長野県大町市依町
 大糸タイムス印刷部
 定価 年額 一、五〇〇円（送料共（切手不可）
 郵便振替口座番号 〇〇四〇七一一三三三