

分子データ解析による脊椎動物の系統進化

予測発見戦略研究センター ゲノム解析グループ

助教 曹 纓

1 はじめに

生物多様性を理解するには、進化的な視点が不可欠である。DNA 配列データから生物の系統関係を推定する分子系統樹法は、そのための基礎的なツールとして非常に重要と考えている。分子進化では確率的な過程が重要な役割を果たしていますので、データ解析には統計的な手法が必須である。脊椎動物の系統関係など様々な生物学の具体的な問題解決を通じて、実際の役に立つ分子系統樹推定法の開発を目指している。以下、いくつかのテーマについて研究結果を報告する。

1.1 収斂進化

分子系統学の活発な研究により、哺乳類の系統進化に関して、これまでの比較形態学からは思いもよらなかったことが、しだいに明らかになった。例えば食虫目は単系統のグループでないことが明らかになると共に、目の間の進化的な関係も明らかになってきた。従来の比較形態学による分類では近縁だとされてきた動物が、実は収斂進化の結果として見かけ上、似てきたものであることが多くの例で示された。マダガスカルに生息するハリテンレックは、体毛が硬い針状になっていて、形態からはハリネズミにそっくりである。そのためハリテンレックを含むマダガスカルのテンレック類は、ハリネズミ、トガリネズミ、モグラなどと同じ食虫目に分類されてきた。しかし、分子データからはテンレックはハリネズミと近縁ではなく、ゾウ、ジュゴン、ハイラックス、ツチブタなどアフリカ起源の動物の仲間であることが示された。従って、ハリテンレックがハリネズミに似ているのは、同じような生活環境に適応したために起った収斂進化の結果である。さらに、アフリカに生息するキンモグラはモグラにそっくりなために食虫目に分類されてきたが、これもテンレックと同じくゾウなどの仲間であることが示唆された。このようにいわゆる食虫類が単系統のグループではないということが明らかになったため、最近では、従来食虫目に分類されてきた動物のうちで、ハリネズミ、トガリネズミ、モグラなどは無盲腸目(Eulipotyphla)、テンレック、キンモグラなどはアフリカ食虫目(Afrosoricida)に分類されるようになった。しかし、我々は分子進化の機構を完全に理解しているわけではなく、モデルは常に暫定的なものであり、データが増えるにつれて改善され続けなければなりません。最尤法を用いれば、解析しているデータに適合するモデルを選択するための客観的な規準があり、モデルを改良して行くための枠組みが与えられると考えられます。

1.2 カニクイガエル(両生類)の系統進化

アカガエル科ヌマガエル属に分類されているカニクイガエルについて、昨年度のミトコンドリア・ゲノムデータによる解析に引き続き、更にいくつか核遺伝子のデ

ータを解読し、系統樹推定を行った。その結果、カニクイガエルを含むアカガエル科の内部関係、及び有尾目(サンショウウオ亜目、イモリ亜目)、無尾目(カエル目)、無足目(アシナシイモリ目)の間の系統関係を明らかにした。また解析においては、最尤法とベイズ法の比較を行い、異なる解析方法や、仮定モデルによって生じた違いの原因を探った。

1.3 クジラの系統関係及び年代推定

クジラ目におけるカワイルカの系統関係および分岐年代推定についても研究を行った。現在中国の揚子江に生息している海洋性イルカのスナメリのサンプルを新しく取り入れた。また解析の過程で、効率の良い系統樹探索法を提案し、同義置換、非同義置換ともに考慮するコドン置換モデルの有効性を明らかにした。現存するヒゲクジラ亜目全種のマイトコンドリア全ゲノム塩基配列を加えて、分子系統学的見地からクジラ目の系統樹を構築し、SINE 法による解析結果と総合的に評価することでクジラ目の系統関係を導いた。更に分岐年代の推定も行った。

1.4 真獣類の系統関係と年代推定

真獣類(Eutheria)とは雌が胎盤をもつ、有袋類と単孔類を除いた哺乳類の総称である。近年の分子系統学の研究により、真獣類は系統的には3つの主要なグループから成ることが明らかになった。北方獣類、南米獣類、アフリカ獣類の3つである。更に各グループの分岐年代推定の結果は、ローラシア大陸、ゴンドワナ大陸の分裂年代と一致し、真獣類の進化は大陸移動と密接に関連していることが示唆された。分子データから分岐年代推定を行う際には、進化速度の変動や、化石証拠との統合を考慮した推定方法を用いて、結果として現生真獣類の間の分岐が6500 万年前(恐竜が絶滅した時点)よりも早い時期にかなり起っていることを支持した。

1億年前の大陸配置と真獣類の進化

