

## 27. 網状化系統樹及び非階層的分類群の数量的分類理論の開発

農業環境技術研究所 環境管理部 計測情報科

## 要 約

生物の分類体系と系統樹の構造を集合論を用いて定式化し、生物の形質や分布の情報をより忠実に反映し得る系統分類体系の新しいモデルを提出した。

## 背景・目的

生物の系統分類体系を構築することは、遺伝資源である農業生物の効率的利用・環境生物の生態学的多様性の保持・自然環境の生物相に基づく分類にとって重要である。生物群の交雑などによる系統の網状化現象は生物学的・生態学的に重要であるが、それを正確に表現できるモデルはこれまでなかったため、その問題を解決できる新しい数学モデルを基礎とする数量的分類理論の開発を目的とする。

## 内容及び特徴

- (1) 生物間の類縁関係と分類群の包含関係を半順序理論という共通基盤に基づいてモデル化した。この新しいモデルは、系統樹ならびに階層的分類体系の構造をBoole代数を用いて数学的に定義することにより得られた。このBoole代数を用いて系統樹と分類構造をグラフ表示する方法を開発した(図1)。
- (2) 従来の系統樹のモデルは、生物の分岐を前提としているため、交雑や種分化過程にある個体群の再合一などの網状化現象を的確に表現することが難しかった。しかし、このモデルにより正確に表示することかできた(図2, 図3)。
- (3) 階層的分類体系では、その規約上分類群間に交わりが生じることは禁じられていた。しかし、このモデルのもとでは、たとえ分類群が非階層的な関係にあったとしても、その情報を分類体系化することができた。また、そのために必要な代数演算の定義とアルゴリズムの開発を行なった。

## 活用面と留意点

- (1) 本研究で提出したモデルは、農業生物・環境生物の新たな分類と同定のための基礎を与えるものである。
- (2) このモデルのもとで得られた系統樹・分類体系の構造的な特性を解析する手法を開発すると同時に、具体的な形質データに基づいて分析を進める定量的方法の確立が必要である。

## キーワード

生物分類, Boole代数

(三中信宏)

図1 a, b, cの3種の生物に関して、bがaとcの雑種であるならば(4)、bはaとcのそれぞれと同程度に近縁である(1,2)。その系統関係を Boole代数を用いて表示すると、1と2の系統樹の持つ情報を総合した表現図(7)が得られる。この図は、bのa, cに対する類縁関係の程度と交雑の結果生じた網状構造の存在を正確に表示している。

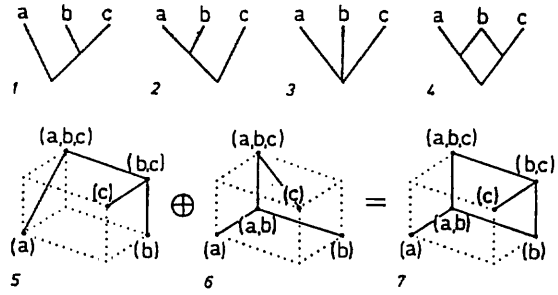


図2 a, b, cの3種の生物からなる系統樹(1)に対して、類縁関係が不明の種dがあるとき、可能な類縁関係の仮説は5通りある(2)。この類縁関係を示す図に含まれている情報を要約するために、系統樹の「乗法」を定義し(3, 4)、その結果を Boole代数を用いて表した(5)。

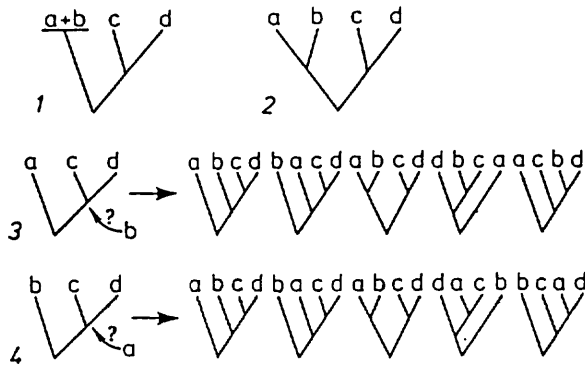
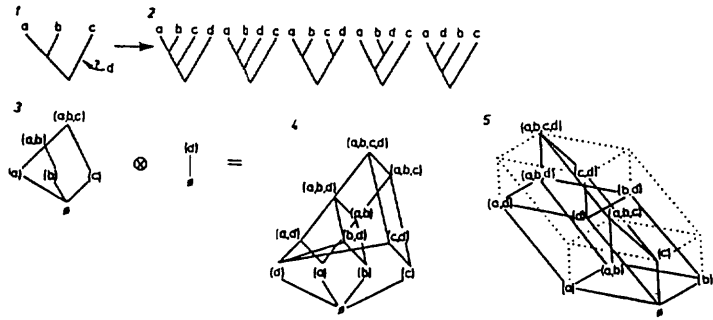


図3 a, b, c, dの4地域において、aとbに分布する広域分布種(a+b)とc, dに分布する2種がいたとする。このとき、4地域をこの生物群に基づいて分類しようとする。広域分布種があるaとbを分けて、a, b, dの二つの系統関係を考えると、二つの系統関係を考えると、それぞれ5子ずつの可能な仮説が存在する(3,4)。これらの仮説に含まれている情報を Boole代数を用いて要約した(5,6)。