

Mathematical theory of speciation:  
geographically isolated populations connected  
by infrequent migrations

山口, 諒

<https://doi.org/10.15017/1806834>

---

出版情報 : 九州大学, 2016, 博士 (理学), 課程博士  
バージョン :  
権利関係 : 全文ファイル公表済

氏 名 : 山口 諒

論 文 名 : Mathematical theory of speciation: geographically isolated populations connected by infrequent migrations

(種分化の数学的理論: 地理的に隔離され、ごく稀な移住で結ばれた集団がつくりだす種の生成過程について)

区 分 : 甲

### 論 文 内 容 の 要 旨

現存する生物種は祖先種から分岐することによりその数を増やしてきた。種分化は新たな種を生み出すメカニズムであり、継続的に種分化が繰り返されることで多様性が創出・維持されている。種の絶滅については中立説などの一般理論があるのに対し、種分化研究は過去 20 年間、同所的種分化機構に集中してきた。このプロセスは対象生物の生活史や配偶行動などの詳細に強く依存し、幅広い生物群で成り立つ一般則の基盤とはなりにくい。多くの実証研究から、種分化の地理的分類として、島々に集団が分布して地理的に隔離される異所的種分化や、集団間に遺伝子流動のある側所的種分化が一般的と結論されている。

本論文では、地理的に隔離された複数の集団間に、ごく稀に移住が生じることによって、繰り返し種が形成される側所的種分化のメカニズムを数理モデルによって扱う。不和合性は多数の遺伝子座によって量的に制御され、個体間不和合性がある閾値を超えた際に種分化が完了すると仮定した。互いにほとんど単型な集団間での遺伝距離は、異なる対立遺伝子を保持している遺伝子座の割合として定義する。遺伝距離は突然変異の蓄積によって増大し、移住および交雑によって減少する。この確率過程を拡散近似、確率微分方程式、個体ベースシミュレーション等によって解析した。

結果として、集団数は2つしかないとしても、次々と新しい種を作り出すことが出来る事が示された。それは種分化後に片方の島からの植民により他方の島に新集団が形成され、両者の間でふたたび遺伝的分化が始まるからである。移住率が高すぎると集団の遺伝的分化が起きにくく、移住率が小さすぎると種分化後の植民・新集団形成までの待ち時間が長くなることから、種を形成する速度を最大にするような中間的な最適移住率が存在する。この予測は、鳥類の系統解析や島嶼部に生息する海洋生物の実証研究から支持されている。

種分化までの待ち時間を短縮するには遺伝距離の確率的浮動が重要であり、生殖隔離形質をコントロールする遺伝子座数が少ない場合が挙げられる。加えて平均遺伝子流動量が同じ場合でも、少量の遺伝子流動が頻繁にある場合と多量の遺伝子流動が散発的にある場合では、後者において種分化速度が高いことが判明した。一方、種分化後の新集団形成までの待ち時間を短縮するには、近縁種の同じ島での共存が重要であり、繁殖干渉による生殖的形質置換と棲み分けが貢献していた。よって、種分化サイクルを早めるためには、長いタイムスケールによる突然変異の蓄積に加え、比較的短期間に起こる種間相互作用の組み合わせが非常に重要である。