



Title	実験室内で高温適応した大腸菌のゲノム進化に関する研究
Author(s)	飯島, 玲生
Citation	大阪大学, 2013, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/60025">https://hdl.handle.net/11094/60025</a>
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、<a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">大阪大学の博士論文について</a>をご参照ください。

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

【86】

氏 名 飯 島 玲 生  
博士の専攻分野の名称 博士（理学）  
学 位 記 番 号 第 26267 号  
学 位 授 与 年 月 日 平成 25 年 3 月 25 日  
学 位 授 与 の 要 件 学位規則第 4 条第 1 項該当  
生命機能研究科生命機能専攻  
学 位 論 文 名 実験室内で高温適応した大腸菌のゲノム進化に関する研究  
論 文 審 査 委 員 (主査) 教授 四方 哲也  
(副査) 教授 八木 健 教授 近藤 滋 招へい教授 古澤 力

## 論文内容の要旨

生物が自己増殖を繰り返す過程において、様々な変異が生じる。ダーウィンによる地理的種分化の考察以来、この変異がいかにして集団に固定されるかを調べることで種分化や生物多様性のメカニズムが明らかになると考えられてきた。適応度を上昇させる有益変異は、正の選択によって集団に固定される。一方で、適応度に影響を与えない中立的な変異は、種分化の原因として重要視されている。これまでに、有益な変異は選択圧の高い環境で固定し、中立的な変異の大部分は個体間の競争が生じない条件で確率的に固定されると考えられてきた。よって、有益な変異と中立的な変異の固定割合は選択の有無に依存すると予想される。この仮説を検証するためには、進化の過程で生じる適応度の変化と固定される変異の性質の対応関係を捉える必要がある。

そこで本研究では、実際の生物を用いて実験室内進化実験を行った。大腸菌集団を生育に不適な高温環境で培養し、増殖速度（適応度）に選択がかかるように継代させた。最初の温度である $36.9^{\circ}\text{C}$ から始めて、段階的に温度を上昇させることで、最終的には $44.8^{\circ}\text{C}$ で高い増殖速度を示す大腸菌集団を得ることに成功した。最終温度である $44.8^{\circ}\text{C}$ の環境下では、急激に増殖速度が高くなった期間と、緩やかに増殖速度が増加し続けた期間がみられた。固定されたゲノム変異を調べたところ、この後半の期間に固定された同義置換の変異と非同義置換の変異の割合はほぼ同程度となっていた。この結果は、固定された変異の中で中立的な変異の割合が著しく増加したことを示している。中立的な変異の大規模な固定は、選択によって適応度が上昇している中でも生じることが初めて実証された。

適応度が緩やかに上昇する過程では、変異体同士の競争が比較的緩やかであることが示唆される。このような選択過程では同所内の種分化が許容されるため、集団の地理的な分断と組み合わせることで、隔離後に固定される変異に集団間で大きな違いが生じることが予想される。この地理的種分化のシナリオを検証するために、 $44.8^{\circ}\text{C}$ に適応した集団を母集団として二つに分岐させて、さらなる高温への適応進化を進めた。 $46.0^{\circ}\text{C}$ に適応した二つの集団のゲノム解析を行った結果、各系列で固定された変異の多くは分岐前の母集団で既に形成されていたことが明らかとなった。以上の結果より、選択環境下において遺伝的にヘテロな母集団の存在が裏付けられ、種分化が進んだ母集団と地理的隔離によって生じる地理的種分化のシナリオが実証された。

実際の生物の適応進化を観察した結果、選択によって適応度が上昇する中でも中立的な変異が多数固定され、複数の変異体の共存が可能であることがわかった。集団内に存在するこの遺伝的にヘテロな集団はその後の地理的隔離後に変異が固定されることで生じる地理的種分化のシナリオが実証された。以上の結果は、自然界で観察される中立で多様な生物学的特徴の一部は、実際には競争のある選択的な環境で形作られた可能性を示唆している。

## 論文審査の結果の要旨

申請者は生物の適応進化における「変異の選択過程」に焦点を当てて、研究を行った。これまでには、中立変異の固定には、競争後の長い定常期間が必要であり、個体間の生存競争がある選択的な環境では、中立変異は淘汰されると考えられてきた。しかし、大腸菌の高温適応進化をモデル系とした進化実験を行った結果、高温環境下であり個体間が生存競争をしていても中立変異を固定することを実証した。さらに、この中立変異を固定していた集団がその後の選択過程で遺伝型が多様化するか、限定するかを調べるために、二つに分岐・複製してさらに高い温度で培養を続けた。その結果、分岐前には同一集団に遺伝型が大きく異なる変異体が共存しており、分岐後の各系列で全く異なる変異を固定することで、集団間の大きな遺伝的隔たりが生じているということがわかった。これらの実験的な事実から、過酷環境における種の多様性の一部は競争過程において形成しうるということが示唆された。本研究はゲノム進化研究において新規性のある重要な知見をもたらした。よって学位に値するものと認める。