

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	細胞内共生Clostridia綱細菌の生態と進化過程の解明
Title(English)	Ecology and evolutionary process of endosymbiotic clostridia
著者(和文)	高橋一樹
Author(English)	Kazuki Takahashi
出典(和文)	学位:博士(理学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第12839号, 授与年月日:2024年9月20日, 学位の種別:課程博士, 審査員:本郷 裕一,伊藤 武彦,増田 真二,二階堂 雅人,山田 拓司
Citation(English)	Degree:Doctor (Science), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第12839号, Conferred date:2024/9/20, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	審査の要旨
Type(English)	Exam Summary

論文審査の要旨及び審査員

報告番号	甲第	号	学位申請者氏名	高橋一樹	
論文審査 審査員		氏名	職名	氏名	職名
	主査	本郷 裕一	教授	山田 拓司	准教授
	審査員	伊藤 武彦	教授		
		増田 真二	教授		
二階堂 雅人		准教授			

論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は「細胞内共生 Clostridia 綱細菌の生態と進化過程の解明」と題し、四章で構成されている。第一章「序論」では、共生現象、特に細胞共生について過去の知見を概観し、その上で研究材料としてのシロアリ腸内微生物群集の重要性を述べている。また、本論文で扱う Clostridia 綱の主な特徴と腸内細菌としての役割に関する諸説を説明している。

第二章では、複数のシロアリ種の腸内原生生物細胞から取得された Clostridia 綱に属する 16S rRNA 配列について、それらの分子系統学的位置を明らかにするとともに、同配列を標的とした fluorescence in situ hybridization (FISH)による局在解析を実施している。その結果、Oscillospiraceae 科に属する 6 種が、原生生物の細胞内に共生することを初めて明らかにしている。それぞれ特定の原生生物種のみ共生するが、全ての宿主種の細胞に存在するわけではなく、日和見的共生体であることも明らかにしている。これらは 2 つの全く異なる単系統群を形成しており、2 回独立に細胞内共生が進化したと考察している。

第三章では、上記 6 種のうち 3 種について培養を介さずに完全長ゲノム配列を取得し、1 種についてはほぼ完全長のドラフトゲノム配列を取得している。さらにもう 1 種類については、先行研究で取得された 1 細胞由来のドラフトゲノム配列を使用し、情報解析によってこれら細菌種の機能予測を行っている。その結果、全種でゲノムサイズが 1 Mb 前後以下に縮退し、解糖系が分断され、核酸・アミノ酸・ビタミン合成経路のほとんどを喪失していることを発見している。一方で、ATP/ADP 交換輸送体を共通して保有しており、栄養素のほとんどを宿主に依存するのみならず、ATP も宿主から取得する、寄生性が強い細菌であると考察している。また、これらのゲノムは通常真核生物のみに見られる MYB や Rab といった調節因子をコードしており、それらを分泌することによって宿主からの攻撃を免れていると考察している。こうした真核生物様タンパク遺伝子群は、分子系統学的に宿主原生生物種あるいはその同門原生生物種群の遺伝子に最も近縁であり、また細胞内共生細菌種ごとにそのレパートリーが異なることから、各共生細菌がそれぞれの宿主原生生物から水平伝播により獲得して利用することで、細胞内共生体として適応進化していったと考察している。

第四章では、以上の 5 種の細胞内共生体のゲノムを、環境メタゲノム由来のゲノム配列も含む、既知の Oscillospiraceae 科細菌ゲノムと網羅的に比較することで、これら 2 つの細胞内共生細菌系統群の特徴を明らかにすることを試みている。その結果、これらの 2 系統群のそれぞれの近縁に、ゲノムサイズ縮小、解糖系分断、ほとんどの核酸・アミノ酸合成経路の喪失などの特徴を共有するゲノムが多く存在して単系統群を形成しており、シロアリ腸内以外でも、ヒト腸内や反芻動物消化管に同様の性質を持つ細菌が広く分布することを明らかにしている。ウシの反芻胃に共生する絨毛虫に細胞内共生することも FISH 解析で確認しており、本論文で発見した新規系統群は、他環境でも原生生物の細胞内共生体として存在する可能性が高いと考察している。

以上を要するに、本論文は Clostridia 綱に属する原生生物細胞内共生系統群を発見し、そのゲノムと生態学的特徴を初めて明らかにしたものであり、理学的貢献するところが大きい。よって、本論文は博士(理学)の学位論文として十分な価値があるものと認められる。