HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	Characterization of a novel soil ultramicrobacterium from the rarely cultured Verrucomicrobiota phylum
Author(s)	ISLAM, MD SAMIUL
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(農学)
Dissertation Number	甲第16592号
Issue Date	2025-09-25
DOI	https://doi.org/10.14943/doctoral.k16592
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/98202
Type	doctoral thesis
File Information	ISLAM_MD_SAMIUL_review.pdf, 審査の要旨 https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

学位論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称　博士（農学）　氏　名 ISLAM MD SAMIUL

審査担当者　主査　客員准教授　北川　航
副査　教　授　吹谷　智
副査　客員教授　鎌形　洋一
副査　客員准教授　菊池　義智

学位論文題名

Characterization of a novel soil ultramicrobacterium from the rarely cultured *Verrucomicrobiota* phylum

（難培養性の *Verrucomicrobiota* 門に属する新規超微小土壌細菌の特性）

本論文は英文 76 頁、図 25、表 3、4 章からなり、参考論文 2 編が付されている。

ヴェルコミクロビオタ門は、土壌、淡水、そして共生する宿主の生息地に広く分布する細菌門である。この門に属する細菌は非常に難培養であることが知られており、人工的な培養への積極的な取り組みにもかかわらず、培養実績は非常に少ない。この門の一部の細菌はバイオポリマーの分解、窒素固定、そして植物との共生に寄与しているとされるが、その生理学的および遺伝学的特性は未解明である。本研究では、ヴェルコミクロビオタ門に属する新規の超微小細菌 1 株について形態学的、生理学的、また遺伝学的な特性評価を行うとともに分類系統的な解析によって新属新種を提案したものである。

1)　新規 *Verrucomicrobiota* 株の形態学的、生理学的、系統学的特徴づけ

ここでは近年単離された *Verrucomicrobiota* 門の ASA1 株の特徴を明らかにしている。この株は富栄養培地では生育せず、貧栄養な培地でのみ生育する事を報告している。コロニーは白黄色で滑らかな外観をしており、細胞は球状から楕円形（0.05～0.07 μm³）であり超微細菌性（定義の体積は<0.1 μm³）で、またクラスター状の凝集体（<10 μm）を形成することを明らかにしている。ASA1 はグラム陰性、好気性、運動性を示し、カタラーゼおよびオキシダーゼ活性は陰性、また生育温度は 20～40℃（最適温度は 30℃）、pH は 7～11（最適は 8.4）、NaCl 耐性は 0～3%（最適は 0%）であると報告している。化学分類学的解析では、主要脂肪酸はアンテイソ-C15:0（53%）、次いで C16:0（15%）であり、呼吸性キノンはメナキノン-7（MK-7）のみであると述べている。系統解析の結果、16S rRNA 遺伝子配列の相同性が低い（<93%）ことから、ASA 株は *Opitutia* 綱 *Alterococcaceae* 科における新規系統であると述べている。

2)　新規 *Verrucomicrobiota* 株のゲノム特性と潜在的分布

ここでは ASA1 株の完全ゲノム解析を行い、その結果を元に様々な解析を進めている。本株は、既知で最も近いタイプの株との平均ヌクレオチド相同性（ANI）値

が低く（<77%）、平均アミノ酸相同性（AAI）値は 53%未満で、属レベルで同一とされる閾値（65～70%）を大きく下回っていることから、新属としての裏付けを強化するものと述べている。Clusters of Orthologous Groups（COG）および Kyoto Encyclopedia of Genes and Genomes（KEGG）による解析では、アミノ酸および炭水化物代謝、エネルギー産生、シグナル伝達における遺伝子が豊富であり、機能不明の遺伝子も相当数存在すると述べている。生息適性解析では、ASA1 株とその近縁種は、多様な陸生および水生環境に広く分布していることを明らかにしている。またゲノムマイニングにより、非リボソームペプチド合成酵素（non-ribosomal peptide synthetase = NRPS）、ポリケチド合成酵素（polyketide synthase = PKS）、およびアリルポリエン型を含む 6 つの生合成遺伝子クラスター（biosynthetic gene clusters = BGC）が同定され、いずれも既知のクラスターとの類似性は低く（1%未満）、ASA1 が新規二次代謝産物の良い供給源となるであろうことを報告している。

3)　分類学的提案：*Congregicoccus parvus* gen. nov., sp. nov.

本株の包括的な系統分類、ゲノム分類、および化学分類学的解析に基づき、最も近縁な既知のタイプ微生物(*Alterococcus agarolyticus* ADT3^T)と明確に異なる特徴から、*Verrucomicrobiota* 門 *Alterococcaceae* 科の新属新種として *Congregicoccus parvus* gen. nov., sp. nov. を提案し、受理されたことを報告している (= JCM 36569^T = NCIMB 15508^T: 属名の *Congregicoccus* は群れをなして生育する球菌を意味し、種名の *parvus* は細胞の大きさが小さいことを意味する)。

以上、本研究では、人工的な環境下での培養実績が少ない *Verrucomicrobiota* 門、*Opitutia* 綱 *Alterococcaceae* 科の新規種である ASA1 株の包括的な特性解析を明らかにした。その生理学的特性とゲノム特性は、この細菌系統に属する超微細菌の生物学的理解に貴重な知見をもたらす。本研究の知見は、*Verrucomicrobiota* 門における未培養微生物の分離に関する新たな知見を提供し、またこれまで未開拓であった生理活性化合物の供給源として注目すべき微生物・遺伝子資源であることを明確にしている。

よって審査員一同は、Islam MD Samiul が博士（農学）の学位を受けるのに十分な資格を有するものと認めた。