マイコプラズマが持つ2つの滑走運動の動力学測定

メタデータ	言語: English 出版者: 公開日: 2020-06-10 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 水谷, 雅希 メールアドレス: 所属: 大阪市立大学
URL	https://doi.org/10.24544/ocu.20200615-001

氏 名 水谷 雅希

学 位 の 種 類 博士 (理学)

学 位 授 与 年 月 日 令和2年3月24日

学 位 論 文 名 Motility and force measurements of two types of gliding machineries in
Mycoplasma
(マイコプラズマが持つ2つの滑走運動の動力学測定)

論文審査委員 主査 教授 宮田 真人

副査 教授 中村 太郎

副査 准教授 安房田 智司

論文内容の要旨

ヒト肺炎の原因菌などとして知られるマイコプラズマは、ユニークなメカニズムで宿主動物組織表面を滑走運動する。マイコプラズマ滑走運動は、その運動を駆動するタンパク質複合体“滑走装置”の種類によって、モービレ菌型とニューモニエ菌型に分類され、これらの間に相同性はない。本研究では、マイコプラズマ滑走運動メカニズムの根幹と、生き残り戦略での役割を明らかにするために、滑走運動の様子や推進力を光学顕微鏡および光ピンセットを用いて詳細に計測した。

モービレ菌は菌体表面に数百存在する“あし”構造を用いて滑走する。力測定の結果、モービレ菌の推進力は平面上で最大約 113 pN (ピコニュートン) であり、ひとつのあしが発揮する推進力は約 1.5 pN であった。これらからモービレ菌について、平面上では最大 70 本のあしを同時に駆動できる、ATP のエネルギーを小さな推進力と大きな歩幅に変換する、エネルギー変換効率は約 35% である、宿主である淡水魚エラ上で水流から受ける力は約 34 pN であり、多数のあしによってこれに抗う大きな力を発揮することでエラ上を滑走することが可能であることが示唆された。

ニューモニエ菌については、まず、ニューモニエ型滑走運動も ATP 駆動であることを証明した。さらに、宿主粘膜の主要成分である繊維状の粘性物質では滑走運動が阻害されにくいことを明らかにした。また、肺炎患者から分離されるニューモニエ 1 型病原株と 2 型病原株を比較すると、1 型株は宿主への結合能が 2 型株より 7.5 倍高く、滑走運動も 2 倍以上速かった。推進力は 1 型株が約 24 pN, 2 型菌が約 20 pN であった。また 2 型株は、より早く細胞分裂を開始できる、体サイズが 1 型菌より約 15% 小さいことも明らかとなった。これらから、1 型株は強い結合と活発な滑走運動により広く感染域を拡大していくのに対し、2 型株は結合が弱いながらも、より早くより密なコロニーを形成することで宿主に定着するという戦略をとっている可能性が推察された。

本研究で得られた知見は、マイコプラズマが持つ 2 つの滑走運動の動力学的な駆動メカニズムの理解やそれらと病原性との関連を知るために、大きく寄与すると考えられる。

論文審査結果の要旨

ヒト肺炎の病原細菌などとして知られるマイコプラズマは、ユニークなメカニズムで宿主動物組織表面を滑走運動する。マイコプラズマ滑走運動は、その運動を駆動するタンパク質複合体“滑走装置”の種類によって、モービレ菌型とニューモニエ菌型に分類され、これらに相同性はない。本研究では、マイコプラズマ滑走運動メカニズムの根幹と、生き残り戦略での役割を明らかにするために、滑走運動の様子や推進力を光学顕微鏡を用いて詳細に計測した。

モービレ菌は菌体表面に数百存在する“あし”構造を用いて滑走する。力測定を行ったところ、推進力は平面上で最大約 113 pN(ピコニュートン)であり、ひとつのあしが発揮する力は約 1.5 pN であった。これらからモービレ菌について、(1)平面上では最大 70 本のあしを同時に駆動できる、(2)ATP のエネルギーを小さな推進力と大きな歩幅に変換する、(3)エネルギー変換効率は約 35%である、(4)宿主である淡水魚エラ上で水流から受ける力は約 34 pN である、(5)多数のあしによってこれに抗う大きな力を発揮することでエラ上を滑走することが可能である、ことが示唆された。

ニューモニエ型滑走運動については ATP 駆動であることを証明した。また、肺炎患者から分離されるニューモニエ 1 型病原株と 2 型病原株を比較すると、1 型株は宿主への結合能が 2 型株より 7.5 倍高く、滑走運動も 2 倍以上速かった。推進力は 1 型株が約 24 pN, 2 型菌が約 20 pN であった。また 2 型株は増殖が速く、体サイズが 1 型菌より約 15%小さかった。これらから、1 型株は強い結合と活発な滑走運動により広く感染域を拡大していくのに対し、2 型株は結合が弱いながらも、より早くより密なコロニーを形成することで宿主に定着するという戦略をとっている可能性が推察された。

本研究で得られた知見は、マイコプラズマが持つ 2 つの滑走運動の動力学的な駆動メカニズムの理解やそれらと病原性との関連を知るために、大きく寄与すると考えられる。よって、本論文は博士(理学)の学位を授与するに値するものと審査した。