

光合成細菌の細胞成分による植物成長促進効果

林 修平^{1*}・岩本 康成¹・平川 夕貴¹・森 康一¹・山田 直樹²・牧 孝昭²・

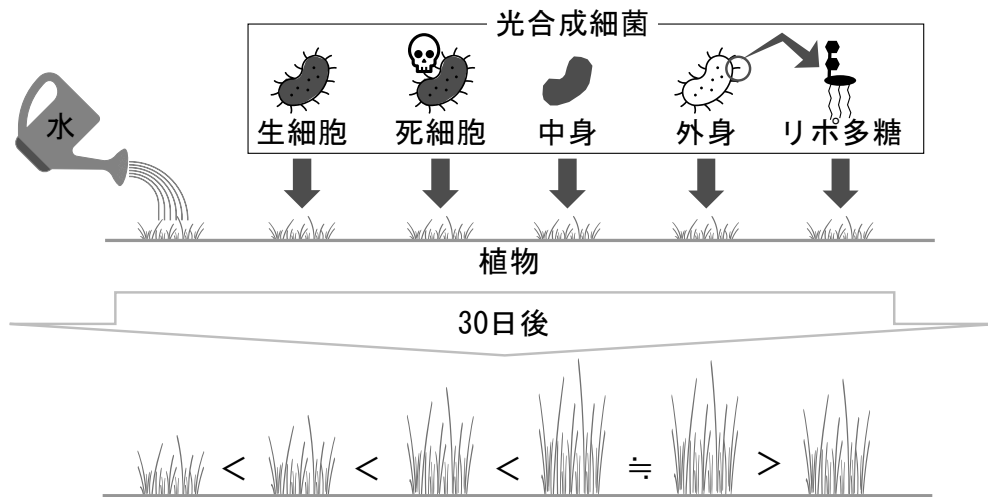
山本 進二郎¹・宮坂 均¹

¹ 崇城大学生物生命学部, ² (株) 松本微生物研究所

〒860-0082 熊本市西区池田 4-22-1 崇城大学生物生命学部

Tel: 096-326-4176 Fax: 096-323-1331

E-mail: shayashi@bio.soyo-u.ac.jp



1. 要旨

光合成細菌（非紅色硫黄細菌）の植物成長促進効果を示す成分を探索するために、光合成細菌を超音波破碎・遠心分離を行い、上清とペレットに分けてコマツナに投与した。上清は高い濃度で成長促進効果を示したが、ペレットは低い濃度で成長促進効果を示した。ペレットには、細胞膜成分であるリポ多糖（LPS）が含まれていると考え、LPSのみをコマツナに投与した。非常に低濃度（pg/mL）で成長促進効果を示すことがわかった。

2. 緒言

植物の成長を促進させる紅色非硫黄細菌（光合成細菌）は、植物の成長に有益な化合物を生産する能力により、植物生産において注目を集めている光合成微生物である。光合成細菌は光からエネルギーを得ることができる通性嫌気性細菌であり、その炭素源は有機炭素に由来しており、さまざまな環境（湿った土壌、淡水、海水など）に広く分布している^{1,2)}。さらに、光合成細菌は窒素(N₂)固定¹⁾、リン酸可溶化³⁾、植物成長促進物質（インドール-3-酢酸(IAA)および5-アミノレブリン酸(ALA)）の生成²⁾など、有用な機能をもっている。

植物に使用する場合、光合成細菌は生細胞、死細胞、細胞由来物質の3つに区別される。これまでの研究は主に生細胞の使用に焦点を当てており、死細胞や細胞由来の物質の使用にはあまり焦点を当てていなかった⁴⁾。

本研究では、生細胞を超音波処理することによって死細胞を調製し、死細胞と生細胞による植物の成長促進効果を比較した。さらに、死細胞成分に含まれる植物の成長促進に関わる物質について検討した。

3. 方法

3.1 光合成細菌

(株) 松本微生物研究所が所有する *Rhodobacter sphaeroides* を使用した。コロニー形成単位 (cfu) については、660 nm での光学密度と cfu の相関関係を実験的に求め、OD₆₆₀=1 の場合に 2×10^9 cfu mL⁻¹ として標準化した。

3.2 不活化細胞および細胞成分の調製

R. sphaeroides を GM 培地、30°C、光照射下で培養した。遠心分離して滅菌水に再懸濁したものを生細胞溶液とした。生細胞溶液を超音波破碎したものを死細胞溶液とした。死細胞溶液を遠心分離し、上清を可溶

成分、ペレットを滅菌水に懸濁した溶液を不溶成分とした。

3.3 植物栽培実験

コマツナの種を蒔いたプランターに、各種溶液（生細胞、死細胞、可溶成分、不溶成分、リポ多糖（LPS））を3日に1回噴霧した。播種から約30日後に収穫し、根を除いた植物体の新鮮重量を測定した。

4. 結果と考察

生細胞あるいは死細胞を投与した植物は、それぞれ無投与の対照群に比べて新鮮重量が有意に増加し、死細胞は生細胞よりも高い成長促進効果を示した（図1）。生細胞では、植物の成長を促進させる物質が代謝されてしまう可能性が考えられる。

さらに、死細胞を遠心分離し、上清（可溶成分）とペレット（不溶成分）に分け、それぞれを植物に投与した。上清では、比較的高濃度で投与した場合に植物の成長が促進されたが（図2A）、ペレットでは、比較的低濃度では植物の成長が促進されることがわかった（図2B）。可溶成分には、インドール-3-酢酸（IAA）や5-アミノレブリン酸（ALA）が含まれていることが考えられ、それらの効果で成長が促進されたと考えられる。

紅色非硫黄細菌はグラム陰性菌であり、不溶成分であるペレットには、細胞壁成分であるペプチドグリカンやリポ多糖（LPS）が含まれていることが考えられる。その中でも生理活性が報告されているLPSが植物の成長を促進するのではないかと仮説を立て、光合成細菌由来のLPSと大腸菌由来のLPSを植物に投与して比較した。10~100 pg/mLの濃度で光合成細菌由来LPSを投与した植物は、無投与の対照群に比べて新鮮重量が有意に増加した。一方、100 pg/mLの濃度で大腸菌由来LPSを投与した植物は、無投与の対照群とほぼ同等であった（図3）。光合成細菌由来LPSと大腸菌由来LPSでは、構成するリポドAの構造が異なり、そのことが植物成長促進効果の差を生じさせていると考えられる。

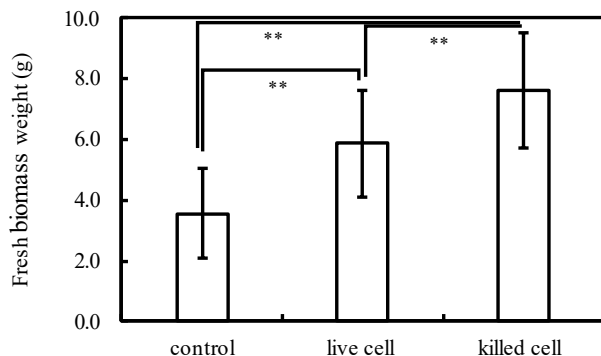


図1. 生細胞または死細胞 (2×10^6 cfu mL⁻¹) 溶液噴霧によるコマツナの新鮮重量。エラーバーは標準偏差を、**はt検定による $p < 0.01$ を示す。

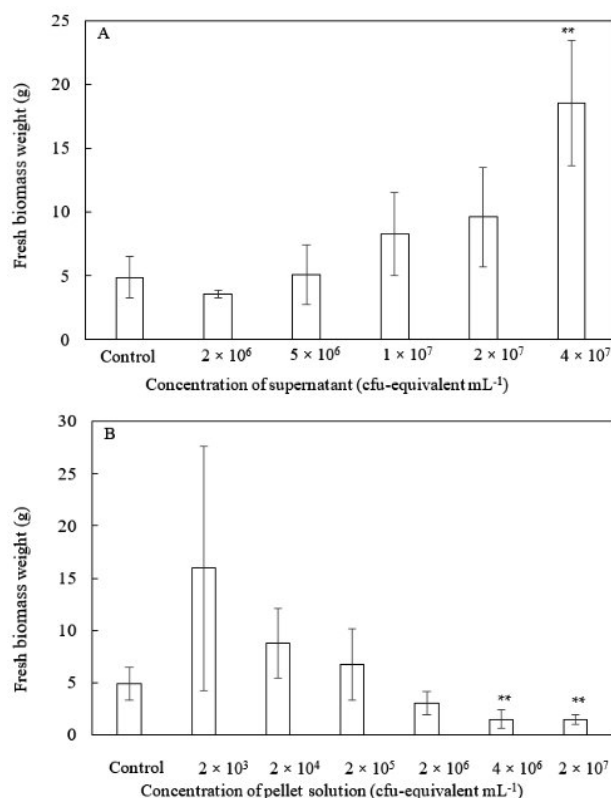


図2. 可溶成分または不溶成分溶液噴霧によるコマツナの新鮮重量。エラーバーは標準偏差を、**はt検定による $p < 0.01$ を示す。

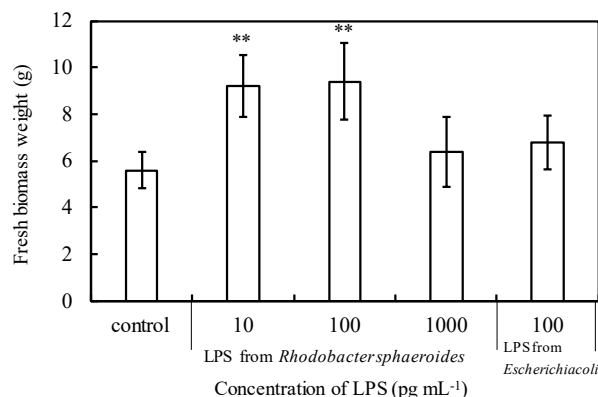


図3. LPS溶液噴霧によるコマツナの新鮮重量。エラーバーは標準偏差を、**はt検定による $p < 0.01$ を示す。

文 献

- 1) Kantachote, D. *et al.*: *Appl. Soil. Ecol.*, **100**, 154-161 (2016).
- 2) Sakpirom, J. *et al.*: *Res. Microbiol.*, **168**, 1-10 (2017).
- 3) Rana, G. *et al.*: *J. Agric. Sci. Rev.*, **5**, 109-117 (2016).
- 4) Sakarika, M. *et al.*: *Microb. Biotechnol.*, **13**, 1336-1365 (2019).