

有機酸を嫌氣的に分解する新規な細菌

微生物工業技術研究所 田中一裕

嫌氣的環境は動物の消化管、池や川の底泥など身近な環境である。しかし好氣性細菌に比べて嫌氣性細菌による有機化合物の分解に関する知見はきわめて少ない。

有機物の嫌氣的分解過程で有機酸は比較的最終段階で生成する。プロピオン酸、酪酸などの飽和脂肪酸については、基本的な分解様式がすでに明らかにされているので、不飽和脂肪酸とヒドロキシ脂肪酸の分解例を紹介したい。

一般に、 $RCH=CHCOOH$ という化学式で表すことのできる α, β 不飽和脂肪酸の嫌氣的分解様式は、アクリル酸 ($R=H$) の場合、 $3CH_2=CHCOOH+2H_2O \rightarrow 2CH_3CH_2COOH+CH_3COOH+CO_2$ (1),¹⁾ クロトン酸 ($R=CH_3$) の場合、 $2CH_3CH=CHCOOH+2H_2O \rightarrow CH_3CH_2CH_2COOH+2CH_3COOH$ (2),²⁾ フマル酸 ($R=COOH$) の場合、 $3HOOCCH=CHCOOH+2H_2O \rightarrow 2CH_3CH_2COOH+CH_3COOH+4CO_2$ (3),³⁾ となることが知られている。

マレイン酸はフマル酸の幾何異性体であるので、イソメラーゼさえ存在すれば、フマル酸と同様に分解して、コハク酸と酢酸を生成すると予想された。しかし、農業用水路の底泥から分離した1株 (CreMal1 株) は、コハク酸をさらにプロピオン酸に分解した。⁴⁾ コハク酸をプロピオン酸に分解して生育する嫌氣性細菌は、*Propionigenium modestum* など^{5,6)} が知られているので起きておかしくない代謝ではあった。糖非発酵性グラム陰性偏性嫌氣性桿菌で、プロピオン酸を生産するものはこれまで知られていないので、CreMal1 株は *Bacteroidaceae* 科の新属・新種と判断し、*Propionivibrio dicarboxylicus* と命名された。

ケイ皮酸は、上の一般式で $R=C_6H_5$ という有機酸である。クロトン酸と同様の代謝を行う分解菌の存在が予想される。ケイ皮酸の分解に関して廃水処理施設の汚泥から1株 (PeC1 株) だけの純粋分離に成功した。やはり、予想通り 3-フェニルプロピオン酸、安息香酸、酢酸を生成した。この菌株は *Acetivibrio* 属の新種 *A. multivorans* と命名された。⁷⁾ その後、ソルビン酸 ($R=CH_3-CH=CH$) を分解する嫌氣性細菌 (AmSol 株) が報告された。⁸⁾ この菌株は、分離菌と基質資化性、代謝様式、グラム染色性、GC 含量で似ているが、細胞の形態がまっすぐである ("*Acetivibrio*" の名にふさわしくない?) ためか、分類学的位置付けは保留されている。しかし現在の系統分類では形態はあまり重要ではないという意見もあり、今後の動向を注目したい。

α -ヒドロキシ脂肪酸は α, β 不飽和脂肪酸の水と反応によって生じるので α, β 不飽和脂肪酸と代謝的に非常に関連が深い。シトラマル酸 $HOOC(OH)(CH_2)CH_2COOH$ も、そのような有機酸であり、不斉炭素を1個持っているので *S* 体 (天然型) および *R* 体 (非天然型) が存在する。*S*-シトラマル酸分解菌を分離し、性質を調べた結果、上の (1)~(3) のような分子内酸化還元ではなく、酢酸およびギ酸にまで分解することで生育する細菌であった。この菌株は新属・新種 *Formivibrio citricus*^{9,10)} と命名された。*F. citricus* は関連化合物 (α, β 不飽和脂肪酸) であるメサコン酸も同様に分解したが、*R*-シトラマル酸では生育しなかった。*S*-シトラマル酸の代謝については *Clostridium tetanomorphum* の系が詳しく調べられているが、*F. citricus* は、*C. tetanomorphum* の代謝系の一部分だけしか持っていないように思われる。

消化汚泥等の、ある混合培養系で、ある有機化合物の生分解性が確認できたからといって、どの混合培養系でも分解できるわけではない。そこに分解菌分離の一つの意義がある。しかし有機化合物の生分解性や分解菌の純粋分離の難易を化学構造から判断するのは予想以上に難しい。まだまだ研究が必要である。

- 1) Cardon, B. P., Barker, H. A.: *J. Bacteriol.*, **52**, 629 (1946).
- 2) Stieb, M., Schink, B.: *Arch. Microbiol.*, **140**, 139 (1984).
- 3) Miller, J. D. A., Wakerley, D. S.: *J. Gen. Microbiol.*, **43**, 101 (1966).
- 4) Tanaka, K. et al.: *Arch. Microbiol.*, **154**, 323 (1990).
- 5) Schink, B., Pfennig, N.: *Arch. Microbiol.*, **133**, 209 (1982).
- 6) Denger, K., Schink, B.: *Arch. Microbiol.*, **154**, 550 (1990).
- 7) Tanaka, K. et al.: *Arch. Microbiol.*, **155**, 120 (1991).
- 8) Schnell, S. et al.: *Biodegradation*, **2**, 33 (1991).
- 9) Tanaka, K. et al.: *Arch. Microbiol.*, **155**, 491 (1991).
- 10) Int. Committee of Syst. Bacteriol.: *Int. J. Syst. Bacteriol.*, **41**, 580 (1991).