

メラミン分解微生物を土壤中から発見 —シマジン分解微生物との組み合わせでメラミンを完全に分解—

有機化学物質研究領域 高木 和広

はじめに

メラミンは樹脂、塗料の原料として工業的に大量に生産・利用されている有機窒素化合物です。近年、食品・飼料原料に意図的に混入される事件があり、ペットや人間に対する健康被害が大きな問題になりました。メラミンによる健康被害はメラミンとその代謝物であるシアヌル酸との複合効果や、その代謝過程の途中で生じるアンメリンおよびアンメリドによると考えられています。

エコリサイクル事業の一環として、工場内で大量に発生した塗料を含む汚泥を、肥料に再生して利用することが検討されていますが、塗料汚泥から製造された肥料（堆肥）には、メラミンが残留するため、安全性の観点から農耕地への施用が禁止されています。リサイクル事業を継続するには、堆肥の中からメラミンやその代謝物であるシアヌル酸を安全・安価に分解・除去する必要があります。

メラミンはその分子構造の中にトリアジン環を持ち、その類縁化合物として除草剤シマジンが知られています。農環研では、独自に開発した土壌・木炭還流法を用いてシマジンを含むトリアジン系農薬分解細菌の集積・単離に成功しており、ほかにも多数の分解細菌を保有しています。そこで、これらの分解細菌と組み合わせることで土壌・木炭還流

法を実施することにより、新たなメラミン分解細菌の集積・単離を試みました。

土壌・木炭還流法によるメラミン分解菌の迅速集積

還流装置（図1）に、木質炭化素材（特殊な木炭）3g、水田土壌1gを入れ、さらに、研究所が保有する5種類のトリアジン系農薬分解関連細菌を接種し、メラミンを炭素・窒素源とする無機塩培地を還流することにより、メラミン分解細菌の集積試験を行いました。試験開始から45日目以降に還流液中のメラミン消失速度が高まったことから、メラミン分解細菌が集積したと判断しました（図2）。

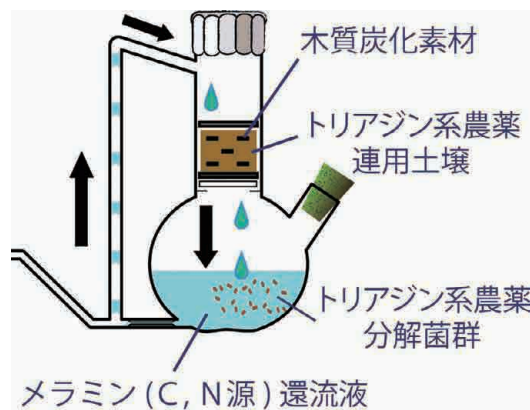


図1 土壌・木炭還流法

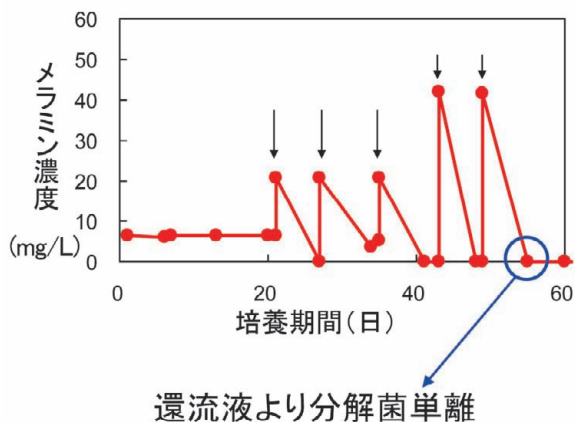


図2 土壌・木炭還流法によるメラミン濃度の変化

黒矢印はメラミンを含む還流液を交換した時点を示す。メラミン分解菌が木炭上に集積し、数が増えてくると、メラミン分解速度が速くなり、より高濃度のメラミンが短期間で分解されるようになった。

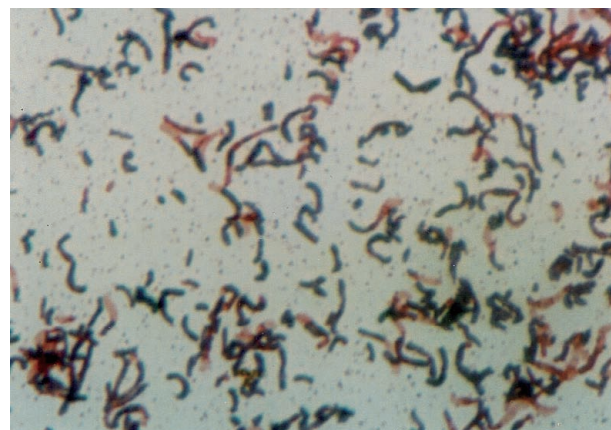


図3 メラミン分解菌(ATD6株)の顕微鏡写真

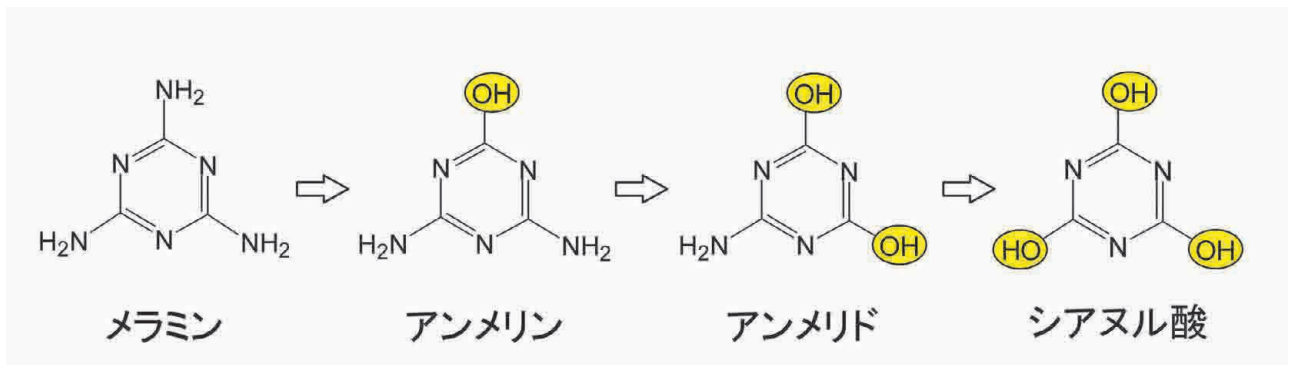


図4 ATD6株によるメラミンの分解代謝経路

メラミン分解菌の単離と同定

還流液からメラミン分解細菌を単離し、菌学的な性質および遺伝子塩基配列をもとに、新種のノカルディオイデス属細菌 (*Nocardioides* sp.) ATD6株と同定しました(図3)。

メラミン分解・代謝経路の同定

分離した分解細菌ATD6株のメラミン分解代謝経路を調べたところ、ATD6株は、メラミンをアンメリン、アンメリドを経てシアヌル酸まで分解しましたが、シアヌル酸を分解することはできませんでした(図4、図5)。

複合微生物系によるメラミンの完全分解

一方、シマジン分解細菌CDB21株はメラミンを分解できませんが、シアヌル酸を分解することが知られており、ATD6株と組み合わせると、メラミンから生成したシアヌル酸が分解

されました。さらに、CDB21株の生育を助ける別の細菌(CSB1株)を加えると、シアヌル酸の分解速度は高まり、完全に分解されました(図6)。このように、新規のメラミン分解細菌と既存のシマジン分解細菌群を組み合わせると新たな複合微生物系により、メラミンを完全に分解できることが分かりました。現在、ピルビン酸や低級アルコールを培地に添加してシアヌル酸の分解速度をさらに高めることも検討しています。

実用化に向けて

この複合微生物系を木質炭化素材に高密度で集積させ、廃棄物に添加することで、メラミンやシアヌル酸を効率的に分解する処理技術の開発をめざします。なお、この成果は、興和(株)興和総合科学研究所との共同研究によるもので、特許出願中です(特願2008-311318)。

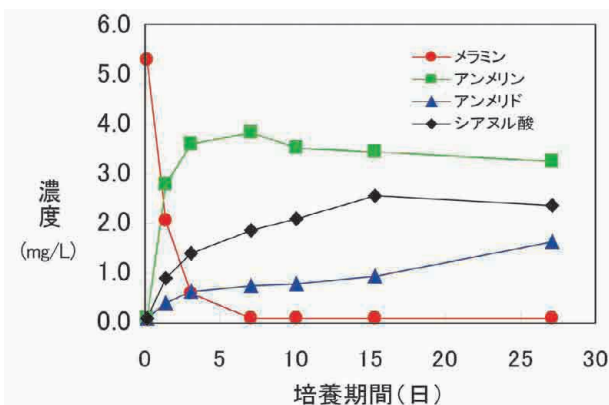


図5 ATD6株によるメラミンの分解

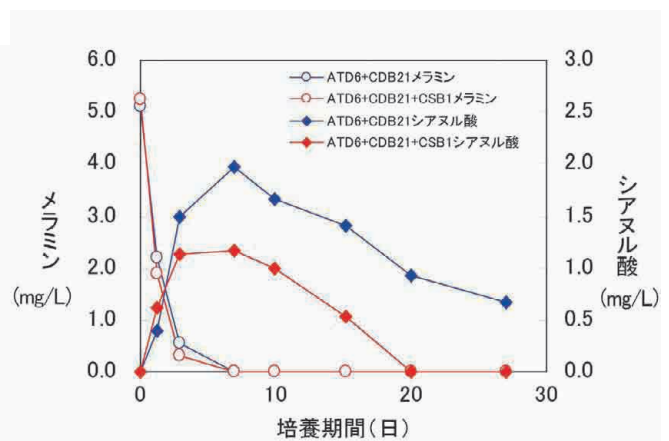


図6 ATD6株を含む複合微生物系によるメラミン、シアヌル酸の分解