

害虫と共生細菌にみる相互協力的な農薬解毒メカニズム

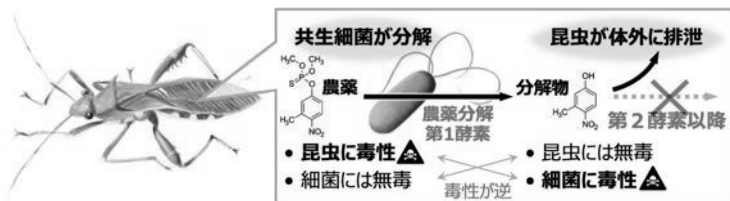
Reciprocal insecticide detoxification via host-symbiont cooperation

○佐藤 由也¹、ジャン ソンハン^{2,3}、竹下 和貴⁴、伊藤 英臣²、小池 英明²、多胡 香奈子⁵、早津 雅仁⁵、堀 知行¹、菊池 義智^{2,3} (1産総研・環境創生、2産総研・生物プロセス、3北大・農、4秋田県立大・生物資源、5農研機構・農業環境)

○Yuya SATO¹, Seonghan JANG^{2,3}, Kazutaka TAKESHITA⁴, Hideomi ITOH², Hideaki KOIKE², Kanako TAGO⁵, Masahito HAYATSU⁵, Tomoyuki HORI¹, Yoshitomo KIKUCHI^{2,3} (1AIST EMRI, 2AIST BPRI, 3Hokkaido Univ, 4Akita Pref Univ, 5NARO)

異なる2種が共生することで、ときに生物は全く新しい機能を獲得する。これまでに我々は、農業害虫のカメムシ類が農薬分解菌 *Burkholderia* sp. を体内に共生させることで、昆虫自身までもが農薬抵抗性になるという現象を見出していた^[1]。しかし、農薬の分解経路や、腸内共生細菌が宿主カメムシに農薬抵抗性を賦与する具体的なメカニズムはわかっていなかったため、その解明に挑んだ。

はじめに共生細菌 *Burkholderia* sp. SFA1 株の *in vitro* 条件における農薬（フェニトロチオン）分解経路を、ゲノム解析、トランスクリプトーム解析、および遺伝子破壊実験によって解明した。次に *in vitro* 毒性試験において、本菌は農薬を資化できるにもかかわらず、農薬の第一分解産物である 3-methyl-4-nitrophenol (3M4N) が本菌にとって有毒であることを明らかにした。一方で、分解産物の 3M4N はカメムシには無毒であり、共生細菌とカメムシでは毒性物質が逆になっていることがわかった。このことから、共生時 (*in vivo* 条件) には、カメムシに有毒な農薬を共生細菌が分解し、共生細菌に有毒な分解産物 (3M4N) をカメムシが代謝するという、「相互協力的な農薬解毒機構」が成立する可能性を着想した。この仮説を検証するため、SFA1 株共生状態のカメムシに農薬を投与し、*in vivo* 条件の共生細菌についてトランスクリプトーム解析を行った。その結果、カメムシ体内では農薬分解経路の第一酵素のみが発現し、3M4N を代謝する第二酵素以降は発現しないことが明らかとなり、上述の仮説が支持された。さらに、各種遺伝子破壊株を共生させたカメムシの農薬抵抗性を評価することで、農薬分解経路のうち最初の反応を触媒する酵素遺伝子だけあれば、カメムシに農薬抵抗性が付与されることが分かった。農薬解毒を巡る利害の一致により、カメムシと共生細菌がユニークな「相互協力的な農薬解毒機構」を作り上げ、これらが共生関係の維持と効率的な農薬解毒に大きく寄与している可能性が考えられる^[2]。



Insecticide resistance of pest insects represents a serious problem for agriculture. Using transcriptomics and reverse genetics, we here demonstrated that gut symbiotic bacteria degrade an insecticide (fenitrothion) using a horizontally acquired insecticide-degrading enzyme into the non-insecticidal but bactericidal compound 3-methyl-4-nitrophenol (3M4N), which is subsequently excreted by the host insect. This sophisticated “host-symbiont reciprocal detoxification relay” would enable the simultaneous maintenance of symbiotic relationship as well as efficient insecticide degradation.

【参考文献】 [1] Kikuchi et al., “Symbiont-mediated insecticide resistance”, *Proc Natl Acad Sci U S A*, 2012; [2] Sato et al., “Insecticide resistance by a host-symbiont reciprocal detoxification”, *Nat Commun*, 2021

symbiosis, insecticide resistance, host-symbiont cooperation

発表責任者：佐藤由也 (yuya-satou@aist.go.jp)