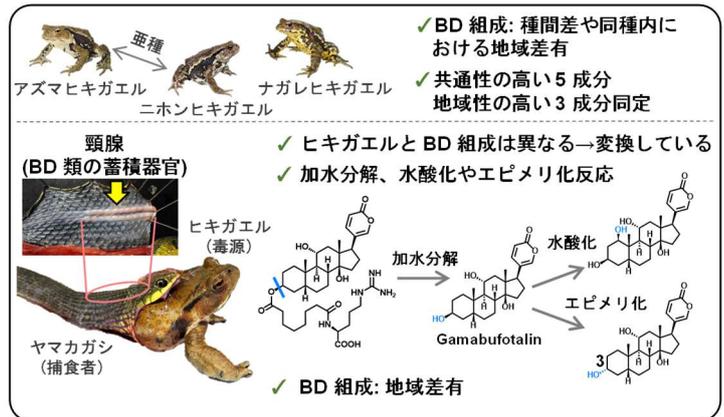


日本の北海道を除く本土には、餌のヒキガエルから強心性ステロイド毒、bufadienolide 類 (BD 類) を摂取し蓄積する世界的に見ても稀有なヘビ、ヤマカガシが生息する。カエル類と魚類を主食とするヤマカガシの毒源はヒキガエルのみであり、その毒は頸部皮下の特殊な器官 (頸腺) で局所的に蓄積される (図 1)。先行研究において、ヤマカガシにはヒキガエルから摂取した BD 類を化学変換する能力があると示唆されている。本研究では、ヤマカガシにおける BD 類の化学変換能力の詳細と、その生態学的意義の理解を目的とし、以下 2 つの大規模調査を実施した。

### ① 全国各地におけるヒキガエル、ヤマカガシの BD 組成解析 (図 1)

本州・四国・九州に生息するヒキガエル 2 種 1 亜種およびヤマカガシを各地で採集し、それらの BD 組成を化学分析と多変量解析により調査した。その結果、日本産ヒキガエルの BD 組成には種間差や同種内における地域差があると明らかにした。そして、ヤマカガシがヒキガエルから摂取した BD 類を化学変換しており、その変換には加水分解、水酸化や水酸基のエピメリ化反応があること、ヤマカガシの BD 組成にも地域差があることを明らかにした。その差の要因



には、ヒキガエルの BD 組成の地域変異だけでなく、ヤマカガシ自身の変換能力の変異もあると結論した。また、ヒキガエルとヤマカガシの毒液の性質、利用形態の比較から、ヤマカガシにおける加水分解や水酸化には BD 類の水溶性を高め、捕食者への毒の放出をより効果的にする意義があると推定した。

### ② 単一個体群内におけるヤマカガシの BD 組成に見られる性差、季節差の解析 (図 2)

調査①より、ヤマカガシの BD 組成はヒキガエルおよびヤマカガシの遺伝的差異によって複雑化すると分かった。そこで、ヤマカガシにおける BD 類の化学変換の生態学的意義をより深く理解するため、単一個体群に絞った調査②を行った。その結果、ヤマカガシにおける C-3  $\beta$ OH のエピメリ化は毒性を大幅に低下させること、このエピメリ化活性はオスよりもメスで高いこと、妊娠メスはエピメリ化活性を高め、卵黄における C-3  $\alpha$ OH 型 BD 類の濃度を高めていることを明らかにした。さらに、妊娠メスは頸腺から卵黄へ主に毒性が非常に強い gamabufotalin を選択的に輸送しており、この輸送には妊娠メス自身の化学防御力が低下するリスクを伴うと明らかにした。これらの結果から、妊娠メスにおいて卵黄へ BD 類が蓄積する経路は、餌のヒキガエルが代謝されて生じた化合物が頸腺への隔離前に卵黄へ蓄積する経路と、頸腺に隔離された化合物が輸送されて卵黄へ蓄積する経路の 2 つがあり、前者の経路ではエピメリ化活性の上昇により、毒性の低い C-3  $\alpha$ OH 型 BD 類の産生量が増え、組織が未発達な胚に対する卵黄毒性が過剰に増加しないよう、卵黄への BD 類の蓄積が調節されていると推定した。その一方で、後者の経路で頸腺から卵黄へ gamabufotalin が選択的に輸送されることで、胚に害が及ばない範囲で卵黄における gamabufotalin の濃度が高められていると推定した。

