

令和3年5月21日

石川県立大学 生物資源工学研究所

三沢 典彦 教授

076-227-7525

アブラムシのカロテノイド生合成遺伝子の機能を解明し、赤とんぼとの深い繋がりを実証しました

<概要>

生物の中で唯一アブラムシで進化したカロテノイドを合成する遺伝子の機能を解明するとともに、アブラムシ由来のカロテノイドを指標に、アブラムシから赤とんぼ（アキアカネ）に連なる食物連鎖の実態を解明しました。

<内容>

アブラムシは農業や園芸上、厄介な害虫であり、分子生物学ではモデル節足動物の1つです。一方、カロテノイドは光酸化等の酸化的障害から生物を守る役割を担っております。動物は一般にカロテノイドを作れないので、植物や藻類起源のものを摂取する必要があります。ところが、アブラムシは、カビ由来のカロテノイド生合成遺伝子を例外的に保持していることが、2010年にわかりました。ただ、遺伝子の機能については解析が進んでおりませんでした。

この度、三沢典彦 教授ら学科横断のブランディング研究グループ（注1）は、生産開発科学研究所・眞岡孝至（石川県立大学客員教授）、みなくち子どもの森・河瀬直幹、京都大学名誉教授・西田律夫、及び富山大学・土田 努 先生と共同で、アブラムシ（エンドウヒゲナガアブラムシ）のカロテノイド生合成遺伝子の機能を解明しました。その結果、アブラムシが持つカロテノイドを前駆体 GGPP から作るのに4つの遺伝子が必要であり、そのうちの1つ（*ApCrtYB3* 遺伝子）はアブラムシ内で進化しており、 γ -環を持つ特殊なカロテノイド（ β, γ -carotene、 γ, γ -carotene； γ -carotenoids と呼ぶ；図1参照）を生産できることを見出しました。なお、アブラムシ以外の生物で γ -carotenoids を生合成できるものは知られておりません。

γ -carotenoids は以前から、ナナホシテントウムシや赤とんぼ（注2）の体内に見い出されていましたが、今回、それがアブラムシ由来であることが実証されたわけです。 γ -carotenoids はその特殊性のゆえに、アブラムシをめぐる食物連鎖の生態的指標となると考え、いくつかの節足動物のカロテノイドを定量しました。その結果、アブラムシを好んで食べるササグモやナナホシテントウムシは言うに及ばず、雑食性の赤とんぼやジョロウグモにも γ -carotenoids が意義深いレベルで含まれていることがわかり、アブラムシからの食物連鎖が実証されました（図1参照）。アブラムシ由来のカロテノイドの寄与率は、ササグモ 27%、ナナホシテントウムシ（成虫）61%、ジョロウグモ 5%となり、赤とんぼでは、ヤゴ 0%、羽化直後の成虫 0%、未熟成虫 12%、成熟成虫 44%となりました（図2参照）。赤とんぼは夏期に、1,000 m 以上の高原・山で未熟成虫として過ごし、秋に成熟成虫として平地に降りてくるのですが、高原・山では、飛翔したアブラムシを多量に捕食しているものと推察されます。なお、本成果は動物学の英国専門誌 BMC Zoology に近々掲載されます。

(注1) 生物資源工学研究所・竹村美保 准教授、三沢典彦 教授；食品科学科・小柳 喬 准教授；生産科学科・弘中満太郎 准教授；元 環境科学科・上田哲行 名誉教授

(注2) 赤とんぼの胴部の赤色は、カロテノイドとは別の色素

<図の説明>

図1. アブラムシを含む節足動物の食物連鎖

図2. 赤とんぼ（アキアカネ）の生活環とアブラムシとの関係

アブラムシ由来のカロテノイドの寄与率

27%

61%

5%



捕食



捕食



ササグモ (*Oxyopes sertatus*)
ナナホシテントウムシ (*Coccinella septempunctata*)

アキアカネ(赤とんぼ)
(*Sympetrum frequens*)

ジョロウグモ
(*Nephila clavata*)

捕食

捕食

捕食

0%

アブラムシ

捕食

草食昆虫



無翅体 有翅体 エンドウヒゲナガアブラムシ
ソラマヒゲナガアブラムシ (*Megoura crassicauda*) (*Acyrtosiphon pisum*)



アキアカネ; ヤゴ

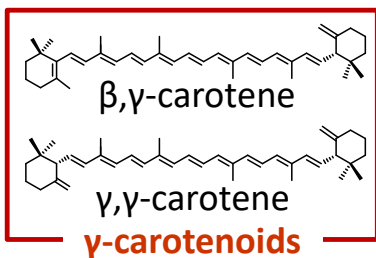
0%



ユスリカ
(Chironomidae Gen. sp.)



ダイコンアブラムシ
(*Brevicoryne brassicae*)



マメクロアブラムシ
(*Aphis fabae*)

0%

捕食



アカムシ; 幼虫
(Chironomidae Gen. sp.)

0%



ツマグロヨコバイ
(*Nephotettix cincticeps*)



山・高原へ移動



0% 羽化直後の成虫
(teneral adult)、2019年7月6日

羽化
6月後期 - 7月前期

↑ 捕食
アブラムシ

β,γ-carotene

γ,γ-carotene

γ-carotenoids

捕食 →

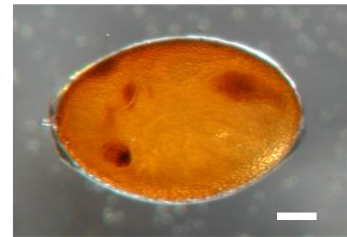
平野部へ移動

平野部、秋

44%

成熟成虫 (mature adults)、2009年10月1日

産卵
9月後期 - 11月前期



休止卵、11月

孵化
4月



孵化したての幼虫
4月



ヤゴ、2020年7月1日
0% 田んぼまたは湿地