

## 植物間の香りを介したシグナリングの仕組みの解明に成功

### -植物もアロマセラピーする-

#### 概要

##### 1. 背景

植物は虫に食べられると特別な香り物質を作って環境中に放散します。この食害誘導性の香りは、加害している虫の天敵をボディーガードと呼ぶという機能があります。さらに、周りのまだ食べられていない植物がこの香りを受容した場合には、「隣の植物が虫に食べられている！ 私も気をつけて前もって防衛しなければ」と擬人化できるような反応を示します。これは香りを介した植物間のシグナリングと呼ばれています（植物間コミュニケーション (plant-plant communication)、植物の立ち聞き (eavesdropping plant)、などとも呼ばれる）。この現象は、2000 年頃よりハッキリとした事実として報告されてきています。

さて、植物が危険を知らせる香りを受容して防衛を始めるためには、香りを受容する何らかのメカニズムがあるはずですが、しかし、隣の植物がどのように香り物質を受け取るのかは明らかになっていませんでした。私たちはトマトとその害虫のハスモンヨトウを用いて、トマトの株間でも空気中の香りを介したシグナリングがあることを実証し、香りを受け取る仕組みの一つを世界で初めて明らかにしました。

##### 2. 研究手法・成果

トマトの葉にハスモンヨトウ幼虫を乗せてしばらく食べさせた時には、特別な香りが出ました。そこでその香り成分を分析しました。みどりの香りを始めとして十数種の香り成分が生成、放散されることが確認できました。次に、この香りを受容して健全なトマトに曝露し、その後ハスモンヨトウ幼虫を乗せて幼虫の生育の様子を観察しました。その結果、食べられているトマトから放散された香りに曝したトマトの上では香りを与えなかったトマトの上と比べハスモンヨトウ幼虫の生育が抑えられることが明らかになりました。卵から孵化したての幼虫の生存率も下がっていました。このことから食べられているトマトから出ている香りを受け取ったトマトはハスモンヨトウに対する防衛を強化した、と言えます。

そこで、どのように香り物質を受け取り、どのように防衛しているのかを明らかにするため香り物質処理したトマトでどのような代謝物に変化したのかを網羅的に解析しました（メタボローム解析：かずさ DNA 研究所との共同研究）。その結果、香り物質処理で 7000 以上の候補の中でヘキセニルビシアノシド（下の図）だけが顕著に増えていることを発見しました。ヘキセニルビシアノシドはみどりの香りの一つである青葉アルコールに糖がついた化合物（配糖体）です。この化合物にはハスモンヨトウの人工飼料に添加するとハスモンヨトウの生育を抑え、孵化したての幼虫だと生存率を低下させる作用がありました。また、この化合物のヘキセノール部分のほぼ全てが外から与えた香り物質から取り込んでいることも明らかになりました。つまり、トマトは隣の虫に食べられている植物から漂ってきた香り物質の中からヘキセノールを取り込んで自分の体の中で糖をつけることで受容します。さらに糖をつけることで虫に毒性をもつ化合物に変換して蓄積しているのです。この受容と蓄積は、実験室内の制御環境下だけでなく、風向きがランダムな実験圃場での野外実験でも観察されました。このように被害植物由来の青葉アルコールを健全植物が受容し、防衛が誘導される現象は野外でも一般的と考えられました。さら

に、ヘキセニルビシアノシドの蓄積はトマト以外の多くの植物で認められました。

フグ毒や一部の昆虫毒は体外から取り込んでいることが知られていますが、今回のケースは無毒な香り化合物を巧みに取り込んで毒性をもつ化合物に変換するシステムです。また、この際の糖をつける反応こそが香り成分の一つである青葉アルコールを受け取る実体と言えます。植物の香り受容機構の一つが世界で始めた明らかになりました。

なお、本研究の内容は、アメリカ科学アカデミー紀要の編集部でも注目されて、掲載号の「this issue」に要約がでます。また編集部から news media に流す press tip が用意されています。

### 3. 波及効果

嗅覚をもたない植物で、香り化合物を介した情報伝達をしていることと、その受容システムの一つを分子レベルで始めて示しました。学術的インパクトは極めて高いです。

毒性のない香り物質を選択的に取り込んで虫に対する毒性物質に変換する能力をうまく利用すると農業に頼らない持続的な農業システムの開発が可能かも知れません。

### 4. 今後の予定

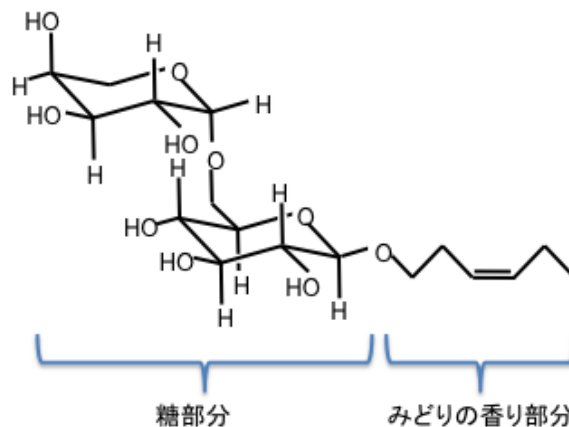
香りを受ける実体は配糖体化酵素と呼ばれます。この研究を推進した杉本貢一博士（現 ミシガン州立大学研究員）はトマトの配糖体化酵素遺伝子を同定しつつあります。この遺伝子の働きを制御することで香りを介した植物間の情報伝達の植物にとっての生態学的な意味をより明確にでき、また応用にもつながると思われまます。

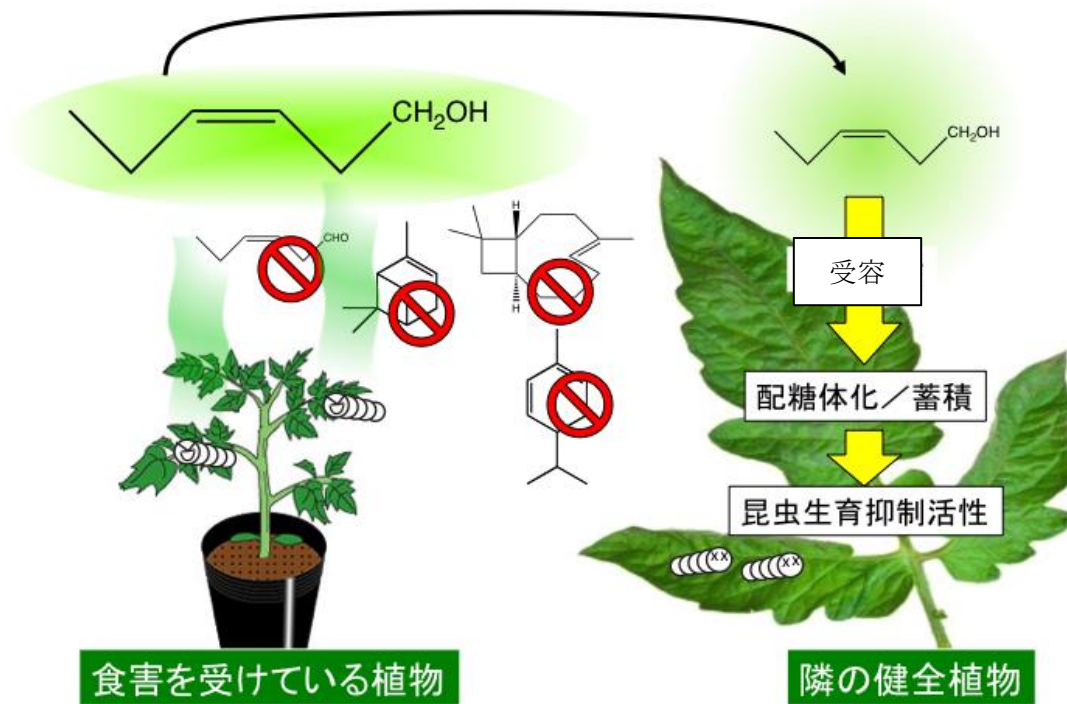
#### <用語解説>

ハスモンヨトウ：トマトやナスなど多くの作物に被害を与える重要害虫の一つ。

みどりの香り：炭素数が6個の揮発性化合物群の総称。植物の葉をつぶした時の独特の青臭い香りの本体。

ヘキセニルビシアノシド：みどりの香りのうち、ヘキセノールに糖が二つ付いた配糖体。構造は下記の通り。





模式図：ハスモンヨトウ食害を受けている植物（左側の植物）からは様々な香り化合物が放散される。そのうち、(Z)-3-ヘキセノールは隣の健全植物に取り込まれ、糖を付けた配糖体へと変換され、蓄積される。この配糖体はハスモンヨトウの生育を阻害する。



写真：トマトの葉を食べるハスモンヨトウ幼虫（原図：高林純示）

#### <研究者>

山口大学大学院医学系研究科（農学系）

松井健二

京大大学生態学研究センター

高林純示