

「植物の言葉」を応用した バイオスティミュラント 『すずみどり』

神戸大学大学院農学研究科 山内靖雄



図1 高温対策資材「すずみどり」。
ハウス内に吊るすだけで平均
20%の増収効果が得られる。

はじめに

作物の高温耐性を高めるバイオスティミュラント「すずみどり」は、ストレスを受けた植物が放出するみどりの香りを応用した、これまでにないタイプの農業資材である(図1)。ここでは、みどりの香りの学術的背景と、「植物の言葉」を応用したバイオスティミュラントとしての作用機作、さらに実施例について紹介したい。

「風薫る」という言葉がある。もともとは花の香りを運んでくる春の風を指していたそうであるが、日本人の感性には青葉溢れる新緑を吹きわたる爽やかな初夏の風の意味のほうが合っていたためか、次第に使われ方が変化し、現代では初夏の空気を表す季語として定着している。その理由には、薫風に含まれる若々しいみどりの香りが持つ、私たちに初夏を思わせる訴求力にあると思われるが、では、その「みどりの香り」とはどのようなものであるのか？

みどりの香りを専門用語で、「緑葉揮発性化合物」と呼ぶ。葉から放出される揮発性の化合物、という意味である。みどりの香りの研究は古く、今から100年以上前にドイツの研究者らによりみどりの香り物質の化学構造が決定されたことに始まった。現在では、みどりの香り

が作られる仕組み(酵素)もほとんどが解明され、植物はみどりの香りを自ら積極的に作り出しているということが明らかにされている。そして今は、なぜ植物はみどりの香りを放出するのか、その生物学的な意味を見出す段階にきている。

すずみどりに使われている

2-ヘキセナールとは

2-ヘキセナールは別名「青葉アルデヒド」と呼ばれ、先ほど紹介したドイツの研究者らによりみどりの香りとして最初に同定された由緒ある化合物である。私たちがその生理作用をどのように明らかにしたかを簡単に紹介すると、密封した容器内に植物を置き、同時に2-ヘキセナールを揮発させて、まさに植物に匂いを嗅がせるような処理を行い、30分後、どのような遺伝子が活性化されているのかを現代的な方法で解析した(図2)。その結果、活性化された遺伝子の性質から、植物が「暑くなった」「光が強くなった」と解釈できる応答反応を示していることが明らかとなった。皆さんは夏の畑から



- A: 高温、2-ヘキセナール
- B: 紫外線、酸化、浸透圧、乾燥、低温、傷害、2-ヘキセナール
- C: 塩、浸透圧、乾燥、低温、傷害
- D: 塩、浸透圧
- E: 低温

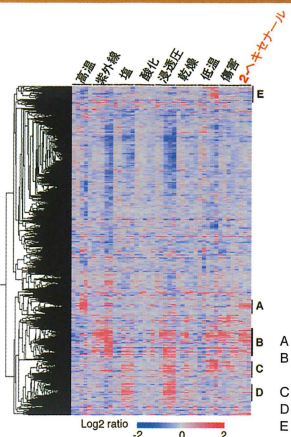


図2 すずみどりの有効成分(2-ヘキセナール)が活性化するストレス応答遺伝子の解析。密閉した容器内に置いた実験植物(シロイヌナズナ)に2-ヘキセナールを曝露してから30分後にどのような遺伝子が活性化されたかを網羅的に解析した。様々な環境ストレスにより誘導される遺伝子(図では赤色で示されている)と比較したところ、2-ヘキセナールによって活性化される遺伝子は、高温、紫外線、乾燥などによって活性化される遺伝子と共通していた。

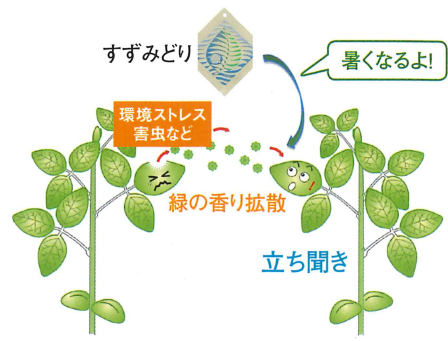


図3 傷ついた植物が放出する香り物質を感じて、自身の防御応答を高める「立ち聞き現象」の概念図。すずみどりはこの現象を人為的に模倣した技術である。

を受け取ることができる」「受け取るとストレス抵抗性遺伝子を発現する」という流れが浮かび上がり、みどりの香りを植物のコミュニケーションツール、すなわち植物の言葉として捉えることができるのではないか。実際、隣の傷ついた植物が放出する香り物質を感じて自身の防御応答を高める「立ち聞き」と

漂ってくるムツとした草いきれのなかに青臭い匂いを感じた経験をお持ちではないだろうか。それは植物が自ら暑くなつたという情報を揮発性成分に託して放出し、自身の他の部分の葉や他の植物に伝えていると考えることができるのである。

みどりの香りを

植物の言葉として捉える

少し話は変わるが、皆さんは「言葉」というとどんなものを思い浮かべるであろうか。すぐに思いつくのは私たちが使

う言葉、すなわち音声や文字であり、相手に伝達可能な手段を使い、相手に認識され、なおかつ相手に理解してもらって初めて成立するコミュニケーションといえる。このように考えると、「ある特定のタイミングで香りを放出する」、「受け取るための手段がある」、「受け取った側は特定の反応をする」ことが成立すれば、人間とは手段は異なれども、植物にも言葉と同様のコミュニケーションが存在するということができそうである。

本題に戻って、みどりの香りをこの考え方に当てはめると、「植物がストレスを受けたときに放出する」、「植物はそれ

呼ばれる現象が存在することが知られている(図3)。すずみどりは、この現象を人為的に模倣した技術とみなすことができる。

2-ヘキセナールを

バイオステイミュラントへ

近年、異常気象がもはや異常ではなくなってきたことを、自然環境に対して真面目から向き合われている農家の方々は身をもって体験されていると思うが、それは植物にとっても同様である。近年の気象条件は植物が本来持っている環境

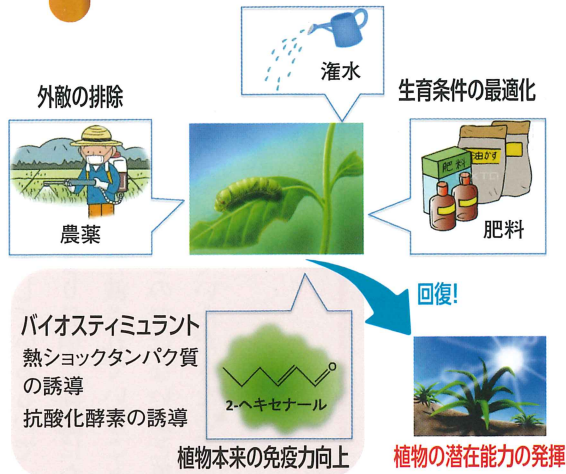


図4 すずみどりは図2で示した遺伝子活性化作用を通じて、植物の熱ショックタンパク質や抗酸化酵素を誘導することにより、高温耐性を高めるバイオスティミュラントである。従来型の農薬、灌水、施肥とは作用原理が異なるため、補完的に用いることができる。

応答能力を越えた影響を与えることが多く、その結果として毎年のように農業被害が報道されている。そこで作物の悪環境に対する抵抗力を増大させる技術の開発が喫緊の課題となっており、その有力な解決策の1つがバイオスティミュラントである。バイオスティミュラントとは植物の環境ストレス耐性を増強する農業資材の総称で、私たちが開発した「すずみどり」もその1つであり、植物の持つ高温耐性機構を活性化して環境ストレス耐性を高める(図4)。しかし、多くの

バイオスティミュラントが、土壤改良剤や栄養補助剤のような役割を持っているのに対し、植物にメッセージを伝える作用を持つ「すずみどり」のメカニズムが際だって独特なものであることは、これまでの説明で理解していただけたと思う。

すずみどりの効かせ方

「すずみどり」は、ハウスのような密閉系の栽培現場で吊るすだけで効果が望める、という仕様になっている。初めてすずみどりを使われる農家の方は

ほぼ例外なく不思議な顔をされる。どうしてこんなことで効くの、と。しかし、ここまでの説明を読まれた方は、「なるほど、そういうことか」と思っていただけではないであろうか。すずみどりの機能成分である2-ヘキセナールの作用原理を理解されていると、すずみどりの使い方が従来の肥料や農薬とは大きく異なっている、ということにも気づいていただけたと思

う。感覚的には、すずみどりの場合、「植物に資材を処理する」というよりも「植物にメッセージを伝える」というほうが適当だと、私は考えている。

すずみどりは、2-ヘキセナールを含んだ揮発性錠剤がパッケージ化されたものであり、使用時に包装材の両側を切り取り、2-ヘキセナールをパッケージ内部から放散させるようにする。2-ヘキセナールは空気より重いため、植物の生長点より少し上の位置に吊り下げる。そして作物に対して「これから暑くなるよ」というメッセージを伝えるように、ハウス内に2-ヘキセナールを漂わせる。われわれがみどりの匂いを感じる濃度と同程度か、少し低濃度で作物にメッセージを届けることができるようである。

すずみどりの効果の1つに、暑さによる葉の萎れを軽減する、ということがあるが、人間の時間感覚で実感するためには鋭い観察力が必要であり、実感することが難しい。そこで少しでも多くの人に効果をわかりやすく示すために、インターネット上に動画をアップロードしている。日の出から日の入りまでの植物の

無処理区



花落ち率: 43.0%

無処理区



すずみどり区



花落ち率: 15.9%

すずみどり区



図5 すずみどりの実施例。ミニトマトへの処理では典型的な高温障害である「花落ち」の発生を減少させたA。またズッキーニの例では、葉の萎れが軽減されたことにより病害葉の発生が低下し、健全な植物体の割合が増加したB。

実施例

様子を早送りで再生しているもので、すずみどりの設置により日中に高温になる時間帯でも萎れが軽減されていることを実感していただけるのではないかとと思うので、ぜひ参照していただきたい。

すずみどりは発売後、いろいろな栽培

現場で使用されてきており、現在では多くの作物で効果が認められている。特にナス科やウリ科の作物や花き類の栽培農家の方の評価が高い。図5Aには、ミニトマト栽培にすずみどりを活用した例を示している。トマトは元来高温障害を受けやすい作物であり、30℃を越えると、特に高温に弱い花芽が影響を受け、「花落ち」と呼ばれる現象が顕在化する。この年の気象条件ではミニトマト栽培でほぼ半分の花芽が高温障害により落花し、結果率が激減してしまった（無処理区）。しかし、あらかじめすずみどりを吊り下げていたハウス区では障害が緩和され、結果率が80%を超えた（すずみどり処理区）。図5Bに示すウリ科のズッキーニの例では、高温環境下で葉が萎れると地面に触れ、その部分から雑菌の感染が広がり、生育に大きな影響が出るため、障害を受けた葉が取り除かれている。すずみどり処理区では、葉の萎れが抑えられるため、雑菌感染が起こりにくくなり、結果として健全に生育している植物体がほとんどを占めていることがわかる。今では

その他にも、本来の機能である夏期の高温障害抑制のみならず、すずみどりの持つ蒸散促進作用による冬季の光合成促進効果や、みどりの香りの生理作用の1つである害虫忌避効果なども報告されており、2ヘキセナールが自然界で本来発揮していると考えられる多様な生理機能を窺わせる用例が増えている。

おわりに

私は植物科学者として、植物は非常に合理的な生き物であると捉えてきており、それは今でも変わっていない。しかし、生き物である以上、他の生き物や環境と相互作用しつつ生きていくことは間違いなく、そのためのコミュニケーション手段も持っているはずである。すずみどりは人間から植物へのメッセージ伝達を介したストレス耐性向上を目指した、植物をより生き物らしく捉えて生み出された新しい農業資材である。今後も、植物の持つコミュニケーション能力を応用した、まだ皆さんが見たこともない資材の開発に取り組んでいきたいと思っている。