

2024年6月25日

報道機関 各位

国立大学法人東北大学

環境を汚染する化学合成殺虫剤を分解する形質転換植物 微生物の遺伝子を利用して悪名高い殺虫剤を分解する植物の作製に成功

【発表のポイント】

- 化学合成殺虫剤のガンマ-ヘキサクロロシクロヘキサン (γ -HCH) は、すでに使用が禁止されていますが、未だに悪名高い環境汚染物質です。
- 細菌由来の γ -HCH 分解酵素遺伝子を導入した形質転換シロイヌナズナ植物の作製に成功しました。
- 形質転換植物は γ -HCH の毒性に対する耐性能が向上し、培地中の γ -HCH を分解しました。

【概要】

化学合成殺虫剤ガンマ-ヘキサクロロシクロヘキサン (γ -HCH) は、かつて γ -BHC あるいはリンデンとも呼ばれ、日本でも広く使用されてきましたが、牛乳汚染が問題となり、1971年に使用が禁止されました。しかし、その残留汚染は地球的規模で未だに深刻であり、POPs 条約^(注1)の指定物質にもなっています。

東北大学大学院生命科学研究科の永田裕二教授・渡辺正夫教授らの研究グループは、細菌由来の γ -HCH 分解酵素遺伝子を導入した形質転換シロイヌナズナ植物の作製に成功しました。この形質転換植物は、 γ -HCH の毒性に対する耐性能が向上し、培地中の γ -HCH を吸収して分解する活性を示しました。細菌由来の γ -HCH 分解酵素活性を発現する完全植物体は初めての報告であり、環境浄化への応用に一步近付きました。

本研究成果はバイオテクノロジー分野の専門誌 BMC Biotechnology に6月19日付で掲載されました。

【詳細な説明】

研究の背景

化学合成殺虫剤のガンマ-ヘキサクロロシクロヘキサン(γ -HCH)は、現在では使用が禁止されていますが、その残留汚染は地球的規模で未だに深刻であり、POPs 条約の指定物質にもなっています。環境浄化のために γ -HCH を分解する微生物(細菌)の研究が行われてきましたが、汚染環境に分解細菌を接種しても、分解菌の定着や分解活性の維持などの問題があり、期待した成果が得られていません。そこで、細菌由来の γ -HCH 分解酵素遺伝子を導入し、 γ -HCH 分解活性を持つ植物の作製が考えられました。これまでに同研究グループは、細菌由来の γ -HCH 分解酵素 LinA^(注2) 遺伝子を植物での発現に適したものに改変し、アポプラスト^(注3) への移行シグナルを付与するなどの工夫を加えることで、 γ -HCH 分解活性を示す植物根の培養細胞の作製に成功しました(参考文献 1)。

今回の取り組み

形質転換植物の実際の応用を見据えた次のステップとして、完全植物体の作製が望まれます。そこで植物根の培養細胞で得られた知見を元に、東北大学大学院生命科学研究科の永田裕二教授・渡辺正夫教授、現 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所森林バイオ研究センター(研究当時：国立研究開発法人 農業生物資源研究所)の七里吉彦主任研究員らの研究グループは、*linA* 遺伝子を導入した形質転換シロイヌナズナ植物を作製しました。この形質転換植物は、 γ -HCH の毒性に対する耐性能が向上し(図 1)、培地中の γ -HCH を吸収して分解する活性を示しました(表 1)。

今後の展開

今回の研究で γ -HCH で汚染された土壌を浄化するために、微生物由来の分解酵素遺伝子を導入した形質転換植物の利用の可能性を提示することができました。同様の手法は、他の類似の POPs である β -HCH や DDT などの浄化にも応用可能であり、現在、研究を進めております。ただし、汚染土壌の浄化へと展開するには、酵素活性の強化、良好に活性を発現する形質転換体の選抜、根からの汚染物質の吸収効率を上げる工夫などが必要と考えられます。

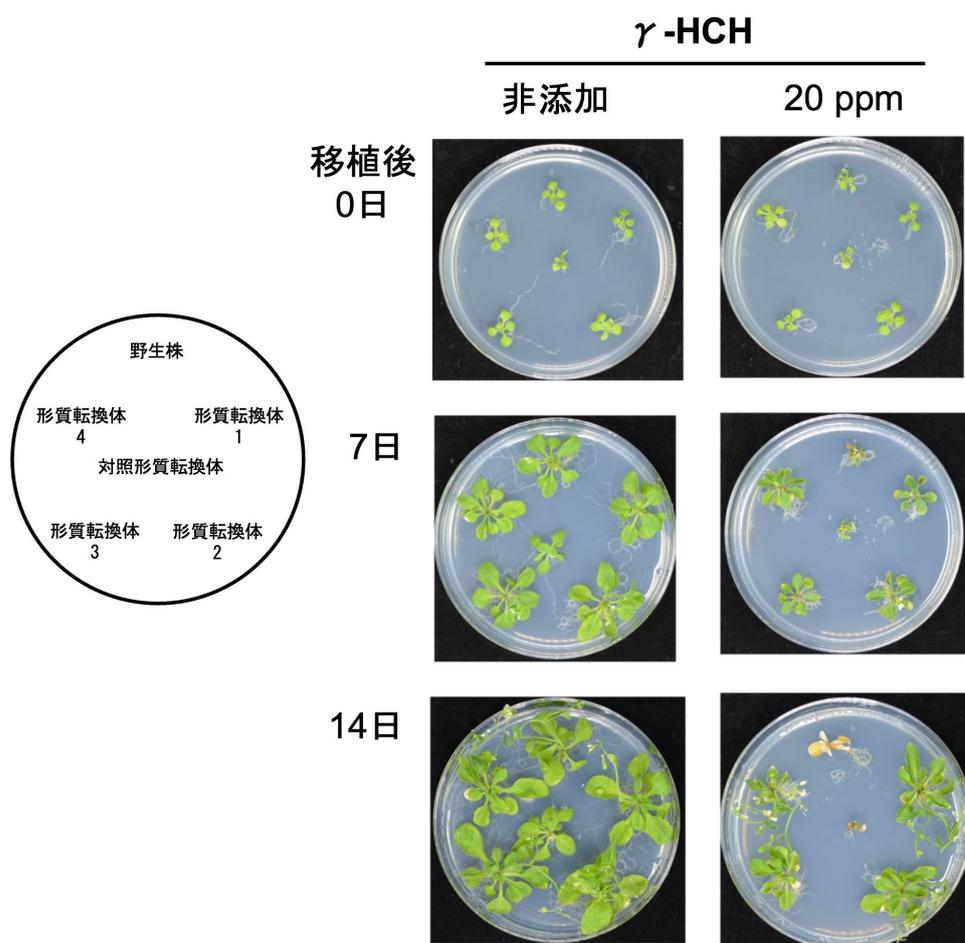


図 1. 形質転換植物は γ -HCH の毒性に対する耐性能が向上

表1 実験系の γ -HCH総量の変化

		野生株	対照 形質転換体	形質転換体 1	形質転換体 2	形質転換体 3	形質転換体 4
		γ -HCH量 (μ g)					
接種前	培地	64.2 \pm 1.2	75.2 \pm 6.6	72.2 \pm 29	79.4 \pm 6.3	90.2 \pm 5.8	90.6 \pm 14
36時間培養後	培地 + 植物体	55.2 \pm 4	63.4 \pm 6.1	0.5 \pm 0.42	0.4 \pm 0.2	0.7 \pm 0.1	7.1 \pm 5.9
γ -HCH減少量(%)		14	15.7	99.3	99.5	99.3	92.2

表 1. 形質転換植物は培地中の γ -HCH を分解

【謝辞】

発酵研究所 (IFO) (K-2016-004 to Yuji Nagata)、日本学術振興会 (科研費) (JP19H02865 and JP22H02233 to Yuji Nagata; JP21H02162, JP22H05172, JP22H05179 and JP23K18058 to Masao Watanabe; JP19K05963 and JP22K05581 to Yoshinobu Takada)、農林水産省「新農業展開ゲノムプロジェクト」(GMB0002 to Yoshihiko Nanasato, Yutaka Tabei, and Yuji Nagata) の支援を受けて行われました。

【用語説明】

- 注1. POPs 条約 : POPs は残留性有機汚染物質 (Persistent Organic Pollutants) の略であり、指定された POPs の製造・使用・移動を禁止・制限する条約。ストックホルム条約ともよばれる。
- 注2. γ -HCH 分解酵素 LinA : γ -HCH から H-Cl を取り除く活性を触媒する脱塩化水素酵素で、反応に補酵素を必要としない。基質から H-OH (H₂O; 水) を取り除く脱水酵素から派生した酵素と考えられているが、類似酵素が知られていない珍しい酵素で、遺伝子の起源も不明である。HCH 関連物質に対する基質特異性が高いが、DDT に対しても弱い分解活性を示す。
- 注3. アポプラスト : 植物体の原形質 (細胞の内側の部分 : シンプラスト) を除いた残りの部分のこと。細胞壁空間、導管内部、細胞間隙からなる。

【参考文献】

1. Nanasato et al., Plant Cell Rep., 2016

【論文情報】

タイトル : Transgenic *Arabidopsis thaliana* plants expressing bacterial γ -hexachlorocyclohexane dehydrochlorinase LinA

著者 : Wenhao Deng, Yoshinobu Takada, Yoshihiko Nanasato, Kouhei Kishida, Leonardo Stari, Yoshiyuki Ohtsubo, Yutaka Tabei, Masao Watanabe and Yuji Nagata *

*責任著者 : 東北大学大学院生命科学研究科 教授 永田裕二

掲載誌 : BMC Biotechnology

DOI : doi.org/10.1186/s12896-02400867-0

URL: <https://doi.org/10.1186/s12896-024-00867-0>

【問い合わせ先】

（研究に関すること）

東北大学大学院生命科学研究科

教授 永田裕二

TEL:022-217-5699

Email: aynaga@ige.tohoku.ac.jp

（報道に関すること）

東北大学大学院生命科学研究科広報室

高橋さやか

TEL: 022-217-6193

Email: lifsci-pr@grp.tohoku.ac.jp