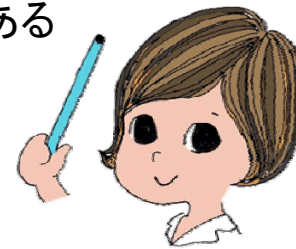


## 種子の発芽における活性酸素の役割 その1

### はじめに

ストレスにさらされると私たちの身体には酸化力が強い**活性酸素**が過剰に発生し、いろいろな「さび」をつくり、それがダメージとなって老化を早めるといわれています。

しかし種子の研究では、活性酸素の1つである過酸化水素が、有用な働きをする場合もあることがわかってきました。



## 活性酸素によるダメージ

活性酸素は、呼吸によるエネルギー生産や光合成などの通常の重要な代謝活動においても、どうしても生じてしまいます。生物の方も活性酸素を除去するシステムをもっていますが、除去しきれないほど**過剰に発生すると、脂質やタンパク質、核酸など重要な化合物を酸化させ、ダメージを与えます。**

種子においても、吸水して代謝を始めると活性酸素が発生します。また、貯蔵されている間にも徐々に活性酸素が生じます。これまでの多くの研究報告から、こうした**活性酸素が種子を劣化させる主要因**になっていると考えられてきました。

## 過酸化水素による発芽促進

ところで、オキシドール、あるいはオキシフルという消毒液をご存じでしょうか。成分は、3%過酸化水素水です。過酸化酸素は、実は活性酸素の1種です。

過酸化水素水を、シロイヌナズナ、コショウ、トマト、レタス、ダイス種子に与えると、発芽の際に根が突き破る珠孔の胚乳部分が柔らかくなり、根が出やすくなる、つまり発芽促進効果があることが報告されました (Review, Frontiers in Plant Sci., vol7, article 66, pp1-15, 2016)。



植物ホルモンであるアブシジン酸を与えると、逆にその部分が硬くなり、根が出にくくなるそうです (Plant Cell Physiol. 47, pp864-877,2006)。

また、過酸化水素水で処理せずに吸水させた、通常の2日目のトマト種子を薄く半分にスライスし、過酸化水素を青く染める染色液に浸すと、**根が出る部分の胚乳部分が青く染まる**ことが示されました(J. Exp. Bot., 53, pp1643-1650, 2002)。

活性酸素の1つである過酸化水素が、種子の発芽促進に関わっていることを複数のグループが発表しており、新たな生体信号物質として注目されています。

**過酸化水素のあるところが青く染まる。**



スライスした  
トマト種子

## 過酸化水素を除去する酵素の働き

過酸化水素に関してはまだわからないことも多いのですが、過酸化水素を除去する酵素は以前から知られており、その酵素の働きを明らかにすることによって過酸化水素の役割も徐々に明らかになっています。

細胞内の過酸化水素は、**アスコルビン酸パーオキシダーゼ**という酵素によって無害な水になります。名の通り、その反応にはアスコルビン酸が利用されます。シロイヌナズナでは、9種類のアスコルビン酸パーオキシダーゼが知られています。それぞれ番号で称されており、葉緑体で働いている1番酵素や、普段は働かず高温や光が強い時に動員されて働く2番酵素がよく研究されています。 **種子では6番酵素が働いていることが、最近わかりました。**

## アスコルビン酸パーオキシダーゼ 6番目酵素を抑制した突然変異体

遺伝子組み換えによりこの6番酵素の遺伝子に意味のない配列を挿入したシロイヌナズナ変異体を遺伝資源センターから入手し、非組み換え体の対照とともに調査した報告があります (Plant Physiol. 166, pp370-383, 2014)。

変異体の乾燥種子の活性酸素量は対照より30%多く、カルボニル化された(酸化した)タンパク質も多いのですが、通常の条件下での発芽率などは同じでした。

## 6番目酵素 変異体の特徴

しかし糖や塩を添加した、発芽に適さない高浸透圧培地では、変異体種子の発芽率の方が低くなりました。また、活性酸素を発生させる除草剤パラコートでは、発生した活性酸素を除去できないためか、発芽率が低下しました。

植物ホルモンのアブシジン酸やオーキシンを添加した培地では、変異していない種子の発芽率も低下しますが、変異体種子の発芽率はさらに低下しました。

また、種子が熟し乾燥するにつれて、1番、2番酵素の遺伝子の発現量は徐々に少なくなりますが、6番酵素は徐々に多くなりました。逆に種子吸水後には、6番酵素は少なくなりました。このことから、6番酵素は種子の乾燥耐性と関連があると推測されます。

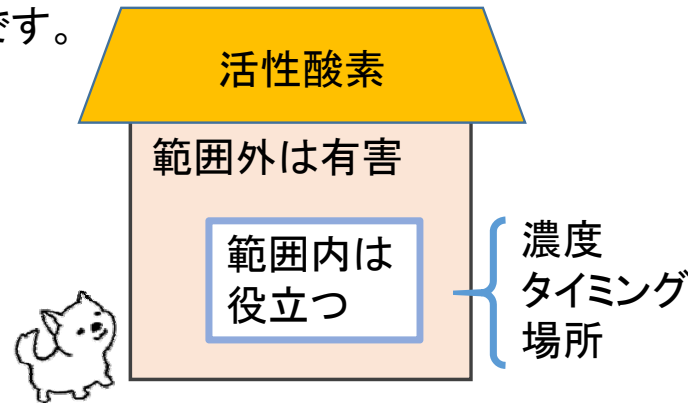
以上の研究から、6番酵素(アスコルビン酸パーオキシダーゼ6番)が種子の過酸化水素量を低くし、発芽を促進する場合があることが示されましたが、そのことと前述の過酸化水素の発芽促進とどう結びつくのかということなどはまだわかりません。



## 今後

活性酸素はこれまで有害なものとして研究されており、種子での過酸化水素の有用な働きなどは見いだされたばかりです。 **種子の発芽において活性酸素は時と場合によっては役に立つこともある、という仮説(oxidative window of germination)**が種子生理学者によって2008年に提唱されたばかりです。

まだまだ研究の「たね」はつきません。



Oxidative window of germination