

特集：SS リーグ研究報告

切断したセイヨウタンポポの根からの不定芽形成とオーキシンの作用

櫻村 理喜（水城高校1年）

■背景・これまでの実験

小学2年の時、水に挿した植物の観察をし、切り落として小さくなった主根から新しい根が生え再生する強さ驚いた。そこで、母がいつも草むしりしても無くならず、すぐに生えてくる雑草に興味を持ち実験を始めた。今までにやってきた研究を以下に要約する。

[1] 雑草と農作物・園芸植物の「葉・種子・根」の3つの器官の性質

葉の特性：雑草（イネ科植物）の葉はケイ素を多く含んでおり、これは食害予防・感染予防になると考えられた。またケイ素で葉の表面や縁に棘をつくる種類も多く、固く除草しにくい原因の一つであると考えられた。

種子の特性：雑草は種子を遠くへ運ぶために、子房のばね力、種の接着力、風・鳥・動物の力を利用していることが判った。

根の特性：雑草の根は、高温・低温・乾燥に強く、切断された根からの植物再生能力が強いことが判った。

これらの特性は、雑草が淘汰しにくい原因になっていると考えられた。

[2] 切断された根からの不定芽と側根の形成

[1] から、雑草の根の特性が植物体の再生に大きな役割を果たしていることが判ったので、身近にあって手に入りやすいセイヨウタンポポを使用して、動物や虫による食害や人間に駆除された時のように根を小さく切り、根の部位や置き方を設定して培養し、変化を調べた。

主根を輪切りにして湿ったろ紙の上に横たえておくと、頂芽側の切断面からは不定芽が、根端側の切り口付近の周皮からは側根が形成された。

これらは、根の置き方を、縦置き・横置きと変えても同じだった。

しかし、輪切りにした根を上下逆さまに置いて培養する際、頂芽側の切断面に湿ったろ紙を密着させておくと、不定芽が形成されなかった。



<再生した縦置ききの根><腐敗した上下逆さま置ききの根>

[3] 上下逆さま置ききの輪切りの根が腐敗する原因

[2] から、セイヨウタンポポの輪切りの根を、湿ったろ紙に頂芽側切断面が密着させた状態で上下逆さまに置いた場合、根が腐敗してしまうことが分かったので、その原因が「空気・空間・重力」と関係があると考え、それを確かめるために実験を行った。

空間・空気の要因：横置きでも切断面に少しの空間と空気が有れば不定芽形成が見られたが、空気が遮断され空間も無くなると不定芽は形成されなかった。また、上下逆さまに立てた根も空間があれば頂芽側切断面からの不定芽が形成されたので、根の腐敗には空間・空気の要因が関わっていると考えた。

重力の要因：逆さまに立てた根の頂芽側切り口に形成された不定芽は、重力に逆らって上に向かって伸びた。逆さまでも形成された不定芽や側根が、重力屈性作用で自然な方向に成長できれば再生できるが、それがろ紙などの密着により阻害されると腐敗すると考えた。



<上下逆さまに置いたセイヨウタンポポの輪切りの根からの不定芽と側根の形成：この写真では下側（本来の頂芽側）から不定芽が、上側（本来の根端側）から不定根が形成されている>

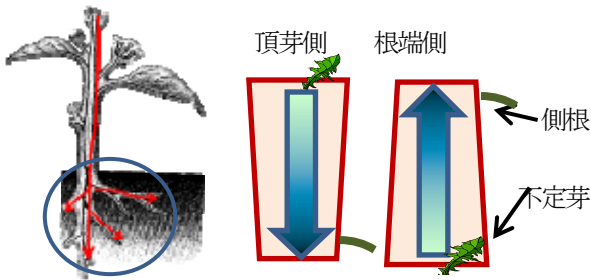
以上の[1]～[3]の研究から、雑草の根は再生力が強く、**不定芽形成には空気・空間が必要である**ということが判った。一方、切断した根の置き方が違って、頂芽側の切断面からは不定芽が、根端側の切り口付近の周皮からは側根が形成された。これには、植物ホルモンである**オーキシンの極性移動**が関係しているためと考え、今回の実験を行った。

■目的

切断された根からの不定芽形成におけるオーキシンの関わりを明らかにする。

[オーキシンの極性移動について]

オーキシンは、茎の先端で作られ、根の先端に向かって移動する。切断された根は、オーキシンの供給がなく、根の中のオーキシンは、**頂芽側から根端側へ一方通行で移動する。**



切断された頂芽側では、オーキシンの含量が減少することで頂芽側切断面から不定芽が形成され、一方根端側では、切り口付近にオーキシンが蓄積することで周皮から側根が形成される。切断された根の置く向きを変えても不定芽形成と側根の形成に変わりがないことから、根の置く向きが逆さまでもオーキシンの流れは同じであることがわかる。

■材料と方法

1) 材料

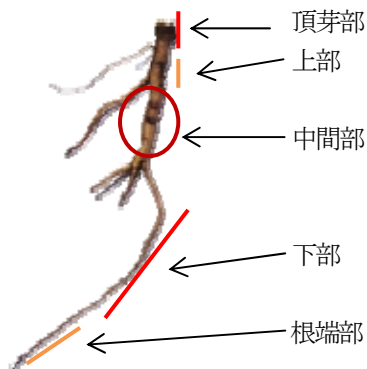
実験では、セイヨウタンポポの主根の中間部（輪切り：長さ30mm、太さ9～18mm）を使用した。

採取地：茨城県立銚田農業高校内リンゴ園

[材料の選択理由]

①セイヨウタンポポは1年中花が見られ、植物の生理状態が1年中あまり変わらない。また繁殖力が強いことや身近にあり手に入りやすいため使用した。

②今までの実験において、中間部は頂芽部・上部・下部・根端と比較し、安定して不定芽や側根の形成が見られることが判ったため主根の中間部を使用した。



2) 方法

シャーレに水で湿らせたろ紙とプラスチックネット（植木鉢の底穴ふさぎ用：根が直接ろ紙に密着することを防ぐため）を敷き、その上に各条件の切断したタンポポの根を置いた。

各条件

①輪切りにした根の根端側の切り口に、以下の溶液で湿らせた脱脂綿を巻いた。

- A. 水（対照1）
- B. オーキシン極性輸送阻害剤 0.001 M
- C. オーキシン極性輸送阻害剤 0.01 M

②輪切りにした根を縦半分（縦）に切断し、溶液で湿らせた脱脂綿に縦に切断した面を上にして置く

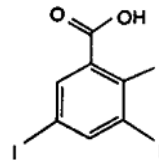
- A. 水（対照2）
- B. オーキシン極性輸送阻害剤 0.001 M
- C. オーキシン極性輸送阻害剤 0.01 M

[オーキシン極性輸送阻害剤とは]

オーキシンが細胞から細胞へ運ばれることを阻害する物質（TIBA）。オーキシンと構造がよく似ている。

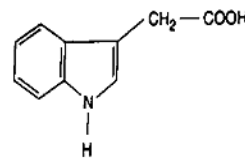
〈TIBA〉

(2,3,5-トリヨード安息香酸)

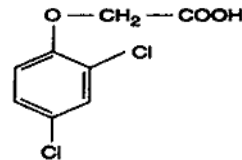


〈オーキシン〉

インドール-3-酢酸（IAA）



2,4-ジクロロフェノキシ酢酸（2,4-D）



※すべての実験は、1回につき少なくとも3つの根の断片を使い、実験は少なくとも2回繰り返し、典型的な結果を写真に撮った。

■結果

①根端側に溶液で湿らせた脱脂綿を巻く処理

A. 水 (対照1)

頂芽側切断面から不定芽が多く形成され、大きく成長した。



B. オーキシシン極性輸送阻害剤 0.001 M

頂芽側切断面から不定芽が形成されたが、数が少なく成長が遅かった。また本来形成されない根端側切断面からも不定芽が形成された。



C. オーキシシン極性輸送阻害剤 0.01M

頂芽側切断面から不定芽が形成されたが、数が少なく成長が遅かった。また本来形成する頂芽側からの不定芽の形成が見られたが、その後成長しなかった。



②根を縦半分に切断し溶液で湿らせた脱脂綿に縦切断面を上にして置く処理

A. 水 (対照2)

頂芽側切断面から不定芽が多く形成され、大きく成長した。同じく縦切断面の頂芽側からも同じように不定芽が多く形成され、大きく成長した。



B. オーキシシン極性輸送阻害剤 0.001 M

頂芽側切断面から不定芽が形成されたが、数が少なく成長が遅かった。一方、縦切断面の本来形成されない縦切断面の真ん中から不定芽の形成が見られた。



C. オーキシシン極性輸送阻害剤 0.01 M

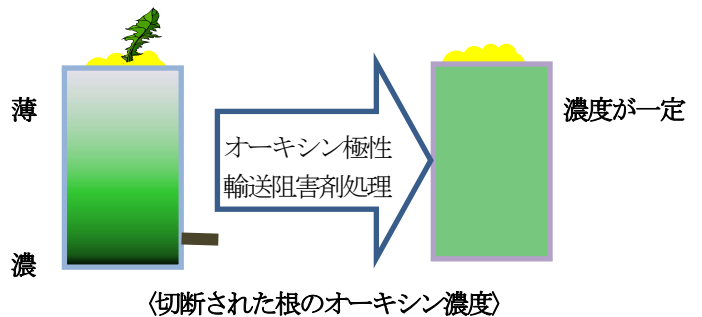
頂芽側切断面から不定芽が形成されたが、数が少なく成長が遅かった。



■考察

切断された無処理の根は、オーキシシンの濃度が薄くなる頂芽側に不定芽が形成される。一方、オーキシシンの濃度が濃くなる根端側には、側根が形成される。

そこにオーキシシン極性輸送阻害剤を処理するとオーキシシンは、頂芽側から根端側への極性移動をしなくなり、根全体のオーキシシンの濃度が一定になると考えられる。その結果、オーキシシン極性輸送阻害剤の濃度の濃い処理では不定芽形成が遅く、数が少なくなる。一方、オーキシシン極性輸送阻害剤の濃度が薄い処理では、本来形成されない場所から不定芽形成がみられた。これらのことからオーキシシンの極性移動は不定芽形成とその位置に影響すると考えられる。



今回の研究から除草を防除する方法を考えた。

今回の研究で、強い性質を持つ雑草において、切断され根からの植物再生には、空気・空間とオーキシシンの作用が大きく関わっている事が判った。

畑や庭で雑草を抜いたり、土を耕したりして切断された雑草の根は、時間がたつと芽を再生してくる。つまり中途半端な雑草は、かえって雑草を増やすことにつながりかねない。そこで、土の上に出てくる茎葉部は、防草シートなどを敷くことで光・空気・空間を遮断すれば発芽や葉の成長を阻害し除草することができる。

しかし、土の中にある根の空気・空間を遮断することは、人間には難しく、確実な除草にはならない。そのため、切断されて残った根から再び発芽しないように完全に除草するには、オーキシシンの作用を止める・オーキシシンを分解する・造らせないことが最善の策と考えられる。そのためには、農薬などの化学薬品の使用を考えなければならぬ。しかし、薬品を簡単に使用することは、生物への影響や土壌への残留、人間や他の生物への連鎖を考える必要がある。

結局、安全で確実な除草方法は、深く張っている根をいかに切断せず全て取り去るかにかかっていると考える。

Communicated by Shinobu Satoh, Received August 31, 2013.