

高吸水性高分子樹脂を用いた保水性の高い土壌の作成

Preparation of Soils with High Water-Holding Capacity Using SAP

Abstract

Super absorbent polymer (SAP) is a polymer resin that can absorb 400 times its own weight in pure water. When SAP was mixed with soil that tends to dry out easily, soil with higher water retention capacity than usual was produced. In addition, the water holding capacity of SAP is smaller than the water absorption capacity of plant roots, making it possible to cultivate plants. Plants were grown in soil with varying proportions of SAP mixed in, and their growth was compared.

1. 研究の背景

近年、森林における砂漠化の進行が問題になっており、一度砂漠化した場所で植物を栽培することは非常に難しい。その原因の一端として、砂漠土壌の保水性の低さがある。高吸水性高分子樹脂(以下SAP)は自重のおよそ400倍もの純水を吸収・保持できる物質で、保持する力は植物の根の吸水力よりも小さい。これを砂漠土壌など乾燥しやすい土壌に混合することで、砂漠土壌など乾燥しやすい土壌で植物を栽培することができるのではないかと考え、本研究に至った。

2. 原理と仮説

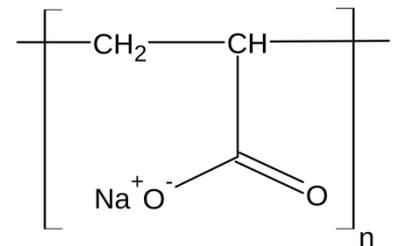
SAP[図1]は、網目状の構造の中に多数の水分子を含んだゲル構造をつくり、自重の約400倍の純水を吸収、保持できる。これは、まずSAPの網目構造であるCOO⁻と水に溶けるNa⁺に電離し、負の電荷を帯びたCOO⁻が反発し合うことで網目構造が広がり、またSAP内のNa⁺の濃度がSAP外よりも大きいことため浸透圧でSAPの網目構造内に水が入り込む仕組みである。

このSAPを砂漠土壌を再現した乾燥しやすい土壌に混合することで、土壌の保水性を高められると考えた。また、SAPの水の保持力は植物の根の吸水力よりも小さいため、SAPを用いて植物を栽培できると考えた。

3. 研究目的

実験Ⅰ：SAPを用い、砂漠土壌を再現した乾燥しやすい土壌の保水性を高める。

実験Ⅱ：SAPを混合した土壌で植物を栽培し、適切なSAPと土壌との混合割合を明らかにする。



▲ 図1

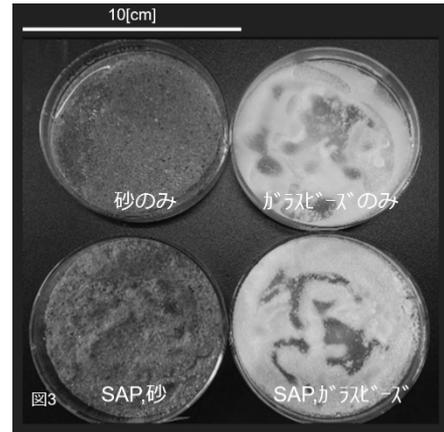
4. 実験 I

<方法>

- ① ガラスビーズ 30g, ガラスビーズ 30g と SAP0.03g, 砂 30g, 砂 30g と SAP0.03g をそれぞれ計り, シャーレに入れる。(ここでの砂は学校のテニスコートの砂をある程度揃えたものである。また, ガラスビーズは直径 0.4mm のものを使用した。)
- ② ①にそれぞれ蒸留水 200ml と石灰水を pH が 8 になるまで入れる。これにより砂漠の土壌の pH に近づく。[図 3]
- ③ ②のシャーレをデシケーター(乾燥状態を維持できる乾燥剤の入った壺、図 2)に入れ, 時間をおいて重さを計り, 水の蒸発量を比較する。



▲図 2 デシケーター



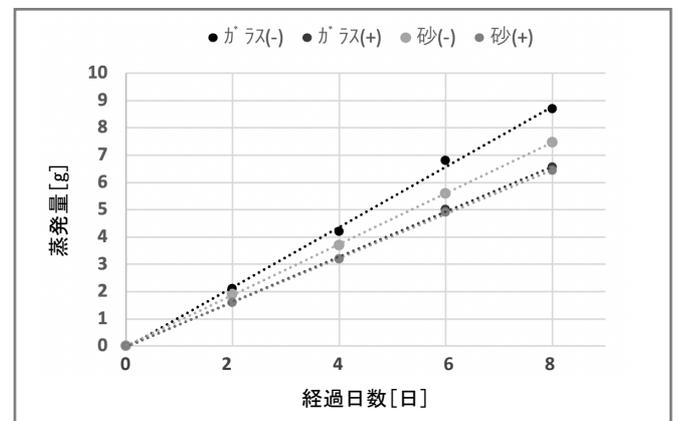
▲図 3 実験開始時の様子

<結果>

グラフ[図 4]は横軸が経過日数, 縦軸が水の蒸発量を表している。全 4 回の実験の平均値の散布図とそれぞれの近似直線を引いたものである。

上からガラスビーズのみ、砂のみ、ガラスビーズと SAP、砂と SAP である。

経過日数に対する蒸発量の変化については、ガラスビーズ、砂ともに SAP を混合した土壌のほうが水の蒸発速度が遅かった。よって、SAP を混合することにより土壌の保水性を高めることができたと言える。また、砂に比べガラスビーズの方が蒸発速度は早かった。



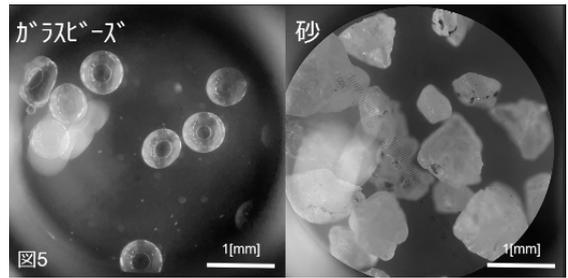
▲図 4 実験 I 結果グラフ

<考察>

乾燥しやすい土壌でも、SAPを混合することで保水性を高めることができると考えられる。

また[図5]は、砂とガラスビーズを顕微鏡で見た写真である。ガラスビーズは表面がツルツルしているのに対し、砂粒は表面がゴツゴツしており粒の大きさにもばらつきがあることが分かる。

よって、砂とガラスビーズに蒸発速度の違いがあったのは、砂には表面に凹凸があり、粒の大きさも違うため水が入り込みやすいのに対し、ガラスビーズにはそれらがないためと考えられる。



▲図5 ガラスビーズ、砂

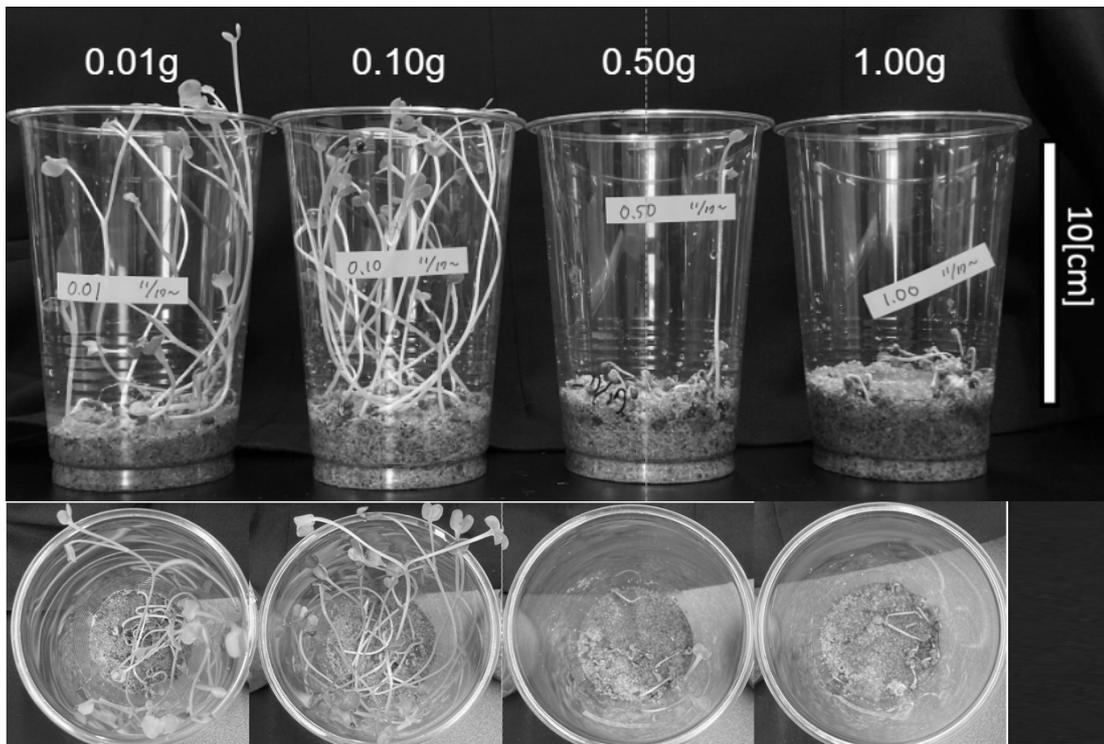
5. 実験Ⅱ

<方法>

- ① SAPを混合した土壌で植物を栽培し、適切なSAPの混合割合を明らかにするため、砂100gとSAPをそれぞれ0.01g、0.10g、0.50g、1.00gを混合した土壌をカップに入れる。
- ② ①のカップにかいわれ大根の種子を30粒ずつ植え、30mLの水をやる。
- ③ 1度目に水をやって以降は、週に1回10mLの水をやり、暗所で栽培する。

<結果>

下図[図6]は、実験Ⅱ開始1ヶ月後の様子である。どのカップのかいわれ大根も発芽した。下図[図6]を見ると、発芽し、成長した種子が最も多いことから、SAP0.10gを混合した土壌の時、一番良く成長したと言える。

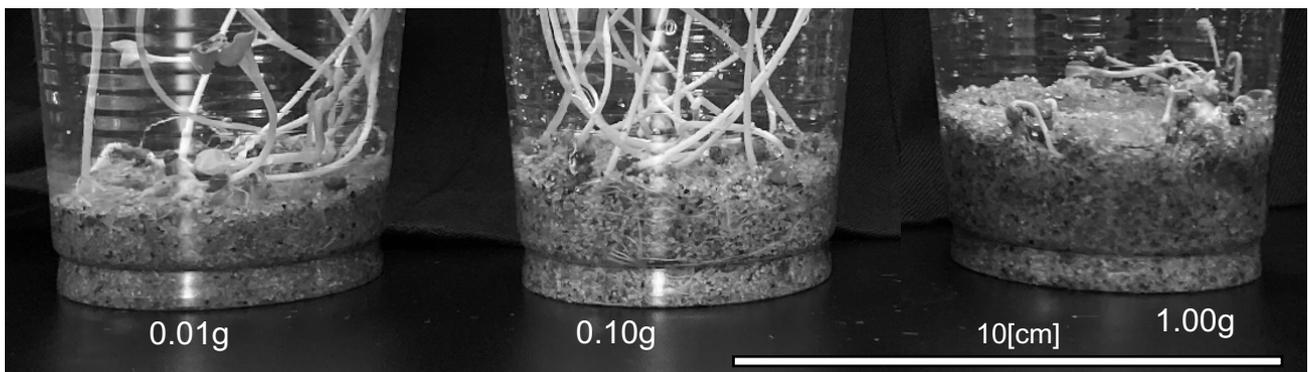


▲図6 実験Ⅱ結果

<考察>

同じ条件で計2回実験を行ったが、2回とも砂に混合したSAPが0.10gの時、下図[図7]を見てわかるように、発芽率も高く、背も高く、根もしっかりと張っていることから、砂とSAPの混合割合が1000:1の時、成長しやすくなると言える。また、SAPの不足する場合のみ植物が上手く成長しない、という仮説と異なり、0.50g、1.00gの混合するSAPを増やした時、発芽はしたものの、成長したとは言えない。

かわいれ大根の成長があまり見られなかった条件について、0.01gの土壌の場合、土壌自体が水を十分に保持できていない。SAPの不足によって水がすぐに蒸発してしまい植物が水を吸収できなかったと考える。1.00gの土壌の場合、土壌全体で水を多く含んでいて体積も大きくなっている。そのため、土壌自体は水を含むが、植物が利用できる範囲に水が十分に保持されていないと考える。



▲図7 0.01g、0.10g、1.00gのカップの下部拡大写真

6. 今後の展望

- ・SAPを混合した土壌を用い、より多種類の植物の栽培を行う。今回の実験では研究期間の関係で成長の早いかわいれ大根を使用した。収穫期間の比較的短い他の葉物野菜や豆類などの栽培を行い、発芽や成長の様子を通常の土壌と比較したい。
- ・SAPの性質を森林火災などの他の諸問題にも応用できないか検討する。SAPは水を吸収しているため燃焼効率が悪く、火災などの現場では燃え広がるのを防ぐことができるのではないか。

7. 参考文献

吸水性ポリマーはどれくらい水を吸うのか 久須美莉子 著 (2019)

日本森林学会誌 100(6)229-236 高橋正通, 柴崎一樹, 仲摩栄一郎, 石塚森吉, 太田誠一 著 (2018)

脅威??おむつの吸水力~吸水性ポリマーについて~ 岡本和己, 松本拓海, 河田大樹 著 (2012)