

吸水ひも材を用いた節水型灌水と有機肥料を併用した塩害土壌対策に関する実験的研究

長崎大学工学部 学生会員 ○平川雄貴 長崎大学大学院
正会員 大嶺 聖 正会員 杉本 知史 フェロー会員 蔣 宇静

1. 研究の背景・目的

近年、食糧危機、水資源の枯渇など深刻な問題が発生している。その中で土地の劣化、塩類化の問題は世界 100ヶ国以上で発生していると報告されている。一般的に塩害は土中鉍物による自然的要因、不適切な灌漑や排水管理による人為的要因に分けられ、農地の生産性を低下させる。持続可能な農業の展開のためにも塩害対策は急務である。現在は水理的、化学的、生物的除塩技術があるが、多量の水資源を確保できないこと、莫大なコスト等の問題がある。本研究では少量の水資源を定期的に供給する灌水方法の検討と低コストで塩害に効果がある有機質肥料の有効性を明らかにし、実験により評価することを目的とする。節水型灌水装置による砂地盤の含水比、有機質肥料等を散布することが、土壌の電気伝導率にどのような影響を与えるか実験的に評価を行う。

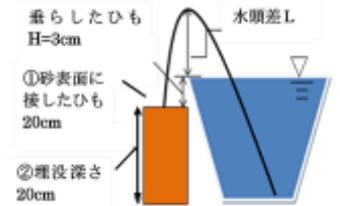


図 1 実験装置

2. 節水型灌水装置の検討

図 1 の実験装置は水面から砂表面までの距離 H を 3cm、水面からひもの高さ (水頭差) を L としたもので、①砂表面に接したひもの長さ 20cm と②砂中に埋設したひもの長さ 20cm を使用する。なお砂表面からの蒸発量を考慮するため全ての砂表面面積、温度、湿度は同じものとする。この装置でナイロンひも (直径 8mm) を用いサクシオン作用による灌水を行う。本研究では植物の育成を目的としており、条件により適切な水分供給が求められる。そこで水頭差 L を適宜調整することで、様々な条件を比較し適切な灌水方法を検討する。

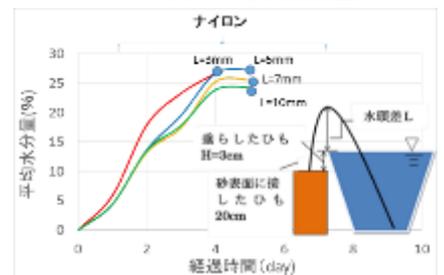


図 2 水頭差 L による比較 (地上)

2.1 水頭差 L による給水量の比較

ナイロンひも水頭差 L=3, 5, 7, 10cm の実験装置を作製し、平均水分量 (吸水された水の質量/砂の乾燥質量×100%) の違いを計測する。図 2 では図 1 の① (図 2 右の図と同様) 図 3 では図 1 の② (図 3 右の図と同様) で、それぞれの水頭差 L と平均水分量の関係を示す。試験結果よりナイロンひもは水頭差 L が高いほど給水率は低い結果となった。またナイロンひもは砂の水分量が増加すると給水力が低下する特徴がある。また図 2, 図 3 の●は飽和状態を示し、平均水分量 25%程度である。また図 4 は図 1 の①で水面を地面より低くしたものの (図 4 右の図と同様) である。試験結果よりどの高さにおいても飽和状態に近い 25%付近まで平均水分量が上昇し、そこから飽和状態にならず、水の供給量もあまり変化していない。このことから初期に多くの水分が供給され、その後水頭差 L に関係なく一定間隔のペースで水分を供給できると考える。

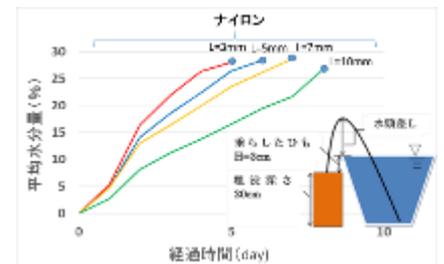


図 3 水頭差 L による比較 (地中)

2.2 現地実験 (灌水装置)

砂地盤にて図 1 の① (ひもを地表部に垂らした灌水装置) を設置し、カンゾウ苗の育成を行った。その際、ひもから深さ 80cm、水平方向 80cm 間の含水比を測定した。装置の設置から約 4 月間後の含水比の分布を図 5 に示す。一定期間供給し続けることで、ひもを中心に水が広がり、砂中下部に水分が集中するとわかった。またこの結果から植物の育成に必要な含水比を調査するため pF メータを用いて各含水比による pF 値を測定した。結果を図 6 に示す。pF とは土の中の水分が土の毛管力によって引きつけられる強さの程度を

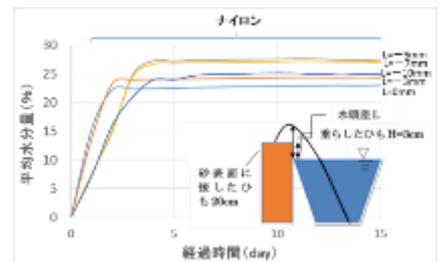


図 4 水頭差 L による比較 (地上より上)

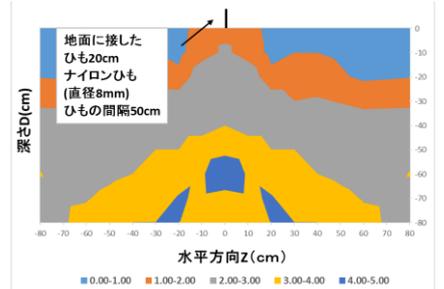


図 5 含水比分布 (水平方向分布)

示す値で、植物を生育する指標として扱われる。一般的に植物が生育する pH 値として 1.7~2.3, 1.7 以下で水分過多範囲, 2.3 以上で水分不足範囲となる。以上の図 5, 図 6 の結果から植物を生育するには十分な水分量を確認できた。

3. 塩害土壌を用いた試験

3.1. 現場塩害土壌

一般的に EC 値 4.0 以上の土壌を塩害土壌と呼ぶが、今回の実験では植物の生育のために理想的な値である EC 値 1.0 以下を目標に行う。珪砂 50kg に対して食塩 1kg, 有機石灰 1.5kg, 苦土石灰 1.5kg を混合し、土壌上部に有機質肥料を散布し節水型灌水装置を用いて土壌に水分を給水したものを使用し、これを現場塩害土壌とする。また塩害土壌には有機石灰, 苦土石灰を混ぜているが、これはアジアの塩害土壌の多くはマグネシウムやカルシウムを含んでいることが多いので、今後有機質肥料を利用する可能性が高い海外の塩害土壌を想定するために混合している。現場塩害土壌の初期値は pH8.7, EC6.5mS/cm とする。肥料また塩害土壌に効果がある有機質肥料として、ぼかしと米ぬかを混ぜたもの、ぼかしとふすまを混ぜたものを使用する。ぼかしとは、米ぬか・油粕等の有機物質を発酵させ細菌を繁殖させた肥料のことで。塩類濃度の上昇を防ぐ、作物の増収効果、微生物が根をガードし病気から守るといった効果がある。これらを使用し、地上から 0cm, 5cm, 10cm, 25cm の深さの EC 値を現場塩害土壌設置から約 4 カ月間後を図 7 に示す。試験結果より全体的に EC 値が下がっていた。理由としては塩分を吸収した菌類が灌水によるリーチング作用により土壌下部に洗い流されたことが考えられる。また有機質肥料は米ぬかのほうがふすまに比べて効果があることが分かる。これはふすま自体に元々塩分が含まれているからだと考える。

3.2. 模擬塩害土壌

珪砂 1kg に対して塩 30g, 苦土石灰 30g, 有機石灰 60g 混合し、土壌上部に有機質肥料を散布して節水型灌水装置による水分給水をしていないものを模擬塩害土壌とする。模擬塩害土壌の初期値は pH8.8, EC5.1mS/cm とする。また塩害土壌に効果がある有機質肥料として、米ぬか肥料とふすま肥料を使用する。各肥料は米ぬかまたはふすま 3kg, 有機石灰 660g, 油粕 1.32kg, ぼかし 200g, 水 1kg, を混合し約 3 カ月嫌気状態にて養生したものである。模擬塩害土壌はそれぞれ土 300g に対してふすま(直径 2mm)10g, とふすま肥料 1g, ふすまを直径 850um に粉砕したもの 10g とふすま肥料 1g, 米ぬか(直径 850um)を 10g と米ぬか肥料 1g の 3 つの条件の肥料を使用する。以上の試料を用いて土壌上部に有機質肥料を散布したものを作製し、EC 値の変動を計測する。図 8 の EC 値の変動から初期 1 カ月の EC 値は減少傾向にあり有機質肥料の影響がみられた。これは微生物が増える際に、有機酸を分泌するため、これが塩類と結合して、塩分の溶出を抑制しているからだと考える。また有機質肥料が細くなるにつれ EC 値も下がっている。これは肥料が細かいほうが肥料の分解速度が早く、塩分を吸収する速度も速くなったからだと考える。

4. 結論

本研究からナイロンひもは初期に水分が多く供給され、その後徐々に一定量で水分が供給されるため節水型灌水に適していることが分かった。また水頭差 L を適宜変更することで各植物に必要な水分量に調節することも可能である。塩害対策では有機質肥料による効果が EC 値に影響をもたらし、粒度を適宜変更することで EC 値を下げるができること分かった。

[参考文献]

- 1)北村義信：乾燥地における塩類集積の脅威と対策, ARDEC, 第 53 号「特集」人間と土壌 2017.2.5
- 2)井上光弘：塩類化の現状と除塩技術, 地盤工学会誌, 60-1, pp.1-5, 2012.
- 3)古賀敬大, 大嶺聖, 蔣宇静, 杉本知史：塩害・緑化対策としての節水型灌水方法の検討, 土木学会西部支部研究発表会講演概要集,III-11, pp.273-274, 2017.

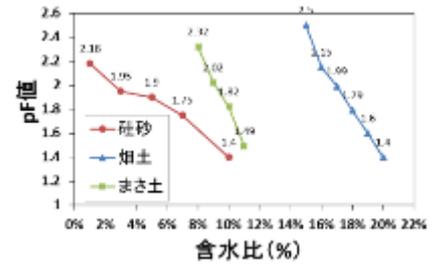


図 6 各含水比による pH 値

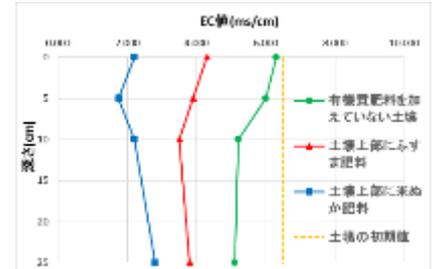


図 7 現場塩害土壌の EC 値

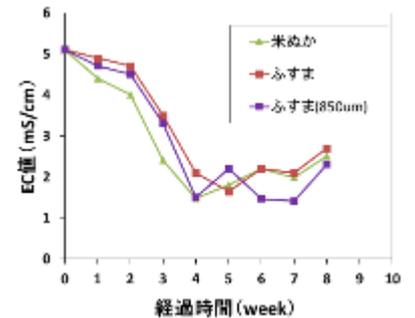


図 8 模擬塩害土壌の EC 値