

コムギの根は酸性土壌の中でも伸びるのか

宮城県仙台第三高等学校 理数科

要旨

日本の多くの土壌は酸性であり、作物の根の成長を阻害する要因となっている。石灰肥料によって上層土は改良されたが、深部は酸性と未改良のままである。本研究では、未改良の酸性土壌を2箇所から採取し、小麦と大麦の種を用いて根の伸長への影響を実験・考察した。結果は、酸性土壌に植えたもののほうが改良土壌に植えたものより長く根が伸びた。このことから、酸性土壌で育った根は養分を求めて根を伸ばしたと考えられる。また、リン酸欠乏への応答として根の伸長が促進された可能性がある。

1 背景・材料・予備実験

東北大学農学部助教授である田島氏の先行研究¹⁾によると、酸性土壌には根にストレスを与え、根の伸長を阻害するという特徴がある。また、もともと広い範囲で酸性土壌が広がっていた日本では、石灰肥料などの肥料を用いて土の改良がおこなわれてきた。しかし、肥料により改良土壌になったのは土の上層部のみで、下層部ではまだ酸性土壌のままな地域があった。他にも、**ph** 矯正に使われた肥料が地中にとどまらず、そのまま地下水へ流れ出てしまい、地下水の汚染にもつながっている。

このような背景から、私達はコムギの品種改良ではない他の方法で問題を解決できないかと思った。そのためにまず、コムギの根が酸性土壌により伸長障害が起きることを仮説に立て、検証することとした。実験に用いた材料として、コムギの種子、**ph4.5**の土、苦土石灰、**500ml** ペットボトル、網目**3mm**のマルチメッシュ、インキュベーター、タイマー付きライトを使用した。実験に使用した酸性土壌は以下の場所である↓

採取場所

- ・岩手県一関市舞川竜ヶ沢
- ・宮城県大崎市鳴子温泉川渡地区 (黒ボク土)



提示した場所で取った酸性土壌をそのまま使ってしまうのは、虫やカビの繁殖につながる可能性があるため、まず実験材料として適した土を作る必要がある。はじめに、日陰に薄く土を広げ、三時間風に当て乾燥させる。次に、網目**3mm**のふるいにかけて、虫や大きな石、固まった土を崩してあげて実験に用いられる形に仕上げる。また、種子の選定として、**0.04g**の種子を選別し、シャーレに濡らしたキッチンペーパーを広げ、種子を**10**粒ほどおいて一週間ほどインキュベーターの方で発芽を待つ。大体の種子が発芽したら、土に植えるようにする。



↑ 発芽したコムギの種子の様子

今回の予備実験として、採取してきた土の pH 測定³⁾をおこなった。手順は以下のとおりである。1. 土 20g と純水 50mL を 100mL 三角フラスコに入れる。2. 24 時間攪拌する。3. 数時間放置し、上澄み液をとる。4. pH 試験紙を上澄み液につけ、大まかな pH を調べる。5. 校正を行った pH メーターの電極に上澄み液を垂らす。6. 値を読み取る。



↑ 攪拌機にかける様子



↑ 電極に尿を垂らす様子

pH の結果としては、一関でとれた土は pH4.5、川渡でとれた土は pH5.1 でどちらも酸性土壤であることがわかった。次に、これら 2 つの酸性土壤を pH6.5 の改良土壤にさせる。その方法としてはまず文献⁴⁾を参考に酸性土壤と苦土石灰を 10:1 で混ぜ、最終的に pH6.5 になるよう苦土石灰の量を調節していく。調べた結果は以下のとおりだ↓

一関の土

土(g)	苦土石灰(g)	pH
200	0.1	5.2
200	0.15	5.6
200	0.05	5.2
200	1.0	6.3
200	2.0	6.4

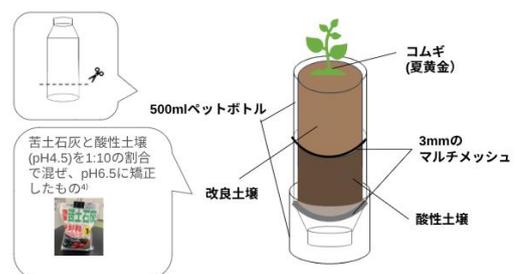
川渡の土

土	苦土石灰	pH
200	0.1	5.3
200	1.0	6.3
200	2.0	6.4
200	10	6.7

この結果から、私達は一関、川渡どちらも 200:2.0 の割合で混ぜ、改良土壤を作っていくこととした。

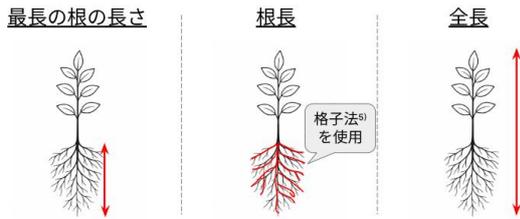
2 実験方法・結果・考察・展望

まず大まかな実験工程は、下にあるような実験装置を作り、その後、3~4 日で種子を選定し、発芽した種子の頃合いを見て実験装置に植え付け、栽培を 3 週間（10 日ごとに水やり）をおこない、最後に根の測定をするといった内容だ。



↑実験装置

実験条件として、インキュベーターの温度は 30℃、タイマー付きライトで日照時間は 12 時間、水やりは先程述べた通り、10 日に 1 回 60mL（川渡の土壤は 100mL）与えた。測定方法は、最長の根の長さ、全長、根長（格子法⁵⁾を使用）。これら 3 つの観点から根の長さを比較した。

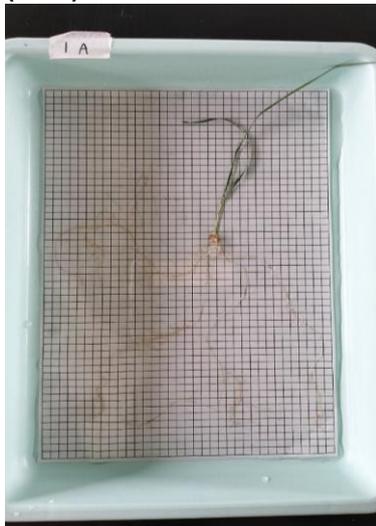


↑3つの測定方法

※格子法⁵⁾

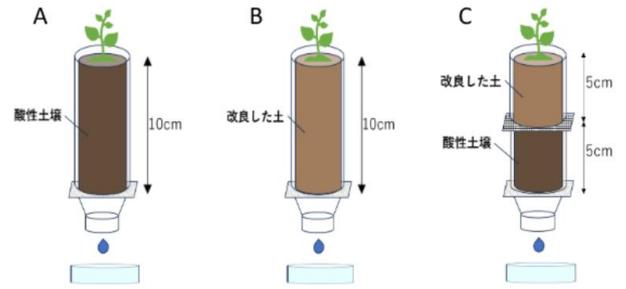
1. 係数kを算出する
2. 0.5cm角の格子を印刷した紙をバットにしき、0.2cm水をいれる
3. 根を広げ、格子に交差あるいは接触している根の数を数える
4. 1で算出した関数に当てはめ、値を出す

(根長)=0.452N

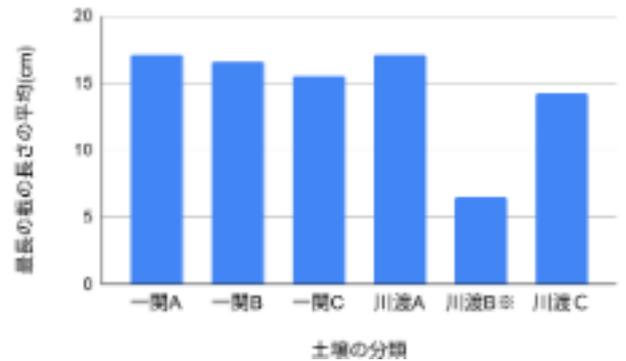


↑根を格子上におく様子

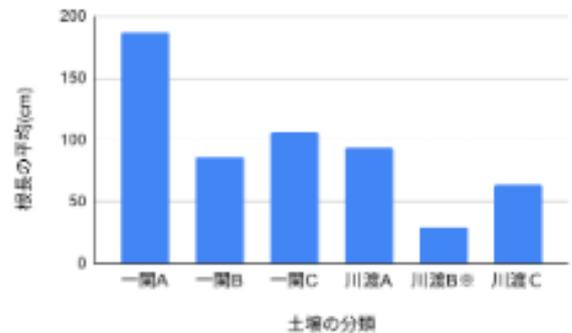
また実験装置には、改良土壌、酸性土壌を0:1で分けたAのもの、1:0で分けたBのもの、1:1で分けたCのものを作り、酸性土壌におけるコムギの根の伸長障害が起こるかどうか、確認しやすくした。下の図は、実験装置A,B,Cをわかりやすくイラスト化したもの↓



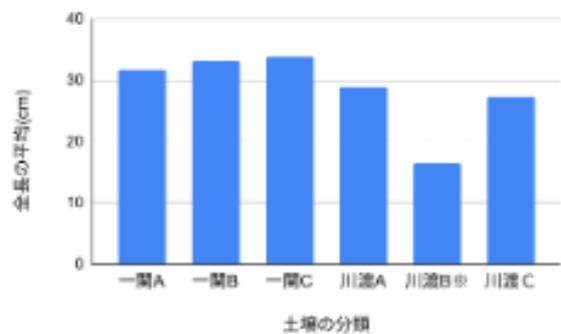
実験の結果は以下のグラフのとおりである。



↑最長の根の長さ



↑根長



↑全長

最長の根の長さおよび全長については、一関A~Cと川渡A、Cの間に大きな差は見られなかった。根長は一関Aと川渡Aで最も長かった。最長の根の長さと同全長を比較すると、BとCでは地上部の伸びが大きい傾

向があった。

このような結果から考察するに、酸性土壌の中でコムギを育てても、根の伸長障害は見られなかったのは、コムギの根が酸性土壌におかれたほうが、改良土壌におかれたコムギよりもより養分を求めて深いところまで根を掘り下げようとしたからだと考えた。特にリン酸欠乏への応答として根の伸長が促進された可能性がある。

今後の展望は、まず試行回数を増やし、より正確なデータを得たいと考えている。また、塩化カリウムを用いて交換酸度を測定したり、田島氏の先行研究から、水耕栽培で根の伸長を比べていく必要があると思う。

参考文献

- 1)田島亮介.「小麦の根の分布と酸性土壌-根を活用して生産性と環境保全を両立する-」(講義資料)
- 2)三枝正彦.下層土と作物の生育-下層土のエダホロジー-.化学と生物.1989-11,27(11),p.712-720.
- 3)農林水産省 Web サイト.2011-03.https://www.maff.go.jp/j/seisan/kankyo/hoken_type/h_sehi_kizyun/attach/pdf/tottori01-1.pdf,(参照 2024-06-06).
- 4)一般財団法人日本土壌協会.図解でよくわかる土・肥料のきほん.誠文堂新光社,2018,p.77
- 5)阿部淳,森田茂紀.根の形態と機能に関する学生実験プログラム-根長と根域温度が出液速度に及ぼす影響 一.根の研究(Root Research) .2004,13(2),p.61-65