

好塩菌を用いた高度塩分濃度環境での食料生産技術の開発

宮城県仙台二華高等学校

○西貝 茂辰

宮城県仙台二華高等学校

秋場 聡

東北大学 正会員

福本 潤也

1. 背景

世界の70%の水利用は農業用水であり、それらは主に川・天水・地下から取られている。しかしメコンデルタやミシシッピデルタで見られるように、乾燥した気候により川が縮小し、結果的に海水が河川に流れ込む事態に陥っている。それに記録的な高温や干ばつが発生したことにより、農作物の収穫量が激減し淡水の供給が大きな課題となっている。

その解決策として高額な海水淡水化技術の代替となる、安価・迅速・単純で植物に影響を与えない技術の開発が急務であり、塩害土壌等の高度塩分濃度環境での作物栽培技術の実用化が急務となっている。

2. 目的

高度塩分濃度環境を植物栽培に適するように希釈するには、 Na^+ 濃度と塩分濃度を下げる必要がある。微生物が高塩分濃度環境中で繁殖すれば、微生物の細胞膜内に Na^+ が一定量取り込まれる。特に好酸/塩基性菌の場合はプロトン駆動力に H^+ の代わりに Na^+ を用いることで、 Na^+ 濃度と塩分濃度を下げることができるのではないかと考えた。そこで、本研究では以下の2点について検証することを目的とする。

- ・微生物が植物栽培自体に及ぼす影響を検証する。
- ・塩害土壌における食物栽培を目標とし、その前段階として微生物が高塩濃度の食塩水において、塩分濃度に及ぼす変化を検証する。

3. 研究方法

A. カイワレ大根による栽培

酒かす懸濁液を遠心分離にかけ、上澄みを1.4%に調整した(カイワレ大根の生育至適塩分濃度は~1.2%のため)LB寒天培地で培養した。その後、培地に繁殖した微生物を蒸留水と混ぜ栽培水とし、その栽培水を用

いたカイワレ大根20粒を水耕栽培したときの1週間後の発芽率を観察した。

B. 微生物による塩分濃度の変化

酒かす懸濁液を遠心分離にかけ、塩分濃度の変化を明確に見るため塩分濃度を海水より高い4.4%、pHを5,6,8,9に調整したLB培地に上澄みを混ぜ、35℃で培養した。培養直後、3日目、5日目、7日目、11日目の塩分濃度を観察した。ただし5日目から7日目の時点では10℃に放置し、微生物の増殖を止めて塩分濃度が変わるかを観察した。実験は2回行った。

4. 結果

A. カイワレ大根による栽培

蒸留水を栽培水に用いたときは発芽率がほぼ100%、1.4%食塩水を用い菌を投入しなかった場合は25%、1.4%食塩水を用い菌を投入した場合は70%以上、という結果を得られ、明らかな発芽率の差が見られた。しかし植物の発芽の3要素は「水・空気・適当な温度」であるため、外部からの養分の影響で発芽率に変化が出たわけではないと考えられる。

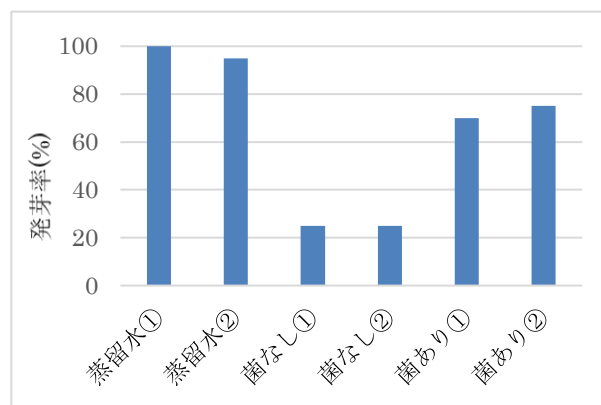


図1 微生物と発芽率の関係

※菌なし、菌あり、の表記はそれぞれ、1.4%食塩水菌なし、1.4%食塩水菌あり、を意味する。

B. 微生物による塩分濃度の変化

1回目：3日目と5日目まで塩分濃度は明確に下がり続け、10℃で2日間放置し微生物の増殖を止めると塩分濃度はほとんど変わらないか上昇した。このことから、塩分濃度の変化は微生物の働きによるものと仮定できた。その後、10℃で放置したときに塩分濃度が変わらなかったことが、養分が足りなくなったことによるものではないことを確かめるために、さらに4日間35℃で放置したところ、特にpH6において塩分濃度が下がり1日目と比較して1%以上下がった。そこから、再度微生物の働きによって塩分濃度が下がったことが確認できた。

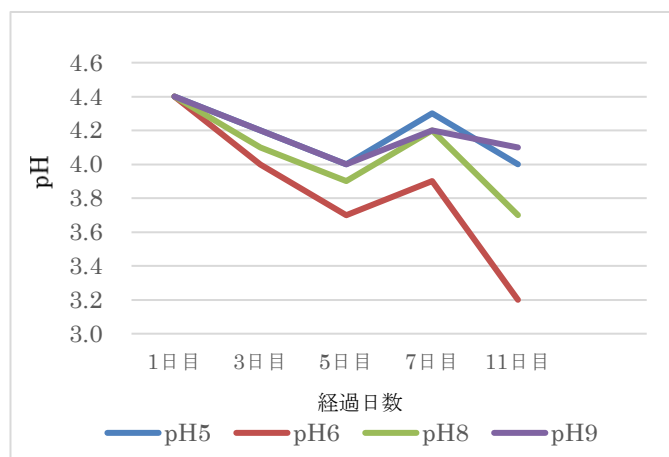


図2 LB培地のpHと塩分濃度の変化（1回目）

2回目：7日目まで継続的に塩分濃度は下がり続けた。1回目では特にpH6において塩分濃度に1%程度の変化が見られたが、2回目では特にpH8において塩分濃度に1%近くの変化が見られた。

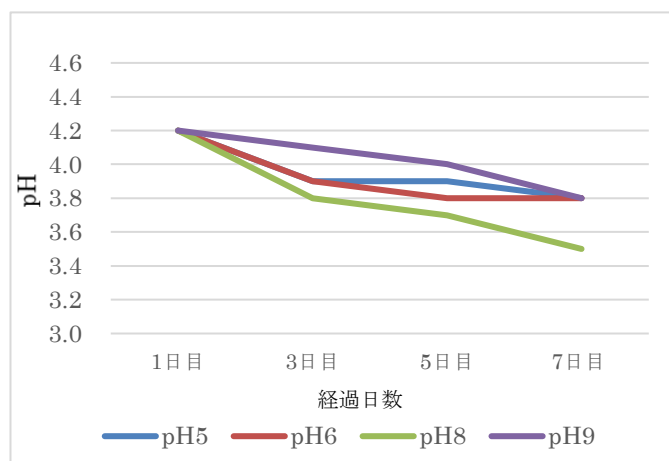


図3 LB培地のpHと塩分濃度の変化（2回目）

5. 考察

Aの実験では、カイワレ大根が発芽に外部からの養分を必要としないことから、微生物が植物の発芽及び成長に貢献を確認できた。塩分濃度1.4%はカイワレ大根の生育至適範囲外であるものの、2%以上のさらに高い塩分濃度では発芽しない可能性も十分にある。また好塩菌を投入したとしても塩分濃度はほとんど下がらなかったため、塩分濃度ではなくナトリウムイオン濃度が変化したことにより1.4%の食塩水を水耕液に用いても発芽できたことも考えられ、今後検証していく必要がある。

Bの実験では微生物の増殖により塩分濃度の変化が起こりうることを確認できた。しかし1回目と2回目の実験において同一条件下で実験をしたにも関わらず、pH6とpH8という異なったpHの値において最も塩分濃度が下がったという結果が得られた。pHの最適条件を見つけるとともに、今後は微生物の純粋培養により塩分濃度・ナトリウムイオン濃度の変化幅が大きくなるか検証し、実用レベルにまで高めていく必要がある。

6. 結論

実験ABを通して、高度塩分濃度環境において好塩菌が繁殖することによって、植物の生育に明らかな差が見られたとともに、塩分濃度にも変化が見られた。現段階まで行ってきた実験を繰り返し結果の信頼性を上げることは必要だが、好塩菌を用いた塩害土壌の改良に向けた基礎的なメカニズムの検証はできたと考えられる。実際の塩害土壌環境中ではLB培地のような養分はないため、途上国での実用化も考慮して米ぬか等の好塩菌を繁殖させる担体を用い、実用的かつ効果的な土壌改良に向けた実験を進めていきたい。

7. 参考文献

- 1) 国連大学ウェブマガジン「世界の農地の5分の1が塩害に」
- 2) 大嶺 聖「岩手県陸前高田市の被害調査と地盤環境問題への取り組み」地盤工学ジャーナル Vol.7(2012),No.1, 231-241
- 4) 藤浪 俊「好アルカリ性細菌のアルカリ適応機構」生物工学会誌 Vol.90(2012),No.11,692-695