

時習の森の土壌の分析のための基礎研究

ー最適な土壌pH測定法の探索ー

宮城県仙台第三高等学校

概要

令和4年度の探究活動で時習の森のフィールドワークを実施した際に、数本の枯死木が確認された。樹木は地下に根を張り地中の水分や養分を吸収するため、枯死木の原因は土壌にあると考えた。土壌が樹木に与える影響には、物理性と化学性の2つの要素がある。前者は樹木を支え水や酸素を供給する機能に直接影響する要素で、後者は樹木の成長に必要な養分供給と樹木のおかれている化学的な環境条件に関わる要素であると述べられている¹⁾。物理性に関しての実験は樹木という規模より行うことが困難だと判断したため、本研究では一般的に土壌の化学性の測定に用いられるpHについて調査し、時習の森の土壌状態を分析することを目的とする。

実験では様々な対照実験を行い、最適なpHの測定方法を確認し、そのうえで土壌状態の分析を行った。実験1では時習の森の数か所から採取した土について、実験2では攪拌と濾過の有無について調査した。その結果について詳しく説明していく。

1. 背景

(1) 先行研究

先行研究²⁾では、宗谷管内の土壌pHを測定し、pHの変化傾向や石灰資材を散布した際の牧草の増収効果について調査していた。土壌pHは肥料成分の溶解性・可溶性の変動に関係し、石灰資材を使うことで土壌pHの維持ができるという。例えば、窒素はpHが6～8程度までは、土壌への吸収率が変わらないが、pH6を下回った場合、pH8を超えた場合のどちらでも吸収率が低下してしまう。また、三大栄養素である窒素、リン、カリウムはpHが低くなると吸収しにくくなる(図-1)。

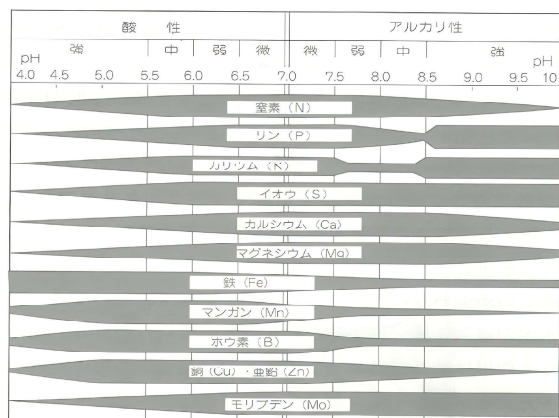


図-1. 土壌pHと肥料成分の溶解性・可溶性(宗谷農業改良普及センター 2022)

このことから、酸性度が高い土壌では肥料の吸収性のために土壌診断が不可欠となる。

(2) 研究目的

先行研究を踏まえ、私達は時習の森の土壌pHにおける肥料成分の吸収率低下によって肥料成分の枯渇、枯死木の発生が引き起こされたと考えた。そこで、時習の森の土壌pHを用いて現在の肥料成分吸収率を調べ、調査地が肥料成分の吸収の適したpHの土壌を持った森なのかを調べることで時習の森の環境改善の足がかりとすることを研究目的に据えた。

2. 調査地の概要

本研究の調査地である時習の森は、仙台第三高等学校が所有する教育型学校林であり、本校南側に位置し南西方向に傾斜を持つ標高62m程度の丘に広がっている二次林である。時習の森では昭和20年代後半にスギの植林が行われ、昭和30年代後半から鶴ヶ谷団地造成に伴い一度すべて伐採された後、新たにスギが再植林された。現在は植林から50～60年が経過しており、フィールドワークやESD (Education for Sustainable Development)の場として活用されている³⁾。

3. 材料と方法

本研究では、時習の森から採取した土壌、pHメーター(ガラス電極)、電子天秤、100mlビーカー、蒸留水、濾紙、漏斗、ガラス棒を使用し、実験する際には、鳥取県農林水産部農林総合研究所による土壌pHの測定手順に則って懸濁液の作成および測定を行った。懸濁液の作成方法及び実験手順は以下の通りである⁴⁾。

1. 風乾土20gを100mlビーカーにとり、蒸留水 50mlを加えて30分浸透する。
 2. 約1時間程度放置した後、軽く振って懸濁液 とする。
 3. 校正されたpHメーターのガラス電極を懸濁液 で浸す。
 4. 数値が安定したら値を読み取る。
 5. 測定終了後は電極を蒸留水で洗い流す。
- さらに、実験3では懸濁液を作成した後、濾過を行った。

4-1. 実験1

(1) 実験内容

実験1では、枯死木周辺の土壌とその他の土壌のpHの比較を行った。採取場所は、それぞれ周囲に植物が多く存在する(A)、小道の側(B)、枯死木の根本(C)といった特徴を持った三地点である。また、掘った深さは約10cm、各地点間の距離はおおよそ20mである。

(2) 結果

結果、各地点のpHの値は地点Aが5.2、地点Bが5.8、地点Cが4.8となった(図-2)。本実験では、回数を重ねるとpHメーターが正確な値を出せなくなってしまうことを考慮し、各地点で2回の測定を行った結果の平均値をその地点の土壌pHとする。

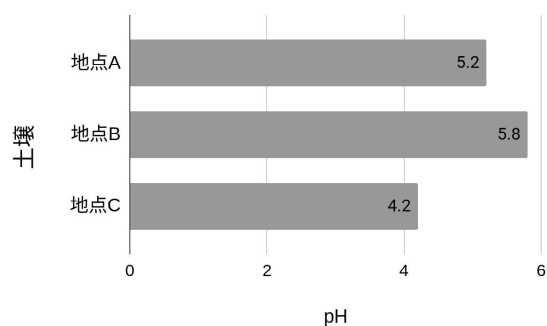


図-2. 実験1の三地点の土壌pHについて

(3) 考察

実験1の結果から、時習の森の土壌は酸性～弱酸性であり、枯死木周辺の地点Cは三地点の中で最もpHが低く、樹木が枯れることに影響を与えたと考える。また、地点Cには多量の落ち葉が有り、微生物による分解過程で水素イオンが生成されたためpHが低くなったと考える。

4-2. 実験2

(1) 実験内容

実験2では、攪拌と濾過の有無によってpHの値に変化があるかを調査した。使用した土壌は実験1で用いた土壌とは異なる場所から採取したものであり、懸濁液の作成手順は実験1と同様に行い、測定の直前に攪拌したものをa、しないものをbとし、aを濾過したものをc、bを濾過したものをdとする(図-3)。

(2) 結果

実験結果は、aが3.5、bが3.3、cが3.9、dが3.9となった(図-4)。aとbを比較すると、攪拌がpHに与える影響は少ない事がわかる。また、濾過をするとpHが少し高くなった。

(3) 考察

土を蒸留水に30分間浸透させた時点で、 H^+ が蒸留水に電離したため、攪拌の有無は関係しない。また、 H^+ が土壌コロイドと凝析し、その状態で濾過をしたためpHが高くなったと考えられることから土壌コロイドは負の電荷を帯びている。

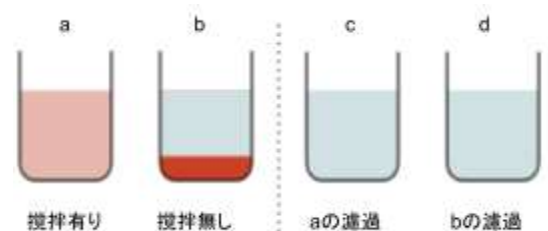


図-3. 実験2の懸濁液のモデル図

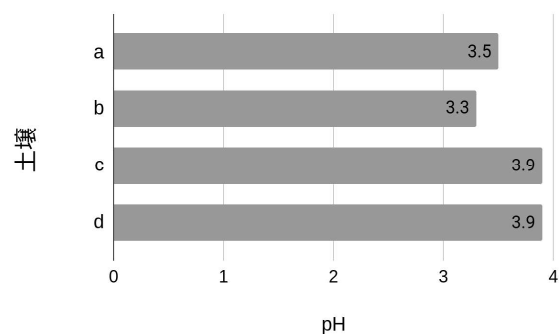


図-4. 実験2の4種類の土壌pH

5. 結論

時習の森の土壌pHは酸性～弱酸性でスギの成長には適した土壌であるといえる。また、土壌pHは場所によって異なり、強酸性となっている地点もある。実験3より時習の森の土壌は負の電荷を帯びており、陽イオンと結びつきやすいといえるが、図-1よりpHが低いと三大栄養素の吸収効率は低い。

6. 展望

実験3において、濾紙の代わりにより小さなイオンしか通さない半透膜を用いた際のpHの変化を調べることで土壌コロイドが実際にどれほどの影響を与えているのかを明らかにしたい。また、時習の森の年間のpHの推移を調べ、時習の森の四季の移ろいや気温等が土壌pHに与える影響についても明らかにしていきたい。

引用文献

1) 相澤州平(2011).「土壌講座3:森林土壌の化学性」『樹木医学の基礎講座』15巻,4号,pp.189-192.

2) 仙台三高 理数科部(2023).「都市型学校林仙台三高『時習の森』から仙台市の森林環境を考えよう！」

3) 宗谷農業改良普及センター(2022).「土壌pHと肥料の吸収率について」

4) 鳥取県農林水産部農林総合研究所(2011).「土壌pH・ECの診断」

参考文献

・埴田宏(1981).「都市林とその立地」『森林立地』23巻,1号,pp.24-30.

・鳥居厚志(1997).「森林土壌の生成と日本の土壌の酸性度の現状」『環境技術』26巻,10号, pp.647-650.

・岩田進午,喜田大三(1998).「土のコロイド現象の基礎と応用(その1)」『農業土木学会誌』66巻,1号, pp.75-81.

・未来ecoシェアリング(2018).「負電荷の土壌コロイドと肥料養分吸着」

・筑波大学.「土・水環境とコロイド」