

酸性雨

—植物への影響について—

63期生

I テーマ決定の理由

現在、問題になっている環境問題の1つに「酸性雨」がある。

「酸性雨」が原因で世界中のあちこちで木々が枯れ、美しい湖が生物の住めない“死の湖”に変わってしまったというニュースを聞いたことがある。しかし、日本ではそのようなニュースはほとんど聞かない。そこで私は本当に「酸性雨」が原因でこのような事が起こっているのか疑問に思い、「酸性雨」について調べようと思った。その中でも祖父母が農業を営んでいる事から、植物（作物）に対する「酸性雨」の影響を調べてみることにした。

II 研究方法

1. 酸性雨についての文献調査
2. 植物（作物：二十日大根、ほうれん草）を酸性雨が降っている状況に似せた状態で種から育て観察する。
3. 植物を栽培する土壌のpHの変化を見る。
4. 植物（作物：ほうれん草、ねぎ）の細胞に強い酸性水を与え、細胞の変化を観察する。

III 研究内容

1. 文献調査

(1) 酸性雨とは

石油・石炭などの化石燃料と呼ばれるものを火力発電所・自動車・工場などで燃やした時に
出る酸性物質（イオウ酸化物や窒素酸化物）が溶け込み、pH5.6以下となった雨、雪、霧のこと。

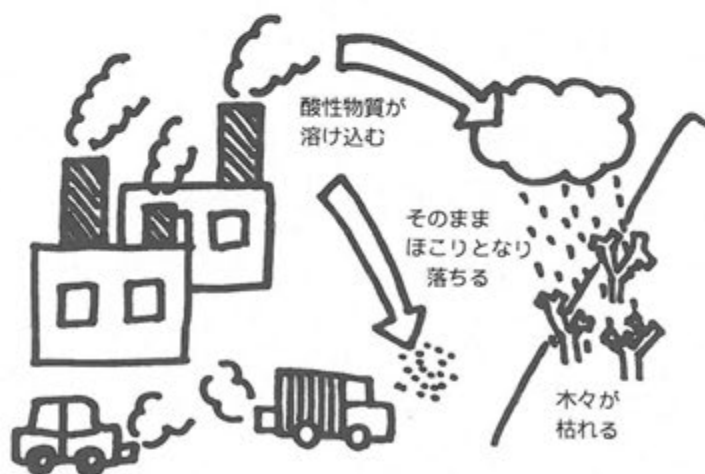
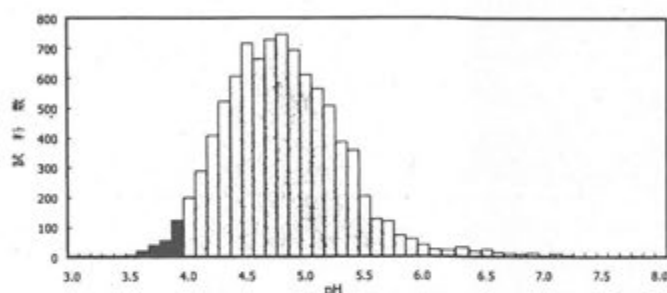


図1 酸性雨について（「酸性雨をふせごう」より）

(2) 日本の酸性雨の降雨状況（平成15～19年度）

日本各地の14地点の9022試料（出現範囲：pH3.35～8.18）で最もよく出たpHは4.8で、平均は4.76であった。pH4未満のものは409試料あり、全体の4.5%を占める。また、冬に最も多く観察され、次いで春、夏、秋の順となる。



グラフ1 降水のpH分布（環境省HPより）

(3) 酸性雨を防ぐ

酸性雨を防ぐためには、まず元となるイオウ酸化物などの有害物質を減らさなければいけない。そのために1980年にヘルシンキ議定書がつけられ、各国にそれぞれ30%～70%の有害物質の削減目標が与えられたが難しく、解決するまでには長い時間がかかりそうだ。

2. 植物栽培実験

(1) 準備物

水：ハウス 六甲のおいしい水 (pH7.2 軟水)

酢：A・COOP 五倍酢 (pH3.4)

土：家庭用園芸培養土 (pH6.5～6.9)

種：アタリヤ 赤丸はつか大根、サカタ交配 サンライト (ほうれん草)

栽培用容器：牛乳パック、園芸用紙ポット

pHメーター：ハンナインスルメンツ製 pH計測器

(2) 事前準備

- 栽培用水：使用する水の酸性度は下記表によって決定した。酸性水はpHメーターを使用して、測定しながら水に酢を入れ調整した。



図2 酸性度（「だれでもできるやさしい水のしらべかた」より）

よって、栽培用水のpHは7・5.6・5・4・3の5種類に決定した。

- 品種決定：当初は二十日大根のみで観察をしようとしていたが、調べていく内に大根種は弱酸性土壌を好む作物であることが分かったので、中性土壌を好むほうれん草種も実験に加え、違いがあるか観察することにした。

(3) 実験方法

- ① 二十日大根、ほうれん草ともに栽培容器に同量の土を入れ、同数の種をまく。
- ② 自然な雨に近づけるため、底に穴をあけたコップでどの容器にも同量の水やりをした。
- ③ 毎日写真をとり観察した。
- ④ 二十日大根については大根部を見るために、10日目、22日目に間引きをした。
- ⑤ 途中芽が出なかったものについては、発芽テストとして、脱脂綿の上に種をのせ、脱脂綿が乾かない状態を保つよう該当するpH水を継ぎ足しながら観察した。

(4) 実験結果

① 二十日大根

・途中経過：10日目（8/2）

酸性度	発芽	生育の状態	大根部
pH7	5日目	本葉が出るなどの成長が1番早く、葉は濃い緑色。根はあるが張っていないため倒れやすい。	なし
pH5.6	6日目	勢いよく育っている。しかし、茎が細長いせいか倒れると元に戻らない。	なし
pH5	7日目	葉の形がいびつなものもあるが全体で見ると生育状態は1番しっかりしている。	なし
pH4	7日目	すでに枯れかけの葉がありとても小さい。葉がちぢれている。	なし
pH3		10日たっても発芽しないため、発芽テストを行ったが結局発芽しなかった。	なし

・最終：22日目（8/20）

酸性度	生育の状態	大根部
pH7	丈や根は一番長いが、茎は細い。しおれかかることが多かった。	小さい
pH5.6	丈や根の長さはpH7より劣るが茎が太い。茎のきれつが目立った。葉が1番よくしげっていた。	直径1.5cm程の大きさ
pH5	pH5.6に次いで生育がよい。根は横に広がっている。葉は大きく、ややしげっている。	とても小さいがある。
pH4	全体的に弱々しく小さくて根も短い。成長が止まったものもあった。全体が白っぽい。	ビー玉程の大きさ
pH3		



写真1 10日目（8/2）



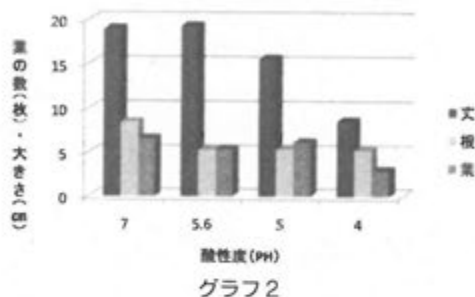
写真2 22日目（8/20）

(まとめ) 強酸性度 (pH3) では発芽しない。

地上と地下の育ち方の差をみると、酸性雨から受ける影響は地上と地下では違ってくるようだ。

酸性度	pH7	pH5.6	pH5	pH4
丈 (cm)	19.0	19.3	15.6	8.6
根 (cm)	8.5	5.3	5.4	5.3
葉 (枚)	6.6	5.4	6.2	3.0

最終生育状態の平均値



② ほうれん草

・途中経過：10日目 (8/2)

酸性度	発芽	生育の状態
pH7	5日目	1番良く成長している。10日目よりキノコがほとんど毎日生えた。
pH5.6	6日目	葉がいびつになっているものもあるがpH7に次いで生育が良い。10日目よりときどきキノコが生えた。
pH5	7日目	全体的に小さいがたくさん発芽している。葉は長く、カールしている。
pH4	7日目	ひよろひよろしていて弱々しく小さい。葉は細く、本葉の育ちが悪い。
pH3		10日たっても発芽しないため、発芽テストを行ったが、結局発芽しなかった。

・最終：22日目 (8/20)

酸性度	生育の状態
pH7	思っていたほど伸びず丈も1番短い、葉の数も少ない。ほとんど毎日キノコが生えていた。
pH5.6	pH5に次いで丈が長く、根は1番長い。しかし、ひよろひよろしている。ときどきキノコが生えていた。
pH5	丈が1番伸びた。生育が最も良い。根は横に張っている。
pH4	丈も根も短い。葉は閉じてくちゃっといびつになっているものがある。
pH3	



写真3 10日目 (8/2)

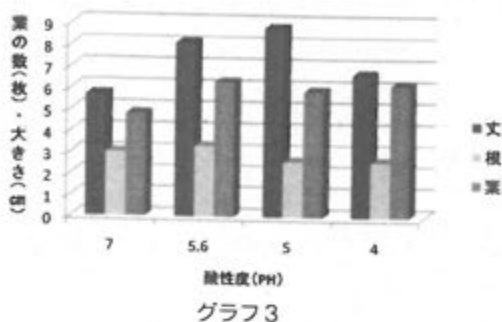


写真4 22日目 (8/20)

(まとめ) 1番良く育つであろうと予測していたpH7は、発芽に関しては良かったが、生育は良くない結果となった。ほうれん草も二十日大根と同じでpH5.6と5が1番良く生育した。

酸性度	pH7	pH5.6	pH5	pH4
丈 (cm)	5.7	8.1	8.8	6.7
根 (cm)	3.0	3.3	2.6	2.6
葉 (枚)	4.8	6.3	5.9	6.2

最終生育状態の平均値



3. 土壌変化

(1) 準備物

カップ、それぞれのpHの土10g、水道水50ml

(2) 実験方法

- ① 栽培前の土と水道水をカップに入れかき混ぜた後、その上澄み水をpH計測機で測る。
- ② 栽培後の各pHの土を取り①と同様にpHを測定する。

(3) 実験結果

酸性度	最初 (7/11)		最終 (8/20)
pH7	6.5	→	6.4
pH5.6	6.5	→	6.3
pH5	6.5	→	6.3
pH4	6.5	→	6.2
pH3	6.5	→	6.1

(まとめ) 上記のように、与える水のpHによつての大きな差はみられなかった。

4. 細胞観察

(1) 準備物

ほうれん草の葉、ねぎの葉^{*1}、五倍酢 (pH3.4)、顕微鏡、スライドガラス、カバーガラス、ピンセット、えつき針、カッター、ピペット、ペトリ皿

※1：ねぎは平行脈なので、細胞を取り出しやすく観察しやすいと先生より指導して頂いたので採用。

(2) 実験方法

- ① プレパラート作成：葉の裏側から細胞を採取
 - ほうれん草……水をかけてすぐのもの → ㊦
 - 酢をかけてすぐのもの → ㊧
 - ねぎ……一昼夜水に浸したのもの → ㊨
 - 一昼夜酢に浸したのもの → ㊩
- ② それぞれのプレパラートを顕微鏡で観察

(3) 実験結果

- ・水だけの㊸に比べて酢の㊹は見た目が茶色く変色したが、気孔などの細胞の変化は無かった。その後30分置いて再び観察したが、やはり変化はみられなかった。
- ・一昼夜酢に浸した㊺は㊹と同じ様に変色していた。気孔の周りの細胞などは、ほんのわずか壊れている様に見えるが、明らかな変化はみられなかった。水に浸けた㊻は色も変わらず細胞の変化も無かった。

(まとめ) この実験は人工的にしたものであり、自然界ではこのように強酸度の酸性雨に長時間浸っているとは考えにくく、酸性雨が植物の葉に大きな影響があるとは思われない。

IV 考 察

観察し始めてから10日目よりpH7・5.6・5にキノコが生えた。特にpH7はほとんど毎日生えていた。このことから、pH7の土壌は菌が繁殖しやすいと考えられ、この雑菌等の繁殖によって植えている植物の生育に悪影響を及ぼしてしまったのではないかと推測した。逆にpH4の土壌は酸性度の高い水により、根などに直接影響があり生育を妨げたと思われる。pH5.6と5の土壌だと根にあまり水の影響を及ぼさず、また適度に殺菌する事となり土壌を健康に保っていたので生育が良かったのではないだろうか。

また、それぞれに水を同量与えていたにも関わらず、土の表面の乾燥状態に違いがみられた。酸性度が高い方が表面の乾燥が遅く、保水性が高いように思われた。このことも生育の違いに（特にほうれん草において）、pH5.6と5がよく育つ結果につながったのではないだろうか。

(今後の課題)

考察で述べた様に与える水の酸性度と土壌の保水性に何らかの関係性があるようだ。これは推測なので、このことを検証できたらまた違う結果が得られるのではないと思う。

V 参考文献

- ・佐島群巳 『酸性雨をふせごう』 ほるぷ出版 1997年12月20日
- ・河辺昌子 『だれでもできるやさしい水のしらべかた』 合同出版 1994年2月15日
- ・トニー・ヘアー 『なぜ雨が酸性雨にかわるのか?』 偕成社 1994年8月
- ・環境省HP
<http://www.enr.go.jp/earth/acidrain/monitoring/rep1/full.pdf> 参照 2009年8月2日