

## 9 植物の炭素固定化について

### 1 研究の動機

平成20年に開催された「北海道洞爺湖サミット」をきっかけに、自分の力で地球温暖化を防ぎたいと思い、2年前から身近にある「植物」を実験材料に使い、仮説を立てて検証した。

昨年までの検証や実験から、「二酸化炭素は熱を吸収し、温室効果があること」「植物の光合成は、少量ではあるが、二酸化炭素削減効果があること」「植物は吸収した二酸化炭素を、デンプンなどに变化させ、長期間固定化していること」などがわかった。

そこで今年は、「植物の炭素固定化」に着目し、炭素が固定されている期間を長くすれば、それだけ空気中の二酸化炭素量が減るのではないかと考え、「炭素固定期間の違い」を実験により検証することにした。さらに、二酸化炭素を最も吸収していると思われる「森」のあり方を調査することで、地球温暖化防止に役立つのではないかと考え、中学生最後の研究に取り組んだ。

### 2 研究の目的

- (1) 植物の炭素固定化の仕組みについての調査。
- (2) 植物によって固定化された二酸化炭素を放出させない方法はあるのか。
  - ア 二酸化炭素の長期固定化のためには、どのような植物の処分方法が適しているのか。
  - イ 「森」のあり方の違いにより、二酸化炭素濃度が違うのか。

### 3 研究内容と結果

#### (1) 植物の炭素固定化の仕組みについての調査

昨年の研究では、「植物は二酸化炭素からデンプンを作り、炭素の固定化をしている」と結論付けた。理科の授業でも、植物は光合成により「二酸化炭素」と「水」から「酸素」と「デンプン」を作っていると勉強した。そこで、研究対象を身近な木材である割り箸に絞り、植物体に含まれるデンプンを調べるため「ヨウ素デンプン反応」を調査した。「枯れかけの葉」では、一部分に「ヨウ素デンプン反応」を示したが、「割り箸」では、まったく反応しなかったことから、割り箸にデンプンは含まれないことがわかった。



- 左図  
枯れかけの葉の  
ヨウ素デンプン反応
- 右図  
割り箸の  
ヨウ素デンプン反応

割り箸にデンプンがないことを不思議に思い調べたところ、植物は作り出したデンプンを次のような他の物質に作り替えていることがわかった。

グルコース (ブドウ糖)  $C_6H_{12}O_6$  ……活動エネルギーとして消費される。

デンプン ( $\alpha$  グルコースが結合)  $(C_6H_{10}O_5)_n$  ……活動エネルギーとして消費される。

セルロース ( $\beta$  グルコースが結合)  $(C_6H_{10}O_5)_n$  ……エネルギーとして消費されない。

このうちのセルロースは、植物のからだをつくる繊維であり「ヨウ素デンプン反応」を示さない。二酸化炭素は、セルロースという物質に変化し、植物体として固定されることがわかった。

(2) 植物によって固定化された二酸化炭素を放出させない方法の検証

ア 植物の処分方法の違いによる、二酸化炭素濃度の変化を調べる。

① 実験方法

- ・ 割り箸 50 膳 (1 膳 3.3 g) 用いる。「燃焼」では割り箸削りくず 1 g。
- ・ 水槽と二酸化炭素濃度計を用意。
- ・ 水槽の中で割り箸を「燃焼」「放置」「水没」「埋め立て」「木炭処理」の状態にして、二酸化炭素の濃度の変化を調査する。

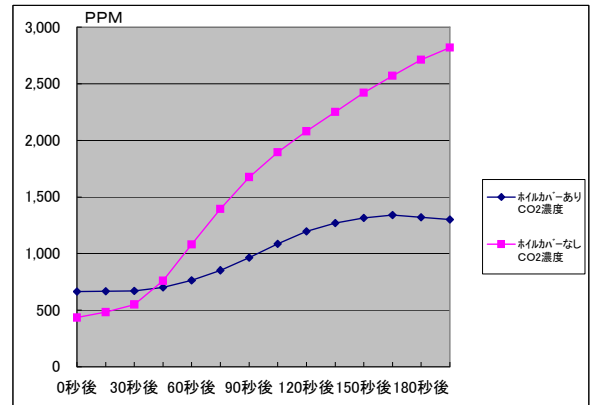
② 結果と考察

a 「燃焼」における二酸化炭素濃度の変化

実験装置 (燃焼)



燃焼の二酸化炭素濃度変化グラフ

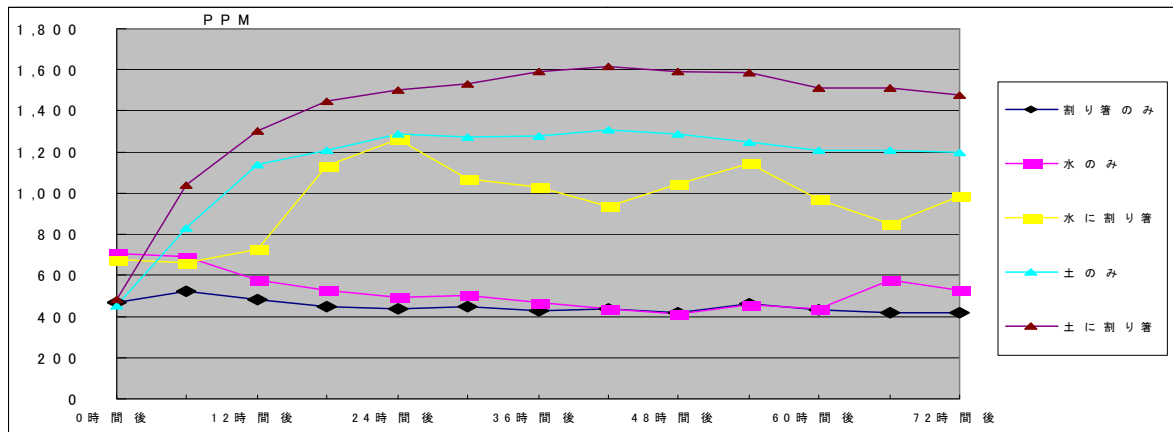


考察

- ・ 燃焼実験では、二酸化炭素は急激に増加した。195 秒後、二酸化炭素濃度 2,820ppm となり、以後測定不能。

経過時間	0秒後	15秒後	30秒後	45秒後	60秒後	75秒後	90秒後
ホルカーあり CO2濃度	664	665	669	700	762	852	962
ホルカーなし CO2濃度	433	482	548	759	1,080	1,395	1,675
経過時間	105秒後	120秒後	135秒後	150秒後	165秒後	180秒後	195秒後
ホルカーあり CO2濃度	1,085	1,195	1,270	1,315	1,340	1,320	1,300
ホルカーなし CO2濃度	1,895	2,080	2,250	2,420	2,570	2,710	2,820

b 「放置」「水没」「埋め立て」の二酸化炭素濃度の変化



経過時間	0時間後	6時間後	12時間後	18時間後	24時間後	30時間後	36時間後
割り箸のみ	468	523	482	449	436	446	430
水のみ	707	689	578	526	490	501	469
水に割り箸	675	663	727	1,135	1,265	1,070	1,030
土のみ	452	828	1,140	1,210	1,290	1,275	1,280
土に割り箸	481	1,040	1,305	1,445	1,500	1,530	1,590
経過時間	42時間後	48時間後	54時間後	60時間後	66時間後	72時間後	
割り箸のみ	437	418	460	434	419	420	
水のみ	437	415	457	438	577	529	
水に割り箸	935	1,045	1,145	968	852	983	
土のみ	1,310	1,290	1,250	1,210	1,210	1,200	
土に割り箸	1,615	1,590	1,585	1,510	1,510	1,475	

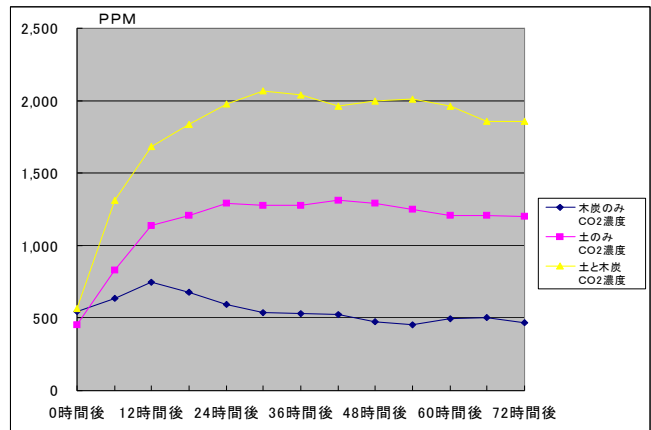
考察

- ・ 割り箸のまま放置した場合は、二酸化炭素を放出しない。
- ・ 「水没」 最大二酸化炭素濃度差は、24 時間後 775ppm。
- ・ 「埋め立て」 最大二酸化炭素濃度差は、54 時間後 335ppm。  
(「土 (腐葉土)」から排出される二酸化炭素をひいた値)

c 「木炭処理」の二酸化炭素濃度の変化  
実験装置（木炭）



木炭の二酸化炭素濃度変化グラフ



考察

- ・「木炭」のみでは、二酸化炭素はほとんど排出されない。
- ・濃度差の推移は、安定していて、二酸化炭素の排出が確認できない。

経過時間	0時間後	6時間後	12時間後	18時間後	24時間後	30時間後	36時間後
木炭	546	632	750	679	595	538	530
土のみ	452	828	1,140	1,210	1,290	1,275	1,280
土と木炭	568	1,310	1,685	1,835	1,975	2,070	2,040
濃度差	116	482	545	625	685	795	760

経過時間	42時間後	48時間後	54時間後	60時間後	66時間後	72時間後
木炭	524	478	455	498	503	471
土のみ	1,310	1,290	1,250	1,210	1,210	1,200
土と木炭	1,965	1,995	2,010	1,965	1,860	1,855
濃度差	655	705	760	755	650	655

③ 植物の処分方法の違いによる、二酸化炭素濃度の変化についての結論

- ・木材（植物）は、腐食により二酸化炭素を排出する。
- ・木材の主成分「セルロース」は安定していて、そのみでは二酸化炭素を排出しない。
- ・木材の処分方法としては、「埋め立て」による処分が、最も腐食が遅いことから、長期間二酸化炭素を固定するのに適している。
- ・木炭も腐食しないことから、有効な処分方法と考えるが、木炭製造時の熱エネルギー使用による、二酸化炭素排出量を考えなければならない。

イ「森」のあり方の違いによる、二酸化炭素量を調査・比較する。

① 目的

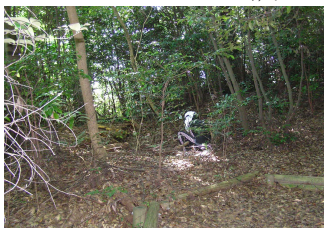
実験により、腐葉土の二酸化炭素排出量は、想像以上に多いことが判明した。そこで、二酸化炭素を吸収している「森」の二酸化炭素濃度を調査することで、二酸化炭素の長期固定化の方策を考えた。

② 調査方法

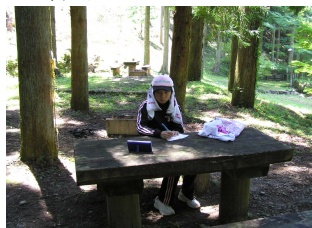
「整備されている森」「整備されていない森」「その中間点」3ヶ所で二酸化炭素濃度をそれぞれ調査する。

③ 調査地点

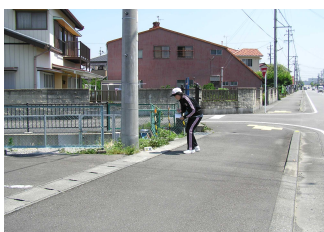
調査地点の様子



整備されていない地点A



整備されている地点B



中間住宅地  
地点C



#### ④ 二酸化炭素濃度表

場所	旧東海道石畳			童子沢親水公園			市街地
地点	A-1	A-2	A-3	B-1	B-2	B-3	C-1
CO <sub>2</sub> 濃度 単位：PP	527	721	490	422	411	412	428

#### ④ 森のあり方の違いによる、二酸化炭素量の調査・比較の結論

- ・「整備された森」と「整備されていない森」との二酸化炭素濃度の比較では、310ppm だけ「整備された森」の方が低い。  
このことから、「森」を整備しなければ、土（腐葉土）から排出される二酸化炭素をその「森」で吸収しきれないことになる。
- ・樹木の本数にかかわらず、本数が少なくても、整備され生育の良い状態であれば、「二酸化炭素が、排出<吸収」の状態となり、住宅地よりも二酸化炭素濃度は低下する。

#### 4 まとめ

植物は、空気中の二酸化炭素を吸収し、炭素固定化を行うことで、地球温暖化防止に役立っている。このことから、炭素固定化が二酸化炭素削減にとっても重要であることが言える。

そして、二酸化炭素削減のためには、二酸化炭素をより多く吸収できるよう、「森」を整備して育て、樹木の炭素固定を盛んにすると共に、その樹木を木材製品として長期間利用（固定化）し、不要物は埋め立てて土に戻す、そして新たな樹木の成長に役立てるサイクルこそが、二酸化炭素削減に効果的であることがわかった。

しかし、2年前の研究でも検証した通り、植物の二酸化炭素吸収量はわずかであり、また限りもある。地球温暖化防止のために、わたしたちはエネルギー効率の高い製品の開発や、無駄な二酸化炭素を排出しない生活を心掛けていく必要があることを強く感じた。

#### 5 研究後の感想、今後の計画

3年間の研究を通して、調べれば調べるほど、地球温暖化は深刻な問題で、世界的規模で早急な対策が必要だと感じた。私たちは、「より豊かな生活」を求めるために、石炭や石油などの化石燃料からエネルギーを必要以上に利用してきた。それにより、本来空気中に排出されない二酸化炭素を空気中に排出し、現在は、自然界の二酸化炭素吸収量以上の排出量になっている。森や植物を育て、二酸化炭素を削減していくことはとても大切なことだと思うが、限界もあり時間もかかることから、日本の技術力を生かした「炭素固定化」の方法を見つけ、実施するのが重要だと思う。

政府は「チャレンジ25キャンペーン」を展開し、私たちに地球温暖化防止を呼びかけている。企業では技術力を生かして「地中カーボンストック」や「CO<sub>2</sub>地中貯蔵」などを開始し、炭素固定の長期化に取り組んでいる。また最近では、ノーベル化学賞を受賞した根岸教授らによる「人工光合成」プロジェクト計画も発表された。今後私も、二酸化炭素削減に協力出来るよう、科学的な知識をさらに高めて、具体的な策を見つけ、効率の良い地球温暖化防止の手段を研究したいと思う。