

「耐用年数を過ぎた太陽光パネル由来の
廃棄ガラスの有効利用に関する研究」



青森県立名久井農業高等学校

環境システム科 草花班

岩間 大和・小笠原 洸・柊澤 晴希

栃木 奎吾・松橋 海渡・熊谷 華音

石鉢 凰輝・切無澤 真斗・畠山 楓喜

矢浦 優大・山市 海羽音・佐藤 玲菜

2012年から始まった再生可能エネルギーの固定価格買取制度により、太陽光発電所が急速に普及しました。安全安心な電力システムとして信頼度が高い一方で、太陽光パネルの廃棄物問題が浮上しています。太陽光パネルの耐用年数は30年程度とされており、2040年代には廃棄パネルが大量に発生するのです。

1 背景…太陽光発電の功罪



2 研究の目的・目標

Loop 研究依頼 → 名農高

■ 有限会社ループ ■ 名農高

農業と環境への貢献

- ① 多孔質・軽量を活かす
- ② 既存活用例の高性能化

3 スーパーソルの特徴を整理

- 多孔質
- 吸水性
- 透水性
- 耐火性
- 断熱性
- 硬い

- 超軽量
- 安全
- 主成分：ケイ素
- 副成分：カルシウム
- 副成分：ナトリウム

クリエイト < アレンジ

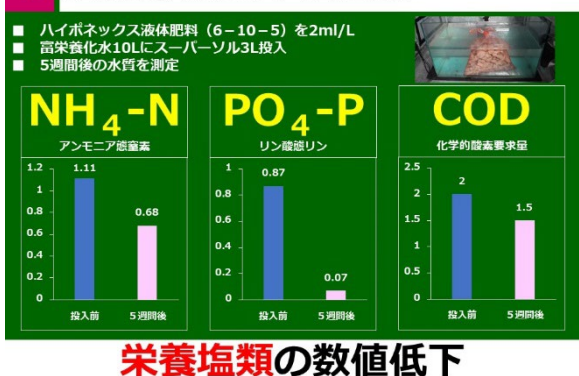
4 研究（実験）計画

10	11	12	1	2	3	4	5	6	7
①水質浄化試験									
②水質浄化試験+有用菌									
③堆肥製造への利用									
④土壌環境への影響									
⑤園床栽培への利用									
⑥吸着養分の回収									
⑦難吸着養分の利用									
⑧汚濁水の濾過試験									
⑨低カリウム野菜の栽培									
⑩屋根緑化用軽量培地へ利用									
⑪ポーラスコンクリート加工									
⑫水質浄化型養蜂構想									

リサイクル業者ループでは、廃棄パネルの有害物質を取り除いた多孔質ガラスの有効活用を探っており、私達のもとへ研究の依頼が舞い込んできました。そこで私達は、農業や環境への貢献を目的に、次の2つの目標を設定しました。

まず、多孔質ガラス「スーパーソル」の特徴を整理。このとおり、農業や環境分野へ嬉しい性質が盛り沢山です。全く新しい発想だけでなく、類似する資材との比較という視点を大切にしました。

5 実験①水質浄化試験



5 実験②水質浄化試験+有用菌

アクアリウムでも重宝
エコバイオブロック
多孔質ゼオライト+有用菌

硝化菌
窒素成分の分解

えひめAI
納豆菌&乳酸菌&酵母菌
環境微生物資材

スーパーソル

浸液

⇒脱水・乾燥後、実験①へ

多孔質の微生物担体能力を利用

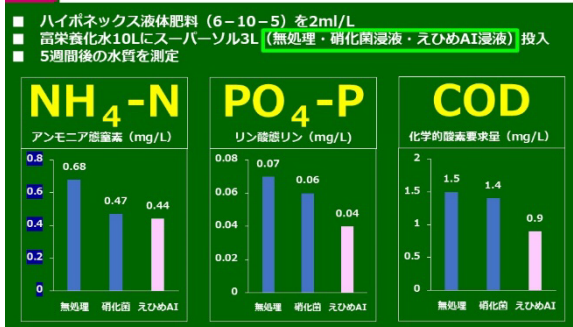
実験計画はスライドのとおりで、失敗を恐れず、多方面に向けた攻めの実験に挑戦しました。幸い季節に左右されない研究領域であることから、冬場にもたくさんの実験を組むことができま

した。

水質浄化試験では、ハイボネックス液体肥料で作った富栄養化水に、スーパーソルを投入し、5週間後の水質を測定したところ、アンモニア態窒素とリン酸イオン、化学的酸素要求量などの項目で、明らかな低下が確認されました。水質浄化は確かなようですが、私達はより数値を下げられる自信がありました。

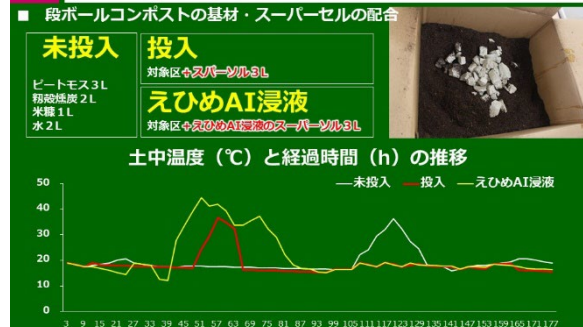
ヒントにしたのが、アクアリウムでも使われるエコバイオブロック。多孔質のゼオライトに菌資材を組み合わせるという単純な仕組みです。私達はスーパーソルに、硝化菌とえひめAIを組み合わせ、その後、脱水・乾燥を経てから実験1と同様に、富栄養化水に投入しました。

5 実験②水質浄化試験+有用菌



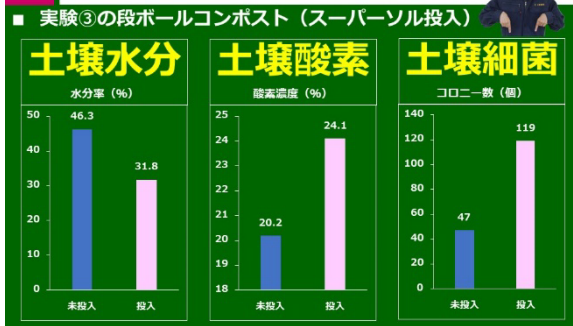
併用効果は抜群

5 実験③堆肥製造への利用



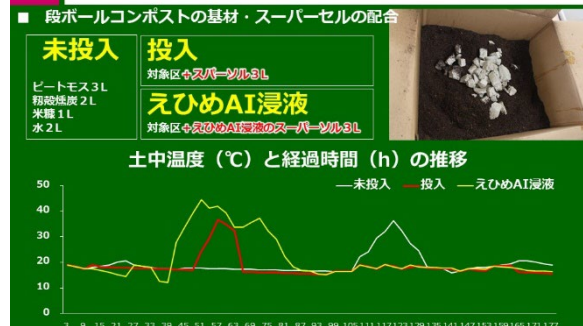
発酵 (腐熟) が速まる

5 実験④土壌環境への影響



土壌微生物が豊かに

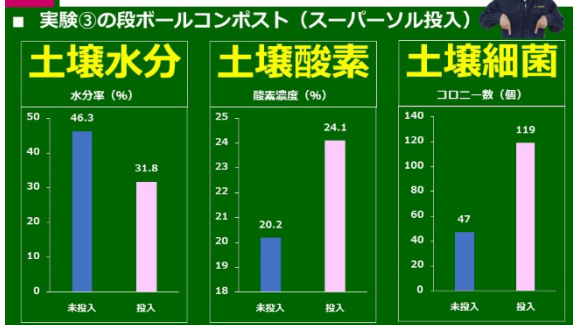
5 実験③堆肥製造への利用



発酵 (腐熟) が速まる

すると、グラフのとおり、スーパーソルを単独で投入するよりも、有用菌と併用した方が水質浄化を強めることが分かりました。硝化菌は高価ですが、えひめAIは身近な食品で製造・培養が可能であるため、比較的簡単な技術で実用的と言えます。

5 実験④土壌環境への影響



土壌微生物が豊かに

5 実験⑤菌床栽培への利用



培養から発生を確認

微生物担体能力に手ごたえを感じた私達は、段ボールコンポストを用いて、堆肥化への応用に

も挑戦しました。対象区、スーパーソルを入れたもの、えひめ AI 付着のスーパーソルを入れた3つの試験区を設定し、発酵温度の推移を観察しました。すると、期待どおり、えひめ AI 付着のスーパーソルで、最も速い発酵が確認されました。予想外だったのは菌資材を付着しないスーパーソルが対象区より発酵を速めていることです。

土壌環境を詳しく調べてみると、スーパーソルを投入することで、土壌水分量を下げ、土壌酸素濃度を高めることが分かりました。そして、土壌酸素濃度が高まることで好気性の土壌微生物数も増やし、土壌の生物性を豊かにするということが分かりました。

微生物担体能力を活かした最終章は菌床栽培。先行研究で、発泡煉石でキノコ栽培に成功している事例を見つけ、スーパーソルに置き換えてみました。米糠とスーパーソルのみだと、水分の均一化が難しいため、繋ぎにバーミキュライトを添加。配合は検討の余地がありますが、写真のとおり、培養から発生まで漕ぎ着けることができました。おが屑や剪定枝チップとは異なり、繰り返し活用することも可能です。

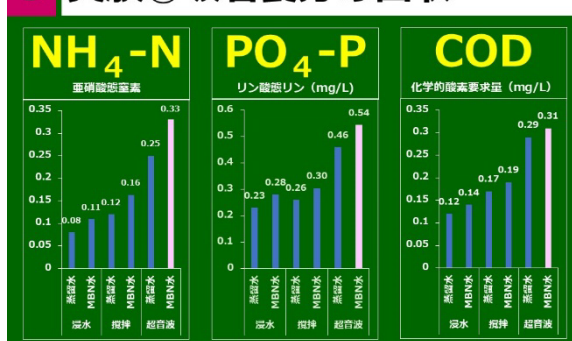
次に、水質浄化試験の結果に戻り、スーパーソルが吸着した養分が気になりました。吸着した養分を回収することができないか、という疑問です。回収方法として、マグネチックスターラでの攪拌や超音波洗浄、マイクロナノバブル水などを用いて試験。

5 実験⑥吸着養分の回収



吸着養分を回収できないか？

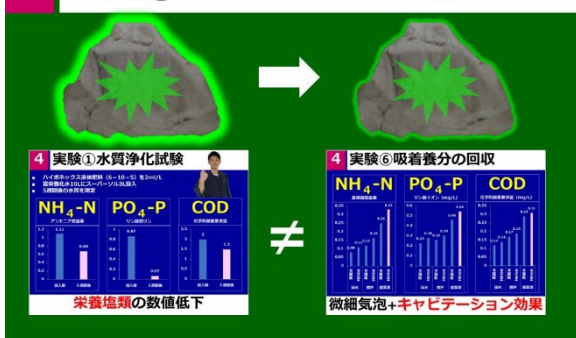
5 実験⑥吸着養分の回収



微細気泡+キャビテーション効果

結果、超音波洗浄+マイクロナノバブル 水に軍配が上がりました。撈拌よりも超音波の方が強力であること、そして、微細な気泡に超音波を合わせることで、キャビテーション効果が高まったと考えられます。これを液肥として再利用することで、養分を余すことなく、活用できる仕組みができました。回収規模や溶媒の量を検討すれば、元肥並みに濃い液肥もつくれそうです。

5 実験⑦難吸着養分の利用



吸着養分の回収は表面のみ？

5 実験⑦難吸着養分の利用



内部養分は根が吸収できる

水質浄化試験と養分回収試験について、どうしても収支計算が合いません。これは恐らく、回

収できたのはスーパーソルの表面に付着したものだけに過ぎず、内部に吸着したものは回収しきれないのだと仮説しました。

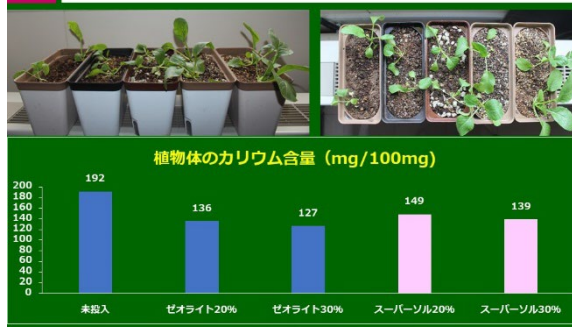
そこで、思い切って内部の養分回収は諦めることにしました。その代わりに、培地として活用し、植物の根に吸収してもらおうのです。結果はこの通り、土に混ぜても、スーパーソル単独でも植物の細根により回収できることがわかりました。また、内部の養分は強い力で吸着されているため、常に固定化された養分として流出の心配がないことも魅力的です。

5 ⑧汚濁水の濾過試験



濁度の低下を確認

5 ⑨低カリウム野菜の栽培



カリウム成分軽減を確認

続いて、ろ過機能の調査。簡易ろ過装置を製作し、粒径の細かいスーパーソルで濁りの大きな水をどれだけ浄化できるのかを調査。結果は写真のとおり、濁度の低下が確認されました。

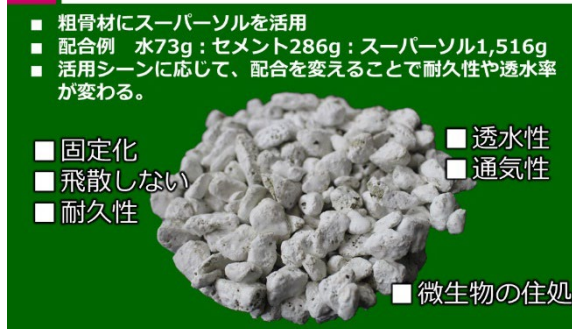
続いて、低カリウム野菜の栽培。腎臓病患者および腎臓病予備軍と呼ばれる人が増え、低カリウム野菜の需要が高まっています。ほとんどの研究が水耕栽培によるものですが、近年、ゼオライトを混合した土耕栽培でも栽培が可能であることが分かってきました。同じ多孔質資材のスーパーソルでも試してみたところ、ゼオライトほどではないものの、植物体内のカリウム含有量を下げることを確認できました。配合バランスを検討すれば、実用化に近づきそうです。

5 ⑩屋根緑化用軽量培地へ利用



1㎡あたり32kgを確認

5 ⑪ポーラスコンクリート加工



活用シーンが拡大

続いて軽量化に注目した活用。灌水方法と耐久性が問題となる屋上緑化用軽量培地は、建築基準法で1㎡あたり60kg未満とされています。育苗ケースを用いて、液体肥料を吸水ポリマーと混ぜ合わせ、乾燥しにくいようにジェル化し、その上にスーパーソルを敷くことで、1㎡あたり32kgに抑えた軽量培地を作ることができました。

次に多機能型スーパーソルの開発です。これまで様々な威力を発揮してきたスーパーソルですが、ポーラスコンクリートにすることで一気に活用の幅が広がります。まず一塊に固定化することで、使いたい場所に的を絞った局所的な活用が可能です。ポーラスコンクリートには、僅かな

隙間があることから透水性と通気性があり、微生物の棲み処も確保されるなど、固定化以外にもメリットがあります。

最後に、スーパーソルは規格が豊富で、水に沈むものから浮くものまであります。私達が今、狙っているのは浮くタイプのスーパーソルを使った水質浄化型水上養蜂システムです。昨年度の先輩が水中根の発生に成功し、高い環境浄化能力を確認済みのグランドカバープランツ、クラピア K7 を富栄養化の激しい湖沼で栽培を想定して試験中です。

5 ⑫水質浄化型養蜂構想



水槽内での生育は問題なし

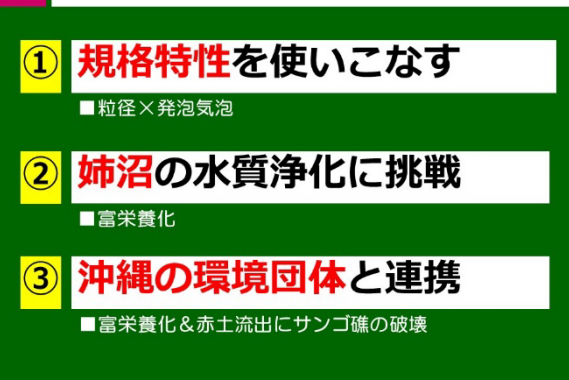
6 まとめ



持続可能な社会を作る素材

以上まとめてみると、次の4つのことが分かりました。1つは、スーパーソルは養分の吸着と離脱が可能であり、環境浄化に貢献できること、2つめは、微生物担体能力が高く菌資材との併用が効果的であること、3つめは軽量土壌としての活用が可能であること、4つめとして、軽量ポーラスコンクリートへの加工で様々なシーンに活用できることが分かりました。また、SDGsの5個の目標も達成することができ、スーパーソルが持続可能な社会を作る素材になりうることを示されました。

7 今後の課題



8 終わりに



農業と工業の架け橋

今後の課題は、①規格の特性を把握し、使いこなすこと、②富栄養化の深刻な姉沼の水質浄化に取り組むこと、③沖縄県の環境団体とも連携し、活動の輪を広げることです。

終わりに、私達、環境システム科は農業と工業を学ぶ全国唯一の学科です。環境問題の解決に農業も工業もありません。今後も農業と工業の架け橋となることを約束し、発表を終わります。