

「地域未活用資源を使った肥料製造に関する研究」



青森県立名久井農業高等学校
環境システム科 栽培環境班

赤垣 俐翔・梅田 昊典・河門前 瑠杏
四戸 亮・沼畑 央・宮木 斗摩
工藤 純希・日沢 隼・立花 愛希

1 背景

国際情勢の悪化は肥料価格の高騰を招き、食料生産に深刻なダメージを与えています。日本では尿素 94%、過リン酸石灰 25%、ケイ酸カリウムが 35% の値上がりを受け、農家はコスト高に苦しんでいます。また、肥料資源にも限りが見えてきており、特にリン酸は後 100 年で枯渇すると言われています。世界的に人口増加が進む中で、食料争奪戦よりも先に肥料争奪戦が始まるのではという声も聞こえてきています。さらに、日本の場合、肥料自給率が致命的です。食料生産を支える肥料の自給率は、窒素が 4% で、リン酸とカリウムが 0% でほぼ全てを輸入に依存しているのが現状です。これを受け、国でも「みどりの食料システム戦略」を掲げ、持続可能な農業へ舵を切っています。肥料については、2050 年までに化学肥料の使用量 30% 低減、自給肥料の製造促進などが示されており、農業を学ぶ私達も責任を果たしたいと考えました。活動のヒントとして、東北地区高校 SDGs セミナーに参加し、いくつかのキーワードを手に入れました。特に、地域というワードに注目。大きなことよりも地域の中での課題を解決する、ローカル SDGs を活動の規範としました。

2 目的

肥料の地域内自給を目的とし、そのために必要な次の 5 つを目標に掲げました。1 つは未活用資源から肥料原料の発掘、2 つめは保存技術の確立、3 つめは効率的な製造技術の確立、4 つめは製造肥料の効果の検証、5 つめは肥料原料の多機能化です。

3 実施概要・結果

未活用資源の選定条件			注目した未活用資源：コンフリー	
コスト パフォーマンス ■未利用 ■絶対量が豊富 ■回収が容易	タイム パフォーマンス ■製造工程が容易 ■1ヶ月で完成	スペース パフォーマンス ■製造や貯蔵に、場所をとらない		
■栄養分が豊富であることは前提条件 ■余っているから使おうは安易な発想			■科名：ムラサキ科 ■別名：ヒレハリソウ（鱧玻璃草） ■原産地：ヨーロッパ 小アジア ■明治時代に持ち込まれ、観賞用・飼料として広く普及 ■繁殖力が旺盛で日本中に自生する雑草 ■栄養分が豊富な上、繊維が少ない	

未活用資源は豊富ですが、肥料への加工を考えた際、こだわったのが次の 3 つです。特にタイムパフォーマンスは重要で、家畜糞堆肥のように半年もかかるのでは実用的ではありません。最低でも 1 カ月での完成が選定条件です。

そこで目に留まったのがコンフリーです。ムラサキ科の多年草で別名：ヒレハリソウと言われます。明治時代に日本に持ち込まれ、家畜の飼料として広く使われました。繁殖力が旺盛で今や日本中に自生する厄介者の雑草となっています。栄養分が豊富な上、繊維が少ないことが特徴です。

 浸水直後	 浸水後 1 ヶ月	 水中で発根
○：浸水後、1ヶ月で葉は完全に溶解		×：根を張ってしまう葉も発生

浸水処理では不十分

まず回収した葉を液肥にするため、浸水させてみました。このとおり、繊維が少ないことから、たったの 1 カ月で葉は完全に分解されます。ただ、中には発根し、生き延びる葉もあり、水に浸すだけでは不十分です。

■ 粉末化と茶越しパック詰めで使いたい時に使い量を抽出
 <成分量>

	pH	EC	NH ₄ -N	NO ₃ -N	PO ₄ -P	K	Ca	Na
鶏糞堆肥	8.0	1011	11.92	1.6	0.92	0.62	10	33
コンフリー	6.4	1121	16.32	1.99	1.62	0.92	49	43

そこで、熱風乾燥と粉末加工を試みました。これにより、使いたい時に使いたい量の抽出が可能です。早速、水1Lあたり6gの粉末を投入し、煮沸。このとおり、着色は確認できますが、成分分析では鶏糞堆肥に比べ、窒素分が低いことに驚きです。

■ 硝化作用 (NH₄→NO₃)が必要
 ■ 鍵は硝化菌。(好気性)

<成分上昇のピーク>

14日 9日 (5日短縮) 7日 (7日短縮)

対象区 (浸水のみ) 硝化菌添加 硝化菌添加 +エアレーション

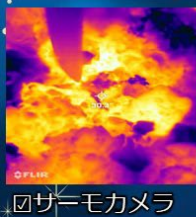
	pH	EC	NH ₄ -N	NO ₃ -N	PO ₄ -P	K	Ca	Na
鶏糞堆肥	8.0	1011	11.92	1.6	0.92	0.62	10	33
対象区 (浸水のみ)	5.7	1381	9.9	0.99	1.89	0.92	41	49
硝化菌	6.3	1139	18.21	1.73	1.87	0.91	49	42
硝化菌 +エアレーション	6.4	1149	22.40	1.92	1.86	0.92	47	42

有機物が植物の吸収できる成分へと変換するための硝化作用の原理に立ち返り、硝化菌を添加。また、好気性である硝化菌のはたらきを活発にするため、エアレーションで溶存酸素を高めてみました。結果、硝化菌を活用することで9日、硝化菌とエアレーションを併用することで、約7日間で発酵・分解がピークを迎えることが分かりました。

- 基材：ピートモス 3 L、 籾殻燻炭 2 L、 米糠 1 L
- 有機物源にコンフリーを 2 kg



発酵判定



腐熟度判定



続いて堆肥化も検討。段ボールコンポストの手法を用いて、発酵の様子を確認。サーモカメラからも発酵の様子が見て取れ、わずか1ヵ月で葉の原形が消滅。腐熟度を調べてみると、5週間目で発芽インデックスが100%を超えていることから完熟したことは明らかです。

土壌微生物数

- 土壌養液中の好気性細菌コロニー数
- 一般細菌試験紙による測定

91個

コンフリー投入前

387個

コンフリー投入後

製造堆肥の土壌への影響も気になりました。繊維が少なく分解しやすいということは、微生物を増やすことができるのではないかと考え、まずは微生物数を計測。予想どおり、コロニー数の違いは歴然です。

■ 簡易水耕栽培装置にてコマツナを栽培

■ 地上部の様子

市販液肥区	コンフリー液肥区

■ 地下部の様子

市販液肥区	コンフリー液肥区

☑ 根張りに差がある

試験区	草丈	茎径	葉長	根長	重量	SPAD値	Chl蛍光
市販液肥	74.7	4.9	62.2	23.2	278.6	30.1	68.3
コンフリー液肥	112.6	6.8	91.7	28.9	309.6	45.3	90.2

次はコンフリー液肥を使った水耕栽培に挑戦。化学肥料とコンフリー液肥による生育の比較です。大きな差はありませんが、根の違いに気づきました。写真のとおり、明らかにコンフリー液肥の方で、根張りが活発でたくましいのです。

- トウモロコシ苗、キュウリ苗を5週間栽培
- グロウボックス内で人工光連続照射（光量子280）、気温23℃設定で管理
- 週1回コンフリー液肥300ml 灌水

試験区	品目	草丈	茎径	葉長	根長	重量	SPAD値	Chl蛍光
対象区	トウモロコシ	17.4	4.9	6.2	23.2	178.6	30.1	68.3
	キュウリ	18.1	6.1	6.3	21.2	322.1	36.0	70.6
コンフリー液肥区	トウモロコシ	32.6	6.8	9.7	28.9	209.6	45.3	90.2
	キュウリ	32.1	7.0	11.2	29.3	489.2	49.1	89.1

続いて土耕栽培。トウモロコシとキュウリの栽培試験を行ったところ、スライドのとおり、すべての項目で対象区を上回り、自給肥料での栽培に成功です。

ただ、自ら作った愛着ある肥料だからこそ、鉢底に溜まった成分さえ気になってしまいます。これが圃場であれば、地下へ垂れ流し状態。未活用資源とは言え、限りある資源です。みどりの食料システム戦略の講演会でも、肥料の流亡による水質汚染が深刻であるという事実を伝えられました。

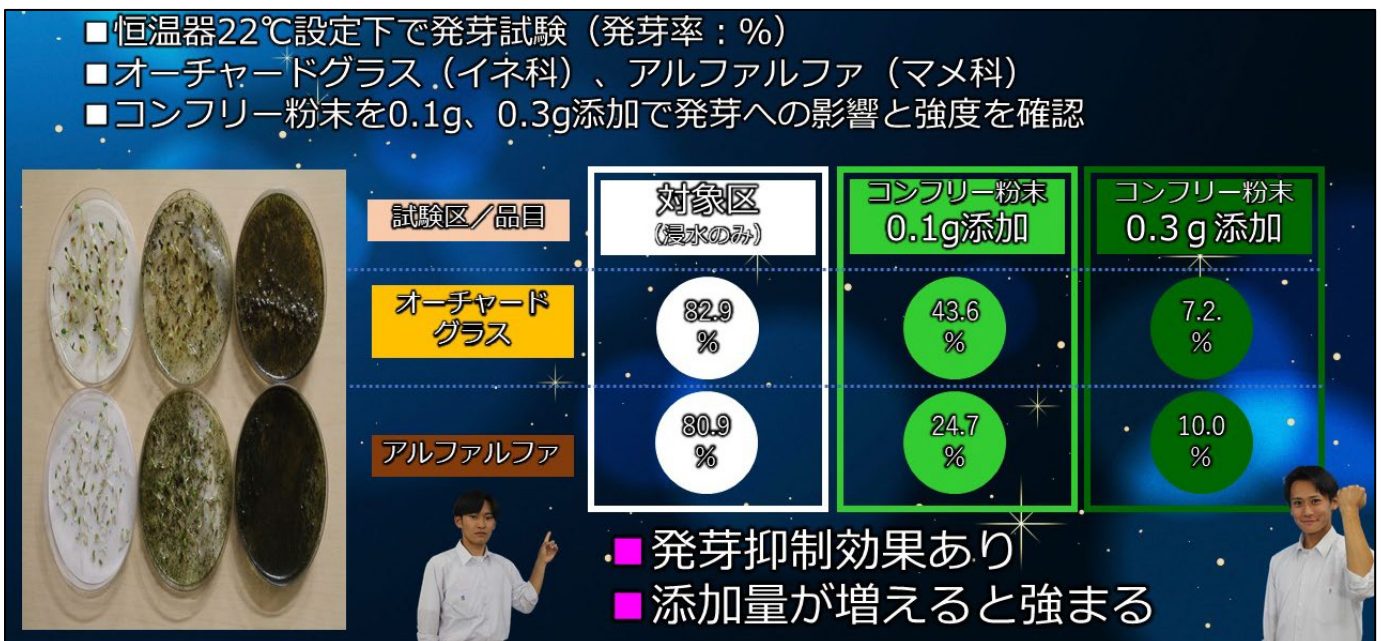
- トウモロコシ苗
- 週1回コンフリー液肥300ml 灌水

試験区	草丈	茎径	葉長	根長	重量	SPAD値	Chl蛍光
対象区 (培養土のみ)	32.6	6.8	9.7	28.9	209.6	45.3	90.2
パーミキュライト肥	37.6	7.3	11.7	36.2	223.6	47.7	96.2
吸水ポリマー区	46.6	10.3	18.7	43.2	292.1	49.3	97.2

そこで、できるだけ肥料養分を土中に停留させ、流出を防ぐ仕組みを検討。対策として、培養土にパーミキュライトと吸水ポリマーを添加してみました。すると、どちらも肥料の流亡を防ぐことができ、結果として肥料養分の効果的な吸収に繋がり、生育も促進されることが分かりました。



次は、タンニンの活用です。タンニンと言えば、今、農業雑誌などでタンニン鉄が注目されています。鉄屑などから鉄分肥料を抽出する方法ですが、抽出には触媒が必要です。このとおり、常温の水に鉄卵を浸すだけでは鉄分は抽出されませんが、コンフリー粉末を入れると溶液は真っ黒に。コンフリーのタンニンが触媒として働いたことを意味します。



最後は、アレロパシー物質を活用です。コンフリーの茎葉からつくった粉末にも期待があります。根に比べれば、地上部のアレロパシー物質は微量だといいますが、熱風乾燥をかけたこの粉末は高濃度です。スライドのとおり、茎や葉からつくった粉末でも発芽抑制効果があること、添加量が増えるほどその効果が高まること分かりました。

4 まとめ・今後の課題

以上まとめてみると、地域にある雑草コンフリーを肥料原料に、実用的な保存・製造技術を確立することができました。また、短期間で堆肥化・液肥化に成功し、その効果は栽培試験でも明らかとなりました。さらに、タンニン鉄の触媒としての活用や、茎葉からつくる粉末でも発芽抑制効果があること分かりました。

今後の課題は、コストパフォーマンス・タイムパフォーマンス・スペースパフォーマンスを捉えた検証と活動修正、地域内でコンフリーを戦略的に生産・製造・活用できる仕組みをつくることです。

5 参考文献

- ・現代農業 2023年10月号 一般社団法人 農山漁村文化協会（農文協）
「野草コンフリーが使える！」