

## 第32回衛星設計コンテスト

### ジュニア概要書（3ページ以内）

応募区分 ジュニアの部

#### 1. 作品情報・応募者情報

作品名（20文字以内） * 作品内容が推測しやすいような名称を付けてください。（略称は不可） 月面でキノコ栽培を組み合わせた循環型農業
副題（自由記入） 一つの循環で複品目の栽培を可能にする食料生産 水稻栽培とキノコ栽培の循環型農業
学校名 広島県立西条農業高等学校

#### 2. ミッションの概要（プレスリリース等で使用するので、200字程度でわかりやすく表現して下さい。）

いつか人類が月や火星に移住したとき、資源の循環や再生可能エネルギーの利用は当然のことになっている。現在は移住先を想定した食料生産として穀物栽培や野菜栽培の研究が行われており、収穫後の残渣（葉や茎、穀物の殻など）は堆肥化され農業資材として利用されると思われる。 そこで、収穫後の残渣を堆肥化される過程に着目してキノコ栽培が組み合わせることができないかと考えた。残渣からキノコ栽培が可能になれば、一つの循環過程で栽培品目を増やすことができる。
--

#### 3. 目的と意義（目的・重要性・技術的意義等）

(a) 目的（今回考えたアイデアを何に利用するか等） 穀物の生産力を見てみると、お米は小麦の1.5倍の収穫量があり、水田で育つお米は連作障害がなく毎年安定した収穫量を得ることができる。また、お米は長期保存も可能であり、炊飯のように、あまり加工せずに食べられることが特徴である。限られた空間で自給率を高めるにはお米の生産が最適であるが、稲作で排出されるもみ殻は難分解性（もみ殻の成分はリグニン、セルロース、セミセルロースとほぼ木材と同じである。）であるため堆肥にするには時間がかかってしまう。地球上では、ほとんどのもみ殻は焼却処分されているが、宇宙空間においては、これらの資源を活用することは、非常に有意義である。 一方、キノコ栽培を見てみると、木材にキノコ菌を培養してキノコを発生させている。木材を分解するには木材腐朽菌の存在が不可欠である。難分解性の植物はリグニンを多く含んでいるため腐りにくく堆肥化が困難であるが、そのリグニンを唯一分解できるのが木材腐朽菌である。一般的に食用とされているシイタケやヒラタケなどのキノコ類は木材腐朽菌の一種である白色腐朽菌であり、木材のリグニンを分解してからセルロース・セミセルロースを糖化し、それらを栄養源にしてキノコは生育している。 また、生産が終えた菌床（廃菌床）はキノコ菌が分解しているため堆肥化しやすく、よく農業資材として利用されている。廃菌床には栄養が含まれていることから水稻栽培にも効果があると思われる。 もし、木材と同じ成分であるもみ殻でキノコ栽培が可能になれば、稲作とキノコ栽培の循環型農業を確立できると考え、本ミッションの目的を以下のように設定した。 (1) 宇宙空間におけるもみ殻菌床を用いたキノコ栽培方法の確立すること (2) 廃菌床を堆肥として有効利用できるかを調査すること
(b) 重要性・技術的意義等(ex:宇宙空間で利用する理由、他にない技術など) 月および火星での食物生産を行う際、資源の循環をいかにして行うかを考えることは非常に重要となる。また、限られた空間での生産を行うため、一つの循環で多種類の生産が可能になれば、さらに生産性を上げることに繋がる。 宇宙空間では、木材（おがくず）がないため、宇宙で栽培を検討しているイネに着目して、イネから排出されるもみ殻や稲わらを資源として栽培することで、効率的な資源活用が可能となる。 また作業性についても、水稻栽培では、スマート農業をはじめ、作業のほとんどを自動運転になるテ

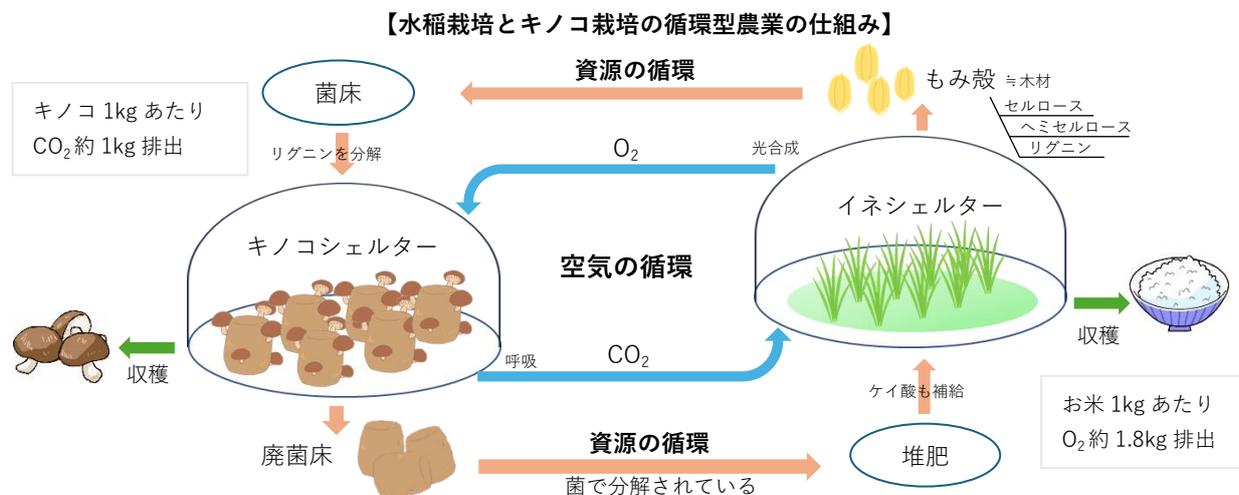
クノロジー開発が進められており、少人数で大規模農業が可能になってきている。  
キノコ栽培では、近年、おがくずを利用した菌床栽培が主流となっており、温度管理された施設でキノコを栽培するため環境に左右されることなく生産性を高められた栽培方法である。また機械作業と軽作業が多い栽培方法のため自動化が望め、少人数での生産が可能である。

#### 4. アイデアの概要

##### ○水稲栽培とキノコ栽培の循環型農業の仕組み

植物の光合成にとって CO<sub>2</sub> は必要不可欠な存在であり、閉鎖された施設栽培で CO<sub>2</sub> が少なくなると光合成が十分にできずに生育不良の原因となるため、CO<sub>2</sub> 発生装置の導入が必要となる。一方、キノコは呼吸により多量の CO<sub>2</sub> を排出するため、キノコ栽培においては換気を施し CO<sub>2</sub> 濃度が高くないように管理する必要がある。そこで作物栽培とキノコ栽培を組み合わせ空気循環することにより作物には CO<sub>2</sub> をキノコには O<sub>2</sub> を供給することができる。

もみ殻から菌床を製造してキノコを栽培すること、生産が終了した菌床（廃菌床）を堆肥として作物栽培で利用することにより資源の循環もできる。また、もみ殻にはケイ素が含まれているため、水稲栽培に利用することでイネに必要なケイ素を補うことができる。



水稲栽培とキノコ栽培における資源の循環利用ができるのか？以下の実験内容を設定し検証してみた。

##### 実験Ⅰ もみ殻菌床キノコ栽培

《実際にもみ殻でキノコ栽培ができるのか？栽培実験をしてみた。》

##### (a) もみ殻について

菌床製造には多量の水分と混合する必要があるため、もみ殻の外皮には撥水性のあるクチクラ層が覆っているため吸水しにくい。もみ殻の吸水性を高めるためには粉碎してクチクラ層を崩す必要がある。

(株)トロムソ（広島県尾道市）の協力でもみ殻をすり潰して頂いた。

##### (b) キノコ菌について

ヒラタケ、キクラゲ、シイタケで実験

実験順	品 種	繁殖力	培養期間	発生適温
1	ヒラタケ	かなり強い	30 日	16~20°C
2	キクラゲ	強い	60 日	20~25°C
3	シイタケ	標準	90 日	22~22°C



すり潰したもみ殻

##### (c) もみ殻菌床の製造方法（手順はおが屑菌床を参考）



もみ殻 750 g、米ぬか（栄養体）250 g、水 1500mL を混合し菌床用培養袋に詰める。

圧力鍋で滅菌した後、クリーンベンチ内で冷却し種菌 20 g を接種する。

(d) 菌床の培養方法（水稲用育苗器で実施）



設定温度 23℃、栽培期間 30～90 日間

(e) きのこの発生方法（簡易テントで実施）



温度 20～25℃、湿度 80%  
培養後約 1 週間でキノコが発生

《もみ殻で栽培したキノコは普通のキノコと成分の差があるのか？比較実験をしてみた。》

(a) ミネラルの測定（Ca、P、Fe、K、Si、Na）

試料は、もみ殻菌床キクラゲとおが屑菌床キクラゲ（従来品）で比較

(b) うま味成分（グアニル酸）の測定

試料は、もみ殻菌床シイタケとおが屑菌床シイタケ（従来品）で比較

**実験Ⅱ 廃菌床の有効利用**

《もみ殻廃菌床を用いて稲作の堆肥に活用できるのか？栽培実験をしてみた。》

イネ栽培実験区

普通区	もみ殻菌床区	おが屑菌床区	対照区
水田の土	水田の土	水田の土	水田の土
一発肥料	一発肥料	一発肥料	一発肥料
稲わら	稲わら	稲わら	—
—	もみ殻廃菌床	おが屑廃菌床	—



イネ栽培実験の様子

実験用ポットに水田の土と稲わらを入れ、それぞれ、もみ殻菌床とおが屑菌床を入れた区と、廃菌床を入れない普通区、さらに、稲わらの作用を比較するため、稲わらを入れていない対照区を用意し、イネの栽培実験を実施した。生育調査は株の分けつ数、収量調査はもみ重量で比較

**実験Ⅲ 未利用資源を利用した菌床栽培実験（令和6年度の実験内容）**

《他の残渣でキノコ栽培が可能なのか？栽培実験をしてみる。》

(a) ピーナッツ殻を用いたキノコ菌培養実験

(b) そば殻を用いたキノコ菌培養実験

(c) 稲わらを用いたキノコ菌培養実験

(d) もみ殻と混合したシイタケ栽培実験

それぞれ試験管培養やビン培養で実験をしてみる。



廃棄されているピーナッツの殻

**5. 得られる成果**

穀物や野菜類の摂取だけでなくキノコ類を摂取すると、種類によってはビタミンD、ミネラル、カルシウム、鉄分、食物繊維を多く含み、不足がちな栄養分を補うことができる。また、乾燥することで長期保存ができるだけでなく、特にシイタケでは、うま味成分が増え食事に豊かさを加えることができる。

近年、「菌活」という言葉があるように、キノコ類を摂取すると腸内環境を整えられることで免疫力を高め、より健康な生活を送ることができる。

**6. 主張したい独創性または社会的な効果**

本研究は、農業の課題を解決する一つ的手段として循環型農業の研究に取り組んでいる。

日本農業の現状は、高齢化や人手不足、耕作放棄地の増加、外国との価格競争など様々な課題がある。もし地域産業として循環型農業に取り組めば、地域の活性化となり過疎化の防止や雇用の増加など、様々な地域の発展に繋げることができると考えている。日本農業の柱となる水稲栽培を支えるため、水稲栽培とキノコ栽培を組み合わせた循環型農業が確立できれば、地域に提案して、一緒に循環型農業地域を作り上げていきたいと考えている。

以上

## 水稻栽培とキノコ栽培の循環型農業（実験結果）

広島県立西条農業高等学校 食品科学科

### 実験Ⅰ もみ殻菌床キノコ栽培

もみ殻で菌床を作成し栽培実験を行った結果、ヒラタケ（図1）とキクラゲ（図2）は大量に発生したが、シイタケ（図3）では培養に時間がかかり、子実体の発生も少なかった。ヒラタケとキクラゲは、もみ殻菌床栽培ができることがわかった。

シイタケはヒラタケと比べて、あまり繁殖力が強くないため、もみ殻菌床栽培では難しいこともわかった。シイタケはリグニンの多い木材では培養に時間がかかることから、もみ殻もリグニンが多い資材と考察した。

シイタケの栽培実験について、栄養体との配合割合を変えてみることや他の資材と複合してみるなど、今後の課題として取り組むことにした。



図1 ヒラタケの発生の様子



図2 キクラゲの発生の様子



図3 シイタケの発生の様子

もみ殻菌床で栽培できたキノコの成分を測定した。

#### (a) ミネラル成分の測定

（酒類総合研究所 奥田 将生先生にご指導をして頂いた。）

今回分析項目としたFe、Si、K、Ca、Mg、P（図5・6）において、もみ殻菌床で栽培したキクラゲとおが屑菌床で栽培したキクラゲでは、若干の差はあったが、大きな差はみられなかった。

このことから、もみ殻菌床で栽培したキクラゲは従来品のキクラゲと同じように食べることができる。

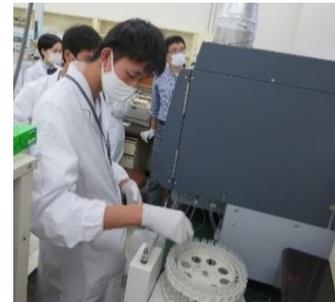


図4 ミネラル成分の測定の様子  
高周波誘導結合プラズマ発光分析装置

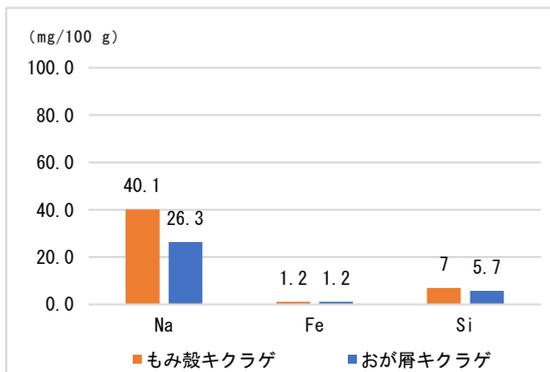


図5 Na、Fe、Siの比較

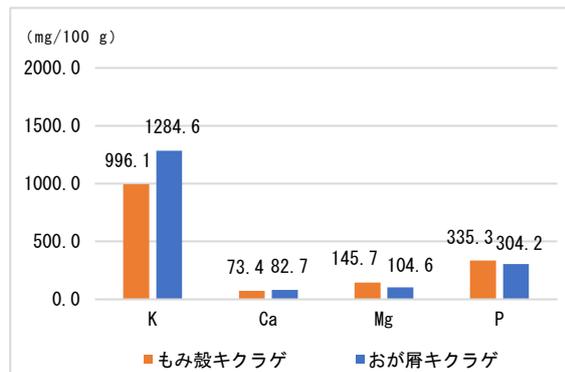


図6 K、Ca、Mg、Pの比較

## (b) うま味成分（グアニル酸）の測定

（近畿大学工学部科学生命工学科 准教授 岡田 芳治先生にご指導をして頂いた。）

もみ殻菌床で栽培したシイタケとおが屑菌床で栽培したシイタケでグアニル酸（図8）を測定した結果は、若干の差はあったが、大きな差はみられなかった。

このことから、もみ殻菌床で栽培したシイタケは従来品のシイタケと同じように食べることができる。

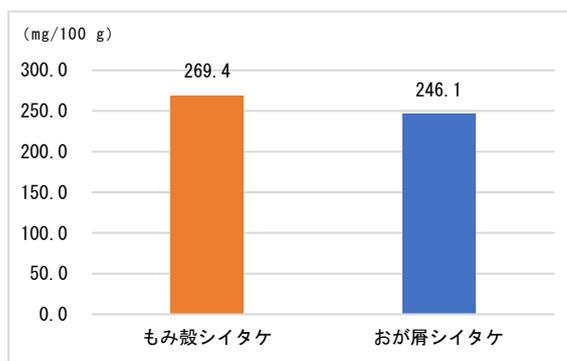


図8 グアニル酸の比較



図7 グアニル酸の測定の様子  
HPLC分析装置

## 実験Ⅱ 廃菌床の有効利用について

イネの栽培において1株当たりの分けつ本数（図10）では、廃菌床を入れた区が良く、廃菌床を入れていない普通区が良くない結果となった。これは、廃菌床が土に混ぜた稲わらの分解に作用したと考えられる。

1株当たりのもみ重量（図11）はもみ殻廃菌床が良い結果だった。これは、もみ殻に含まれるケイ酸を稲が吸収したことにより、しっかりと実を付けたと考えられる。



図9 実験イネの収穫の様子

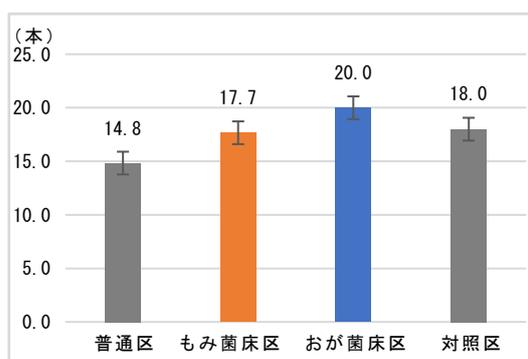


図10 1株あたりの分けつ本数の平均値

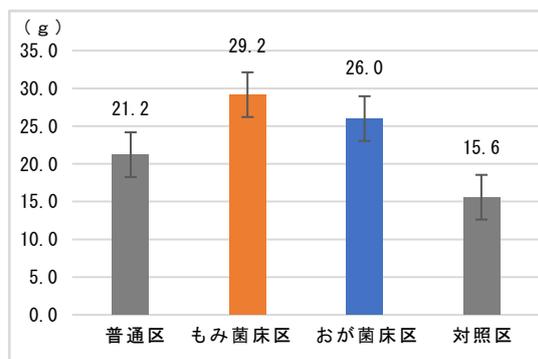


図11 1株あたりのもみ重量の平均値

## 実験Ⅲ 未利用資源を利用した菌床栽培実験（令和6年度の実験内容）

- (a) ピーナッツの殻を用いたキノコ菌培養実験
- (b) そば殻を用いたキノコ菌培養実験
- (c) 稲わらを用いたキノコ菌培養実験
- (d) もみ殻と混合したシイタケ栽培実験

ピーナッツの殻はそのまま畑に撒いて堆肥にすることや、ピーナッツの殻には油分を含んでいるため乾燥した殻は燃えやすく、燃やした灰を土壌改良剤に利用されることも

あるが、手間もかかるため、ほとんどのピーナッツの殻は産業廃棄物として焼却されている。そば殻も同様で、畑に撒いて土壌改良剤として利用することがあるが、ほとんどのそば殻も産業廃棄物として焼却されている。

その廃棄物をより有効活用するため、もみ殻と同様に堆肥する過程でキノコ栽培ができないかと考えた。現在は、県立広島大学と連携して試験管やガラスビンを用いて培養実験を行っている。試験管等を用いることにより短期間で結果がわかる。



図 12 ピーナッツの殻を粉碎



図 13 栄養体と混合して試験管等に詰める

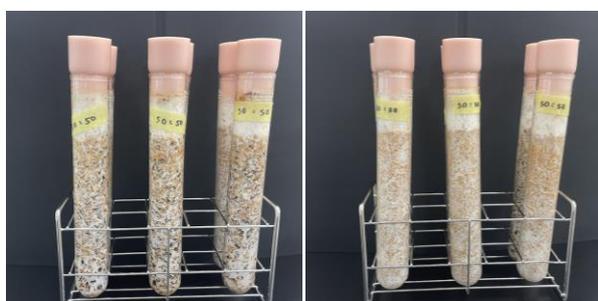


図 14 試験管内で培養



図 15 ガラスビンで培養

この実験でピーナッツの殻やそば殻をキノコ菌が培養しやすい資材であれば、実用化に向けてピーナッツの殻やそば殻で菌床を作成しキノコの発生試験を行う。

また、もみ殻の菌床ではシイタケ栽培では難しいことから、もみ殻の複合資材として、ピーナッツの殻やそば殻を混合して実験を行う。もみ殻は廃棄量が多い資材であることとシイタケは流通量の多いキノコであるため、もみ殻でシイタケ栽培が可能になれば、もみ殻の活用をより高めることができる。

## 考察

もみ殻菌床でヒラタケとキクラゲを成功することができたので、もみ殻からキノコ栽培ができる。

もみ殻菌床とおが屑菌床で栽培したキノコの成分は、ほぼ変わらなかったことから、もみ殻菌床で栽培したキノコは、従来のキノコと同様に食べることができる。

もみ殻菌床においては、イネの栽培で効果があったため、もみ殻菌床は水稲用資材として有効活用することができる。

このことから、水稲栽培とキノコ栽培の循環型農業は実現できると確信した。

今まで廃棄されていたピーナッツ殻やそば殻などの未利用資源をキノコ栽培に活用することにより、循環型農業の拡張性を見出すことができる。

もし地域産業として循環型農業に取り組めば、地域の活性化となり過疎化の防止や雇用の増加など、様々な地域の発展に繋げることができる。