

その他

左上一箇所でホチキス留め

受付番号: GH0026

エントリーID: 189

筑波大学

朝永振一郎記念

第16回「科学の芽」賞 応募用紙

受付番号 : GH0026

応募部門 : 高校生部門

応募区分 : 団体応募

題名 : 森林環境保全活動に伴う放置竹林の再利用

学校名 : 長崎県 長崎県立諫早農業高等学校

学年 : 3年生

代表者名 : 渡邊 梓月

※ 個人情報保護のため、入力された項目から抜粋して出力しています。

研究題目

森林環境保全活動に伴う放置竹林の再利用



長崎県立諫早農業高等学校

食品科学部

3年	渡邊梓月	上夷胡桃	長門杏奈	草野雄太	高谷昂祐
2年	一ノ瀬美妃	浦添陽勢	神尾桃香	坂田楓	柴田伊吹
2年	森下真琴	山本雪吹	吉田美優		
1年	石橋拓実	原口愛加	平野仁那	森本玲奈	矢竹華奈

1 研究の動機

竹は中山間地域の身近な資源として長年にわたり様々な活用が行われてきたが、高度経済成長に伴う生活様式の変化やグローバル化による安価な製品の輸入等（1970年頃から輸入タケノコの増加、プラスチック製品の普及）により竹林・竹林利用の激減、更に管理してきた竹林所有者の高齢化や後継者不足等に伴い管理できない放置竹林が急増し、大きな社会問題となっている。また、放置竹林は里山の浸食、生態系の単純化、土壌保持力低下のために起きる土砂災害が起こる。2019年日本全体ではその面積は167,000ha、侵入竹林を含めると410,000ha（4,100km²）に達する。これは長崎県の面積4,131km²に相当し1986年の統計と比較すると約1割増加していることになる。

私達の住む長崎県も現状は同じで、放置竹林対策が急務と考える。そのようななか、九州全域で放置竹林対策の事業に力を注いで取り組んでいるSHOJI（ショージ）株式会社及びNK技研株式会社においても私達と同様にその対策法を模索している。

そこで私達は放置竹林の問題解決を行うため、原材料となる竹パウダーの提供を連携企業、専門的なアドバイスを県専門機関、そして研究活動を学校の「産・官・学」の三位一体の連携事業により取り組むことにした。

長崎県は県央地区で、きのこの栽培が大変盛んに行われており、原木栽培と比較して、菌床栽培がその多くを占めている。きのこ菌床栽培で栄養源として一般的知られているのが、「米ぬかやふすま」が用いられているが、その栄養成分の類似点（ミネラル成分）から竹パウダーを栄養源の代わりとして置き換えることができるのではないかと思い、研究を始めることにした。

2 実験方法

実験の方法は下記の通り実施した。

- ① 竹の添加量がきのこ菌糸（椎茸・舞茸・キクラゲ）の増殖に及ぼす影響
- ② 竹の主要成分（カルシウム・カリウム・ナトリウム）がきのこ菌糸（椎茸・舞茸・キクラゲ）の増殖に及ぼす影響（独自特許技術の応用）
- ③ 菌床専用袋によるきのこの発生実験
- ④ 竹による抗菌効果の実証実験
- ⑤ きのこと栽培農家での実証実験

① 竹の添加量がきのこ菌糸（椎茸・舞茸・キクラゲ）の増殖に及ぼす影響

1)竹と米ぬかとの割合を0%～100%として実験を行った。

2)菌床の基材（おがくず）は広葉樹である「ナラ」を用い栄養源には米ぬかを用いた。椎茸菌は森産業株式会社製造のオガ種菌XR-1号（椎茸菌）、まいたけ51号（舞茸菌）、あらげきくらげ89号（キクラゲ菌）を用い、培養についてはバイオポット（1.3K×380BF 45μ 1穴 森フィルター）を用いた。

3)菌床の配合割合は基材（おがくず）ナラ21,200ml、栄養体（米ぬか：竹を0%～100%まで10%間隔）7,000ml、水6,600mlである。菌床の製造方法は材料をよく混ぜ、800mlのバイオポットに入れ、ポット中央部に直径15mmの丸棒で接種孔を底まで開ける。バイオポットは高圧蒸気滅菌で121℃、4時間滅菌を行い、オガ種菌をクリーンベンチ内（無菌

状態)で種菌 10g を接種した。

4)きのこ菌を摂取したバイオポットは 22~25℃, 湿度 60~70%に保たれたインキュベータ内で光(明るさ)は日中 50~300ルクスになるように管理して培養を行った。1週間に一度、バイオポットの上下段を入れ替え、きのこ菌糸の成長の具合を mm 単位で毎日測定した。なお、再現性のあるデータを得るために、同一条件のバイオポットを 3 本準備し、その平均値をデータとした。(図 1-6)



図 1 竹パウダー混合



図 2 水分量の調整



図 3 15mm 穴の調整



図 4 高圧蒸気滅菌



図 5 椎茸菌の接種



図 6 増殖の様子

② 竹の主要成分(カルシウム・カリウム・ナトリウム)がきのこ菌糸の増殖に及ぼす影響(独自特許技術の応用)

竹の影響がきのこ菌糸の増殖に大きな影響を与えていることを①の実験で検証できた結果、竹に含まれるどの成分がきのこ菌の増殖に影響を及ぼしているのかを突き止めるため、竹の主要成分を調べた。日本粉末薬品株式会社掲載のデータにおいて、カリウム、ナトリウム、カルシウムの3つの成分が多く含まれていることが判明したため、米ぬかにそれぞれの成分の塩化物(塩化カリウム、塩化ナトリウム、塩化カルシウム)の規定量を水溶液として添加して実験を行った。なお、菌床の製造方法は①と同様に行った。

今回の実験においては、私達自身で取得した特許「子実体栽培方法」、特許第 6675573 号の特許技術を用いることにした。(図 7,8)



図 7 特許証 1

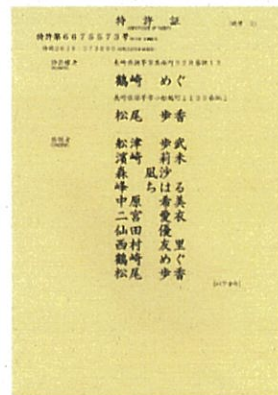


図 8 特許証 2

③ 菌床専用袋によるきのこの発生実験

①②のバイオポットでの実験では、菌床がまん延・熟成してもきのこを発生させることはできない。そのため、栽培農家が使用している菌床専用袋を用いて実験を行った。

専用袋に入れる基材は1,000gとし、滅菌後、クリーンベンチ内で各きのこ菌を接種し、袋をシーラーで密閉した。その後、22～25℃、湿度60～70%に保たれたインキュベータ内で光（明るさ）は日中50～300ルクスになるように管理して培養を行った。1週間に一度、菌床専用袋の上下段を入れ替え、きのこ菌糸の成長の具合をmm単位で毎日測定した。なお、再現性のあるデータを得るために、同一条件のバイオポットを3袋準備し、その平均値をデータとした。

④ 竹による抗菌効果の実証実験

竹の抗菌効果の実証実験に関しては、竹添加割合実験を行った際、添加割合が増加するとコンタミノンが減少する傾向にあることを発見し、その要因を調べるために次のような実験に取り組んだ。

- 1)用いる竹は「孟宗竹」「真竹」「混合竹（企業から依頼された竹）」を用い、菌の種類は一般生菌群、大腸菌群、不完全菌類、担子菌類（椎茸菌・舞茸菌・キクラゲ菌）で行った。
- 2)培地は標準寒天培地及びデオキシコレート寒天培地に竹パウダーを0.1%ずつ添加し、溶解、高圧蒸気滅菌（121度、15分間）した後、滅菌シャーレに入れ、試験培地とした。
- 3)供試菌1g（10%）を0.9%生理食塩水にクリーンベンチ内で採取し、シェーカーで攪拌する。その後、38度の保たれたインキュベータ内で48時間増殖させた。
- 4)増殖させた供試菌をクリーンベンチ内で竹パウダー入り平面培地にマイクロピペットにて10μl採り、コンラージ棒を用いて塗布した。
- 5)平面培地は上下逆さにした後、袋に入れ、38度に保たれたインキュベータ内にて24時間～48時間培養した。なお、コントロール区として竹パウダーを入れていないものも併せて準備した。また、再現性のあるデータを得るために同一条件の平面培地を3枚準備し、その平均値をデータとした。（図9-17）



図9 青かび(コンタミ)発生



図10 生理食塩水調整



図11 高圧蒸気滅菌操作



図12 菌の摂取



図13 菌の混入



図14 菌の塗布

⑤ きこの菌床栽培農家での実証実験

③と同様の方法で作った菌床を地元諫早できのこの菌床栽培を行っていらっしゃる長山智久氏の培養ハウスをお借りして、実際の栽培現場でも栽培できるかを実証実験させていただいた。(図 15-17)



図 15 農家研修

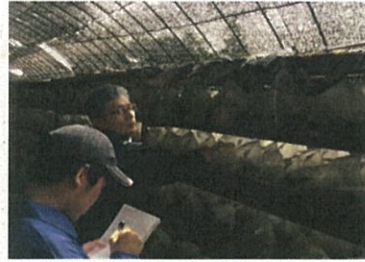


図 16 菌床栽培の説明



図 17 長山智久氏(左端)

3 実験結果

① 竹の添加量がきのこ菌糸（椎茸・舞茸・キクラゲ）の増殖に及ぼす影響

各きのこ菌の栄養源となる米ぬか竹の混合割合を 0%~100% (10%間隔) で実験を行った。結果は下記に示す通りである。

<椎茸>

配合割合 0%は米ぬかのみ, 100%は竹のみとなる。バイオポット全体に椎茸菌が十分にき渡った時点をもん延 (バイオポットの高さ: 120mm) とする。

竹の添加割合と米ぬかを比較すると竹添加割合 60%以上の場合, 60 日目に椎茸菌がまん延していることが分かる。しかし, 竹添加割合 0%の米ぬかのみでは 120 日間時間がかかり, その増殖スピードは約 2 倍で 60 日間の差があることが分かった。(表 1, 図 18)

<舞茸>

竹の添加割合と米ぬかを比較すると竹添加割合 50%以上の場合, 30 日目に舞茸菌がまん延していることが分かる。しかし, 竹添加割合 0%の米ぬかのみでは 90 日間時間がかかり, その増殖スピードは約 3 倍で 60 日間の差があることが分かった。(表 2, 図 19)

<キクラゲ>

竹の添加割合と米ぬかを比較すると竹添加割合 70%以上の場合, 50 日目にキクラゲ菌がまん延していることが分かる。しかし竹添加割合 0%の米ぬかのみでは 120 日間時間がかかり, その増殖スピードは約 2.4 倍で 70 日間の差があることが分かった。(表 3, 図 20)

表 1 竹の割合が椎茸菌の増殖に及ぼす影響 (mm)

	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
0日目	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10日目	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20日目	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30日目	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
40日目	0	12.0	14.0	20.0	23.0	30.0	37.7	41.0	59.7	62.0	62.0
50日目	6.0	45.0	56.0	67.0	67.0	67.0	78.0	86.3	103.0	113.0	113.0
60日目	15.0	80.0	90.0	87.0	99.0	116.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0
70日目	60.0	97.0	108.0	110.0	113.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0
80日目	80.0	100.0	115.0	116.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0
90日目	100.0	115.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0
100日目	110.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0
110日目	114.0	116.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0
120日目	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0

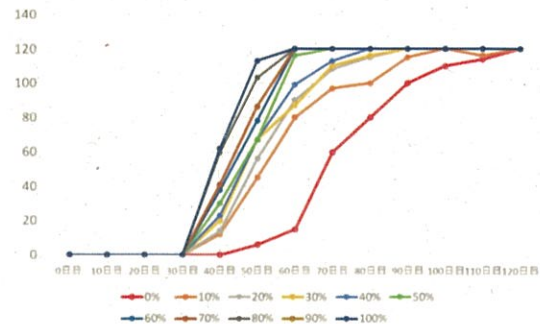


図 18 竹の割合が椎茸菌の増殖に及ぼす影響(mm)

表 2 竹の割合が舞茸菌の増殖に及ぼす影響 (mm)

日数	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
0日目	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10日目	2.0	10.0	12.0	0	0	7.7	15.7	12.0	17.7	48.3	27.0
20日目	21.7	56.0	40.0	9.3	39.7	83.3	86.0	52.7	64.7	74.3	79.3
30日目	54.7	107.3	111.7	109.3	109.3	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0
40日目	73.7	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0
50日目	91.7	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0
60日目	106.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0
70日目	107.7	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0
80日目	116.7	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0
90日目	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0
100日目	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0
110日目	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0
120日目	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0

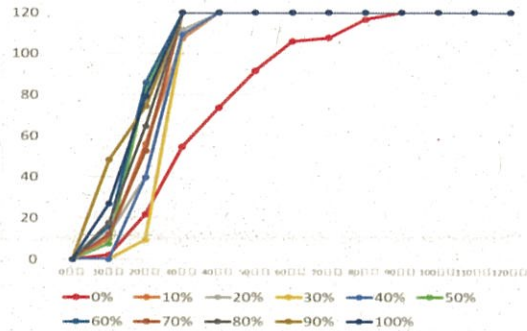


図 19 竹の割合が舞茸菌の増殖に及ぼす影響(mm)

表 3 竹の割合がキクラゲ菌の増殖に及ぼす影響(mm)

日数	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
0日目	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10日目	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20日目	2.3	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	23.3	23.3	26.7	17.7
30日目	95.7	33.7	43.3	91.0	62.0	49.0	49.0	75.0	70.3	77.0	77.0
40日目	104.3	73.3	93.0	106.0	102.0	95.0	95.0	113.3	114.7	114.3	116.7
50日目	109.0	101.0	108.7	111.3	110.0	110.0	110.0	120.0	120.0	120.0	120.0
60日目	109.3	108.0	115.3	119.3	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0
70日目	112.7	114.7	117.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0
80日目	113.7	115.7	117.7	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0
90日目	114.3	115.7	118.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0
100日目	114.3	119.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0
110日目	115.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0
120日目	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0

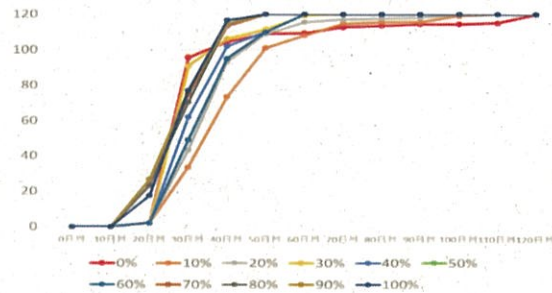


図 20 竹の割合がキクラゲ菌の増殖に及ぼす影響(mm)

② 竹の主要成分が各キノコ菌糸 (椎茸・舞茸・キクラゲ) の増殖に及ぼす影響 (独自特許技術の応用)

竹の影響が各きのこ菌糸の増殖に大きな影響を与えていることを①の実験で検証できた結果、竹のどの成分が椎茸菌の増殖に影響を及ぼしているのかを突き止めるため、竹の主要成分を調べた。日本粉末薬品株式会社掲載のデータにおいて、カリウム(835mg/100g)、ナトリウム(15mg/100g)、カルシウム(450mg/100g)の3つの成分が多く含まれていることが判明したため、米ぬかにそれぞれの成分の塩化物(塩化カリウム、塩化カルシウム、塩化ナトリウム)を規定量(日本粉末食品データ量)添加して実験を行った。(表4)

<椎茸>

竹の主要成分で最も影響が大きかったのは、カルシウム+ナトリウム+カリウムで60日目にまん延している。これは竹とほぼ同じ期間でまん延しておりコントロール区(米ぬか)が90日間かかるのに対し、30日間の差があることが分かりました。また、次に影響が大きいののはカルシウムが含まれている成分であった。結果的に竹とほぼ同様の結果であり、コントロール区(米ぬか)のみと比較して1.5倍のスピードで椎茸菌が増殖することが分かった。(表5,図21)

<舞茸>

竹の主要成分で最も影響が大きかったのは、カルシウム+ナトリウム+カリウムで50日目にまん延している。これは竹とほぼ同じ期間でまん延しておりコントロール区(米ぬか)が90日間かかるのに対し、40日間の差があることが分かりました。また、次に影響が大きいののはカルシウムが含まれている成分であった。結果的に竹とほぼ同様の結果であり、コントロール区(米ぬか)のみと比較して1.8倍のスピードで舞茸菌が増殖すること

が分かった。(表 6, 図 22)

<キクラゲ>

竹の主要成分で最も影響が大きかったのは、カルシウム+ナトリウム+カリウムで 60 日目にまん延している。これは竹とほぼ同じ期間でまん延しておりコントロール区 (米ぬか) が 120 日間かかるのに対し、60 日間の差があることが分かりました。また、次に影響が大きいのはカルシウムが含まれている成分であった。結果的に竹とほぼ同様の結果であり、コントロール区 (米ぬか) のみと比較して 2.0 倍のスピードで椎茸菌が増殖することが分かった。(表 7, 図 23)

以上の結果を踏まえて、実際に地元諫早市でこの栽培を行っていらっしゃる農家「長山智久氏」のご助言で、栽培用菌床袋を用い、検証実験に取り組むこととした。

表 4 竹の成分表 (日本粉末薬品株式会社分析データ)

成分	mg/100g
カリウム	835
ナトリウム	15
カルシウム	450

表 5 竹の主要成分が椎茸菌の増殖に及ぼす影響 (mm)

日数	KCl	NaCl	CaCl ₂	KCl+NaCl	KCl+CaCl ₂	NaCl+CaCl ₂	KCl+NaCl+CaCl ₂	Cont	竹
0日目	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10日目	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20日目	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30日目	0	0	0	0	0	0	10.7	0	0
40日目	0	43.3	24.3	37.7	0.0	41.0	59.7	6.0	62.0
50日目	43.3	99.0	86.3	68.0	14.3	86.3	103.0	15.0	113.0
60日目	99.0	113.0	118.0	87.0	116.0	118.0	120.0	60.0	120.0
70日目	113.0	118.0	120.0	114.0	120.0	120.0	120.0	80.0	120.0
80日目	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0	100.0	120.0
90日目	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0
100日目	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0
110日目	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0	100.0	120.0
120日目	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0

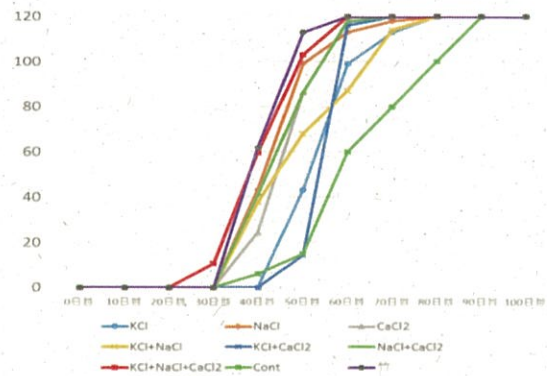


図 21 竹の主要成分が椎茸菌の増殖に及ぼす影響 (mm)

表 6 竹の主要成分が舞茸菌の増殖に及ぼす影響 (mm)

日数	KCl	NaCl	CaCl ₂	KCl+NaCl	KCl+CaCl ₂	NaCl+CaCl ₂	KCl+NaCl+CaCl ₂	Cont	竹
0日目	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10日目	48.3	2.0	38.0	4.0	34.0	8.0	48.3	2.0	27.0
20日目	74.3	23.0	65.0	26.0	54.0	15.0	74.3	21.7	79.3
30日目	105.0	45.0	80.0	56.0	78.0	45.0	105.0	54.7	100.0
40日目	110.0	78.0	100.0	76.0	98.0	67.0	110.0	73.7	112.0
50日目	120.0	100.0	110.0	96.0	105.0	100.0	120.0	91.7	120.0
60日目	120.0	105.0	120.0	100.0	120.0	113.0	120.0	106.0	120.0
70日目	120.0	110.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0	107.7	120.0
80日目	120.0	115.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0	116.7	120.0
90日目	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0
100日目	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0
110日目	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0
120日目	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0

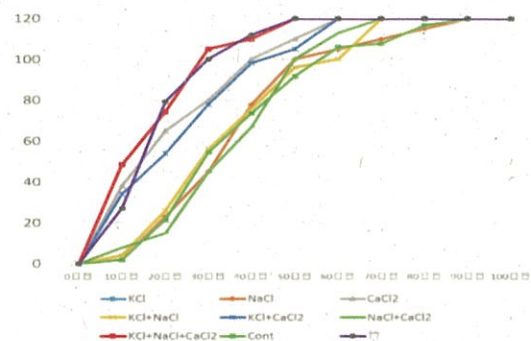


図 22 竹の主要成分が舞茸菌の増殖に及ぼす影響 (mm)

表7 竹の主要成分がキクラゲ菌の増殖に及ぼす影響 (mm)

日数	KCl	NaCl	CaCl ₂	KCl+NaCl	KCl+CaCl ₂	NaCl+CaCl ₂	KCl+NaCl+CaCl ₂	Cont	竹
0日目	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10日目	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20日目	2.0	2.0	23.3	2.0	2.0	23.3	26.7	0	17.7
30日目	43.3	43.0	56.0	33.7	49.0	56.0	77.0	23.0	77.0
40日目	93.0	67.0	78.0	73.3	89.0	78.0	89.0	45.0	98.0
50日目	108.7	79.0	98.0	88.0	105.0	89.0	106.0	67.0	115.0
60日目	115.3	99.0	105.0	98.0	112.0	99.0	120.0	78.0	120.0
70日目	117.0	105.0	120.0	106.0	118.0	106.0	120.0	90.0	120.0
80日目	117.7	107.0	120.0	110.0	120.0	120.0	120.0	105.0	120.0
90日目	118.0	110.0	120.0	115.0	120.0	120.0	120.0	114.3	120.0
100日目	120.0	113.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0	118.0	120.0
110日目	120.0	115.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0	119.0	120.0
120日目	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0

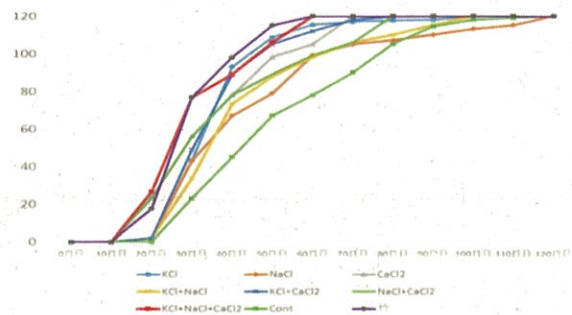


図23 竹の主要成分がキクラゲ菌の増殖に及ぼす影響 (mm)

③ 菌床専用袋による実証実験

検証実験は、バイオポットと同様の方法で行った。結果は、下記のとおり椎茸菌・舞茸菌及びキクラゲ菌のまん延・熟成期間においてもバイオポットと同様に1.5倍から3倍のスピードで熟成した。また、地元きのこ栽培農家の長山智久氏の助言通り、菌床専用袋を熟成した後に袋を破り、水の中に浸漬させた。このことにより、菌床内の菌糸に刺激を与え、きのこが発生する要因となる。結果的に培養棚に置き、定期的に1時間水を散布することにより、きのこの発生に成功した。発生したきのこ（椎茸・舞茸・キクラゲ）を市販のものと比較するため食味をしたところ、味、品質面でほとんど変わらないことが分かった。(図24-29)



図24 椎茸菌床 (熟成)



図25 椎茸発生



図26 舞茸菌床 (熟成)



図27 舞茸発生



図28 キクラゲ菌床 (熟成)



図29 キクラゲ発生

④ 竹による抗菌効果の実証実験

竹の抗菌効果がある可能性を発見したのは、竹パウダーの添加割合実験において、添加割合が高ければコンタミ発生率(%)が低いことが判明した。この結果は椎茸のみだけではなく、舞茸、キクラゲにおいても同様の結果が得られました。(表8,図24)

そこで、竹の抗菌効果の実験を行った結果、一般細菌群、大腸菌群、不完全菌類においては、各種の竹において菌の発生が無かったため抗菌効果が認められた。また、担子菌類(椎茸菌、キクラゲ菌、舞茸菌)においては、竹を添加した培地において菌の発生が認め

られた。従って今回の内容は一般細菌や大腸菌、かび菌などの発生において竹の抗菌効果が認められる結果を得られた。このことはきのこの菌床栽培を行う上で、コンタミ発生しないことが確認されたので発生するきのこの品質面で安心・安全が期待される。(表 9)

表 8 竹添加割合が菌床のコンタミ発生率 (%) に及ぼす影響

竹添加割合	椎茸	舞茸	キクラゲ
0%	33	33	33
10%	33	33	33
20%	33	22	33
30%	33	22	22
40%	22	22	22
50%	22	11	11
60%	22	11	11
70%	11	11	11
80%	11	11	11
90%	11	11	11
100%	0	0	0

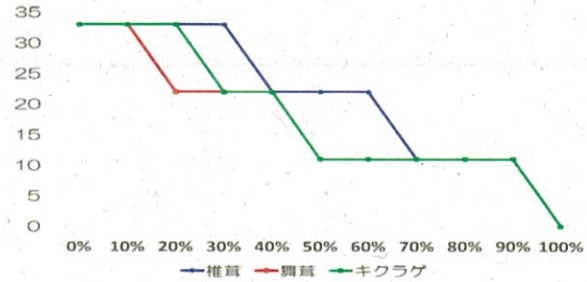


図 30 竹添加割合が菌床のコンタミ発生率に及ぼす影響

表 9 竹の抗菌作用が各種菌類に及ぼす影響

各種菌類	コントロール区	真竹	孟宗竹	混合(依頼)竹
一般生菌群	D	N.D	N.D	N.D
大腸菌群	D	N.D	N.D	N.D
不完全菌類(カビ類)	D	N.D	N.D	N.D
担子菌類(椎茸菌)	D	D	D	D
担子菌類(舞茸菌)	D	D	D	D
担子菌類(キクラゲ菌)	D	D	D	D

D:Detected N.D.:Not Detect

⑤ きこの菌床栽培農家での実証実験

学校での検証結果をもとに、実際に諫早市内で唯一、椎茸菌床栽培を行っていらっしゃる長山智久氏の培養ハウスで実証実験を行った。結果は、学校での結果と同様に椎茸菌 2 倍・舞茸菌 3 倍・キクラゲ菌 2.4 倍増殖スピードが速いことが分かった。

以上の結果より、実際の栽培現場においても十分適用することから、生産者への技術提供ができると考えられる。(表 10,図 31-36)

表 21 竹の添加割合が各種きのこの増殖に及ぼす影響 (mm)

日数	control	椎茸	舞茸	キクラゲ
0日目	0	0	0	0
10日目	0	0	7.7	2.0
20日目	2.0	18.3	49.7	42.3
30日目	21.7	77.7	97.7	133.0
40日目	52.0	113.3	135.0	135.0
50日目	65.7	135.0	135.0	135.0
60日目	73.0	135.0	135.0	135.0
70日目	90.3	135.0	135.0	135.0
80日目	96.0	135.0	135.0	135.0
90日目	102.7	135.0	135.0	135.0
100日目	109.3	135.0	135.0	135.0
110日目	112.7	135.0	135.0	135.0
120日目	113.0	135.0	135.0	135.0
130日目	117.7	135.0	135.0	135.0
140日目	123.3	135.0	135.0	135.0
150日目	135.0	135.0	135.0	135.0

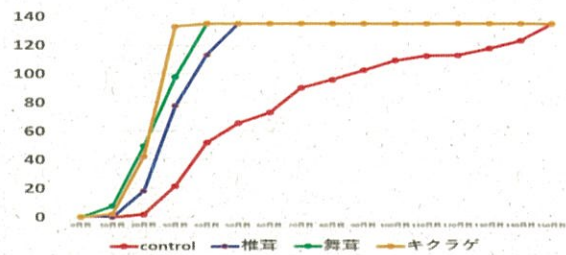


図 31 竹の添加割合が各種きのこの増殖に及ぼす影響 (mm)



図 32 地元栽培農家



図 33 椎茸発生



図 34 キクラゲ発生

4 研究のまとめ

① 竹の添加量がきのこ菌糸（椎茸・舞茸・キクラゲ）の増殖に及ぼす影響

竹とコントロール区（米ぬか）を比較すると椎茸では、竹において60%以上添加した場合、60日目には菌がまん延し、増殖スピードは約2倍であった。舞茸では50%以上添加した場合、30日目にまん延し、増殖スピードは約3倍であった。キクラゲでは70%以上添加した場合、50日目にまん延し、増殖スピードは約2.4倍であった。

② 竹の主要成分がきのこ菌糸（椎茸・舞茸・キクラゲ）の増殖に及ぼす影響

竹の主要成分で最も影響が大きかったのは椎茸、舞茸、キクラゲ共にカルシウム＋ナトリウム＋カリウム混合であり、次に影響があるのはカルシウムが含まれている成分であった。結果的に竹とほぼ同様の結果であり、米ぬかのみと比較しても竹と同等のスピードで各種きのこ菌糸が増殖することが分かった。

③ 菌床専用袋によるきのこの発生実験

検証実験は椎茸菌のまん延に必要な生育期間において、同様の結果を得た。また、その増殖スピードもバイオポットと同じスピードで増殖した。

④ 竹による抗菌効果の実証実験

竹の抗菌効果実験の結果一般細菌群、大腸菌群、不完全菌類は菌の発生がなく、各種の竹で抗菌効果が認められた。また、担子菌類は竹添加培地で菌の発生が認められた。よって竹を用いた菌床栽培は雑菌の混入を防ぎ、きのこ栽培が可能であることが証明された。

以上の結果をまとめると、一般細菌や大腸菌及びかび類などの雑菌（コンタミ）としてきのこの安心・安全にとって、負の要因は竹の抗菌効果によって押さえることができることが分かった。このことは、きのこの菌床栽培を行う上で、品質面において信頼のできる栽培が可能であることが証明された。

⑤ きんこの栽培農家での実証実験

地元の菌床栽培農家、長山智久氏の栽培ハウスで実証実験した結果、各種きのこ菌は増殖スピードが早くそして、きのこの発生も品質面も良品が確認できた。また、令和3年4月から地元菌床栽培企業（株式会社 ファインライフ 中根 寛チーフ）において、本校の技術を用いて栽培をしたいと言われ、現在、実際に栽培されており事業化が実現した。さらに、栃木県の江田有機栽培農園（江田 一幸氏）においても技術提供の依頼があり、私達の研究成果は地元のみならず全国への普及活動が進み始めている。

以上の結果から、日本全国の放置竹林対策に悩まれている事業所や農家の方々へ私達の研究成果が普及することにより、今後の竹の消費量も増加が見込め、放置竹林対策に陰ながら役に立つと期待される。

5 考察

本研究で得られた結果から、今まで放置竹林の問題解決として竹に新しい可能性を見出すことができ、しかもその技術は私達が自分たちで新しく取得した技術を用いることにより、解決することができた。また、今回、竹をきのこの菌床に添加することにより、抗菌効果が実証され、竹100%ではカビや雑菌などのコンタミが全く発生しないことを突き止めた。このことは、東京農工大学教授 吉田誠氏の論文にも類似している点が掲載されており、私達が実験に取り組んだ成果は正しいことが証明された。さらに、食の安心・安全

にも繋がり市場で販売する上に置いても PR するポイントにもなると考えられる。

今回、地元きのこ生産農家の方と連携し、各種きのこ類の実証実験に成功し、実際に地元企業において事業化され、さらに、全国への普及活動が進んでいる。さらに、環境省や読売新聞の方から「全国的に問題となっている放置竹林の解決に向けての糸口になる。」と意見を頂いた。

また、今回の実験成果を長崎県内の菌床栽培農家で実用化が実現すると、年間の竹の消費量は 166 万本で、これはドラム缶 8,300 本分に相当する。費用に換算すると年間 1,890 万円となり、おがくずと比較してもほとんど変わらず、経営する場合においても十分採算が合うと期待される。

以上のような観点から、竹から新技術（特許技術）によって地元のみならず、全国的にも問題となっている放置竹林困窮農家の問題解決に繋がる取り組みのお手伝いのできたのではないかと考える。また、私達が取り組んできたことは最近の里山の浸食、生態系の単純化、土壌保持力低下のために起きる土壌災害を防ぐことにも役立ち、そのことが、地球環境にも優しく、さらに、産業的にも大きな期待感があると考えられる。

6 今後の課題

- ① 本校の独自取得の特許技術及び菌床栽培の安全性を根拠とした菌床栽培法の普及活動
- ② 多種きのこへの応用

今後は今まで取り組んできた成果をより多くの方々に知っていただくために、地元の農家や企業、そして、大学や専門機関でのイベントや文化祭などの一般公開の機会により多くの方々に向けて積極的に啓発活動に取り組んでいきたいと考える。

7 謝辞

本研究を進めるにあたり、ご協力いただいた SHOJI（ショージ）株式会社林田康三氏、NK 技研株式会社津村弘祐氏、椎茸農家長山智久氏、長崎県工業技術センター河村俊哉氏をはじめ多数の方々のご協力を賜りましたことを決して忘れません。ありがとうございました。また、日頃から学校で懇切丁寧にご指導を賜りました顧問の先生方、夜遅くまで自宅で支えていただいた両親に心から感謝いたします。本当にありがとうございました。

8 参考文献

- 1) 日本きのこセンター、「よくわかるきのこ栽培」, 家の光協会, 1-262(1985)
- 2) 高島幸司・中田祐治・吉田誠, 「竹材オガコによるヒラタケ菌床栽培」, 日本きのこ学会誌, Vol24(2)71-76(2016)
- 3) 寺岡文雄・高橋純造, 「竹エキスの抗菌性と歯科への応用に関する研究(第1報) 竹エキスと濃度と抗菌性との関係」, 歯科材料・器械, 14, 219-224(1995)
- 4) 松岡幸恵・大橋めぐみ・熊谷洋, 「山口県産(孟宗竹)の無機成分含量」, 山口県環境保健研究センター(現山口環境保健所)