

# 竹林は地域の宝だ！

竹林を整備

竹資源の高度・多段階利用

地域バイオマス活用による事業創出

特定非営利活動法人グリーンネットワーク

(株)グリーンネット・エンジニアリング

<http://www.greennetwork.or.jp>

# 竹林の現状

## ◇ 竹林面積

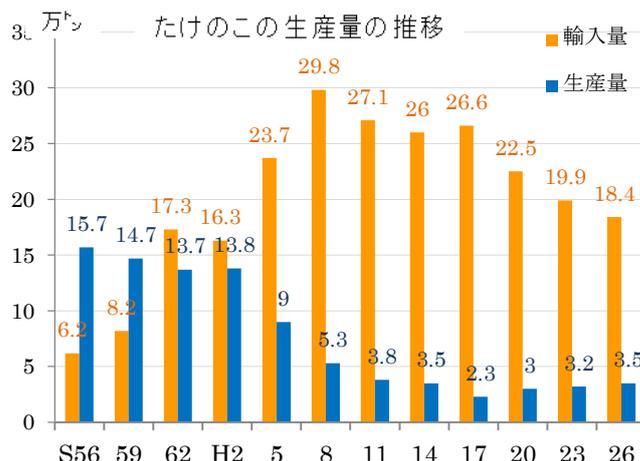
- ・微増傾向が続いているが地域的には手入れが行き届いていない地域で拡大している
- ・森林への侵入拡大(占有率 25%以上)面積を加えると 42 万 ha となり、右図面積の 3 倍近い状態にある



資料：林野庁「森林資源の現況」（各年の3月31日現在の数値）

## ◇ タケノコの需要

- ・国内生産量は S 50～60 年代の 16 万トンから 1/5 の 3～4 万トン程度と大幅に減少となっており、中国を主とする輸入量は約 20 万トンと国内の 7 倍となっている
- ・その原因は
  - (1) 安価な中国産の輸入増による需要減
  - (2) 竹製品のプラスチック製品化
  - (3) 竹林所有者・管理者の高齢化



資料：林野庁業務資料



⇒ 樹脂製品化

## ◇ 放置竹林は防災上悪影響

- ・放置された竹林は浅い地下に密集して根を張るので豪雨時には浸透せずに池状態になり地滑りや土砂崩れが発生しやすい
- (右図写真は H28 年の台風 16 号熊本の竹林崩壊現場)



# 竹の 100%活用ビジネスお手伝いします

## ◇ 竹林整備ボランティア・大企業環境CSR活動 お手伝いします

### ◇ 講演・セミナー随時承ります

- ・乳酸発酵竹粉の多用途活用事例
- ・農業の六次産業化（制度の仕組み、認定制度、助成金等）
- ・竹 100%多段階活用ビジネスの提案・支援（農業・畜産・バイオマスプラスチック・ヘルス商品・食品等）
- ・事業化ビジネスモデル構築支援等々



### ◇ 新たなバイオマス活用に関する持続可能な事業創出支援

- ・六次産業化総合化事業計画申請業務（含むプランナーの紹介、行政との調整他）
- ・各種助成金・補助金の情報提供及び申請支援業務
- ・経済性分析・LCA(Life Cycle Assessment) 支援業務



### ◇ 竹粉の多用途実証試験及び材料の提供引き受け

例えば

- ・竹粉製造機実機見学幹旋
- ・竹粉の微粉碎試験（機械装置の紹介、試験立ち会い等）
- ・農業分野（施肥効用測定）、畜産・ペット飼料分野（消臭効果測定）
- ・工業製品（バイオマスプラスチック）の装置見学、物性値測定他
- ・ヘルス&ビューティ商品の機能試験他
- ・食品機能試験他
- ・竹粉活用に関するハード・ソフト 技術的蓄積あり  
協同試験・開発等、対応いたします



真空アルミパック

### ◇ 高品質乳酸発酵竹粉安価提供

- ・一次破碎（粒度300 $\mu$ ）および二次破碎（50 $\mu$ 以下）
- ・500g（アルミパック）～50kg（ポリ袋）単位で販売

### ◇ 竹関連機械装置の販売 （注）性能等別記参照

高速竹粉製造機



真空包装装置



二次破碎機



低温真空乾燥機



# 竹資源の高度・多段階利用による事業創出 概略

## ◇ 第一段階用途（前処理作業 事業化よりコストの回収が主）

放置竹林整備

⇒

チップ化

⇒



木材



竹



粉碎したチップは堆肥などの土壌改良材や雑草の発生を抑制するマルチング材など、幅広い用途に利用できます。  
※粉碎の最後に排出される大きなチップ(ピンチップ)が混じります。

- ・ 枯竹・古竹・小枝や枝葉・木材の処理
- ・ チップは堆肥化や燃料に利用
- ・ **太い新しい竹は遺して整備竹林にする**
- ・ 第二段階用途で本格事業化を図る

## ◇ 第二段階用途（高品質乳酸発酵竹粉の生産）

- ・ 竹は1年で成木となり、竹林整備継続することで竹林は再生循環出来る



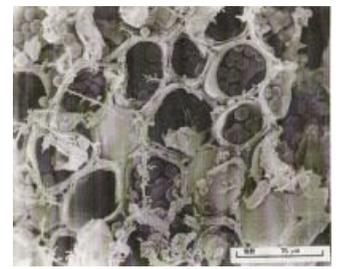
整備竹林



高速竹粉製造機



300 $\mu$  乳酸発酵竹粉



粉末内部多孔質

- ・ 竹林整備後、2~3年経過した竹を高速竹粉製造機で300 $\mu$ の粉末を生産。竹由来の乳酸菌が発酵
- ・ 竹はイネ科に属し、乳酸発酵竹粉にケイ酸が多く含まれている
- ・ **乳酸菌とケイ酸の働きに注目し事業化を展開**

## ◇ 第三段階用途（工業製品 微粉末竹粉の生産）

- ・ 乳酸発酵竹粉を二次破砕機で更に微粉碎して高付加価値商品化事業が可能



- ・ 粒度を数十 $\mu$ にして、食品・サプリメント・化粧品等の工業用途に発展

- ・ 竹に適した微粉末機械の選定が重要

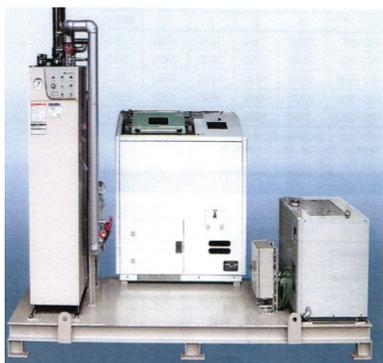
例

- ・ 30 $\mu$ 程度の微粉末は食品一般及び健康食品・化粧品に入れて使用されている

- ・ **第四段階・第五段階の材料として活用**



#### ◇ 第四段階用途 工業製品化（竹粉からエキスを抽出生産）



- ・乳酸発酵竹粉からエキスを抽出することができ、高機能・高付加価値商品の事業化が可能
- ・通常はアルコールを溶媒として分離抽出するが、左図の装置はアルコール不使用。低温で材料に変質なく固体と液体に分離が可能
- ・若竹の粗粉碎材料を投入すると竹の繊維が取れ、竹布等竹繊維の活用が出来る
- ・竹に限らず、植物全般にこの技術は応用可能  
ハーブ・果実・花卉・農作物非食用部等・・・・・・・・

#### ◇ 第五段階用途 工業製品化（バイオマスプラスチックの生産）



- ・特殊混合熔融装置使用により高濃度の竹バイオマスプラスチックが生産可能
- ・従来の木質バイオマスプラスチックは木質濃度10%の商品が主流  
ウッドプラスチックは濃度50%が限度で押出成型・またはプレス成型のみでパレット・デッキ等簡単形状のみ
- ・本方式は竹粉濃度60-70%混合熔融でき、射出成型製品も生産可能
- ・竹粉の含有ケイ酸効果により、強度・耐熱性のアップ、抗菌性もある
- ・PLAプラスチックに入れ生分解性メリットもあり
- ・PLA・タルク等より比重小さく、軽量化が可能
- ・実証試験実施済みであるが、個別製品ごとに材料・製造法の開発試験が必要

#### ◇ 第六段階用途（その他）

その他の高品質乳酸発酵竹粉利用の用途を紹介する

1. 糠床 : ・乳酸発酵竹粉 400g 米ぬか 600g を基準、つまり竹粉 40%入りの糠床  
・従来の糠床と違って乳酸菌は嫌気性菌なので混ぜる必要が無いのが利点  
・乳酸菌・酵母・アミノ酸等の効果でさっぱりした味となり好評である  
・販売価格は¥1,000/kg程度
2. ペット飼料 : ・室内飼育の犬、猫の糞尿の消臭対策としてお勧め 室内臭気改善  
・飼料に1~2%程度混入すること糞尿の臭いが軽減できる  
・実験によればアンモニア臭より、悪臭度の高いメチルメルカプタンや硫化水素などの成分が減少することが良い効果をもたらしている
3. その他 : ・お茶に耳かき程度混入することで、便秘改善効果あり  
・焼酎にしている例もある

# 高度・多段階利用による事業創出 詳細

## 第一段階 竹林整備 初期作業

事業化に向かない竹材の処理  
 整備竹林のインフラ整備の役割  
 処理の産物からコストの回収を図る 燃料・堆肥混入（水分調整・発酵促進）等  
 里山環境改善・生物多様性改善・周囲への竹浸食の予防  
 ボランティア・環境CSR活動の支援

## 第二段階用途 ① 農業分野への実践と事業化

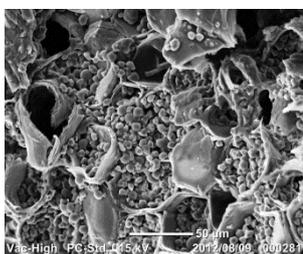
農業への活用

主な効用

農業・  
畜産・  
食品等

農業資材  
飼料資材  
食品資材

パウダー直接・堆肥添加 発酵促進・微生物活性・収量増  
糖度アップ・硝酸態窒素減少  
 パウダー直接・飼料添加 整腸、成長促進、糞尿消臭  
 パウダー・乳酸発酵（糠床） 発酵促進  
 食物繊維入りの機能食品に 整腸性



### 竹粉の多孔質構造

- ・竹由来の乳酸菌を効率良く発酵するには竹齢1～2年竹より3～4年竹が適する（孟宗竹）
- ・竹粉製造時は軸に直角に切削する
- ・幹内の維管束の2μmの孔で粉末内の多孔質(左図)
- ・植物性乳酸菌数10億個/g生息
- ・維管束の壁の細胞にケイ酸が存在し、動物の骨の役割をしている

### アミノ酸

- ・竹粉に約20種類のアミノ酸あり。ギャバγアミノ酪酸も発酵により増える  
黄色は人間の必須アミノ酸である
- ・サプリメントとして最近評判のギャバ（γアミノ酪酸）もあり、発酵が進むと増加の傾向にある

単位 mg/100g	ホス ファチ ジル セル ン	アス パラ ギン サン	ス レ オ ニ ン	セ リ ン	グル タミ ン 酸	グリ シ ン	アラ ニ ン	シト リ ン	アル ファ ラ ン	バ リ ン	イ ロ イ シ ン	ロ イ シ ン	チ ロ シ ン	フェ ニ ール アラ ニ ン	γ アミ ノ 酪 酸	オル ニ チ ン	プロ リ ン	リ ジ ン	合計
粉末300μ	5	10	2	1	15	12	54	8	9	16	11	18	11	8	31	8	21	15	255
粉末50μ	12	28	11	7	7	17	40	14	2	22	12	22	12	11	63	16	57	19	389

### 特殊肥料

都道府県届出可能

水分	EC	pH	粗灰分	T-N	T-C	C/N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O
30.5	1.92	4.2	1.2	0.32	47.8	149	0.08	0.05	0.11	0.8	0.01

## 飼料成分 食物繊維

- ・竹由来の原料であり飼料届出可能
- ・食物繊維が多いので人間の食品としても、
- ・乳酸菌と共に胃腸には良い働きをする

g/100g dry	水分	蛋白	脂質	灰分	食物繊維
300μ	28.92	0.82	0.81	0.62	71.74
50μ	8.92	1.94	0.94	2.03	81.74

## 土壌微生物の活性化

- ・微生物活性値が高いのはフカフカ土壌で作物には良い
- ・化学肥料より有機栽培の方が土壌中の微生物活性度は高い
- ・乳酸発酵竹粉末を施肥するとさらに土壌活性化がすすむ
- ・発根や厚葉効果が見られ糖度が増し硝酸イオン値が低減される

## 植物性ケイ酸の効果

### 農業への活用

- ・竹はイネ科で稲と同様にケイ酸含有量が多い
- ・光合成が盛んに働き、生育に大きく貢献する。  
理由はケイ酸は石英・ガラス成分なので農作物の葉に吸収されて太陽光に当たると、反射して成長促進・根の吸収を働かせる
- ・糖度増加・硝酸態窒素の削減等に作用する

### 工業への活用

- ・プラスチックへの複合で強度・耐熱性向上
- ・工業製品としての水溶性珪素がサプリメントとして大きな効果をもたらす
- ・諸外国や医療の学会でも盛んに取り上げられている。
- ・植物性ケイ酸として含有量を分析し、人間だけでなく植物・工業製品にも効用が出るのではないか、竹で検証中ある

## 竹のケイ酸分析データ

分析項目	単位	分析結果	分析方法
水溶性ケイ酸 (W-SiO <sub>2</sub> )	mg/kg	59	肥料分析法 4.4
ク溶性ケイ酸 (C-SiO <sub>2</sub> )	mg/kg	76	肥料分析法 4.4 <sup>1)</sup>
可溶性ケイ酸 (S-SiO <sub>2</sub> )	mg/kg	78	肥料分析法 4.4
ケイ酸全量 (SiO <sub>2</sub> )	mg/kg	3300	肥料分析法 4.4

## 第二段階用途 ② 竹粉の作り方

### 高速竹粉製造機



#### 本体機械主要仕様

電源	三相交流 200V
モーター切削用	18.5kW 4 P(全閉外扇形) (定トルク)
送り装置用	5kW ACサーボモーター
クランプ用	3.5kW ACサーボモーター
集塵装置用	2.2kW 2P
主軸回転数	選択式 500・800・1000・1500・1800
送り装置速度	1~200cm/min (数値入力)
竹加工可能範囲	直径 60~180cm 全長 300~4200mm
機械サイズ	全長 5900mm 巾 1400mm 高さ 1520mm
カッターチップ	チップ数 28チップ (超硬製チップ市販品)

#### 竹粉製造機の特徴

- 1.高い生産性  
竹粉 800 kg~1000 kg/日
- 2.切削騒音低減  
通常切削騒音は 80~90 dB
- 3.チップ耐久性  
市販の超硬製チップ使用  
寿命 50Hr(4 辺利用)
- 4.竹粉粒度 300 $\mu$   
カッター 1500 回転  
竹送り速度 80cm/min
- 5.多孔質粉末・乳酸発酵



竹粉集塵装置

MY-150XN 型 2.2 kW  
風量 33 m<sup>3</sup>/min 200L 収量  
重量 70kg



真空包装機

NL46-P60 型  
5 kg 真空パック用  
重量 270 kg



二次破碎機

DD-2 型 3.7 kW  
粒度 50~  
900w X 944L X 1834h

# 竹粉製造工程のフロー



(ポータブルウインチ作業)

孟宗竹の伐採・収集  
搬入

- ・直径60mm～180mmの竹を伐採
- ・竹幹を4mにカット
- ・枝葉はチップパー等で処理



(竹粉製造機本体)

竹を竹粉製造機へセット  
4m竹加工  
3～5分



主軸カッター  
特許取得



(洗浄消毒作業)

酸性水等で竹の洗浄消毒

竹表面の雑菌を消毒 重要  
雑菌が混入すると乳酸菌は死滅し、竹粉は黒色化

切削開始及び集塵装置への回収  
ふるい器による選別作業



(集塵装置)



(ふるい機)

竹の節を処理した切片等の除去

(集塵機・ふるい機の連続自動機開発)

密封して発酵養生



- ・夏場の養生期間は2週間
- ・冬場の養生期間は3週間

二次破碎作業  
(粒度最小化)



(二次破碎機)

各種加工  
用微細竹  
粉化

エキス分離・粉末装置



(低温真空乾燥機)



真空パック袋詰め・保管 袋詰め・保管

機能性付加価値商品化  
エキス：化粧品・サプリ等  
粉末：食品、石鹸等



(真空装置)



(アルミパック)



微細竹粉

嫌気性発酵のため密封保管

## 第二段階用途 ③ 農業分野への実証試験

### 農業栽培実証試験 水稻栽培への竹粉活用

2012/9/7 愛媛県 中山高校

(3 a 圃場にて)

- ①1株当たりの穂数と籾数が多い
- ②穂の重量が重い
- ③籾の重量が重い
- ④竹粉施用による収量増加は玄米で40%の増加となる

竹はイネ科であり、竹粉には稲に必要なケイ酸が含まれる  
 こういう植物に含まれるケイ酸をプラントオマールと呼び、よくシナリ、極めて非導電性があり、稲の骨格組織と

計測	竹粉有	竹粉無	計算式
a	27	21	①
b	2908	2125	
c	11.49	11.49	
	310.23	241.29	cxa *
	107.7	101.2	b/a **
	<b>33411.77</b>	<b>24418.55</b>	*x**
e	73.8	53.9	②
	<b>2.73</b>	<b>2.56</b>	
b	2908	2125	b-f ***
	2493	1902	
f	415	223	
	<b>85.7</b>	<b>89.5</b>	*** / b
g	405	432	10/g ****
	0.0247	0.0231	
	24.7	23.1	
	33411.8	24418.5	③
	85.7	89.5	
	0.0247	0.0231	
	84	84	
	1000	1000	
	1000	1000	
	594.1	424.07	
			④
			①x②x③x④

### 農業栽培実証試験 ホウレンソウの収穫量、品質試験結果

(財) 日本土壌協会 栃木県茂木町 ◆播種:H23-11-10、収穫:H24-1-23

試験区	15株重量 g	糖度	硝酸態窒素ppm
①堆肥2t/10a区	290	5.1	2,400
②堆肥4t/10a区	296	4.3	2,500
③堆肥6t区	300	4.7	3,300
<b>④堆肥2t+竹粉50kg/10a区</b>	<b>305</b>	<b>7.3</b>	2,500
⑤慣行区(尿素60+鶏糞120)kg/10a	295	6.3	2,800



圃場全景



堆肥 2t + 竹粉 50kg 区



堆肥 2t 区

収量・糖度とも堆肥+竹粉が最も高い

## 栽培実証試験 県農業試験場での栽培試験結果

さつまいも収量 1.2 倍

ハクサイ 収量 1.4 倍

表 竹粉施用が原料用さつまいもの収量に及ぼす影響

		新鮮物重			
		茎葉重 kg/a	同左 指数	いも重 kg/a	同左 指数
1.化学肥料	A	154		211	
	B	115		223	
	C	234		273	
	平均	167	100	236	100
2.豚ふん堆肥	A	168		291	
	B	184		248	
	C	245		327	
	平均	199	119	289	122
3.化学肥料+竹粉	A	208		287	
	B	220		293	
	C	241		270	
	平均	223	133	283	120
4.豚ふん堆肥+竹粉	A	134		241	
	B	131		268	
	C	182		296	
	平均	149	89	268	114
5.無窒素	A	89		212	
	B	86		196	
	C	104		184	
	平均	93	55	198	84

表 竹粉施用が秋まきハクサイの収量に及ぼす影響

		新鮮物重							
		結球1個重 g/個	同左 指数	結球重 kg/a	同左 指数	外葉重 kg/a	同左 指数	全重 kg/a	同左 指数
1.化学肥料	A	1680		700		179		880	
	B	2272		947		231		1178	
	C	2319		966		196		1163	
	平均	2090	100	871	100	202	100	1073	100
2.豚ふん堆肥	A	2234		931		249		1180	
	B	1859		775		214		989	
	C	2127		886		208		1094	
	平均	2073	99	864	99	224	111	1088	101
3.化学肥料+竹粉	A	2767		1153		254		1407	
	B	3089		1287		285		1572	
	C	3174		1323		281		1604	
	平均	3010	144	1254	144	273	135	1528	142
4.豚ふん堆肥+竹粉	A	2774		1156		292		1448	
	B	2647		1103		307		1410	
	C	2671		1113		327		1440	
	平均	2698	129	1124	129	309	153	1433	134
5.無窒素	A	369		154		62		216	
	B	352		147		64		211	
	C	237		99		40		139	
	平均	320	15	133	15	55	27	189	18

## 農林水産省補助事業 竹粉活用栽培実証試験

レタス栽培試験

南あわじ市有機栽培農家 2013-3-20

試験区	収量(箱数)	指数	糖度	指数	硝酸態窒素	指数
元肥+堆肥+竹粉	270	113	5.6	140	1500	79
元肥+竹粉50kg	250	104	5.2	130	1600	85
元肥+竹粉100kg	260	108	5.2	130	1300	59
元肥のみ	240	100	4	100	1890	100

竹粉施用効果

全体評価 根の張りが良く、抜きにくい。 収量 13%増加

食味としてエグミが少ない(硝酸態窒素少ない)

保存期間が通常 1w が 2W に伸びた

出荷時評価「秀」 (別の竹処理粉の竹堆肥は収量が元肥のみと殆ど同じだった)

## 農林水産省補助事業 竹粉活用栽培実証試験

チンゲン菜 かすみがうら市 アグリ藤井

	試験区	収量(箱数)	指数	糖度	指数	硝酸態窒素	指数
①	化学肥料+竹粉	542	168	4.7	131	1780	100
②	化肥+竹粉+堆肥	587	182	4.2	117	1570	88
③	化肥+堆肥	525	163	3.3	91	2700	151
④	化学肥料のみ	322	100	3.6	100	1780	100

竹粉施用効果

化学肥料のみに比べ1.7～1.8倍の収量となる

糖度は1.3倍となる

硝酸態窒素はほとんど変化なし



① ② ③ ④                      ① ② ③ ④



## 農林水産省補助事業 竹粉堆肥製造実証試験

- 特殊肥料                      乳酸発酵竹粉は特殊肥料として届け出することができる
- 堆肥                              堆肥に入れる時は竹チップで十分発酵促進と水分調整に効果が有る  
年間1500トン堆肥製造のプラントでは原料は5000トン(水分含む)に対し、100トン程度の竹チップで、二次発酵後の水分が良好で乾燥ラインを通さず、仕上がっている事例が有る
- スーパー堆肥                      竹林土着菌を米ぬかで培養した種菌15kgを堆肥1トと混ぜたスーパー堆肥として付加価値を付けたスーパー堆肥は栽培効果が大きく、翌年にも繰越効果が出る
- 家畜飼料届出                      竹の加工のみで添加物の無いことを示して、飼料製造工場として届け出することも可能
- ペット飼料届出                      ペット飼料に少量添加で排泄物消臭効果が有る

## 第二段階用途 ④ 畜産分野への実践と事業化

### 黒毛和牛仔牛への竹粉給餌実証試験

雄雌各 3 頭で竹粉給餌有無の計 12 頭で定期的に体重・体高・胸囲・腹囲を測定して竹粉給餌効果測定

体重 右記グラフ

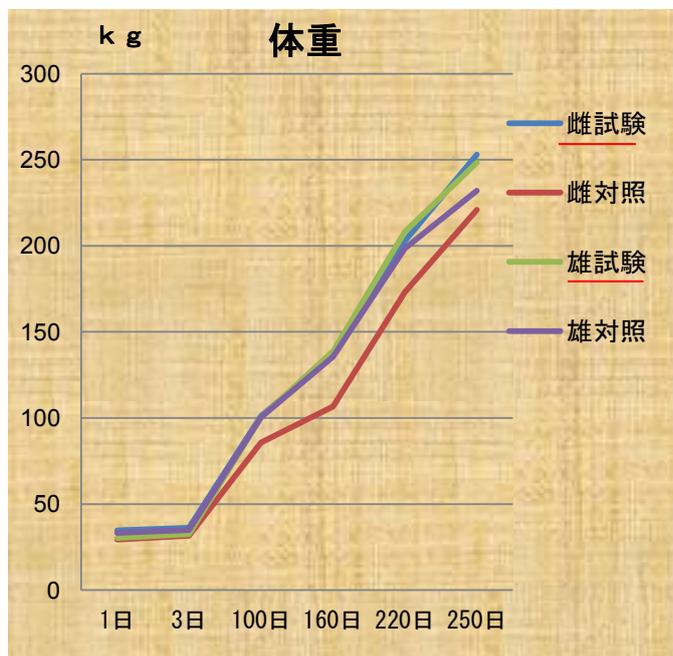
- (1) 総じて竹粉給餌は成長が良い
- (2) 雌は通常雄より成長が遅いが、竹粉給餌により雄を上回った

和牛仔牛体重推移

単位:kg	1日	3日	100日	160日	220日	250日
雌試験	34.8	36.2	101.2	136.5	202.7	253
雌対照	29.3	31.5	85.8	106.7	173	221
雄試験	30.3	32.5	100.3	138.8	208.2	248.3
雄対照	33.3	35	100.3	135.7	198.5	232

(注)試験区=竹粉給餌

出典: 哲多和牛牧場

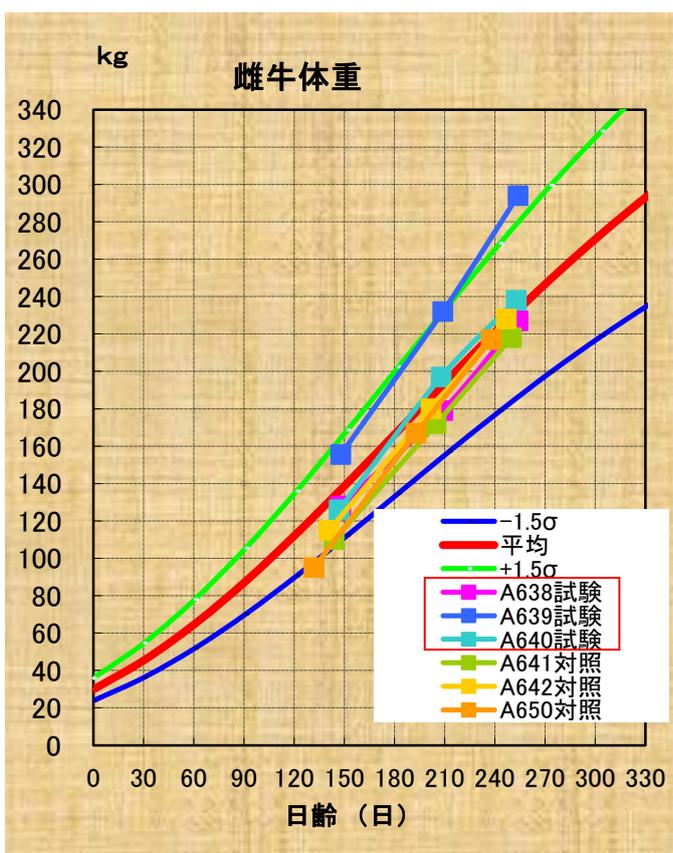


雌牛体重を全国統計と比較 (右図)

- (1) グラフは全国平均値と $+1.5\sigma$ と $-1.5\sigma$ を示すが雌の No. 639 は $+1.5\sigma$ を上回る全国程度の著しい成長である

結論

- 1) 竹粉の給餌は成長促進に有用
- 2) 竹粉給餌は離乳後 0.3%から始めて順次 1%程度まで増やしていく
- 3) 普通は雄より遅い雌が成長促進著しい
- 4) 雄も去勢後のストレス解消が速い
- 5) 下痢が少なく、糞が早目に固まる
- 6) 毛並みが良い



岡山県 哲多和牛牧場実施

黒毛和種 1600 頭

雌仔牛 120 頭全頭に竹粉給餌を決めて実施中

## 第二段階用途 ⑤ 農業での事業化 経済性

### 竹粉を活用した事業化のビジネスモデル

現在の市場価格は

- ・消費者小売りの場合は1kgアルミ真空パックで¥300～¥500/kgで販売
- ・大量・直近使用の場合は15kgポリ袋で¥150～¥250/kg
- ・販売の量と形態により単価も変化する。中間代理店事業の一例は次の通り

中間代理店	製造者からの仕入価格	販売価格
1kgアルミパック	¥200/kg	¥300
15kgポリ袋	¥150/kg	¥200

しかし農業マーケットで事業化するにはさらに厳しい価格を要求される

竹粉製造業者の事業のケーススタディを下記に示す

機械の生産能力は

- ①竹材(4m)1本 15kg/4分
- ②時間当り 225kg/hr (15kg/4min×60min)
- ③1日当り1.3トン (225kg×8hr×(間接時間30%相当)0.7=1260kg÷1.3トン)
- ④年間(Max) 300トン

モデルケースとして：ケース①300トン(フル生産)～ケース④50トンの4ケースに対し、販売価格@250と@200とした場合の原価と粗利を表にまとめた

生産量とコスト・損益の関係		ケース①	ケース②	ケース③	ケース④
		竹粉生産量			
項目	根拠	300トン/年	200トン/年	100トン/年	50トン/年
機械価格	1500万円/6年償却	(フル生産) 250	250	250	250
機械維持費	電気代	360	240	100	50
消耗品費	工具費¥1.5/kg×トン数	45	30	15	8
人工費	400万/人	1200(3人)	800(2人)	600(1.5人)	400
福利厚生費	人工費×0.13	156	104	78	52
竹材料費(*)	¥15/kg×トン数	600(400トン)	405(270トン)	210(140トン)	105(70トン)
原価計		2611	1829	1253	865
参考:1kg当り竹粉原価		87	91	125	173
販売価格	売上 万円	7,500	5,000	2,500	1,250
@250の時	利益	4,889	3,171	1,247	386
@200の時	売上 万円	6,000	4,000	2,000	1,000
	利益	3,389	2,171	747	136

ケース④の年間生産100トンで販売価格¥200/kgの場合年間747万円の利益。2年で機械代回収出来る

## 第三段階用途 工業分野への活用 (1)

### 多目的の工業利用のための竹粉粒度の最小化

竹の一次破碎の乳酸発酵竹粉の平均粒度は 300 $\mu$

二次破碎メーカーの性能比較試験を実施。50 $\mu$ 以下の粒子で 50%以上を目標とする。粉体粉碎技術は衝撃式・気流式等多様であり、竹粉原料に最適選択が必要

第1回 小型機で生産性を比較。衝撃式のMKN社の機械の処理性能が高い

第1回 2012年2月			平均粒度	処理量
MKN社	3.7kw	250万円	100 $\mu$ 以下	16.4
FKS社	1.5kw	700万円		1.5
SGN社	2.2kw	200万円		2.2

第2回 大型機で生産性の向上試験。MKN社が価格も安く、生産性も高い

第2回 2013年10月			平均粒度	処理量
MKN社	30kw	600万円	116 $\mu$	222
FKS社	18.5kw	2185万円	51 $\mu$	12
SGN社	辞退			
MSN社	30kw	1400万円	77 $\mu$	95

第3回 MKN社に絞り、原料粒度を改善して、二次破碎後の粒度を上げる試験を実施。粒度目標 50 $\mu$ 以下を 50%以上を達成する

第3回 2016年9月 MKN社 粒度の数値は $\mu$ サイズの通過率							
		32 $\mu$	53 $\mu$	75 $\mu$	106 $\mu$	150 $\mu$	500 $\mu$
第2回 2013/10	原料			36.0		60.4	91.4
	破碎後	22.0	44.2		77.3		
第3回 2016/9	原料			46.3		64.7	91.1
	破碎後	30.3	51.2		84.5		

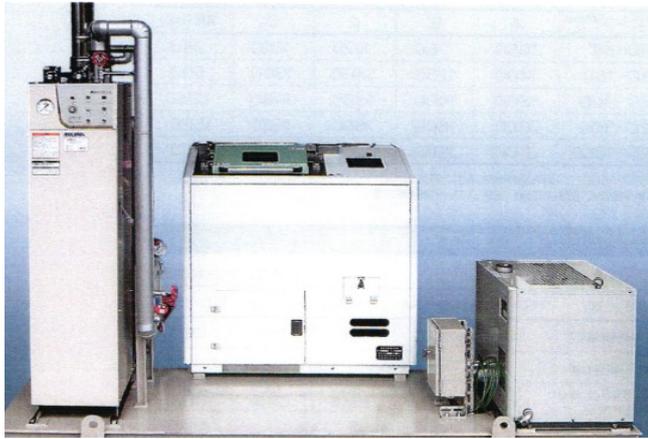
### 微細竹粉の用途開発

- 1) 食品用途
  - ・食パン・クッキー等に既に使用されていたが、微細粒度で舌触りが大きく改善され、適用範囲が広がる
  - ・食物繊維が 70%以上で乳酸菌効果と合わせ、整腸作用がある
- 2) 化粧品用途
  - ・現在でも超微細竹粉はコストが非常に高くてもハンドクリームに塗り込んで愛用している人もいる
  - ・今回の微細粉末化技術の革新でコストが大幅に下がり用途拡大が可能となる
- 3) サプリメント  
開発
  - ・食物繊維・植物性乳酸菌・植物性ケイ素等のサプリ開発可能
- 4) バイオマスプラス  
プラスチック開発
  - ・微細粉末 水分少量でプラスチックに複合可能
  - ・竹のケイ素でプラスチック強度アップ
  - ・PLAと竹粉で生分解性プラスチック可能

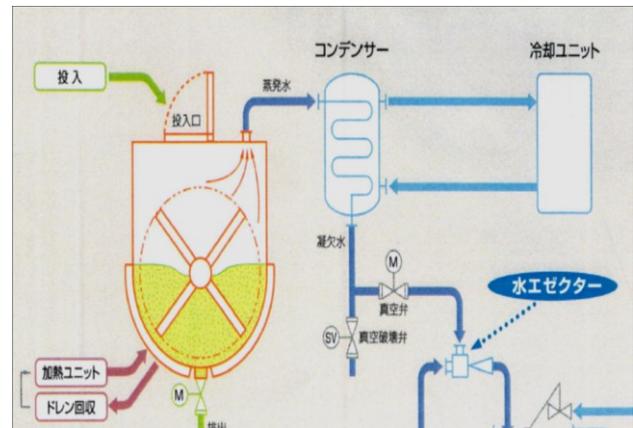
## 第四段階用途 工業分野への活用 (2)

### 竹粉のエキス抽出 化粧品開発

特徴 アルコール培養を使わず、加熱水蒸気も使わない低温乾燥技術



(低温真空乾燥機装置)



(固体・液体分離システムフロー)

### 生産プロセス :

- 1) 乳酸発酵竹粉を低温・間接加熱(約50℃) 炉に投入
  - 2) 低温加熱なので変質なし
  - 3) 真空吸引により蒸発した水分を冷却してエキスとして回収
  - 4) 乳酸発酵竹粉は含水率35%。竹粉10kgからエキス3.5リットル抽出できる
  - 5) 乾燥竹粉は低温真空乾燥中の攪拌で超微細粉になりサプリメント化可能
- アルコールを全く使わないので、イスラム圏向け ハラル認証も採れる

### 活用用途 :

- 1) エキスは試験試用で保湿効果が高いと好評
- 2) 竹成分の植物性ケイ素によるサプリメント化が可能
- 3) 抗菌性・成長ホルモン・ミネラル等栄養成分分析により健康食品の開発可能性あり
- 4) 本装置は竹に限らず、植物の固体・液体の分離装置として使用することができ、農作物非食用部・花卉・ハーブ等のエキス抽出に活用できる

上記2件の機械設備に関しては別途NPO法人グリーンネットワークまでお問い合わせください

# 第五段階用途 工業分野への活用（3）

## 竹粉の工業利用 プラスチックへの複合混合熔融機

### 常識を覆すバイオマスプラスチックの開発

#### 特徴

- 1) 木粉複合のウッドプラスチックは50%複合が限界  
本技術では60%~70%の竹粉が高濃度で複合可能
- 2) 高濃度なのに射出成型まで成型可能  
(今までは絶対にあり得なかった革新技術。実証済み)
- 3) プラスチックの強度増加。  
(イネ科特有の竹粉のケイ酸がプラスチックに作用する)
- 4) プラスチックの耐熱性向上
- 5) 本装置では竹粉の含水率30%水蒸気を装置内で高温高圧にしプラスチックと熔融



#### 写真の混合熔融装置による

#### 用途

- 1) 用途を選ばないが、今までの蓄積されたプラスチック技術に代替えるには十分な試験が必要
- 2) PLAの様な新分野での強度増・添加剤代用による重量低減・生分解性付与・抗菌性等の新機能付与等を狙う
- 3) プラスチックに附加している強度・耐熱性等々添加物の一部の代替可能性あり

### 技術実証の状況

【表1】農水省H25年度補助事業 樹脂PP(ポリプロピレン)に竹粉を60%・70%複合し、射出成型により強度試験片【下図】を作成して測定した

	単位	PP100%	2014/3/30			2014/6/17		2014/7/25	
			竹粉60%		竹粉70%		竹粉70%		
			PP40%	エラストマー添加	PP 30%	PP 30%			
MFR(メリタルフロー)	g/10min	30	5.6	2.8	4.9				
密度	g/cm <sup>3</sup>	0.9	1.03	1.09	1.16				
引張降伏強さ	MPa	20	24.7	24.8	32.3				
引張降伏伸び	%	100	14.4	8	6				
曲げ弾性率	MPa	1000	2020	2120	4170				
曲げ強さ	MPa	26	44.2	45.3	74.4				
アイソット衝撃試験	kJ/m <sup>2</sup>	—	3.9	7.2	7.2				
デュロメーター硬さD	—	64	20	30	28				
荷重たわみ温度(0.45Pa)°C		91	12.4	102	149				

【結果】70%複合時 純正PPに比較し

- ①曲げ弾性率が約4倍
- ②他の強度も上がる
- ③荷重たわみ温度が1.5倍となる
- ④衝撃値が60%竹粉では減少したがエラストマー添加で強化され70%竹粉では減少しなかった



【表2】NPO法人実施

PP100%もメーカー提供の物性表だけでなく、竹粉の50/60/70%複合と同条件で成型して物性値を測定した

	単位	2015/8/18		
		PE 80%	PE 80%	PE 100%
		竹粉20%	ホタテ粉20%	
MFR(メリアルフロー)	g/10min	2.0	3.1	2.5
密度	g/cm <sup>3</sup>	1.00	0.94	0.92
引張降伏強さ	MPa	12.1	16.4	17.4
引張降伏呼び歪	%	14.2	50.2	56.5
曲げ弾性率	MPa	865.4	310.1	266.1
曲げ強さ	MPa	12.1	16.4	17.4
シャルピー衝撃値	kJ/m <sup>2</sup>	7.7	26.2	70.6
デュロメーター硬さD	—	55.0	54.0	54.0
荷重たわみ温度(0.45Pa) °C		63.8	57.4	58.9

- 【結果】ほぼ同様の結果
- ①曲げ弾性率は増加した
  - ②曲げ強さは若干減少した
  - ③引張強さも減少した
  - ④衝撃値は大きな変化なかった
  - ⑤耐熱性は増加した

【表3】NPO法人実施

低密度ポリエチレンLPDEへの竹粉・ホタテ粉各20%複合時の物性変化を測定。ホタテ粉は抗菌性調査(別記試験)の為に検査した

	単位	2015/8/18			
		PP100%	PP 50%	PP 40%	PP 30%
			竹粉50%	竹粉60%	竹粉70%
MFR(メリアルフロー)	g/10min	8.1	0.3	0.7	2.4
密度	g/cm <sup>3</sup>	0.91	1.13	1.10	1.07
引張降伏強さ	MPa	30.3	14.2	19.3	23.2
引張降伏呼び歪	%	6.8	1.0	1.2	1.4
曲げ弾性率	MPa	1981.5	3507.6	4623.6	4719.8
曲げ強さ	MPa	30.3	14.2	19.3	23.2
シャルピー衝撃値	kJ/m <sup>2</sup>	2.0	2.1	2.2	2.5
デュロメーター硬さD	—	66.0	67.0	74.0	74.0
荷重たわみ温度(0.45Pa) °C		90.1	110.8	131.1	131.0

- 【結果】竹粉効果は曲げ弾性率で著しい
- ①竹粉では曲げ弾性率が3倍に増加。引張試験は大幅に低下衝撃値は大幅低下
  - ②ホタテ粉は衝撃値低下  
他は変化少ない
  - ③表面硬さ・耐熱性は変化なし

【表4】農水省H25年度補助事業

抗菌性調査(PP試験例)

試験菌名	試料名	2014/2/12		
		測定	生菌数	シャーレ上のコロニー数
大腸菌	PP+ホタテ粉	接種234時間後	5.3x10 <sup>7</sup>	300以上
	PP+竹粉	接種234時間後	検出限界以下	0
	PP+竹粉+ホタテ粉	接種234時間後	検出限界以下	0
	PPのみ	接種時	1.2x10 <sup>6</sup>	300以上

- 【結果】竹粉には抗菌力有
- ①竹粉には抗菌性がある
  - ②ホタテ粉はここでは抗菌性はなく、むしろ50倍に増加した

**製品開発試験** 同じ樹脂でもグレードや混合溶融条件・成型条件等で物性には差が出るので、個別製品毎の試験が必要である。実際の製品への活用試験の為に費用分担等は(株)グリーンネット・エンジニアリングと樹脂メーカーとの打合せによる

他の工業製品への研究テーマ

1. 竹粉100%での成型製品
2. 乳酸発酵竹粉の低温真空乾燥による固液分離(固体はサプリメント 液体は化粧品等他の一般農作物の非食用部への固液分離と高機能製品開発)
3. 竹特有の乳酸菌・成長成分・抗菌効果・吸着/消臭効果等活用の製品開発の開発

# NPO法人グリーンネットワークとは

## 【基本理念】

- 農林漁業の復活により、失われつつある農産漁村の豊かな姿と日本の美しい自然を復活
- 枯渇しつつある石油資源やリン資源の減量化と再利用
- 循環型社会、持続可能な社会形成に貢献
- 荒廃竹林を美しい竹林へと再生と乳酸発酵竹粉活用によるビジネス提案

## 放置竹林再生で乳酸発酵竹粉と植物性ケイ酸によるビジネスを！

### 最近の活動状況

#### 六次産業化 総合化事業計画作成支援

2012/12 熊本県山都町野口林業・茨城県林業藤家・兵庫県 杉本林業などで実施

#### 講演会・交流会

- 2016/10 BioJapan2016(横浜パシフィコ)出展&講演 3年連続出展
- 2016/05 「NEW環境展」出展 4年連続出展
- 2016/03 日本農業新聞取材 「熊本県山都町の竹資源利用協議会による乳酸発酵竹粉活用」
- 2016/03 西日本ラジオ特別番組出演「エコイズム2016 キーワードは森・里・川・海」
- 2015/02 緑と水の環境技術革命プロジェクト事業「高速竹粉製造機開発と竹粉活用」講演
- 2014/11 岡山B-netフォーラム出展
- 2013/12 農水省産連ネット交流会「竹粉の農業活用と6次産業化の実務研究会」愛媛県松山市
- 2013/10 講演会「福岡県みやこ町との竹粉の農業活用研究会」熊本県山都町
- 2013/05 NHK首都圏ネットワーク「茂木町竹粉活用の取り組み」出演
- 2013/03 茨城県酒々井町里山フォーラム「竹林整備と竹資源活用」竹林整備と町づくり講演会
- 2013/02 農水省産連ネット交流会「竹による六次産業化と農産物商品価値向上」熊本県山都町  
同上 兵庫県南あわじ市・埼玉県坂戸市・福岡県博多市・茨城県かすみがうら市で開催
- 2013/02 全農TAC研究会「地域バイオマスとしての竹粉末による地域活性化」千葉県千葉市
- 2013/01 生ごみリサイクルフォーラム「乳酸発酵竹粉の活用」東京都両国
- 2012/07 土づくりフォーラム「竹発酵微粉末による農作物品質向上と堆肥発酵促進」東京都土壌協会
- 2012/02 栃木県茂木町「竹乳酸発酵粉末の高度循環利用による循環型地域づくり」栃木県茂木町  
同町にて 環境立町シンポジウムにて 講演
- 2012/11 愛知県刈谷市 講演「緑と水の環境技術革命プロジェクト 竹粉末製造機の開発とデモ」
- 2011/07 日本有機資源協会テクノフォーラム「竹の高度循環利用による六次産業化」東京都  
同上 続編 2回実施
- 2010/11 竹による農業の6次産業化協議会(16市町村参加)を組織
- 2010/04 内閣府 NPO法人設立認証

#### NPO設立以来の補助事業実施

- 2016/03 (公益社団法人)国土緑化推進機構 「緑と水の森林ファンド」実施
- 2013/08 農水省 『緑と水の環境技術革命プロジェクト』計4年 4回 事業実施  
『高機能性バイオプラスチック等の事業化』 『竹発酵微粉末による林業の六次産業化』
- 2012/06 農林水産大臣(関東農政局)『研究開発・成果利用 六次産業化』認定証授与
- 2010/05 農水省 農業生産地球温暖化事業(3年間実施 2012年3月まで)

## NPO法人グリーンネットワーク入会案内

竹 100%活用ビジネスを一緒に始めませんか  
関心をお持ちの方の入会募集中です  
詳細は下記の間合せ先までご連絡ください

## 間合せ先

特定非営利活動法人グリーンネットワーク

〒165-0027

東京都中野区野方4-39-9

TEL&FAX 03-3389-9510

Mail [tsano128@lion.ocn.ne.jp](mailto:tsano128@lion.ocn.ne.jp)

URL <http://www.greennetwork.or.jp>

竹利用に関する製品開発試験や共同研究  
等の間合せも大歓迎です

## 求む販売代理店・情報協力店

竹利用関連設備装置の販売及び情報提供  
に関心ある方は上記間合せ先にご連絡ください

発売元：(株)グリーンネット・エンジニアリング

住所・電話・Mail 共上記と同じ

(注) 公益社団法人国土緑化推進機構  
「緑と水の森林ファンド助成事業」  
により制作

