

# もみ殻の迅速発酵法の開発と農業・環境分野への応用

平成23年11月29日 中央農業総合研究センターにて発表

藤田 哲史 (つくばバイオマスもみ殻研究会 会長)

日本におけるもみ殻の排出量はおよそ年間120万トンであり、このうちおよそ60万トンは、難分解性である性質を利用した暗渠の透水材、畑土壌の物理性向上、燐炭、その他に利用されるが、残りの60万トンは未利用有機物として、殆どは焼却されているようである。他方、土壌改良に熱心な生産者からは堆肥として使用したいという声が多いことも事実であるが、堆肥化に長期間を要することがその利用を妨げていた。その理由は、もみ殻の組成に占めるリグニン(約20%)、セルロース(約32%)、及びケイ素(約17%)の割合が多いことによる。

一方、東北地方の一部の農家には、家畜舎の敷き料に使ったもみ殻は分解しやすいことが、古老から伝えられていたようであるが、そういった意識の元にもみ殻を堆肥化している例は殆ど見られなくなっている。

尿尿の曝気処理槽上澄み液で処理したもみ殻を発酵させて短期間で堆肥化を図る方法(現代農業11月号。2005。農文協。東京)は、この家畜舎敷き料もみ殻の延長上にある技術とも考えられるが、家畜であれ、人間であれ、尿尿を用いるというのはイメージも悪いし、臭気や衛生的問題も残る。そこで、安全で衛生的な処理法を開発した。

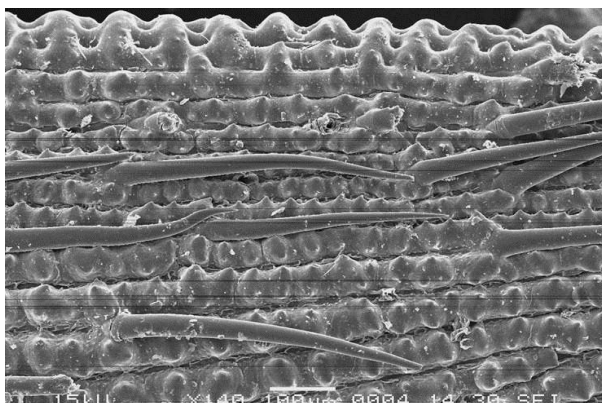
本技術は平成17年3月から、原弘道(茨城大学助教授：当時)が、藤田哲史(つくばバイオマスもみ殻研究会)の協力を得て開発し、「茨城大学教員の職務発明」として認定されたが、発明に関わる権利は考案者へ帰属することが決定されたものである(平成20年2月1日付)。なお、本稿の図表は原弘道氏の提供によるものである。

また、堆肥化における一連の作業手順は以下の通りである。

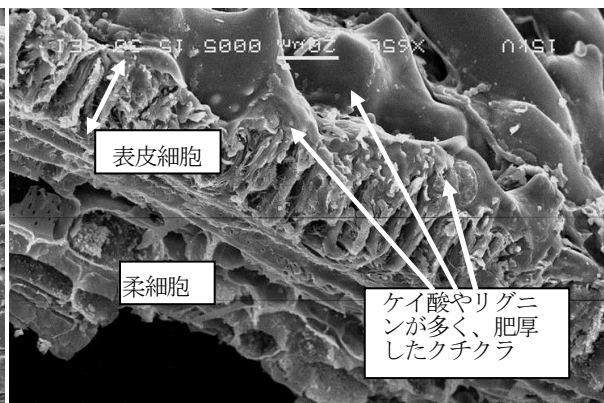
- ①もみ殻を酵素・酵母液に浸漬した後に、
- ②水分を50~60%に調製し、
- ③米ぬかと酵素・酵母を加えて十分な酸素を与えながら攪拌し、発酵がスタートしやすい50℃程度まで温度を上昇させ、
- ④攪拌機から取り出した後は堆積して、3~4日ごとに繰り返す。

## もみ殻の表面並びに断面の組織観察

第1図は籾摺り後の外套、すなわち「もみ殻」の表面である。



第1図 籾摺り後のもみ殻表面



第2図 もみ殻の断面

粃の表面にある突起は鋭く尖っているものだが、第1図では粃摺りによって先端が丸くなり、剛毛も根元から折れているものが多い。しかしながら、表面に傷や割れが見あたらず、堅い構造であることがうかがえる。

第2図はもみ殻の断面である。縦長でクチクラの発達した表皮細胞と数層の柔細胞が観察できる。

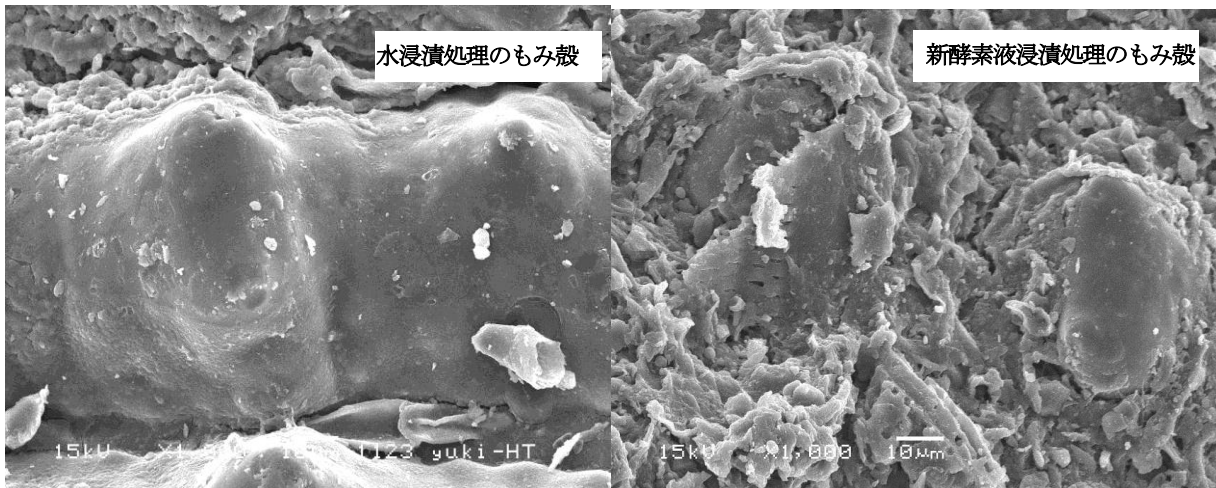
### 酵素・酵母液の検討

新酵素液は、高度污水处理施設において河川の水質基準を満たして排出される放流水を主材として、酵素・酵母を加えて調製した溶液である。

第3図はもみ殻を水と放流水にそれぞれ浸漬した後に、その表面組織を比較観察したものである。

水処理では突起外皮の表面構造に変化は認められないが、新酵素液処理では突起外皮のクチクラ層にも崩壊や亀裂が認められる。

このもみ殻表面の変化が、攪拌、堆積後の発酵・分解をスムーズにし、短期間の堆肥化を可能にしていると考えられる。

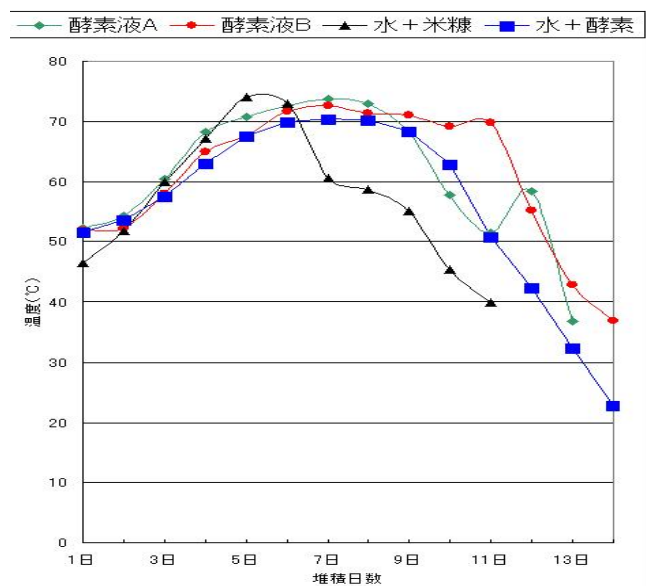


第3図 浸漬処理法によるもみ殻表面構造の差異

第4図は、温度経過に及ぼす酵素液の組成の影響を示したものである。

水のみ浸漬した後に、酵素あるいは米糠だけを混和したもので発酵による温度上昇が認められたが、高温持続時間は短かった。データは示していないが可溶性ケイ酸の増加も認められなかった。

なお、酵素液処理のもみ殻では温度低下が認められてからも、切り返し時に撒水による水分補給を行うことによって、温度を再上昇させることができる。60℃以上の温度経過期間が長いほど、もみ殻の形状は破壊されて微細片となり易い。



第4図 温度経過に及ぼす処理液組成の影響

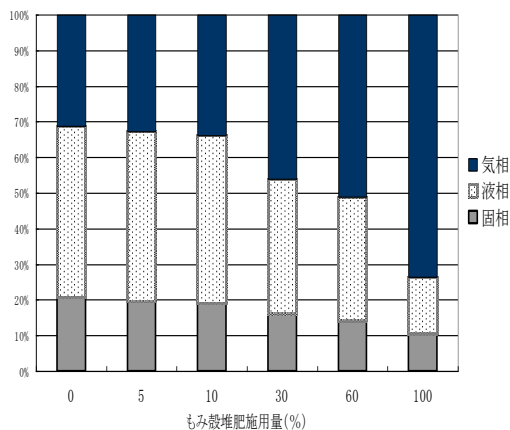
3～4 日ごとに切り返しを行ったもみ殻は、部分的に初期の形状を保持しているが、3 週間程度で、指先で簡単に粉砕できるほどまでに脆くなる（第5図）。

酵素液への浸漬時間と堆積・切り返し期間が長くなるにつれて、もみ殻の形状は崩れ易くなり、可溶性ケイ酸含量は、2 週間～3 週間後に 100～400mg/kg、8 週間後には 1000mg/kg 程度に増加することが確認されている。

しかしながら残念なことに、この発酵もみ殻らを有機栽培に使用することについては、有機 J A S 認証機関から生産者に対して「高度汚水処理施設の放流水は塩素による殺菌処理が行われていることや有害金属、化学物質等の危険があるので、有機栽培には使用できない」との指導がなされたことを明記しておかなければならない。放流水の基準その他の是非はさておいて、放流水を使用しない酵素液も開発したが、現状では、もみ殻の分解速度がやや遅く、1.5～2 倍の期間を必要としている。



第5図 3週間経過後の発酵もみ殻



第6図 発酵もみ殻の施用割合と土壤三相との関係

### ・コマツナの栽培試験結果(第7図)

土壤への混入割合とコマツナの生育との関係を検討した(第7図)

供試作物はコマツナ(品種: 里しずく)、栽培はプラントベッド(33cm×65cm×12cm)で行い、処理区の配置はもみ殻堆肥の混入割合を0%区、5%区、10%区、30%区、60%区の5段階とし、5処理3回反復の乱塊法によって配置した。

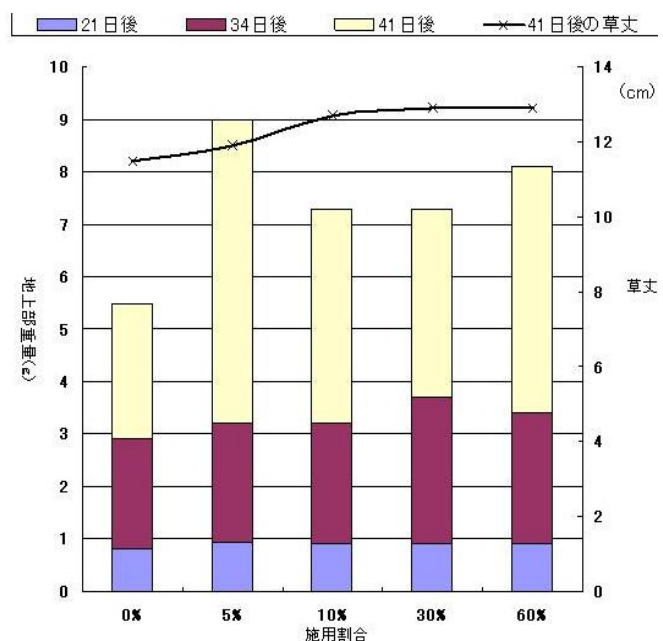
種子の発芽率は0%区では96±3%、60%区では97±2%であり、

### ・発酵もみ殻の施用効果

#### ①施用割合と土壤三相との関係(第6図)

阿見町内の有機 J A S 認証圃場から採取した土壤に、所定の発酵もみ殻を混和し、3 週間後に土壤三相を測定した。

施用割合が大きくなると気相が増加するので、乾燥地における施用には注意が必要であるが、団粒化が期待出来るので、保肥力は次第に改善されると思われる。



第7図 発酵もみ殻がコマツナの生育に及ぼす影響

処理区間に有意な差は認められず、異常生育も認められなかった。

地上部生体重量は、播種後 34 日までは処理区間に有意な差は認められなかったが、41 日後には、発酵もみ殻施用区が無施用区よりも有意な重量増加を示し、少量施用での効果が認められる。

これまでに生産者の圃場では、トマト、ナガイモ、レタス、ハウレンソウ、オオバ、ヤーコン、ダイコン、チンゲンサイ、ならびに、水稻などで使用されたが、生育障害等は認められず、甘味の増加、辛みの減少、うまみの増加など、食味への好影響を認める声が多かった。

### ・未利用有機物の資源化への応用

大規模食堂から食品残渣を回収して、容積あたり約 40%の発酵もみ殻を加えて毎分 60 回転で粉碎攪拌し、50℃になったら取り出して堆積し、7 日間毎に切り返しを行いながら 3 ヶ月間堆肥化を図った。

この堆肥を、干しイモ生産地の生産者圃場に施用して、通常使用している堆肥との栽培比較試験を行った。(第 1 表)

栽培にあたってはチッソ量が同じになるように化学肥料で調整し、等級は茨城県青果物出荷基準に準じて区分した。

品種：タムユタカ

処理区	平均長 (cm)	平均直径 (mm)	平均重 (g)	収量 (kg)	収穫数 (本)	等級(%)			糖度 (Brix)
						A	B	C	
もみ殻堆肥	20.2±2.8	64.0±10.3	433±141	21.1	52	31	63	6	13.7±1.4
堆肥 A	20.4±2.9	61.6±2.8	384±64	18.6	48	10	58	31	12.6±1.3
堆肥 B	20.9±2.5	62.8±6.3	408±81	16.4	39	13	72	15	11.7±1.0

品種：ベニアズマ

処理区	平均長 (cm)	平均直径 (mm)	平均重 (g)	収量 (kg)	収穫数 (本)	等級(%)			糖度 (Brix)
						A	B	C	
もみ殻堆肥	22.5±2.0	55.4±6.5	371±87	17.1	46	24	67	9	15.3±0.9
堆肥 A	18.1±2.4	56.0±6.3	303±57	17.4	59	10	81	8	15.1±0.8
堆肥 B	20.5±5.0	56.6±5.7	330±103	13.9	45	2	69	29	14.2±1.0

第 1 表 未利用有機資源堆肥と慣行施用堆肥との比較 (10 株あたり)

生育は品種によって若干異なる反応を示しているが、収量、等級、及び糖度では従来使用している堆肥と比較して優らずとも劣らない性能を有していると考えられる。

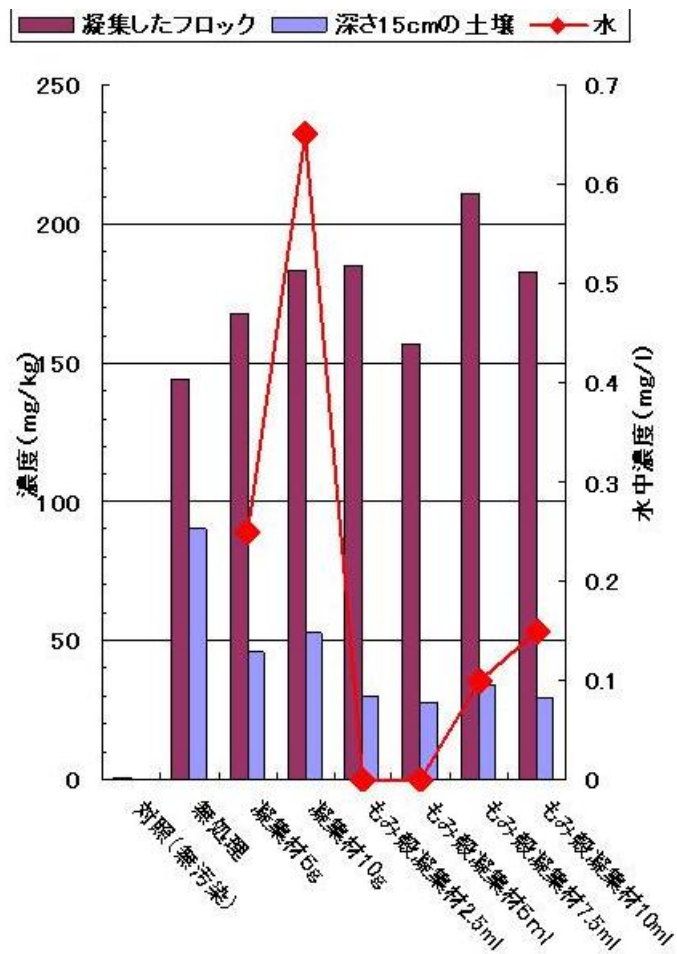
もみ殻を発酵させるための経費は無視できないが、主原料は基本的に無料であることを考えれば、地域で取り組むことによって生ゴミ排出量の減少と生産者の負担を軽くすることが出来るだろう。

・凝集材との組み合わせによる、カドミウム汚染土壌の清浄化

発酵もみ殻には団粒化促進の効果があり、腐植含量が多いことから凝集剤との組み合わせで、遊離のカドミウムを凝集させ、土壌中の含量を減少させることを試みた。

その結果、安価なカルシウム系の凝集材と発酵もみ殻を組み合わせることによって、水田土壌中のカドミウムを効率よく凝集する組み合わせを見いだした。

フロックの回収方法等にさらなる工夫が必要であるが、フロックはカドミウムを吸着した状態で土壌表面に浮遊し、落水後も土壌表面に堆積するので、フィルターその他による回収、あるいは、イネ刈り取り後の表土を2～3cm程度除去することによって水田土壌中のカドミウム濃度を減少させることが出来るだろう。



第8図 水田土壌のカドミウム汚染に対する凝集剤の影響

参考図書

- ・現代農業編集部. もみ殻の形が崩れるまで分解すると・・・? 現代農業. 2007(11). 96～103. 2007
- ・原 弘道. ケイ酸が良く効く発酵モミガラ. 現代農業. 2009(11). 76～79.
- ・原 弘道. ケイ酸が良く効く発酵もみ殻のつくり方. 現代農業特選シリーズ1「モミガラを使いこなす」. pp. 30～31. 2010. 農文協. 東京.