

伐採竹の家畜敷料としての利用実験 および市場調査について

井関 明子¹・阿加井 健史²

¹土木交通部 流域政策局

²土木交通部 流域政策局

県内の河畔林では竹が著しく繁茂し、洪水流下阻害やゴミの不法投棄などの問題が生じている。このため、治水上の支障となる竹の伐採を実施しているが、発生した竹の多くは廃棄物として処分されており、コスト縮減や再資源化策の構築が課題となっている。その解決策の一つとして、2007年度よりパウダー化した竹を家畜敷料として有効利用できないか試験利用を通じて検討が進められてきた。家畜農家からは敷料としての及第点を頂いている。

本発表では、2012年度に実施した伐採竹による敷料利用の実用化に向けた市場調査や、吸水性や抗菌性などの品質に着目した利用実験、コスト縮減効果の検証などの結果報告を行う。

キーワード 竹，廃棄物，コスト縮減，家畜敷料

1. はじめに

河畔林の放置は、洪水の流下阻害やゴミの不法投棄、獣害など様々な問題を起こしている。河川管理者は治水上支障のある所から伐採を行なっているが、伐採竹の処分費が非常に高く、年間限られた面積しか対応できない。適正な河川管理を行うためには、伐採費用のコスト縮減が急務となっている。

その中で、解決手法の一つとして提案されたのが、畜産業での敷料利用である。伐採竹をパウダー化し、牛舎にて敷料として使用してもらうのである。2007年度から2011年度まで、農家の方々に竹パウダーを試験的に利用して頂き、敷料としての及第点は得られた。

そこで、2012年度に伐採竹の家畜敷料への供給実用化に向けた検討を行った。また、畜産農家の意向調査や得られた意見をふまえた牧場での試験、品質評価なども併せて実施した。

2. 畜産農家の意向調査

県内の畜産農家のうち、乳用牛15軒(21%)、肉用牛14軒(13.5%)について、現在の敷料利用の現状や、竹パウダーの利用の意向について聞き取り調査を行った。

現在の敷料利用の実態としては、オガ粉やカンナクスなどの木質系の利用が多く、小規模な牧場は無料で敷料

を入手している農家が多い(図-1)。竹パウダーの導入について前向きな意見が多かったのは、肉用牛農家、牧場主が若い、または後継者がいる、敷料を有料で購入している牧場であった。敷料に求める条件は、安定供給や安全性、吸水性の高さなどが挙げられた。価格については、有料で敷料を購入している農家は同程度でもよい、との意見が多かったが、無料で入手している農家のほとんどは無料が導入条件であった。いずれにしても、輸入飼料の高騰や生乳買取価格の減額等により、敷料にはあまり投資できない現状が窺えた。

また、敷料利用後は堆肥となるが、引取農家が減ったことによる処分の問題や、人手不足により敷料の引取り・運搬や交換等の手間をかけられないことなども使用量を増やせない要因となっている。

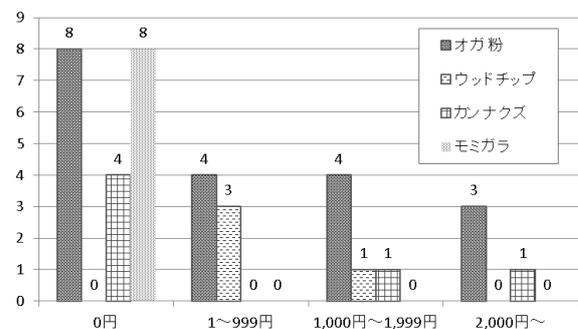


図-1 ヒアリング農家の敷料購入価格

3. 牧場での試験利用および品質評価

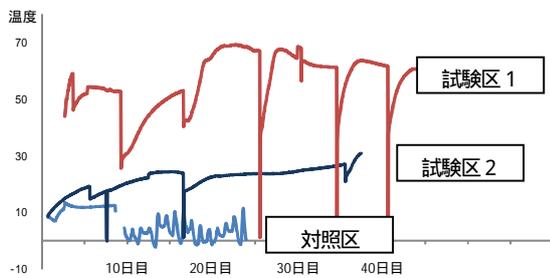
牧場での試験は、蒲生郡日野町のA牧場（3年目）、B牧場（2年目）と新たにC牧場、八日市南高校の4箇所で行った。A牧場では乳用牛の分娩牛舎で、B牧場では育成牛舎で、C牧場では肥育牛舎で、八日市南高校では乳用牛舎で使用した（図-2）。分娩牛舎はその名のとおり出産する雌牛が使用するため、最も安全性や敷料の温度などに気を遣う牛舎である。

2011年度までの試験において、竹パウダーは締め固まりやすく、日が経つにつれオガ粉などの従来敷料よりも吸水性が劣ってくる傾向があった。そこで、A牧場、B牧場、八日市南高校ではオガ粉を、C牧場ではモミガラを混合した結果、締め固まりの度合いを軽減することができ、従来敷料と同等の吸水性を確保できた。

B牧場では、敷料利用後の堆肥の発酵温度についても計測を行った。試験区1は、従来のオガ粉敷料堆肥に竹パウダーを添加、試験区2は竹パウダーをオガ粉と混合し敷料利用した後の堆肥、対照区として竹パウダーを含まない堆肥で温度計測を実施した。



図-2 A牧場での試験状況



堆肥として堆積した日を1日目としている。

図-3 竹パウダー混合による堆肥温度の違い

その結果、試験区1は試験開始からすぐに発酵が始まり、約1ヶ月で1次発酵が完了した。試験区2では試験区1のような高温発酵はみられなかったが、対照区とは異なり外気温の変化による堆肥温度の上下がないこと、また堆肥の温度も5~10度ほど高かった。発酵が進まなかった要因としては、堆肥の水分量が70%を超えていたことが考えられる。牧場主の経験では、堆肥にオガ粉を添加し水分量を下げても試験区1のように短期間で発酵が完了することはないとのことであり、竹パウダーはオガ粉に比べ発酵温度を高くする効果があると考えられる。（図-3）

4. 竹パウダーの品質

敷料として最も重要な品質は吸水性である。水分量が30%未満が望ましいとされている。

2008年度に畜産技術振興センターにおいて、竹パウダーの水分量の計測試験を実施して頂いた。その結果、ヤードに堆積直後は49%あった水分量が、好気性発酵を経て、2ヶ月後には水分量が35%まで低下した¹⁾(表-1)。

しかし、敷料を数ヶ月もストックできる牧場は数少ない。2010年度からの試験利用の際も、ヤードに堆積してから数日のうちに牛舎で使用されている。牧場に竹パウダーを搬入する時点で水分量を30%程度に抑えなくてはならない。

表-1 破碎竹堆積後の変化(畜産技術振興センター)

	水分(%)	給水量(1/m3)
堆積直後	49.2	570
13日後	44.0	620
20日後	42.0	632
27日後	39.0	677
37日後	38.6	685
46日後	37.1	707
59日後	35.5	700

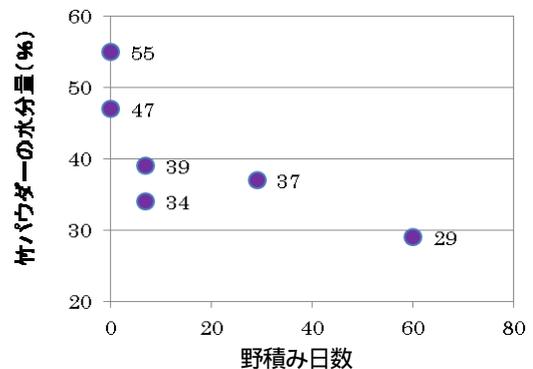


図-4 竹の野積み期間と竹パウダーの水分量

そこで、伐採後の野積み期間と竹パウダーの水分量の関係を調べた結果、伐採後2ヶ月間野積みした後にパウダー化すると、水分量を30%程度に抑えられた(図-4)。

一方、パウダー化した後は水分量がほとんど変わらず、堆積すると発酵、さらに梱包するとカビが発生し敷料として使用できなかった。竹には易分解性有機物が多く含まれること、腐敗に関係する好気性菌、大腸菌群等が高い菌数レベルで分解されること²⁾から発酵しやすく、パウダー化した竹の備蓄は困難であると言える。

畜産農家の聞き取りで関心の高かった項目のひとつは安全性である。形状の観点からは、2011年度までの牧場での試験利用においても牛の蹄や乳房に竹が刺さるというトラブルはなく問題はなかった。

家畜農家は口蹄疫をはじめとする伝染病への感染がないよう敷料にも注意を払っておられるため、竹パウダーに含まれる細菌を家畜保健衛生所にて検定したところ、乳酸菌が豊富であることが判明した(表-2)。文献や他の研究事例などにも竹の乳酸菌の存在が言及されている。今回検出された乳酸菌は乳酸発酵に伴い酢酸などを生成し、酸性状態をつくりだす。このため、他の菌の生息・増殖に適さない環境となっているものと考えられる。また、オガ粉などと混合し高温で発酵すると大腸菌などの雑菌が死滅する。今回調査した検体では50度程度までしか上がらなかったため細菌検査は実施しなかった。

また、竹には一般的に抗菌効果があると言われており、竹粉を原料とする竹紙³⁾や竹繊維⁴⁾などについては、抗菌性が実証された事例もある。竹パウダーが乳牛の乳房炎を防止する効果を有しているかどうか、抗菌性を調べる

方法であるシェーク法(JIS 2801:2012)に基づき、竹パウダーを乳房炎の原因菌であるクレブシエラ菌の培養液に添加し培養実験を行った⁵⁾。

その結果、竹パウダーを含む培養液と含まないものとで有意な差は出なかった(表-3)。一般に、タケ類の抗菌性物質は表皮を中心に含まれているとされる。このため、表皮だけでなく竹全体をパウダー化した場合、タケ類の抗菌性が弱まる可能性があり、今回の試験結果に影響したのかもしれない。今回の試験では竹パウダーの抗菌効果を実証できなかった。

5. 竹パウダーの供給能力、製作コスト

2012年度における竹パウダーの製作は、東近江土木事務所の河川維持工事(佐久良川)で伐採した竹を使用し、破砕機械は(株)大橋製GS121GBを使用した(図-5)。

竹パウダーの製作量は、機械の能力を考慮すると日当たり2m³であった。これより多く製作しようとする機械の能力を超え故障し、修理費用・期間がかかった分、非効率であった。

さらに、竹の肉厚が大きいと小割りにする作業も必要となり、人件費が高んだことから1m³製作するのに約16,000円かかった。

当該工事では、予めパウダー化するエリアと廃棄物処分するエリアを分け、それぞれの面積を事前に測定した。竹林千m²当たりの処分費とパウダー製作費を比較するためである。その結果、廃棄物処分の方が20万程安くなった(表-4)。パウダー製作費が高額なうえ、東近江やそ

表-2 竹パウダーの細菌検査結果(家畜保健衛生所)

竹パウダー	結果	細菌数
検体 1	Leuconostoc. spp	2.7 × 10 ⁹
検体 2	Leuconostoc. spp	1.9 × 10 ⁹

竹の野積み期間(日)

表-3 竹パウダーの抗菌効果検証結果

竹粉濃度 (g/10ml)	番号	菌数(cfu/ml) ₁		
		培養開始	24時間後	48時間後
0		2.5 × 10	2.7 × 10 ⁸	1.7 × 10 ⁸
0.016	1	2.5 × 10	1.9 × 10 ⁸	3.4 × 10 ⁷
	2	0 ₂	2.0 × 10 ⁸	1.6 × 10 ⁸
0.16	1	0 ₂	1.2 × 10 ⁸	1.0 × 10 ⁸
	2	0 ₂	2.0 × 10 ⁸	8.8 × 10 ⁷
1.6	1	2.0 × 10	7.5 × 10 ⁶	1.7 × 10 ⁸
	2	4.0 × 10	7.3 × 10 ⁶	1.8 × 10 ⁸

1 cfu : colony forming unit

2 菌数が検出限界以下により測定不能



図-5 竹パウダー製作状況

表-4 千m²当たりの竹パウダー製作費と処分費の比較

	竹パウダー	廃棄物処分
製作(処分)量	32.5m ³ /千m ²	23.8t/千m ²
製作(処分)単価	16,000円/m ³	13,000円/t
製作(処分)費用	約52万円/千m ²	約31万円/千m ²

の周辺地域には竹木の処分業者が多く処分単価が安い為である。

供給能力の向上、製作コストの削減を図るためにも、パウダー製作機械の大型化が望ましいが、現在のところ未開発である。人件費を削減するためボランティア団体などにパウダー化作業を委託することも考えられるが、家畜農家からは行政や民間業者などに比べると活動の継続性など信頼がおけないとの意見を頂いた。

6. 廃棄物の処理及び清掃に関する法律

現在、伐採した竹は廃棄物として処分しており、これを敷料として供給するには「廃棄物の処理及び清掃に関する法律」（以下、「廃掃法」）との関連を整理しておかなくてはならない。

廃棄物の定義は、自ら利用または他人に有償譲渡できず不要になったもの、とされている。例えば、不要になったものを必要とする人に譲渡する場合、輸送費が1,000円かかったのに対し、譲渡価格を700円とすると、300円損をしてまで譲渡したことになる。これは価値のないものを300円で処理したとみなされ、廃掃法の適用を受けることになる（逆有償）。竹パウダーは製作のみで16,000円/m³、農家の買取価格は高くても3,000円/m³であり、廃掃法の適用除外とするには程遠い。

廃掃法の適用を受けると、竹パウダーの製作および運搬を委託された業者は処理および運搬の許可が必要となる。また、河川維持工事で発生する竹は対象物等が明確かつ定期的な管理に伴い発生する「一般廃棄物」として位置づけられており、伐採（処理）した場所から他の市町への搬出も原則認められなくなる。

そこで、再生利用指定制度の活用について検討を行った。この制度は、「再生利用が確実であると市町村長が認めた一般廃棄物のみを処理を業として行う者であって市町村長の指定を受けたものについて一般廃棄物処理業の許可が不要となる制度」であるが、県内では導入している市町はなく、また、排出地（伐採地）と運搬経路、利用場所（牧場）で市町が異なり越境する場合は、関係するすべての市町でそれぞれ制度を導入してもらわなければならない。要綱や規約の作成、要綱に基づく許認可など市町の負担が大きく、実現の可能性は小さい。

あくまでグレーゾーンであるが、各地で刈草堆肥の無償配布や伐採木の配布などが行われている。これは、引取りに行く「労力」や「時間」をかけても欲しいもの、つまり「価値のあるもの」であり廃棄物ではない、という解釈のもとで廃掃法の適用除外としている。竹パウダーについても家畜農家が引取りに来れば配布可能かもし

れないが、多忙なため都合のよいときに勝手に取りに行きたい、積込できる機械を置いておくことが必須などの意見が出た。竹パウダーは水に濡れるとカビが発生するので、高水敷がある大きな橋の下などにしか置いておくことができない。さらに高水敷に降りられる搬入路なども必要となる。このような場所は限られているが、河川区域の外に仮置きすると廃掃法違反になってしまう。

7. まとめ

これまでの試験を通じて、竹パウダーの敷料としての品質確保、安全性の確認をはじめ、堆肥の発酵促進といった付加価値を見出すことができた。また、畜産農家からも竹パウダーの品質についてよい評価を得られた。

一方、竹パウダーの供給については、安定供給、備蓄、製作コストなど課題が多く、現状では河川管理者が主体となって伐採竹を敷料として提供することは困難であることが判った。

謝辞：本研究の実施にあたり、近江八幡市内の1牧場、日野町内の3牧場および県立八日市南高校では、試験の趣旨をご理解頂き、実験場所を提供して頂きました。また、畜産課、農業技術振興センター、家畜保健衛生所、同北西部支所、畜産技術振興センターの皆様には貴重な助言や試験および調査にご協力を頂きました。循環社会推進課からは廃掃法の解釈について助言を頂きました。皆様に心より御礼申し上げます。

参考文献

- 1) 滋畜技セ第20号「竹パウダーによる畜産にかかる敷料としての利用効果について(報告)」(畜産技術振興センター) 2009
- 2) 大田荘洋(山口県農林総合技術センター)「竹材の敷料およびたい肥化副資材としての利用に関する研究」2008
- 3) 眞鍋郁代ら「微細竹粉から開発した竹紙の抗菌・消臭性能および竹紙系の力学的性質について」2011 愛媛大学教育学部紀要
- 4) 山本直文(池上機械株式会社)「竹繊維」2007 Jpn. Res. Assn. Text. End-Users
- 5) 試験機関：株式会社テクノスルガ・ラボ 2013年3月7日(S11D12842)