

Ⅱ おが粉及び代替敷料の種類と資材特性について

1 おが粉

(a) 生産方法

おが粉は木材の粉で、元々は製材工場で鋸挽きされる際の鋸屑のことです。「おが」を漢字で書くと「大鋸」で、おが屑と呼ばれていましたが、屑ではなく資源としての表現として「おが粉」と呼ぶようになりました。

おが粉など、敷料に用いられる樹種としては、広葉樹はキノコ栽培用に高く取引されることが多いため、スギ、トドマツ、カラマツなどの針葉樹が一般的です。

鋸屑が発生する製材工場において使用されている製材機械には、帯鋸盤、丸鋸盤（縦挽き）、横切り機（丸鋸）、チップパーなどがあります。鋸挽きの際、鋸屑は集塵機によって鋸屑サイロに集められます。また、チップパーからは、スクリーン（ふるい）から落

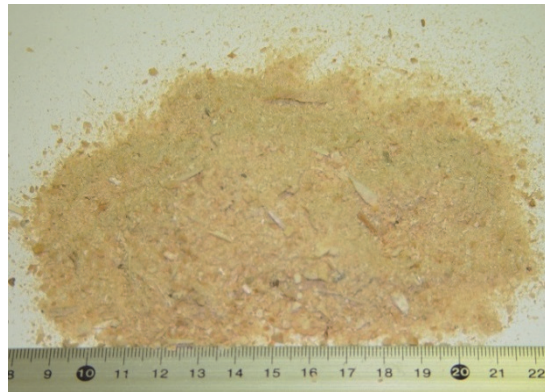


図1 カラマツ鋸屑

資料:平成14年度家畜敷料確保体制整備支援事業報告書(北海道酪農畜産協会 2003)より引用

ちたチップより細かいもの（チップーダスト）も集塵機と一緒に集められます。工場によって機械のライン構成と鋸の厚さが異なり、粒径も異なってきます。鋸の歯（刃）も、帯鋸は薄く、ばちアサリ（三味線のばちのような歯先）であるのに対し、丸鋸は帯鋸より厚めで、歯先が交互に振られた振り分けアサリになっています。このアサリは、挽き材抵抗（鋸身と材料の摩擦）を減少させるため、鋸身（鋸の厚み）より幅広になっています。さらに、丸鋸でも、縦挽きと横挽きでアサリの形状が若干異なります。

一般の製材工場では、伐木・運材の際、樹皮に砂利が噛んで刃物を傷める恐れがあることから、機械（バーカー）で剥皮したものを製材します。剥皮により発生した樹皮はバークとして、そのまま、あるいはシュレッダーにより粉碎され、敷料にも供給されています。

製材は、生材と呼ばれる水分を含んだ丸太を挽くため、おが粉は水分を含んでいます。丸太の水分は、樹種、伐採後の期間や散水・水中貯木（丸太の割れや腐れを防ぐ）の有無によって異なります。

近年は、工場残材以外に、キノコの菌床栽培の培地や敷料の製造のために、

おが粉を生産するようになってきています。おが粉の製造には、専用機であるおが粉マシン（おが粉製造機）が用いられ、丸太や端材から製造しています。おが粉マシンは専用機として、丸太を直接、細かく切り刻むために、各メーカーで様々な工夫を凝らしていますが、大きく分けると、丸鋸式とカッター式に分けられます。

まず、丸鋸式ですが、本来、丸鋸ではアサリ幅分しか切削できません。そのため1枚ではせいぜい数ミリ幅となるため、複数枚の丸鋸を軸に取り付けています。ただし、取付金具による鋸の隣接限界や切削抵抗の削減のため、軸の取り付け位置に対し、鋸が平面内での回転ではなく、一定幅の中で回転するようになっています。その方法として、①丸鋸をその中心を通る直線で「く」の字に曲げた形のもの、②丸鋸を回転軸に対し斜めに取付けたもの、③スリットを入れ固定金具で押し付けることでらせん状に丸鋸を取付けたものがあります。これらは、隣接する鋸との距離は回転による軌跡がわずかに重なるようになっています。この様にする事で複数枚の鋸を、固定金具をはさんで重ねても、回転することで歯が満遍なく材に当たるようになっています。

一方、カッター式はプレーナー（鉋盤）と同様に、回転胴に複数枚の刃を取り付け、回転させて切削する方式です。メーカーにより、ドラムの形状が異なり、幅方向においての分割式、あるいは1枚もの、ドラム径と刃数にそれぞれ特徴があります。また、刃物としては平刃と楕円刃があります。カッター式では幅広く削るため、そのままでは粒の大きいものが出てくることになります。そのため、スクリーンと呼ばれる網目状の穴を設けることで、粒の大きなものは機械の中にとどまり、回転する刃や粒同士の衝突により細かくなってスクリーンを通り、おが粉として出てきます。

おが粉マシンの動力には、電動モーターとディーゼルエンジンがあります。動力によっておが粉形状への影響はほとんどありませんが、エンジンの場合、燃料価格により製造コストが変わってきます。

いずれのタイプも、丸太のまま投入できることから、皮付きでおが粉にされる場合もあります（図2）。カラマツの場合、含まれる割合は低いのですが、樹皮にスクレイドと呼ばれる髪の毛程度の太さで長さ数ミリの固い組織があり、棘として刺さることがあるので注意が必要です。

このほかに、チップやカールチ



図2 カラマツ皮付きオガ粉（濃色が樹皮）
資料：平成14年度家畜敷料確保体制整備支援
事業報告書（北海道酪農畜産協会 2003）
より引用

ップ(注1)を粉砕したおが粉(図3)や、粉砕して製造されるピンチップと呼ばれる細長いものも、おが粉として扱われる場合があります。ただし、ピンチップでも、原料が解体材の場合は、おが粉としてではなく、解体材チップ(図4)として扱われ、価格も安くなっています。

カールチップ(図5)の構造を簡単に表すと、ストローを束ねたようなもので、繊維方向(長さ方向)に強く、横方向に割裂し(裂け)やすい性質があり、粉砕ではピンチップのような細長い形状のものが多くなります。同様の理由で、スリーバーと呼ばれる細長い形状のものが出やすくなっていて、おが粉にまざっていることがあります。

鋸屑、おが粉とは別に、木材加工工場やプレカット工場からは、おが粉と似たカッター屑が排出されます(図6)。その多くは、乾燥材を加工しているため、鋸屑とは異なり軽く、舞いやすくなっています。また、乾燥しているものは、やや撥水性があり、初期の保水性は低くなっています。製材工場でも加工も行っている場合もあり、その場合、同じサイロに集められていると、鋸屑は乾き、カッター屑は湿るため、敷料として良いものになります。しかしながら、多くはカッター屑のみで集められています。カッター屑の欠点



図3 トドマツカールチップ粉砕おが粉

資料:平成14年度家畜敷料確保体制整備支援事業報告書(北海道酪農畜産協会2003)より引用



図4 ピンチップ(写真は解体材)

資料:平成14年度家畜敷料確保体制整備支援事業報告書(北海道酪農畜産協会2003)より引用



図5 カラムツカールチップ

資料:平成14年度家畜敷料確保体制整備支援事業報告書(北海道酪農畜産協会2003)より引用

を補う上で、おが粉とカッター屑の両方が手に入る場合、ブレンドなどの工夫により、敷料の購入量を減らすことも可能でしょう。

(注1) カールチップは、北海道(鹿追町)の肉牛農家が、敷料にかかる経費を削減したいとの考えで、機械メーカーと共同で丸太を薄く削ることで、図5のようにカールした薄い木片を製造する機械を開発しました。木材の構造を簡単に表すと、ストローを束



図6 カッター屑

資料:平成14年度家畜敷料確保体制整備支援事業報告書(北海道酪農畜産協会 2003)より引用

ねたようなもので、ストロー同士の結合力は比較的弱いので、肉牛が踏むことで簡単に細くなります。おが粉は丸太の約3倍の嵩になるのに対し、カールチップは約6倍になるとのことで、丸太の使用量を減らせ、更に、堆肥化もうまく進むことで、戻し堆肥も敷料利用できています。なお、乳牛用には歩行性などの点から、通常より薄く削り、粉碎したものを販売しています。

(b) 流通

鋸屑は製材工場で発生します。また、おが粉マシンによるおが粉も製材工場で生産されている場合も多くなっていて、別物として注文しなければ、区別なく両者が混ざったものが供給されます。その割合は工場の機械構成に加え、時期によっても異なります。おが粉マシンを用いて製造されたおが粉は、鋸屑より若干粗い場合が多く、使い分けをしたい場合は、交渉が必要でしょう。

製材工場とは別に、敷料生産を目的におが粉マシンを導入し、森林組合などから丸太を購入し、おが粉の販売を行っている敷料生産組合などもあります。

おが粉マシンに用いられる丸太が、木質バイオマス発電の燃料用として需要が増えており、今回の調査では、全国的に以前と比べ、価格が2割程度上昇しているようです。

運搬は、トラックの荷台に直接積み込む場合がほとんどです。多くの製材工場では、おが粉運搬用のトラックは有していないため、農家が直接トラックで取りに行くか、運送業者に依頼することになります。また、運送業者が、おが粉の生産者からおが粉を買い付け、敷料として販売している会社もあります。近くに工場が無かったり、自分で取りに行く手段がない場合、このような業者を利用すると、入手しやすいでしょう。ただし、このような業者の場合、ストックもあるのでいつでも入手可能ですが、たくさんの工場と契約しており、お

が粉の粒径等が毎回異なることも考えられます。

(c) 敷料としての特徴

おが粉は木材の粉です。その主要成分のセルロース、ヘミセルロースは親水性、リグニンは疎水性ですが、親水性も保持しており、基本的に木材は親水性です。一方、同じ木質材料でも、バークは樹皮であり、外部との水、水蒸気の移動を防ぐ役割があります。そのため濡れにくく、保水力は強くありません。おが粉の製造にあたって、樹皮付きの丸太を用いている場合、その分、保水性は劣ると考えられます。

保水性を重視する場合、粒径は小さいほど保水力は高くなります。それは、粒径が小さいほど、嵩当たりの表面積は増えるためです。ここでおが粉を球として考えてみます。図 7 のように同じ容積に対し、径が $1/2$ になると、嵩当たり 8 個以上存在できます。半径 r とすると表面積は $4\pi r^2 \times 8 = 32\pi r^2$ です(図左)。一方、径が 2 倍の $2r$ のものは $16\pi r^2$ です(図右)。即ち、径が半分になると表面積は 2 倍 ($32:16$) となります。接している部分は水が存在できませんが、水には表面張力があり、図 8 のように、接している側部に表面張力による水が増えます。細かいものは表面張力により水が空間すべてを埋め尽くしてしまいます。図 9 に、同じ嵩の木粉に、同量の水を注いだときの保水状態と余った水の水面の高さを示します。このように粒が大きくなるほど、保水できずに余った水が増えているのが分かります。次に、おが粉等の敷料

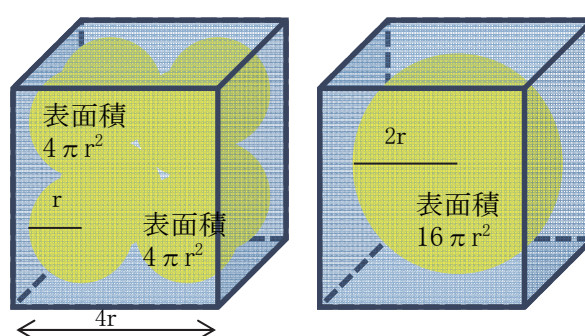


図 7 容積当たりの球と表面積

資料:デーリイマン 62 巻 5 号 40-41(2012)より引用

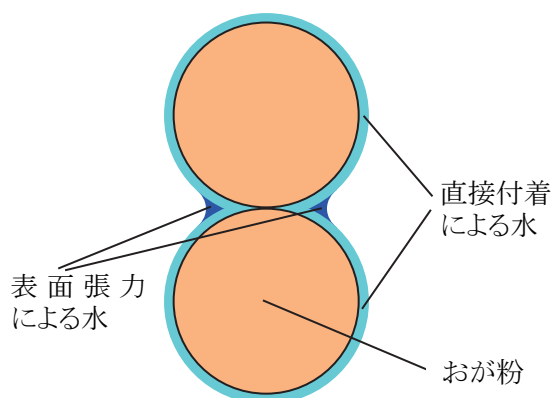


図 8 水の付着モデル

資料:平成 15 年度家畜敷料確保体制整備支援事業
報告書(2004 北海道酪農畜産協会)より引用

を用いた保水試験結果を表 1 に示します。ここからも、粒径が小さいほど保水していることが分かります。

一方、粒の小さいものは限界まで保水させると空隙は水で満たされ、図 10 のように空気が存在できません。このことは好気性発酵を妨げ、腐敗や悪臭の原因となるとともに、堆肥化の際には良質な発酵の障害となります。図 9 で、粒が小さなものは固まりになり、固まりには空気が残されていないのに対し、大きなものは固まりとならず、空気が残っていることが見て取れます。このことは、後述の堆肥化における副資材を選ぶ際の参考になります。

おが粉自体の水分については、乾燥したものの方が水を吸いやすいように思われますが、実際は、ある程度湿っている方が水分を含みやすいです。これは、木材成分中に疎水性がある一方、水には表面張力があります。このため、湿っているおが粉は、おが粉中の水分子が水を引き寄せますが、乾燥していると、その力が弱まるとともに、疎水成分が影響するため、水を引き寄せにくくなると考えられます。ただし、初期の保水力は小さいのですが、一旦水分を吸い始めると、乾燥している分、より多くの水を保水できます。また、

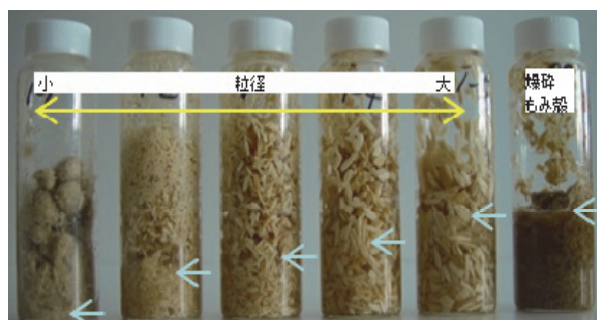


図 9 同嵩木粉への水同量添加による水面高さ(矢印)

資料: 第 12 回バイオマス科学会議発表論文集 77-78(2017)より引用

表 1 敷料による保水試験結果

敷料の種類	平均粒径(mm)	保水量(g/cm ³)	保水水分(%)
カラマツ鋸屑	0.7	0.840	80.4
カラマツおが粉	1.4	0.651	78.9
カラマツ丸鋸屑	2.3	0.520	79.2
エゾトおが粉	0.9	0.715	85.6
トドマツおが粉	2.0	0.642	83.7
トドマツパーク	12.0	0.287	67.4
カラマツパーク	13.5	0.217	62.1
爆砕もみ殻	1.4	0.575	80.4

資料: 平成 15 年度家畜敷料確保体制整備支援事業 報告書(2004 北海道酪農畜産協会)より引用



図 10 最大保水状態のカラマツおが粉

資料: 平成 15 年度家畜敷料確保体制整備支援事業 報告書(2004 北海道酪農畜産協会)より引用

別な視点では、乾燥すると重量も軽くなるため、細かなものは舞い上がりやすくもなります。

おが粉の優れた点として、精油成分による香りの効果が考えられます。おが粉に使用される木材は、スギやトドマツ、カラマツなどの針葉樹が一般的です。含まれる精油成分は、人の疲労を軽減する効果などが報告されています。森林浴でフィトンチッドと呼ばれるものと同じものです。このような木の香りが、家畜に対しても生理的に良い効果をもたらすことも考えられます。実際に、木質系敷料をふんだんに使っている畜舎では木の香りがし、ふん尿による嫌気性発酵の畜舎に比べ、過ごしやすく、作業者にとって快適と考えられます。

(d) 副資材としての特徴

畜舎から搬出されたふん尿は水分が高く、そのまま放置しておく、内部に酸素（空気）が無くなり、ふん中の分解しやすい有機物（易分解性有機物）が嫌気性の微生物によって嫌気分解し始め、強い不快臭を発生しながらゆっくりと分解します。嫌気性分解では、ふん中の水分がほとんど蒸発しないためにいつまでも汚物感が残り、取扱性が悪く、資源としての利用は難しくなります。そこで、水分の高いふん尿に通気性のある乾いた材料を混合し、内部に酸素（空気）を保持あるいは入りやすくすることによって、ふん中の有機物が好気性の微生物によって好気分解されるようにするのが堆肥化です。この好気性微生物による有機物分解を、促進させる状態にするのが副資材です。堆肥化では、有機物が好気性の分解をするときに熱量の大きい分解熱を発生し、この熱によって材料中の水分を蒸発させ、取扱性のよい、安定した材料（堆肥）となります。

副資材に求められる要件は、高水分の材料（堆肥原料）に混合したときに、材料を通気性のある状態に維持することが第一であり、そのためには吸水性がよく、材料と混合しやすいことなどが求められます。また、使用量が多いため、安価で入手し易いことも大事な要件です。牛ふん（水分約 86%）を堆肥化しやすい状態（水分が 70%以下）にするには、牛ふんと同じ容積以上の副資材が必要となります。通気性を維持するためには、堆肥化時にふん中の易分解性の有機物より早く分解せず、通気性を確保していることが必要で、低水分であっても粉状のものは適しません。副資材としては、おが粉、もみ殻、ワラ、バーク、剪定枝、キノコ生産後の廃菌床などが利用されており、その地域で安定して入手できることが要件です。また、出来上がった堆肥も、水分が低ければ副資材として利用可能です（戻し堆肥という）。