

学位論文題名

木質粉碎機に関する研究

学位論文内容の要旨

北海道における木材利用の約7割は粉碎物としての利用である。その中で一番大きな割合を占めるのがパルプチップである。しかし、円高の進行に伴う輸入パルプチップ価格の急激な下落は、道内のチップ製造業にとって大きな脅威となっており、パルプチップに替わる新しい粉碎物の用途開拓が緊急課題である。

一方、都市における木質住宅の解体廃材や木質コンクリートパネルなどは利用されることなく焼却処理されている。これら木質廃材は重要な資源であり、粉体化して再利用される事が環境保全上望ましい。

このように、パルプチップに替わる新しい粉碎物の用途の開拓、あるいは廃材の粉体化・リサイクルなどを検討するためには、従来の粉体化技術を見直すとともにその技術に共通の基盤を与えることが必要となる。

本論文は、衝撃型・摩砕型・切削型の各種粉碎機について、最大処理能力や適正原動機出力を実験的に求めるとともに、操作条件や原料の物性の粉碎機の処理能力に与える影響、目的に合った粉碎機的设计・選定、操作方法、効率的な運転方法、および実際の木質材料の粉体化への応用等の諸点について研究したものである。

研究内容は次のように要約される。

1) 粉碎機の最大処理能力の算定方法の確立

これまで、粉碎機における最大処理能力についての明確な定義はなく経験的に論じられるにすぎなかった。

連続粉碎下における粉碎機内の原料滞留量の実測定を行い、滞留量がゼロとなる供給速度を実験的に求め、これをもって粉碎機の最大処理能力と定義した。この事によって、粉碎機相互の能力比較が可能となった。

また粉碎物の体積から球相当径を求めこれを粉碎物の平均の大きさ（代表粒径）と定義した。これによって、他の材料との比較が可能となった。

2) 各種粉碎機における最大処理能力

目皿付き衝撃型粉碎機（ロートプレックス、ユニバーサルクラッシャー（ハンマーミル）、ノボロータミル、ユニバーサルクラッシャー、ウルトラプレックス）をもちいて、粉碎機の操作条件と原料の粉碎機内滞留時間に関係する要因について検討した。原料の粉碎機内滞留時間は、粉碎機のハンマーの回転数、使用する目皿の大きさ・形状、原料の被粉碎性などに大きく依存していることを明らかにした。

原料の粉碎機内最大滞留量は、ハンマーの大きさ・数などの粉碎機の形状と原料のかさ密度などに支配されていることを明らかにした。

上記で求めた原料の粉碎機内滞留時間、および原料の粉碎機内最大滞留量との関係とから、目皿付き衝撃型粉碎機の最大処理能力を求める推定式を提示した。

原料の粉碎機内滞留時間、粉碎機内最大滞留量の実測の測定は難しく、難粉碎性の木質原料において初めて定量化に成功した。また、石炭、砂、木炭、ゴムなど木材以外の粉碎原料についても検討し、原料の物性をも加味した、いずれの原料にも適用できる最大処理能力の推定式を提示した。

次いで、上記の衝撃型粉碎機での成果を、摩砕型粉碎機（ダブルディスクリフアイナー）や切削型粉碎機（パールマンチッパー）などにも応用、それぞれの最大処理能力の推定式を提示し、粉碎機設計のための基礎的知見を与えた。

### 3) 各種粉碎機の適正原動機出力の推定

各種粉碎機を用いた実験により、単位量の乾物を粉碎するのに必要な積算動力と滞留時間との関係を実験的にもとめた。

目皿付き衝撃型粉碎機と摩砕型粉碎機とは積算動力と滞留時間との関係に一義的相関が見られた。一方、切削型粉碎機では、粉碎物の比表面積の増加料との積算動力との関係に一義的相関が見られた。

破砕機の最大処理能力に適合した原動機の出力は、積算動力に最大処理能力の値を掛けたものとして求めることが出来る事を示した。

### 4) 木質粉碎物の用途と粉碎技術の応用

- ・ 粉碎機の仕様と処理能力・粉碎動力に及ぼす諸因子を検証した。
- ・ 粉碎特性の異なる材料の混合粉碎を行い、樹皮率58%の混合原料から、最高樹皮率95%の粉碎物を得、粉碎性の差異に基づく分離が可能であることを示した。
- ・ 木質飼料用の蒸煮チップの粉碎を行い、適性粉碎条件を提示した。また、粉碎蒸煮チップを用いて肉牛・乳牛を飼育し、木質材料の飼料としての有効性を認定した。
- ・ 木炭粉碎の諸条件を明らかにし、菜豆栽培への粉碎木炭の施用効果を確認した。
- ・ 連続蒸煮摩砕型粉碎機による油吸着材のための粉碎の諸条件を明らかにし、炭化処理により効果的な油吸着材の製造に寄与した。
- ・ 家畜敷料用の粉体化木質材料の製造のため、各種粉碎機の性能比較を行った。

粉碎技術は、穀物の粉碎によりパンや麺類を造るための基本的技術であるが、粉碎の科学的研究は100年ほどの歴史しかない。はじめ粉碎動力の研究から始まり、約30年前から粉碎速度の研究が行われている。しかし、これらの研究成果が粉碎機の合理的設計に結び付いておらず、メーカーの経験的蓄積によるところが大きい。その原因は、これまで研究の対象とされた原料が易粉碎性の材料であったことによる。木質材料を用いることによつてはじめて滞留時間の実測定が可能となり、粉碎機内の滞留量の測定が可能となった。

本研究は、木質の粉碎に関して、これまで経験的にしか取り扱われなかった各種粉碎機の最大処理能力とその適正原動機出力との算出に実験的根拠を与えるとともに、原料の種類・粉碎機の仕様と処理能力・粉碎動力との関係を明らかにする事によつて、目的に合った粉碎機の合理的設計に必要な諸条件を提示したものである。

また、本研究における粉体化木質材料の新しい利用法に関する具体的提示は、木質資源の有効利用・リサイクルについて重要な指針を与えるものである。

# 学位論文審査の要旨

主 査 教 授 寺 澤 實  
副 査 教 授 笹 谷 宜 志  
副 査 教 授 深 澤 和 三  
副 査 教 授 伊 藤 和 彦

学 位 論 文 題 名

## 木質粉碎機に関する研究

本論文は、7章からなり、図61、表19、写真19、引用文献95を含む総頁数149の和文論文である。別に参考論文75編が添えられている。

本論文は、衝撃型・摩砕型・切削型の各種粉碎機について、最大処理能力や適正原動機出力を実験的に求めるとともに、操作条件や原料の物性の粉碎機の処理能力に与える影響、目的に合った粉碎機的设计・選定、操作方法、効率的な運転方法、および実際の木質材料の粉体化への応用等の諸点について研究したものである。

研究内容は次のように要約される。

### 1) 粉碎機の最大処理能力の算定方法の確立

これまで、粉碎機における最大処理能力についての明確な定義はなく経験的に論じられるにすぎなかった。本論においては、連続粉碎下における粉碎機内の原料滞留量の実測定から滞留量がゼロとなる供給速度を求め、これをもって粉碎機の最大処理能力と定義し、また粉碎物の体積から球相当径を求めこれを粉碎物の平均の大きさ(代表粒径)と定義した。このことによつて、他の材料との比較が可能となった。

### 2) 各種粉碎機における最大処理能力

目皿付き衝撃型粉碎機をもちいて、粉碎機の操作条件と原料の粉碎機内滞留時間との関係、および粉碎機の形状と原料の粉碎機内最大滞留量との関係を実験的に求めた。

上記で求めた原料の粉碎機内滞留時間、および原料の粉碎機内最大滞留量との関係とから、目皿付き衝撃型粉碎機の最大処理能力を求める推定式を明らかにした。

原料の粉碎機内滞留時間、粉碎機内最大滞留量の実測の測定はは難しく、易粉碎性の木質において初めて定量化に成功した。また、石炭、砂、木炭、ゴムなど木材以外の粉碎原料についても検討し、原料の物性をも加味した、いずれの原料にも適用できる最大処理能力の推定式を提示した。

次いで、上記の衝撃型粉碎機での成果を、摩砕型粉碎機や切削型粉碎機などにも応用、それぞれの最大処理能力の推定式を提示し、粉碎機設計のための基礎的知見を与えた。

### 3) 各種粉碎機の適正原動機出力の推定

衝撃型粉碎機を用いた実験により、単位量の乾物を粉碎するのに必要な積算動力と滞留時間との関係を実験的にもとめた。ついで供給速度を最大処理能力に置き換え原動機の出力を求めることで、破砕機の最大処理能力に適合した原動機の出力を推定することが可能になった。また、目皿径と粉碎物の粒土との関係を明らかにした。

切削型粉碎機の最大処理能力に適合した原動機の出力を同様に明らかにした。

### 4) 木質粉碎物の用途と粉碎技術の応用

- ・ 粉碎機の仕様と処理能力・粉碎動力に及ぼす諸因子を検証した。
- ・ 粉碎特性の異なる材料の混合粉碎を行い、樹皮率58%の混合原料から、最高樹皮率95%の粉碎物を得た。
- ・ 木質飼料用の蒸煮チップの粉碎を行い、適性粉碎条件を提示した。また、粉碎蒸煮チップを用いて肉牛・乳牛を飼育し、木質材料の飼料としての有効性を認定した。
- ・ 木炭粉碎の諸条件を明らかにし、菜豆栽培への粉碎木炭の施用効果を確認した。
- ・ 連続蒸煮摩砕型粉碎機による油吸着材のための粉碎の諸条件を明らかにし、炭化処理により効果的な油吸着材の製造に寄与した。
- ・ 家畜敷料用の粉体化木質材料の製造のため、各種粉碎機の性能比較を行った。

本研究は、木質の粉碎に関して、これまで経験的にしか取り扱われなかった各種粉碎機の最大処理能力とその適正原動機出力との算出に実験的根拠を与えるとともに、原料の種類・粉碎機の仕様と処理能力・粉碎動力との関係を明らかにする事によって目的に合った粉碎機の合理的設計に必要な諸条件を提示した。

また、本研究における粉体化木質材料の新しい利用法に関する具体的提示は、木質資源の有効利用・リサイクルについて重要な指針を与えるものである。

よって、審査員一同は、別に実施した学力認定試験の結果とあわせて、本論文の提出者遠藤 展は博士（農学）の学位を受けるのに十分な資格があるものと認定した。