

学 位 論 文 題 名

高水分小麦の乾燥調製法に関する研究

学位論文内容の要旨

国内産小麦の 60%は北海道で生産されており、おもに麵用小麦粉の原料として利用されている。北海道における小麦収穫時期は比較的降雨量が多く、降雨を受けると、小麦に穂発芽が発生し、 α -アミラーゼの活性が高まり、アミログラム最高粘度が低下する。このような状態の小麦を「低アミロ小麦」と呼ぶ。低アミロ小麦を原料とした小麦粉で製造した麵は粘弾性を欠くため商品価値が大きく低下する。

低アミロ小麦の発生を未然に防止するために、収穫時期に降雨が予想されると、小麦の水分が比較的高くても収穫が一斉に行われ、その後の小麦乾燥調製工程に大きな負荷がかかる。乾燥機への負荷を低減させるために、小麦を一定水分まで乾燥し、これを一時的に貯留し、小麦の収穫が終了した後に仕上乾燥を行う乾燥法式を「半乾貯留二段乾燥方式」が一部の地域に導入されているが、技術的に解決しなければならない多くの問題点を持っている。

低アミロ小麦など品質の悪い小麦を選別除去するために、北海道の小麦乾燥調製施設では多種類の選別機を組み合わせ構成される選別システムが設置されている。この選別システムの選別特性は不明確であり、より高品質で、かつ品質のバラツキの小さい小麦を調製するための技術を確立する必要がある。

乾燥調製施設に搬入される小麦の量は天候などの影響により大きく変動し、かつ水分は広範囲にわたって変動する。この変動に対応できる施設を設計する場合、荷受部および乾燥部の処理方式や能力の決定が最も大きな課題となる。収穫期間中の小麦の最大入荷量に対応可能な各種装置の導入が必要となるが、この場合は施設の建設費との関係を十分考慮する必要がある。

本研究は半乾貯留二段乾燥方式および穂発芽粒の選別除去方式を確立するとともに小麦の共同乾燥調製施設の設計指針と合理的な運営方法を提示することを目的として実施されている。

本論文の内容は以下のとおりである。

第1章 研究の背景、これまでの研究事例を述べている。

第2章 高水分小麦の乾燥貯留条件と品質

- ① 高水分小麦の品温と品質との関係：小麦の水分，加熱温度および加熱時間と品質との関係を明らかにした。品質は小麦水分が高いほど大きく低下した。
- ② 一次乾燥の通風温度が小麦の品質に与える影響：高水分小麦の一次乾燥条件と品質との関係を明らかにすることを目的として基礎実験を行った。品質の測定結果から考察して，半乾貯留二段乾燥方式における一次乾燥の通風温度は 40～50℃が適していることを述べている。
- ③ 半乾貯留条件と貯留可能日数：半乾貯留中の小麦の品質変化を知ることを目的として実験を行った。その結果，収穫時期の気温と収穫期間を考慮して，25℃の条件下で水分 19%の小麦は 7 日間，水分 16%の場合は 14 日間それぞれ貯留することが可能であることを明らかにしている。
- ④ 二段乾燥条件が小麦品質に与える影響：高水分小麦の一次乾燥と仕上乾燥の乾燥条件と品質との関係について実験を行った。一次乾燥において，初期水分が高いほど，また一次乾燥の平均乾燥速度が遅いほど，アミローム最高粘度が低下した。仕上乾燥において，通風温度が 55℃以上では粒の外観が劣化し，グルテン含量が減少した。
- ⑤ 乾燥中の通風温度の変化が小麦の品質に与える影響：高水分小麦を対象にして，品質を低下させないことを前提にして能率的な乾燥法を見出すことを目標として，降温，昇温および恒温乾燥方式が小麦の品質に与える影響について実験を行った。高水分小麦の乾燥過程において，半乾貯留二段乾燥方式の一次乾燥をより効果的に行うために，特に共同乾燥施設では荷受が集中した時の乾燥能率を高めるためには，乾燥速度および品質の面から考えて，乾燥初期の通風温度を高く設定し，小麦水分が低下するとともに通風温度を低下させるという降温乾燥方式が望ましい。

第 3 章 精選別工程における小麦の品質向上

- ① 比重選別機による小麦の品質向上：基礎実験および施設での調査の結果から，比重選別機を用いた選別は穂発芽が原因となっている低アミロ小麦を分別することに非常に有効であることが明らかになったとしている。また，比重選別機の選別口の幅と小麦品質との関係を調べるシミュレーションを試みた結果，従来の比重選別機に新しく製品ラインを増設し，より品質の良い製品と通常の品質の製品を分別することで小麦の均質化が可能であり，北海道産小麦の品質を向上させることが明らかにした。
- ② 小麦の粒厚と品質：小麦の粒厚と品質について検討した結果，穂発芽が少ない場合，粒厚が大きい小麦は品質良く，粒厚選別による品質向上が認められた。しかし，作柄が悪く，穂発芽が多く発生した小麦の場合，粒厚選別機により小麦の品質を向上させることは困難である。

第 4 章 小麦乾燥調製施設の稼動実態分析および最適施設設計の検討

- ① 荷受部：入荷日毎および荷口毎に入荷した小麦の量から1荷口小麦量の確率密度分布を求めた結果、入荷した小麦の質量分布は位相が5の Γ - χ^2 分布で近似される。滞荷時間分布と遊休率を分析した結果、搬送能率を高くすることによる滞荷時間の低減効果が大きかった。今後建設が予定される施設においては、滞荷のため、小麦の品質が劣化しないように、荷受状況を予測して適切な搬送能力を選択することにより混乱が避けられるものとする。
- ② 乾燥部：小麦収穫期の前半において、水分が高い小麦を貯留ビンにて予備乾燥することにより小麦の水分と質量が減少する同時に乾燥機の処理能力が増え、予備乾燥の効果が顕著に現れる。収穫期の後半において、小麦が低い水分で大量に入荷された時、予備乾燥時の乾燥速度が低下し、入荷量に対応できない場合がある。この場合、半乾小麦の安全貯留期間を考慮した上で、一次乾燥の終了水分を高くすることによって乾燥機の乾燥能力を向上させ、乾燥機の最適運転化が図られる。従って、今後建設する小麦用の大型共同乾燥施設の設計に当たっては、収穫期間中の入荷状況および半乾小麦の貯留可能日数を予測して、小麦の一次乾燥の適切な終了水分を選択することによって乾燥機の最適運転条件を確立する必要がある。その結果、予備乾燥のための貯留ビンの数を減らすことが可能になり施設全体の規模縮小と建設費の低減が実現できる。
- ③ 選別部：穂発芽粒を選別除去して高品質な製品を調製するために、比重選別機の導入が必要になるが、従来の比重選別機を改善することによって、実需者の要望する品質に合った製品を供給することが可能になることを明らかにした。

学位論文審査の要旨

主 査 教 授 伊 藤 和 彦
副 査 教 授 松 田 従 三
副 査 助 教 授 川 村 周 三

学 位 論 文 題 名

高水分小麦の乾燥調製法に関する研究

本論文は、総頁数 193, 図 71, 表 67, 引用文献 176 を含む 5 章からなる和文論文であり、別に 5 編の参考論文が添えられている。

国内産小麦の 60%以上が北海道で生産されており、主に麵用小麦粉の原料として利用されている。北海道における小麦(秋まき小麦)の収穫時期は比較的降雨量が多く、穂発芽の発生がおきやすい。穂発芽が生じると α -アミラーゼの活性が高まり、アミダグラム最高粘度が低下し、製麺適性を失う。これを回避する目的で、降雨が予想される場合、小麦水分が比較的高くても(30%以上)収穫が一斉に行われ、これが共同乾燥調製施設に搬入されることによって乾燥調製工程に大きな負荷を与えている。今後、北海道産小麦の品質向上を図る目的で現在の小麦の収穫期間(ほぼ2週間)は更に短縮されることが予想される。これに対応するために、施設への負荷の平準化を目的に半乾貯留二段乾燥方式が十勝地方に導入されているが解決しなければならない多くの技術的問題点を抱えている。さらに、穂発芽粒の除去技術も未完成である。このような背景を考慮して、本研究は、半乾貯留二段乾燥方式および穂発芽粒の選別除去方式を確立すること並びに小麦の共同乾燥調製施設の設計指針と合理的な運営方法を提示することを目的としている。

本研究の結果は以下のように要約される。

1) 高水分小麦を半乾貯留二段乾燥方式を用いて乾燥する場合、一次乾燥条件は乾燥速度およびアミダグラム特性値・グルテン含量等から考察すると小麦温度の最高温度を 40～50℃に調整することが適切であるとしている。半乾貯留可能日数は小麦の水分、温度および夾雑物の混入程度によって異なるが、25℃の条件下では水分 16%で 14 日間、水分 19%で 7 日間であることを明らかにしている。二次乾燥(仕上げ乾燥)条件は小麦水分が低下しているため一次乾燥に比較して品質の劣化が生じにくく、乾燥中の小麦温度の上限値は 55℃であるとしている。

2) 穂発芽粒の選別除去方法として粒厚選別法と比重選別法を取上げ、基礎実験と幕別町農協の既存の施設における調査を実施した。その結果、穂発芽は熟度が進んだ粒厚の大きい粒に多く生じ、粒厚選別法は粒厚の大きい健全粒から穂発芽粒を選別除去する方法として不適であると結論づけている。一方、比重選別法は比重が減少した穂発芽粒および未熟粒を同時に高精度に選別除去できることを明らかにした。基礎実験の結果を用いてシミュレーションを行った結果、製麺用に適した高いアミダグラム最高粘度値を示す高品質な小麦を調製する選別条件を示した。

3) 小麦の共同乾燥調製施設には収穫期前半に高水分小麦が入荷し、後半に比較的低水分ではあるが大量の小麦が入荷し施設に大きな負荷を与えている。幕別町農協の施設を想定して、施設の規模を最小限にとどめて負荷に対応するための設計指針と施設の適切な運営方法を提示している。荷受け部の設計については、入荷する小麦量の確率密度分布はアーランド分布で近似できることを確かめ、これを用いて荷受け部および搬送装置の設計を行うことによって滞荷時間を減少できるとしている。施設の運営については、収穫期前半は高水分小麦を通風装置を備えた簡易な予備乾燥装置を利用して乾燥し、乾燥機への負荷を低減する方法、収穫期後半に大量に荷受けする小麦については、基礎実験の結果を考慮して、半乾貯留二段乾燥方式における一次乾燥の終了時の小麦水分を従来採用されている 16%から 19%まで高める方法を提案している。この方法を用いることによって、施設全体の規模を縮小することが可能であることを明らかにした。さらに、比重選別機を用いることによって、実需者が望む品質基準に合った製品小麦を出荷することが可能であることを示している。

以上のように、本研究は高水分小麦の乾燥調製法について多くの新しい知見を提示しており、学術的にも実用面でも高く評価される。

よって審査員一同は、盧大新が博士（農学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認めた。