米穀의 收穫後技術 改善을 위한 提言*

許　吉　行
責任研究員, 農業流通研究室

Ⅰ. 序 言
Ⅱ. 米穀加工 및 搗精施設의 現代化
Ⅲ. 乾燥 및 貯藏
Ⅳ. 왕겨의 이용
Ⅴ. 米糠의 이용
Ⅵ. 結 言

Ⅰ. 序　言

우리 나라는 급격히 늘어나는 食糧需要를 충당하고자 해마다 많은 양의 食糧을 도입하고 있다. 그런데도 아직까지 糧穀의 취급, 가공, 저장 및 관리에 필요한 효율적인 物的體制를 갖추지 못하고 있다. 政府에서도 얼마 전까지는 增産에 주로 치중하였을 뿐, 收穫後의 損失을 줄이는 데는 별로 노력하지 않았다.

우리 나라의 糧穀의 收穫後 損失量은 糧穀 總生産量의 8.6%에 해당되는 852천M/T(1978년)으로 추정된다. 정부는 근래에 와서 間接增産의 효과가 있는 穀物의 收穫後損失 減少의 중요성을 인식하고, 이 부문의 技術開發과 米穀關聯産業의 현대화를 계획하고 있다.

米穀의 收穫後技術과 관련된 분야에는 加工(搗精), 乾燥, 貯藏, 副産物의 이용, 食品의 준비 및 消費, 營養攝取, 糧穀의 管理 및 流通, 輸送 등이 포함되겠으나, 여기에서는 앞의 4개 분야만을 다루고자 한다.

Ⅱ. 米穀加工 및 搗精施設의 現代化

1. 搗精施設의 現代化

현재 우리 나라에는 536개의 政府糧穀搗精工場과 19,610개의 영세한 賃搗精工場이 있다. 이들 搗精工場 특히 賃搗精工場은 規模가 매우 영세하며, 施設이 상당히 낙후되어 있으며, 資本力이 不足하여 施設의 現代化를 기대하기가 어려운 형편이다. 또한 小規模의 搗精工場에서 생산되는 白米는 精米所間에 加工收率, 米質 등에서도 상당한 차이가 있으며, 原料供給의 季節性으로 稼動率이 매우 낮다. 따라서 米質 및 加工收率의 향상과 搗精工場 稼動率의 향상을 위해서는 영세한 搗精工場의 統廢合을 통한 施設規模의 擴大와 施設의 現代化가 요구된다. 그러나 搗精工場을 大型化함에 따라 單位加工費用은 減少될 것이나 輸送費는 증가할 것이므로 地域的與件을 고려하여 全體費用이 最少가 되는 수준

*본 報告書는 필자가 FAO計劃의 訓練計劃에 의해 日本·西獨·이탈리아 등지를 1980.11~12 사이에 방문하면서 얻은 資料를 중심으로 작성한 것임.

에서 적정한 數를 결정해야 하며 이에 관한 연구가 필요할 것이다.

또한 搗精施設을 現代化하는 데는 國內搗精機械 製作會社의 건전한 육성이 필요하다. 물론 機械와 施設을 외국에서 도입한다면 별문제가 없겠으나 많은 搗精工場을 갖고 있는 우리 나라에서 搗精施設을 값비싼 外國機械에 의존한다는 것은 外貨의 낭비라 할 수 있다. 더우기 搗精機械는 高度의 技術을 요하는 정밀기계도 아니며, 국내에 많은 需要能力을 갖고 있다는 점에서 우리 나라에서 장려되어야 할 機械工業分野의 하나로 보인다. 현재 우리 나라에는 전문적인 搗精機械 綜合製作會社는 없으며, 단지 1~2개 품목을 제작하는 공장이 30여개나 있으나 技術이나 規模面에서 미흡한 형편이다. 또한 이들이 성장하지 못하는 이유는 영세한 기업이 너무 많다는 것과 搗精工場이 너무 영세하고, 施設을 대체할 만한 資本能力이 부족하여 有效需要가 많지 않다는 점이다. 그러나 搗精機械는 경쟁력만 있다면 海外需要도 상당히 기대할 수 있으며 國內 搗精技術의 개발이라는 면에서 장려되어야 할 것이다.

2. 米穀의 加工

米穀의 加工이라 하면 주로 搗精을 말하며, 搗精이란 粗穀 중 不可食 部位 또는 消化不良部位인 表皮層을 분리 제거하여 내부의 胚浮部를 채취하는 작업이다. 搗精技術에서 문제가 되는 것은 주로 加工收率과 生產性이다. 加工收率이란 粗穀에 대한 精穀의 무게 比率, 즉 全體粗穀中 可食部位의 비율로서, 일정한 量의 粗穀 중에서 생산되는 부서지지 않은 完全粒의 比率이 중요시된다. 따라서 동일한 原料에 대해 加工收率이 낮다함은 不可食部位 즉 損失率이 높음을 의미한다. 生產性이란 搗精工場(또는 精米所)의 生產能力을 의미한다. 搗精工場의 生產能力은 보통 전체적인 生產能力으로서 시간당 精米生產톤수로 표시되나, 生產能率面에서 사용 동력의 馬力當 生產力, 雇傭人 1人當 生產力 등으로 표시할 수도 있다. 加工收率은 米穀의 品種, 搗精의 정도, 乾燥, 사용된 기계 및 기술에 따라 차이가 있다. 대체로 長粒型(long-type) 쌀은 短粒型(round-type)쌀보다 加工收率이 낮으며, 搗精率 정도가 높을수록 加工收率이 떨어진다. 加工收率은 機械의 精密性, 單位時間當 原料의 投入量, 로울러(roller)의 粒度 및 回轉數, 연결된 기계의 대수 등 여러 가지 요인과 연관되어 달라진다.

나라마다 栽培品種이 다르고 搗精程度가 달라 일률적으로 加工收率을 비교하기는 곤란하다. 米穀生產의 過剩으로 消費를 촉진시키기 위해 완전 白米에 營養補强을 위해 비타민 등을 첨가하여 판매하는 日本과 같은 나라의 加工收率과 食糧供給이 부족하여 政策的으로 加工度를 낮추는 국가의 加工收率을 직접 비교할 수는 없다.

견해에 따라 차이는 있겠으나, 우리 나라의 加工收率은 72~73%(碎米의 許容限度 15%)로서 搗精技術이 발달한 선진국에 비해 별로 뒤지지 않는 듯하다. 그러나 우리 나라는 선진국에 비하여 勞動節約的 自動施設이 不足하고, 集塵施設, 貯藏施設 등 附帶施設이 낙후되어 있을 뿐만 아니라 規模가 영세하고, 機械의 정밀도 및 사용된 資材의 質이 떨어지는 등 搗精後의 精選施設이 부족하다.

3. 搗精施設 改善을 위한 提言

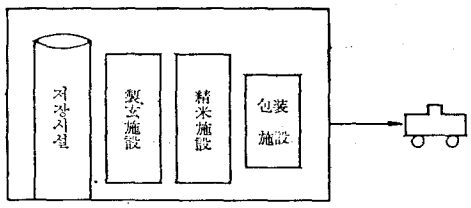
시찰을 통해 관찰한 搗精施設에 관한 몇 가지 사항을 搗精施設의 改善을 위한 參考資料로 제

시하고자 한다.

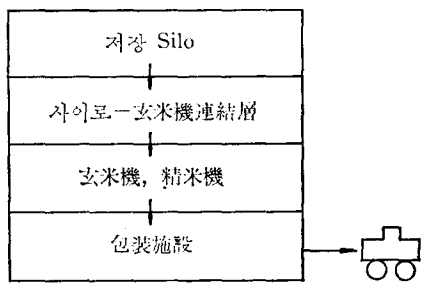
가. 工場內 施設의 配置

우리 나라의 搗精工場은 거의 모두가 水平的(horizontal) 配置이다. 그러나 西獨 등에서는 垂直的(vertical) 配置가 많다. 作業의 能率, 값비싼 土地의 효율적인 이용면에서 都市근교에 위치한 政府糧穀搗精工場 등에서는 〈圖 1〉과 같이 垂直的 施設配置 문제가 고려되어야 할 것이다.

圖 1 水平的 施設의 配置와 垂直的 配置



水平的 配置



垂直的 配置

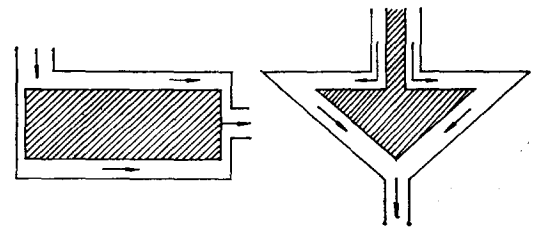
나. 精米機의 配置

玄米와 精米過程을 일시에 처리하면 碎米가 많이 발생하여 米質과 加工收率이 떨어진다. 따라서 米質과 加工收率을 향상시키려면 몇 대의 精米機에 의해 점차적으로 搗精率을 높이는 방법을 사용해야 할 것이다. 품질이 좋은 쌀을 생산하는 데는 최소한 3대의 精米機가 필요한 것으로 알려져 있다. 精米機에는 硏削式(abrasive tyre)과 摩擦式(friction tyre) 두 종류가 있다 硏削式은 加工中 壓力을 적게 가하여 碎米의 發生이 적은데 반해, 摩擦式은 균일하게 搗精이 되는 長點이 있다. 따라서 精米過程에서는 2~4대의 硏削式 精米機를 사용한 후 1~2대의 摩擦式 精米機로 마무리 짓는 것이 바람직하다 하겠다.

다. 長方型 搗精機와 圓錐型 搗精機

현재 우리 나라에서 사용되는 搗精機는 모두 내부 구조가 水平인 長方(cylinder)型의 로울러로 되어 있다〈圖 2〉. 이러한 형은 搗精하는 데 壓力이 필요하며, 이 때문에 碎米가 많이 생길 우려가 있고, 로울러가 마멸되는 대로 자주 바꾸어 주어야 한다. 이러한 短點을 보완하기 위해 圓錐型의 搗精機가 개발되었는데, 이 型의 搗精機는 碎米의 발생이 적고 로울러가 마멸되면 이를 下向調整함으로써 빈(bin)과 일정한 간격을 유지할 수 있으므로, 이에 대한 기계학적 연구가 필요할 것이다.

圖 2 長方형과 圓錐형의 비교



長方형　　圓錐형

라. 計量方法

搗精過程의 맨마지막 작업이라 할 수 있는 計量 및 包裝作業은 人力이 비교적 많이 들며 高度의 精密을 요하는 作業이므로, 人力을 절감하기 위해서는 이들 作業의 自動化할 필요가 있다. 이 과정은 精米施設과는 관계없이 별도로 自動化 또는 部分自動化도 가능할 것이다. 특히 計量作業은 高度의 精密과 迅速을 필요로 하는데, 日本(Satake 製作所)에서는 현재 일반적으로 사

용되는 加重計量方式 대신 過投入減量方式을 사용함으로써 計量能力과 精度를 높이고 있다. 過投入減量方式이란 일시에 많은 量을 넣은 다음 차츰 減量을 하여 目標重量에 맞추는 방법인데, 30kg 포장일 때에 精度가 1/2,500까지 증가하고 있으며, 計量速度도 상당히 빠른 것으로 나타났다.

4. 蒸熟米

우리 나라에는 별로 소개되지 않았지만 東南아시아나 熱帶 국가에서는 라이스 파보일링이 오래 전부터 행해지고 있으며, 세계적으로 年間 약 170백만톤의 벼가 蒸熟되는 것으로 추정되고 있다.

蒸熟米(parboil rice)란 소위 찐쌀로서 벼를 물에 담갔다가 찐 후에 다시 乾燥한 다음 搗精을 하는 방법이다. 우리 나라에서도 과거 식량기근이 심할 때 일부 농촌에서 덜 익은 벼를 搗精하기 위해 이러한 方法을 사용한 일이 있으나, 쌀이 끈기가 없고 우리 나라 사람의 食性에 맞지 않아 최근에는 찾아볼 수 없게 되었다. 쌀을 蒸熟하면 벼를 찌는 과정에서 表皮에 함유되어 있던 水溶性 榮養分이 胚浮로 吸收됨으로써 비타민, 무기질 등 營養價를 높여 주며〈表 1〉, 碎米를 감소시킴으로써 加工收率과 米質이 향상된다. 또한 蒸熟米는 소화가 잘 되며 저장중에 虫害 등이 적어지는 이점이 있다. 이 밖에도 여러가지 利點이 있으며, 이러한 利點 때문에 라이스 파보일링이 세계적으로 增大되고 있는 듯하다. 우리 나라에서도 國民營養의 측면이나 米穀加工의 측면에서 蒸熟方法이 도입되어야 할 것으로 보나, 食性은 단시일에 고쳐지는 것이 아니므로 이를 위해서는 料理方法의 開發, 食生活의 改善 등 많은 연구가 필요할 것으로 본다.

表 1 主要成分比較表

(白米 17개 品種 平均値)

成分	蒸熟米	일반白米
水分	12.85	13.90
無機質	0.97	0.48
단백질	7.48	7.62
전분질	72.84	74.55
脂肪	0.64	0.59
세루로즈	0.58	0.39
덱스트린	1.63	0.74
燐(P_2O_5)	0.31	0.22
	mg/kg	mg/kg
비타민 B_1	1.31	0.61
비타민 B_2	0.39	0.24
니코친산	47.04	16.33
비타민 E	6.87	0.13

資料 : 西獨 Schule Co.

Ⅲ. 乾燥 및 貯藏

米穀의 乾燥 및 貯藏技術의 開發은 生産後의 損失을 감소시키는 데 중요한 역할을 한다. 현재 우리 나라에서는 收穫·脫穀·乾燥·加工·貯藏過程이 별도로 이루어지기 때문에 이러한 과정이 機械化에 의해 일관되게 이루어지는 先進國에 비해 生産後損失(post-production loss)이 많이 발생하고 있다. 이러한 收穫後의 처리과정이 機械化에 의한 一聯作業으로 이루어지지 않아 발생하는 損失은 매우 크다. 예를 들어 인도네시아의 경우 脫穀을 하느라 圃場에서 운반하는 도중에 在來種은 1kg 당 1%, 高段收 新品種은 5%의 損失이 발생하는 것으로 추정되어, 脫穀은 될 수 있는 한 圃場에서 가까운 거리에서 하는 것이 바람직한 것으로 지적되었다.

이러한 收穫後의 處理過程이 一聯作業으로 이루어져 損失을 줄일 수 있게 하려면 收穫作業 등의 機械化, 人工乾燥技術 및 貯藏技術의 開發 등이 필요한데, 여기에서는 주로 乾燥 및 貯藏技術에 대해서만 언급하고자 한다.

1. 乾 燥

FAO 고문으로 우리 나라를 두 차례 방문한 이탈리아의 米穀專門家 F. Gariboldi는 "우리 나라는 더 이상의 搗精加工收率 향상은 불가능하며, 다만 收穫期가 5일 정도 지연됨으로써 過乾燥되어 碎米가 많이 발생하고 있다"고 지적하고 있다.

米穀加工에서 가장 중요시되는 加工收率은 搗精機械의 改善만으로 높아질 수 없다. 碎米의 발생은 米質을 저하시키며, 외국에서는 白米의 等級을 결정하는 데 있어서 碎米의 比率이 매우 중요시된다. 우리 나라에서는 政府米의 경우 碎米 許容限度가 15%이다. 벼의 乾燥方法에 따라 碎粒의 發生은 30~40%[1]까지 차이가 있으므로 搗精에 있어서 乾燥方法은 매우 중요한 것이다.

현재 우리 나라에서는 대개 벼를 圃場에서 벗단 채로 건조하여 脫穀하거나, 生穀을 脫穀한 후 太陽熱을 이용하여 乾燥하고 있다. 이와 같이 太陽熱을 이용한 自然乾燥가 성행하는 것은 가을에 날씨가 좋기 때문인 듯하며, 에너지를 절약한다는 면에서는 바람직하다고 하겠다. 그러나 이와 같은 太陽熱에 의한 自然乾燥는 處理過程에서 벼의 流失이 많고 乾燥가 균일하지 않게 되며, 碎粒이 많아 加工收率 및 米質을 저하시킬 우려가 있다. 또한 收穫期의 農村勞動力 不足은 太陽熱에 의한 乾燥를 더욱 어렵게 하고 있다. 따라서 生產後의 損失을 最少化하기 위해서는 收穫作業과 아울러 乾燥作業 및 貯藏作業이 機械化에 의한 一聯作業으로 이루어지는 것이 필요하다. 이를 위해서는 무엇보다도 乾燥方法이 개선되어야 하며, 乾燥機를 사용하는 人工乾燥法이 開發普及되어야 할 것이다. 또한 人工乾燥方法을 사용하면 乾燥가 균일하게 되며 碎粒의 발생을 감소시킴으로써 加工收率 및 米質의 향상을 가져올 수 있다. 현재 農產物 乾燥機로서는 主產地를 중심으로 고추의 乾燥機가 보급되어 있는데, 대부분이 영세한 製作者들이 만들었기 때문에 機械마다 熱效率이나 性能에 차이가 많다. 따라서 效率的인 米穀 및 各種 農產物 乾燥機 開發에 노력해야 할 것이다.

2. 貯 藏

米穀의 生產은 季節性을 갖고 있으나, 消費는 거의 균일하므로 米穀을 年中 안정되게 供給하려면 貯藏施設이 필요하다. 국가가 都市化, 產業化되어 米穀의 商品化量이 증대하자, 米穀을 보관하는 施設 문제는 量的 質的으로 더욱 중요시되고 있다. 貯藏施設의 配置는 米穀의 貯藏뿐만 아니라 輸送, 分配와도 직접 관련된다. 貯藏施設의 적정한 配置는 施設規模를 고려하여 輸送費用, 分配費用 등을 最少化하고 供給을 원활히 하도록 해야 할 것이다. 米穀의 貯藏과 관련하여 貯藏 및 管理技術에 관하여 많은 연구가 되어 왔다. 그러나 여기에서는 技術的인 면을 떠나 精穀貯藏과 粗穀貯藏, 貯藏形態 및 低溫貯藏施設에 관한 몇 가지 문제만을 다루고자 한다.

가. 精穀貯藏과 粗穀貯藏

米穀의 貯藏은 粗穀의 形態로 보관하는 것이 精穀의 형태로 보관하는 것보다 貯藏期間이 길다. 水分 14%로 乾燥된 粗穀은 一般倉庫에서 2년까지도 品質의 큰 손상없이 貯藏가능하지만, 精穀은 동일한 조건에서 관리를 잘 한다 하더라도 6개월 이상 保管하기가 곤란하다. 다만 粗穀의 형태로 보관할 때에는 이를 消費하기까지는 搗精 및 運搬에 시간이 소요되므로 管理를 잘 못할 경우 일시적인 食糧不足을 야기시킬 우려가 있겠지만, 이러한 여건을 충분히 고려한 후

가능한 한 粗穀의 형태로 保管하는 것이 減耗와 米質低下를 減少시키는 방법의 하나가 될 것이다.

나. 包裝貯藏과 非包裝貯藏

貯藏의 형태에는 包裝을 않을 채 貯藏(bulk storage)하는 방법과 가마니나 포대에 넣어 貯藏하는 방법이 있다. 가마니나 包袋에 넣어 貯藏하는 방법은 貯藏空間을 많이 차지하며, 포대에 담았다가 搗精할 때에는 쏟아야 하는 불편이 있어, 대량의 物量을 취급할 때에는 어려움이 따른다. 반면 非包裝貯藏은 包裝空間이 적게 소요되고, 취급하기가 용이하며, 減耗 發生이 적은 등 經濟性이 있으나, 大量의 物量을 非包裝貯藏하기 위해서는 동일한 品種, 동일한 品質의 저장할 벼가 충분히 있어야하며 包裝않은 채 운반할 수 있는 輸送處理施設이 있어야 한다. 따라서 政府收買糧穀을 제외한 國內產 米穀은 大規模의 非包裝貯藏이 어려울 것으로 보이나 導入糧穀과 大規模消費地의 政府收買糧穀 保管은 非包裝貯藏 形態로 차츰 전환하는 것이 유리할 것으로 생각된다.

보통 大規模 非包裝貯藏施設은 垂直型의 콘크리트 사일로(silo)를 생각하는데, 水平型의 鐵造倉庫를 고려해 봄직하다. 垂直型의 사일로는 糧穀貯藏으로 밖에 사용할 수 없어 貯藏物量 變化에 따라 稼動率이 낮아질 우려가 있다. 水平의 倉庫形態로 건립하면 多用途 利用으로 稼動率을 높일 수 있으며 建設 및 施設設備가 용이하여 建設費가 적게 들므로, 經濟的으로 유리할 것으로 보인다. 貯藏施設建設에 있어서 또 하나 고려해야 할 것은 外國資本의 直接投資를 될 수 있는 한 배제하는 것이다. 美國 등에서 보는 바와 같이 穀物의 流通을 지배하는 것은 많은 貯藏施設을 보유하고 있는 會社들이며, 穀物의 流通은 貯藏 및 輸送施設所有와 直接 關聯된다. 따라서 穀物의 流通과 價格安定의 중요성에 비추어 이 분야는 될 수 있는 한 國內投資에 의해 이루어지는 것이 바람직하리라 생각된다.

다. 低溫貯藏倉庫

貯藏에 따라 米質이 저하되거나 廢棄되는 원인은 ① 呼吸에 의한 新陳代謝, ② 昆虫被害, ③ 微生物 繁殖 등이 있으며, 이들의 활동은 貯藏溫度가 10~15°C에서 매우 감소한다. 따라서 米質이 저하되는 것은 막기 위해서는 米穀을 15°C이하의 低溫倉庫에서 보관해야 한다. 倉庫內 溫度가 15°C이상일 때에는〈表 2〉와 〈表 3〉에서 보듯 呼吸 및 昆虫, 菌類의 번식이 급격히 증가한다.

表의 試驗結果에서 米穀은 15°C 이하에서 보관할 때 米質의 低下나 減耗 발생이 적다. 더우기 우리 나라에는 현재 糧穀 低溫貯藏施設이 거의 없으며, 여름철에는 氣候가 高溫多濕하여 貯藏에 따른 損失發生이 심각하므로, 貯藏米穀의 品質向上과 減耗를 감소시키기 위해 低溫貯藏施

表 2 倉庫溫度와 呼吸의 關係*

溫 度	24時間內 발생하는 CO_2	포 도 당 감 소
0°C	0.259mg	0.177mg
15°C	0.990	0.675
20°C	1.408	0.960
30°C	9.583	6.534
40°C	17.422	11.882

*水分函量 16.8%, 試驗物量 : 粗穀 300g.
資料 : Japan FAO Association, *Marketing & Warehousing of Rice in Japan*, 1963, p. 147.

表 3 倉庫溫度別 쌀바구니 增加數*

溫 度	2개월 후	4개월 후	6개월 후	8개월 후	10개월 후	12개월 후
30°C	1,135	2,898	5,550	6,742	10,736	11,988
20°C	232	625	1,927	2,396	3,824	6,502
15°C	0	0	49	123	167	188
10°C	0	0	0	0	0	0

*50마리의 바구미 成虫으로부터 增殖된 숫자임.
資料 : Ibid., p. 149.

設의 建設을 장려하여야 할 것이다.

Ⅳ. 왕겨의 이용

왕겨는 米穀에 있어 가장 分量이 많은 副產物이며, 品種에 따라 차이는 있으나 일반적으로 100g의 벼에서 약 20g의 왕겨가 나오고 있다. 현재 전세계의 年間 米穀生產量이 300백만톤이므로 年間 왕겨 60백만톤에 이르고 있다. 이러한 방대한 資源의 효과적인 이용은 모든 米穀生產國家의 지대한 관심거리의 하나이다. 왕겨의 利用方法으로서는 燃料 특히 파보일 라이스 공장의 燃料源으로서 이용되고 퇴비, 家畜 家禽 등의 깔개, 응축에 의한 왕겨 벽돌이나 널판지 제작, 버섯 栽培 등에 이용되고 있으나, 현재 그 利用率은 매우 낮으며, 대부분 野外에서 소각하여 그 재를 肥料로 사용하고 있는 실정이다. 더우기 都市에 위치한 大規模 搗精工場에서는 이의 처치에 골치를 앓고 있는 형편이다. 따라서 왕겨의 효율적인 이용은 資源의 效率的 利用面에서도 매우 중요하며 熱量이 많아 石油의 代替에너지로서 활용될 수도 있다. 또한 폐기물의 資源化라는 이 중의 효과도 얻을 수 있는 것이다

1. 熱 에너지로 活用

왕겨를 熱에너지로 활용하는 방법은 매우 여러 가지가 있겠으나, 현재 가장 실용화되어 있는 것은 搗精工場 자체에서 필요한 열을 공급하는 원료로 활용하는 것이다. 특히 왕겨는 부피가 커서 運搬에 많은 費用이 필요할 것이므로, 搗精工場內에서 직접 활용하는 것이 바람직하다

西獨의 搗精機製作社인 Schule Co 資料에 의하면, 보통 100kg의 粗穀을 搗精하는 데 필요한 動力을 얻자면 15kg의 왕겨가 필요하다. 100kg의 粗穀에서는 약 20kg의 왕겨가 생기므로 搗精工場에 필요한 動力을 완전히 공급하고도 약간의 왕겨가 남는다고 한다. 또한 FAO 資料에 의하면[2]:

(1) 100kg의 搗精에는 5~6HP가 필요하며

(2) 1kg의 왕겨에서는 2.5~3kg의 스팀이 발생하며, 1마력(HP)의 動力을 얻기 위해서는 4.5~5.2kg의 스팀이 필요한 것으로 되어 있다. 따라서 100kg의 搗精에 필요한 왕겨는 10~13kg 정도이며, 자체에서 생산되는 왕겨로 稼動이 충분하다는 결론이다. 따라서 資源의 活用은 물론 에너지의 節約을 위해서도, 특히 都市에 위치한 搗精工場에서는 왕겨의 活用 方案이 연구되어야 할 것이다.

油價의 上昇으로 최근 都市에서는 왕겨를 이용한 난로가 많이 생기고 있으며, 특히 農村地域에 왕겨 곤로가 급격히 보급되고 있는 현상은 資源活用 및 에너지 節約面에서 매우 소망스러운 일이라 하겠다.

2. 왕겨活用을 위한 特殊處理[3]

왕겨의 構成은 셀루로즈가 규칙적으로 배열된 고리 모양의 結晶性 다발인 미셀로 형성되어 있고, 미셀과 미셀의 사이는 리그닌이 들어차 굳어져 있으며, 表皮는 다시 珪酸이 굳게 둘러싸고 있기 때문에 왕겨는 굳고 치밀한 組織으로 되어 있다. 왕겨는 粉碎를 하더라도 組織이 가늘게 쪼개어 질 뿐 날카로운 突起를 그대로 갖고 있어 꺼칠한 性質이 변하지 않으며, 본래의 물을 휘발하는 疎水性에도 變化를 보이지 않아 表面積만 늘어날 뿐 물의 吸水力은 증대하지 않아 오랜 시간이 걸려도 最大容水量은 平均 101%에 지나지 않는다[4]. 따라서 왕겨는 有機質 肥料로

表 4 왕겨의 最大容水量 비교

種 類	水 分(%)	最大容水量(%)
膨軟化處理왕겨	27.1	405.2
粉 碎 왕 겨	9.5	101.1
生 왕 겨	12.0	17.9

사용하더라도 오랫동안 분해되지 않고, 거칠으며, 分解吸收가 않되어, 有機質肥料나 家畜의 粗飼料로도 사용하기 곤란하다. 이러한 短點을 없애고자 개발된 방법이 膨軟化處理이다. 이 處理方法은 왕겨에 適正量의 물을 가하여 溫度가 150°～160°C가 되도록 壓縮시킨 후 급속히 空氣 중에 放出하는 간단한 처리이다. 加壓을 급속히 풀면 물의 熱膨脹에 의해 왕겨의 組織은 內部로부터 파괴되고 연한 쌀겨 모양으로 된다. 처리된 왕겨는 容積이 1/2 이하로 줄어들며, 營養과 水分을 빨리 흡수하여 물을 자체 重量의 4배까지 흡수하므로, 물에 가라앉지 않던 왕겨가 물에 가라앉게 된다.

膨軟化處理된 왕겨는 家畜·家禽의 粗飼料, 畜舍用깔개, 버섯 및 微生物의 培養材料, 育苗用床土, 土壤改良劑, 堆肥 등으로 광범위하게 사용할 수 있다. 이들의 효과에 대한 試驗結果는 日本에서 많이 나와 있는데, 매우 좋은 효과를 거두고 있는 것으로 나타났다. 또한 왕겨에는 충분한 營養分이 함유되어 있지 않으므로 家畜의 飼料나 堆肥로 사용할 때에는 다른 營養劑를 첨가하여 사용하는 것이 더욱 효과가 있는 것으로 나타났다. 이러한 特殊處理 裝置의 개발 보급은 현재 처치 곤란한 상태에 있는 왕겨를 효과적으로 활용토록 하는 데 크게 기여하리라 보며, 특히 都市에 위치한 대규모 搗精工場에 더욱 필요할 것으로 생각된다. 機械의 構造 및 原理 또한 간단하여 쉽게 우리 나라에서 개발 활용할 수 있을 것으로 판단된다.

Ⅴ. 米糠의 이용

우리 나라에서 年間生産되는 米糠은 약 50만 M/T으로 추정되며, 대부분 家畜飼料로 이용되고 있다. 米糠은 18～20%의 良質의 可食油脂를 포함하고 있어, 완전히 이용한다면 연간 7～8만 M/T의 食用油를 얻을 수 있을 것으로 추정된다. 특히 搾油하지 않은 生米糠은 부패성이 강해 家畜에 직접 주는 경우 鼓腸症 등을 일으키기 쉽고 脫脂油에 비해 飼料效率이 떨어지는 것으로 알려져 있다. 따라서 生米糠을 家畜飼料로 이용하는 것은 良質의 油脂資源을 낭비하며 飼料効率을 저하시킨다는 점에서 二重의 損失이다. 더우기 米糠油는 營養이 풍부하고 맛이 좋으며 動脈硬化症 예방이나 高血壓 환자에 유익한 성분이 함유되어 있는 것으로 알려져 있어, 日本에서는 옥수수油나 大豆油보다 인기가 좋고 價格도 높다.

政府에서는 米糠을 수집, 착유하여 食用油 및 工業油에 활용함으로써 國家經濟發展과 農家收益의 增大를 도모할 목적으로 1966년 7월 「米糠搾油奬勵法」을 制定하였으나, 아직도 米糠의 搾油率이 매우 낮아, 資源의 효율적인 이용면에서 米糠의 搾油 增大方案을 모색해야 할 필요가 있다. 여기에서는 米糠을 우리 나라보다 効率的으로 이용하고 있는 日本의 경우를 살펴보고, 우리 나라에서의 利用効率化方案을 모색해 보고자 한다.

1. 米糠의 利用現況

米糠油의 年間 生産量은 1973년에는 15,386M/T에 이르렀으나, 1975년에는 3,413M/T으로 급격히 감소했으며, 그 후에는 生産量이 다시 꾸준히

表 5 年度別 油脂類 國內生產量

단위 : M/T

食品名	1974	1975	1976	1977	1978	1979
콩기름	3,572	496	472	16,402	28,630	59,360
참기름	4,219	4,477	4,908	7,292	9,309	10,260
들기름	1,563	1,536	1,792	427	920	690
유채유	13,461	11,140	11,390	10,180	7,500	9,430
미강유	10,032	3,413	6,799	4,752	14,530	16,670
옥배유	—	—	—	—	4,190	4,850
면신유	—	—	—	—	390	520
고추씨유	—	—	—	—	500	860
어유	—	—	—	—	1,150	—
계	32,847	21,062	25,361	39,053	67,119	102,640

資料 : 韓國農村經濟硏究院, 「1979年度 食品需給表」, pp. 90-91.

증가하여 1979년에는 16,670M/T에 이르렀다〈表 5〉. 이것은 國內生產可能量 70~80천M/T의 20%를 약간 넘는 것으로 國內生產米糠의 20% 정도만이 搾油되고, 나머지는 대부분이 직접 飼料로 이용되고 있음을 의미한다.

1979년 植物性油脂 供給量 중 米糠油가 차지한 比率은 14.8%이며〈表 6〉, 국내에서 生產되는 모든 米糠이 油脂資源으로 활용된다면 米糠만으로도 전체 植物性油脂需要의 75% 정도를 供給할 수 있다는 계산이 된다.

日本의 경우 年間 약 100만M/T의 米糠이 生產되며, 그 중 55%인 약 55만M/T이 米糠油 搾油에 이용된다. 米糠生產의 약 30%는 奧地 農村의 小規模 精米所에서 加工되어 수집하기 어려우므로 油脂資源으로는 經濟性이 없으며, 상당량이 家畜飼料로 직접 사용된다. 최근에는 버섯栽培

表 6 年度別 1人當 1日 食物性 油脂供給量

단위 : g(%)

食品名	1977	1978	1979	備考
콩기름	1.5 (38.5)	2.3 (37.7)	4.3 (48.6)	1977 이전에는 食品別區別이 되지 않았음.
참기름	0.6 (15.4)	0.7 (11.6)	0.7 (8.0)	
들기름	0.0 (0)	0.1 (1.6)	0.0 (0)	
유채유	0.8 (20.5)	0.6 (9.8)	0.7 (8.0)	
미강유	0.4 (10.2)	1.1 (18.0)	1.3 (14.7)	
기타	0.6 (15.4)	1.3 (21.3)	1.8 (20.4)	
計	3.9 (100.0)	6.1 (100.0)	8.8 (100.0)	

資料 : 韓國農村經濟硏究院, 「1979年度 食品需給表」, p. 131.

業者와 原料確保에 상당한 競爭이 있다. 1977년 日本의 米糠油 生產量은 64,900M/T인데, 이는 日本 全體 植物性 食用油 消費量의 5.8%에 해당되며, 日本에서 가장 중요한 國內供給 植物性 食用油 原料가 되고 있다〈圖 3〉.

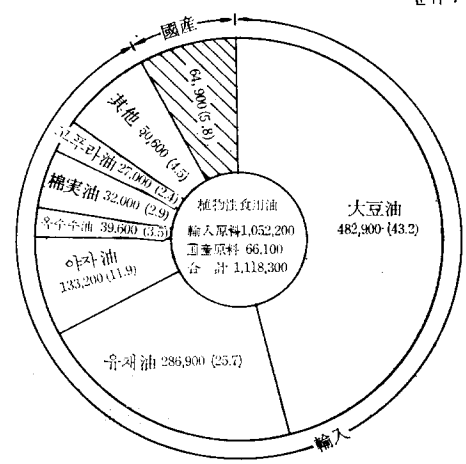
2. 米糠 搾油의 問題點

米糠을 搾油할 때 가장 큰 문제는 原料의 신속한 收集과 原料供給量의 季節性이며, 搾油技術에는 별 문제가 없는 것으로 알려져 있다.

米糠에는 脂肪分解酵素 리파제(lipase)가 함유되어 있어, 〈圖 4〉 및 〈圖 5〉에서 보듯, 搗精 직후 酸價가 17~18%이던 것이 특별한 處理를 하지 않는 경우 1주일이 지나면 40% 이상으로 增加한다. 酸價란 搾油된 1g의 기름에 함유되어 있는 酸을 中化시키는 데 필요한 수산화칼슘의 量(mg)을 말하며, 酸價가 높으면 搾油의 精製過程에서 脫酸油가 많이 발생하여 精製率이 낮아지고 費用이 많이 들므로 酸價가 40% 이상인 때에는 米糠의 油脂原料로서 經濟性이 없는 것으로 알려져 있다. 따라서 搾油米糠은 搗精後

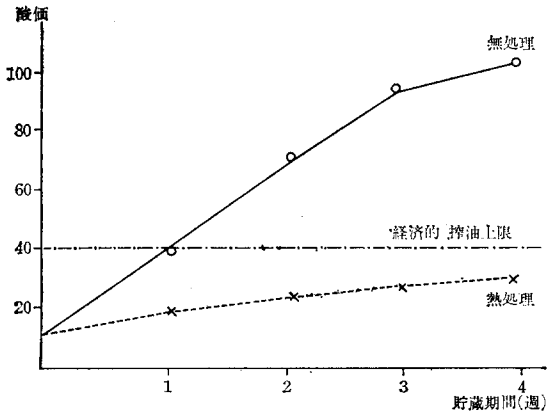
圖 3 日本의 植物性 食用油 消費量

단위 : M/T



資料 : BOSO 油脂株式會社(日本).

圖 4 米糠의 熱處理 效果



資料 : 韓判柱, *Food Processing and Storage in Korea,* ASPAC 세미나 발표논문.

1주일 이내에 수집되어야 한다. 우리 나라의 경우, 米糠을 수집할 때의 문제점은 政府管理糧穀과 一般糧穀으로 구분하여 다루어져야 할 것이다. 최근의 資料에 의하면 우리 나라에는 19,610개의 中小規模 賃搗精工場과 536개의 政府管理糧穀 搗精工場이 있는 것으로 나타났다. 一般糧穀의 경우에는 搗精規模가 매우 적어 米糠收集費用이 많이 소요되므로 經濟性이 적은데다가 대부분의 米糠을 농민이 飼料로 이용하기 위해 販賣를 않고 직접 가져가므로 搾油用으로 이용하기 어려운 형편이다. 따라서 米糠搾油比率을 높이기 위해서는 統廢合에 의한 賃搗精工場의 大型化 및 米糠販賣의 制度化가 필요할 것이다. 반면 政府糧穀 搗精工場은 비교적 規模가 커서 米糠生産量도 많으며 港口都市나 大量消費都市 주변에 집중되어 있어 米糠의 搾油利用이 有利하나, 米糠을 政府가 관리하고 있어 收集過程에 많은 行政節次와 시간이 소요되고 있다. 따라서 米糠을 신속하고 效率的으로 수집하기 위해서는 米糠의 所有 및 處分을 완전히 搗精業者에게 일임하는 것도 바람직 하겠으며, 日本의 경우와 같이 米糠油 加工業者와 搗精業者의 共同出資에 의한 米糠 收集分配 專擔會社의 設立도 고려해 볼 필요가 있다.

3. 搾油技術과 工場의 配置

앞에서도 간단히 언급했듯이 우리 나라의 米糠油 搾油技術은 日本에 비해 크게 떨어지지 않는다는 것이 專門家의 견해이다. 다만 日本에서는 대부분의 米糠이 搗精 후 2일 이내에 수집되며, 搾油되는 米糠의 平均酸價가 26%인데 비해, 우리 나라는 收集過程에서 벌써 40%에 육박하고 있어, 精製率과 經濟性이 떨어지고 있다 다만 精製過程에서 脫酸技術이 精製率에 매우 중요하게 작용하며 개선이 요망된다 하겠다.

工場의 적절한 配置는 生産費를 줄이고 經營을 合理化하는 데 매우 중요하다. 工場을 原料의 供給地인 精米所 근처에 설립할 것인가 消費地인 大都市 근처에 설립할 것인가는 중요한 과제의 하나이다. 米糠으로부터 食用油를 搾油하는 과정은 일반적으로 搾油過程과 精製過程으로 구분할 수 있다. 搾油過程은 米糠으로부터 기름을 추출해 내는 과정이며, 精製過程은 추출된 기름에서 脫酸·脫蠟·脫臭 過程을 통해 不純物을 제거하여 食用化하는 과정이다. 대개의 경우 搾油施設과 精製施設을 동일한 區域內에 설치하여 大規模化하는 경우가 많다. 그러나 이 두 가지 施設은 반드시 동일한 區域內에 위치할 필요는 없다. 搾油施設은 米糠의 效率的 收集을 위해 搗精工場 또는 農産物集産地 등에 수집이 가능한 米糠量을 고려하여 배치하는 것이 유리하며, 精製施設은 搾油施設, 交通 등에 따라 日本의 경우와 같이 5~10개의 搾油工場을 단위로 이들 工場의 중심지에 1개만을 설치하여 規模의 經濟性을 살리는 것이 바람직 할 것이다. 또한 搾油工場의 經濟的 規模는 時間當 粗穀 25톤 이

상을 가공하는 搗精工場으로부터 原料를 공급받을 수 있어야 하는 것으로 추정되고 있다.

4. 原料供給의 季節性

대부분의 農產物이 그러하듯이 米糠 역시 供給이 벼 收穫 후 2~3개월에 편중되어, 이 시기에는 원료의 供給이 과잉되고 그 밖의 기간에는 不足되어 搾油施設 稼動率이 저하된다. 米糠 原料供給의 季節的 集中을 완화하기 위해서는 粗穀貯藏의 擴大 등으로 量을 季節的으로 分散시키는 시책이 필요할 것이며, 米糠의 酸價上昇防止를 위한 施設擴保가 필요하다.

일단 수집된 米糠을 보다 오랫동안 保管하려면 米糠에 함유되어 있는 脂肪酸 分解酵素인 리파제가 작용않도록 처리해야 하는데, 일반적으로 熱處理(乾燥)方法과 끓인 후 熱로 乾燥하는 방법이 사용된다. 이렇게 처리된 米糠은 4개월 이상까지도 保管할 수 있으며〈圖 4와 圖 5〉, 米糠 原料供給의 季節性을 해소하는 방안도 된다.

Ⅵ. 結　　言

收穫後 穀物損失의 評價 및 減少의 중요성은 근래에 와서 하나의 세계적인 문제로 등장하고 있으며, 生產量 增大爲主의 接近方法보다도 生產後 損失을 減少시킴으로써 간접적으로 增產을 기할 수 있는 技術開發이 시급히 요청되고 있다.

우리 나라에서 收穫後부터 消費까지의 米穀의 量的 損失率은 10% 정도에 이를 것으로 추측되고 있으나, 아직까지는 구체적으로 어느 정도인지는 잘 推定된 바 없다.

더우기 근래에 와서 脫粒性 新品種의 보급 확대로 圃場收穫損失이 막대하고, 현재까지 在來品種에 적응되어 온 搗精技術이 큰 修正없이 長粒型의 新品種에 적용될 때 損失 또한 큰 것으로 알려져 있다. 收穫後의 諸過程에서 어느 정도의 穀物損失이 어떠한 원인에 의해 발생하는가를 알 수 있다면 損失量을 減少시킬 수 있는 技術改善方向을 究明하는데 좋은 基礎資料가 될 것이며, 이와 관련된 調査가 先行되어야 할 것이다. 또한 이와 관련된 분야에 대한 技術開發努力이 아직까지 소홀했다는 점을 감안하여 보다 技術開發에 주력하여야 할 것이다.

註 1. 日本의 有明한 綜合搗精機製作社 Satake 製作所 資料.
2. E. C. Beagle, *Rice-Husk Conversion to Energy*, F.A.O. Agricultural Services Bulletin, No. 31, p. 66.
3. 왕겨의 効率的인 이용을 위한 많은 硏究들이 진행되고 있으며, 여기에서는 日本의 鶴見曹達株式會社에서 발명한 特殊處理 方法 중의 하나인 膨軟化處理(Expanded Soft Hull)를 소개함으로써 이의 實用化를 위한 參考로 제시하고자 한다.
4. 膨軟化もみ穀の 特性, 鶴見曹達株式會社 特品部 提供資料.
5. J. C. Abbot, *et. al.*, *Rice Marketing*, FAO Marketing Guide, No. 6, p. 69.

參 考 資 料

1. J. C. Abbott *et. al.*, *Rice Marketing*, FAO, 1972.
2. E. C. Beagle, *Rice-Husk Conversion to Energy*, FAO, 1978.
3. F. Gariboldi, *Rice Parboiling*, FAO, 1974.
4. Japan FAO Association, *Marketing & Warehousing of Rice in Japan*, 1963.
5. 韓判柱, "Food Processing & Storage in Korea, 1979.
6. Boso Oil & Fat Co. (Japan), "An inuitation to Rice Bran Oil Industry". 1980.
7. 金熙甲, "糧穀의 加工과 接問增產, 「現代農業」, 1980. 12.
8. 鄭昌柱, "韓國의 벼收穫作業技術의 改善方向(Ⅰ)—米穀損失의 評價, 1980. 8. (水稻生產後 技術硏鑽會).
9. 韓國農村經濟農村院, 「1979年度 食品需給表」, 1980.
10. 其他 訪問機關 提供 各種資料 多數.