

穀協 慶北支部 技術指導叢書

벼의 收穫後 管理技術

(IDRC - 053e, 1976, Canada)

第 二 輯

金 鍾 震 譯

"The International Development Research Centre (The Centre), established as a public corporation by statute of the Parliament of Canada, having its Head Office in the City of Ottawa, in the Province of Ontario, Canada, is the copyright holder of this work which was originally published in the English language.

This Korean language edition was authorized by the Centre and constitutes an unofficial translation of this work.

The International Development Research Centre disclaims all responsibility for any errors or omissions that may appear in this edition."

穀協 慶北支部 技術指導叢書

벼의收穫後管理技術

(IDRC - 053e, 1976, Canada)

第 二 輯

金 鍾 震 譯

© 1976 International Development Research Centre
postal Address; Box 8500, ottawa, canada K1G3H9
Head office; 60 Queen street, ottawa Microfiche
edition \$ 1
ISBN 0-88936-067-7

搗精技術指導叢書を 発刊하면서

稲作이 우리 나라에 普及된 以來 搗精技術에 對한 技術啓蒙은 70年前까지는 論議된 바도 없었고 또 關心도 없었음은 周知의 事實이었다. 오늘날까지의 搗精方法은 “절구” → “방아” → “정미기”에 의한 단순한 물리적方法에 依한 搗精에 그쳐온 것이다. 이로 인한 時間 및 勞力の 浪費 搗滅의 增大로 因한 收穫後의 減耗는 栽培上 増産과 矛盾을 가져온 것이다. 그러나 多幸히도 70年代에 들어와 統一며 栽培가 本格化되면서부터 搗精方法 및 搗精施設에 對한 關心度가 높아져 왔고 또 國內메이카에서 外産의 모방이나 新型機種의 製作이 이루어짐과 同時 全國에 普及되어 業界의 施設改善에 對한 關心度를 불러 일으켜 部分 및 地域적으로 大大的인 工場施設改修가 이루어지게 되었다. 그러나 不幸히도 施設現代化의 意慾과는 달리 搗精技術者의 養成은 全無한 實情으로서 이를 補完코자 關係當局의 主導下에 74年度부터 現工場 就業 技術者에 對한 短期講習을 實施하고 있으나 이는 法規의 理解와 工場遵守事項의 周知를 啓導한 것에 지나지 못하였다. 當支部에서는 이 補完策으로 其間 年例事業으로 技術陣의 補修敎育을 實施한 바 있으나 이렇다 할 實効를 거두지 못하였으며 現在의 技術陣은 其概가 高齡層으로서 後続技術陣의 昇繼는 絶望的인 現實이라 断定하여도 無理는 아니라고 본다. 近間 當局에서는 全國에 散在하는 大規模施設搗精工場을 統合 現代化 할려는 政策立案을 보게 되어 不遠 우리 나라의 搗精業界도 새로운 局面에 접어들게 되었음은 巨視的인 面에서 晩時之歎의 感은 없지 않으나 多幸스런 일이라 믿어 맞이하는 바입니다.

이번 當支部에서는 總會의 承認을 받아 캐나다, 오타와 國際開發
研究所에서 發刊한 本書(Rice Postharvest Technology)를 技術
指導叢書로서 採択하여 우리말로 發刊함에 있어 國內版翻譯을 許可
하여 주신 캐나다의 國際開發研究所와 本書製作에 많은 手苦를 하
여주신 英文版 著者들에게도 深深한 感謝를 드리며, 特히 本書翻譯
版이 當支部에서 發刊될 수 있도록 주선하여 주신 慶北大學校 總
長 徐 燾 珏 博士님에게 깊은 感謝를 드립니다.

끝으로 本書 翻譯에 있어 여러 가지 어려운 條件들이 많았으나
우리 나라 食糧問題들의 現實로 보아 搗精業界의 技術指導書로서
꼭 必要한 冊이기에 많은 無理(技術用語 및 國家間 慣習의 差)
와 訳者の 淺學菲才임을 自認하면서도 감히 붓을 들었음을 송구스
럽게 생각합니다.

本書翻譯內容에 있어 或 誤訳이 되었을 경우는 本校圖書館에 所
藏된 英文版原書를 參照하시옵기 바라옵고 江湖諸賢의 따뜻한 指導
와 理解가 있으시기를 바랍니다.

1979. 10. 31.

代表理事 劉 昌 国

訳 者 金 鍾 震

第 二 輯

目 次

Ⅲ. 收穫과 脫穀	1
機械와 그 操作法	3
作物의 收穫	8
脫 穀	15
논에서 直接 收穫하고 脫穀하는 것	28
최근 發展과 그 추세	37
기계의 容量과 費用的 比較	43
Ⅳ. 乾 燥	47
濕度の 測定	49
습도 측정 표	49
습도 측정 용어	49
用語에서 눈금과 線의 一致	53
用語의 관계	55
水 分	60
수분함량 表示法	61
수분함량 결정의 중요성	63
수분함량 결정방법	64

原理와 体系	71
저장과 도정을 위한 최적 수분 함량	72
곡물의 축축해지기 쉬운 성질	73
상대 습도와 건조과정	73
건조한 공기의 가열	74
가열된 공기의 송풍	81
米粒을 건조시키는 容器	84
正租의 취급	91
体系의 計劃	91
V. 貯藏	93
저장에 관계되는 要因	95
생물학적 고찰	95
실제적인 고찰	121
미생물	133
貯藏된 生産物에 미치는 곰팡이의 영향	134
毒菌	137
곰팡이의 成長을 防除하기 위한 광범위한 원리와 실제	143
구제 (驅除)	144
저장실의 축조	144
건조	145
열제거	147
건조기 (型 I ~ 型 VIII)	147

Ⅲ. 收穫斗 脫穀

機械와 그 操作法

不合理한 收穫法과 脱穀法은 最大 50 %의 穀物損失을 가져온다. 그러므로 뛰어난 生産技術만 가지고 食糧問題를 解決한다는 것은 어리석은 일이다. 耕作地에서의 穀物損失을 最少限 줄이기 爲해서 正確한 方法으로 收穫과 脱穀이 되도록 注意를 기울여야 한다. 搗精할 수 있는 깨끗하고도 乾燥한 벼를 生産하는데는 總消費勞動 時間의 30 %가 이 두가지 過程의 作業에 消費된다.

벼의 收穫期가 임박해짐에 따라 벼를 毎日 잘 觀察하여 벼 포기의 이삭이 잘 成熟되었는가를 調査해 보아야 하며 논물은 收穫前 1~2 週内に 排水되어야 한다. 穀實의 内外穎을 벗긴 粒上端部는 透明한 硝子質로 되고 粒의 基部는 딱딱하게 糊精化 段階에 있는 때가 收穫適期라 하겠다. 이때의 穀粒의 色の 大部分 (80 %程度)이 淡黃色이다.

收穫時 穀粒의 水分含量은 地域에 따라 다르나 아시아(Asia)의 대부분은 벼단을 논에 세워두고 햇볕에 乾燥시키거나 水分含量이 20~25 %되는 벼를 收穫하여 乾燥되도록 쌓아 두었다가 脱穀하는 곳도 있다. 그러나 地域에 따라서는 水分含量이 많은 그대로 收穫하여 脱穀하는 곳도 있다. 그림 45는 IR-8의 논에서와 搗精時의 水分含量이 收量에 미치는 영향에 대하여 說明한 것으로 收穫時의 最適水分含量은 21~24 %이다.

루이즈(Ruiz:1965)는 收穫期를 달리할 때 穀物の 平均損失은

收穫適期 一週日前 0.77 % ;

收穫適期 3.35 % ; 適期一週後

5.63 % ; 適期2週後 8.64 % ;

適期3週後 40.70 % ; 適期4

週後 60.46 % 라고 하였다.

그러므로 收穫期와 收穫時
의 水分含量은 (粒中) 쌀의
品質과 收穫後 搗精收量を
높이는데 매우 重要하다.

벼의 新品種, 肥料, 農藥等
이 많이 開發利用됨에 따라
生産量이 增加되었기 때문에
收穫과 脱穀의 分野에서도
解決해야 할 問題들이 더욱

많아졌다. 二毛作 地域에서 첫째作物 (前作物)의 收穫 및 脱穀과
後屬作物 (後作物)을 爲한 耕作準備作業等, 모든 作業이 集中되어
있어서 在來式方法으로는 그와같은 作業을 遂行하기에는 어려움이
많다. 존슨 (Johnson:1968)은 1毛作地域과 2毛作地域에서 쌀 生
産에 必要한 勞働量에 関한 研究를 “필리핀”에서 行하였다. 그
의 研究는 農閑期에는 노동력이 多少 남아도는 反面에 收穫 및
脱穀時間에는 勞動力의 不足現象이 나타난다는 것을 指摘하였다.

熱帶地方에서는 普通 人力으로 벼를 收穫하여 人力, 畜力 및 機

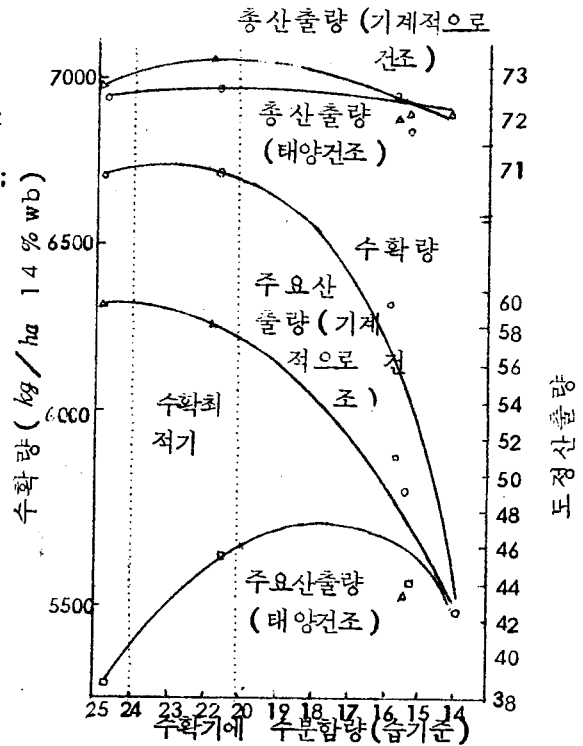


그림 45. 수확기의 수분함량이 IR-8
의 도정 산출량과 수확량에 미치는 영향

械에 依하여 脱穀을 하게 되나 先進國에서는 大部分 이와 같은 作業을 機械的인 方法으로 代行하고 있다. 그래서 莫大한 勞動力을 切減하게 되었다. 스토투트(Stout:1966)는 동남아시아와 멀리 동부아시아의 여러 나라에서 쌀 20.4 kg을 생산하기 위하여 勞動力을 5~7 시간 消費하는 反面 高度로 機械化된 生産方法으로 같은 量을 生産하는데는 5~7 분을 消費한다고 한다. 존슨(Johnson: 1963)은 여러 요건을 참고하여서 各各 다른 方法으로써 벼를 生産하는데 必要한 勞動力을 추정하여 표 17을 만들었다. 벼를 機械로 收穫해서 脱穀前에 그대로 乾燥시키는 日本을 除外한 나머지 先進國들은 直接 벼를 收穫하고 脱穀하는 機械로 바뀌었다. 最近 小型해드 트래싱형 콤바인(small head shreshing type combine)을 導入함으로써(日本에서까지) 벼를 直接 收穫 및 脱穀하려는 움직임이 일어나고 있다.

耕作費用이 增加되고, 實질적인 勞動力이 不足하고, 二毛作을 위한 時期調定問題(time problems)가 있기 때문에 熱帶地域에서 收穫과 脱穀을 機械化하는데 對한 관심이 높은 편이다. 機械化를 위해서는 最近에 導入한 矮小品種이 알맞다. 더우기 生産量이 증가됨으로서 農夫들의 收入이 높아져 機械化를 더욱 促進하게 되었다. 그러나 收穫과 脱穀을 機械化 하는데는 아직도 많은 障礙가 있다.

표 17. 헥타당 1 시간당 사람, 동물로 수확하는데 필요한 마력
(벼 생산에 관한 각종 서점에서 발췌한 것임. 존슨 1963)

범	위	인력 h/ha			동물 h/ha			마력		
		최소	최대	평균	최소	최대	평균	최소	최대	평균
작은 칼로 이삭을 따는 추수										
				240						
낮으로 베고 운반하고 쌓아놓는 추수										
		72	370	59* 80-160						
트랙터와 바인더 (40 마력)										
1.	묶음		4.0					80		
2.	쌓음		8.0					-		
3.	탈곡		12	30				240.		
4.	운반		2					80		
콤바인 2 인승 (60~80)										
1.	미국	2.2	7.5	4.4						175
2.	열대 지방	3.2	21.5	6-12				100	600	180-360
탈 곡										
1.	사람에 의한 (Foot threshing by man)	200. 69*								
2.	도리깨 탈곡	16*	35*	20-30*						
3.	바켓스나 대 나무틀에 벗단올 후려치는 것	16*								
4.	족담식 탈곡기	8-10*	25*	100 20*						
5.	황소, 물소에 의한 짓밟기	60 89 6*			150 8*					
6.	일본식 전기탈곡기 0.5-3 마력	48* 20*	197 25*	100				15 3*	25 5*	
7.	표준트랙터			80				55	150	80
8.	15 마력트랙터와 디스크하로우							50*	80*	
9.	대형 탈곡기	12	30	12				90	180	
10.	NIAE 탈곡기	52*	155*	80*				3.2*	9.7*	5*
곡립의 정선										
1.	공중에 날림 (뛰움)	10*								
2.	키로 까부는 것			6.7*						
3.	손풍구	1.5*	7*							
4.	Chaff sieve (체)	4.0*	8.0*							

주: 별표한 숫자는 시간당 1,000 kg의 숫자임.

農夫들의 障礙

所得이 낮고 資本增殖의 能力도 없고 기계를 다루는 素質도 不足하여 慣習的인 方法을 바꾸는 것을 꺼리는 경향이 있을 뿐 아니라 여러 가지 用途로 쓸 수 있는 짚을 얻으려는 欲望도 크게 作用이 된다.

農耕地의 障礙

農耕地의 規模가 적고, 높은 塼을 가졌으며 區劃의 크기가 아주 작고 灌排水가 곤란한 점, 農耕地의 狀態가 고르지 못한 점 및 農耕地로 通하는 進入路의 未備等이 그 原因이다.

穀物の 障礙

收穫時의 水分含量이 過多하고, 成熟이 고르지 못하며, 倒伏과 稈腐爛이 심하게 일어나며 (특히 在來種), 脫粒性이 높은 品種들로서 稈과 穀粒의 比率이 낮다는 점이다.

機械의 障礙

熱帶地域條件에는 機能的으로나 經濟的으로나 適合한 機械가 不足하며, 輸入機械의 價格이 높아서 相對的으로 저렴한 勞動費用과 競爭해야 한다는 점이다.

이러한 몇가지의 障礙에도 불구하고 熱帶地方에서 收穫과 脫穀을 機械化하는에는 실제적으로는 利益이 있다. 結實이 잘되고 非倒伏性이며 多收穫 新品種을 導入함으로써 收穫과 脫穀을 機械化하는데

큰 계기가 되었다. 現在의 콤바인은 穀物中の 水分이 問題가 되지 않을 때에 개발된 것이다. 몇몇 新型 콤바인은 수분함량이 25.6 ~ 30 % 정도 일때도 脱穀할 수 있다. 耕地의 狀態가 고르지 못한 點과 機械 可動性의 問題는 機械의 重量을 줄이고 垡地의 占有面積을 넓힘으로써 解決될 것이다. 農耕地에서 灌排水問題는 아직도 難題이며 機械發明 및 耕地整理를 함으로써 解決될 것이다.

벼를 收穫 및 脱穀하는데 여러 가지 必要한 作業은 刈取, 結束, 運搬, 이삭에서 脱穀하고, 짚에서 穀粒을 분리하고, 왕겨에서 穀粒을 분리하고, 쫄정리와 微細한 不純物에서 穀粒을 분리하고, 貯藏 또는 乾燥시키기 위해 穀粒을 運搬하는 일이다. 여러 가지 收穫體系에는 世界의 各 地域의 것도 포함되어 있다. 어느 지역이라도 위의 절차를 전부 따를 必要는 없다. 收穫과 脱穀을 가장 機械化한 體系에서는 모든 作動을 쉽게 할 수 있고 必須的으로 勞動力을 절약하는 “콤바인”으로써 耕作地에서 自動的으로 된다.

作物의 收穫

作物을 刈取하는 作業은 다음 네가지 作用에 의해서 이루어진다.
① 銳利한 平面刀로써 刈取하는 作用 ② 톱니모양의 거친 칼날로써 부수는 作用 ③ 銳利하거나 鈍한 칼날로써 高速으로 衝激을 가하는 作用 ④ 雙葉刀로써 刈取하는 作用

一般的으로 낮으로써 收穫을 하면은 応圧, 丈力, 応力 때문에 作物組織을 파괴하는 刈取作用과 쥐어 뜯는 作用이 생긴다. 톱니날은 刈取作用과 톱질作用을 함께 한다. 刈取機에서 사용하는 톱니

날은 칼날끝에서 作物이 미끄러지는 것을 抑制하고, 完全히 刈取될 때까지 作物이 칼날에 남아 있도록 도와준다. 톱니모양의 날을 가진 낫은 보통 낫처럼 반복해서 잘 必要는 없다.

單葉衝激으로 刈取하는 方法은 어떤 作物이라도 刈取할 수 있는 經濟的인 方法이며 “로타리”의 잔디깎는 機械와 풀 베는 機械 및 트랙터에 裝置한 切断機에 널리 사용되었다. 一般的으로 이런 原理를 應用한 機械는 아주 簡單하다. 대개 單葉의 銳利한 칼날로써 衝激切断을 하는데는 약 $10m/s$ (2000 fpm)의 速度를 必要로 한다. 刈取날의 銳利程度가 効果的인 刈取作業을 하는데 必要한 速度에 重大한 影響을 미친다. 鈍한 單葉날(single element blade)을 가지고 刈取하는데는 약 $45m/s$ (9000 fpm)의 速度를 要한다. 大部分 回轉切断機는 $40 \sim 70m/s$ ($8000 \sim 14000\text{ fpm}$)의 速度로서 作用한다.

유럽製作者들이 單葉衝激刈取(single element impact cutting)의 原理를 應用해서 트랙터에 裝置해서 사용하는 한줄 베기 刈取機를 市場에 내놓았다. 이 機械에는 넓은 이랑을 收穫하는 틀(frame)에다 裝置한 작은 돌 찌귀로서 固定된 回轉날이 하나 있다. 이 機械는 유럽에서 田作物과 叢生性の 雜草木切断作業을 하는데 널리 사용된다. 이것은 在來式往復切断機보다 더욱 堅固하며 가장 널리 사용하는 作物收穫機械이다. 日本에서 單葉刈取機를 들고 다닐 수 있는 이 收穫機에 사용되어 왔다. 유럽에서 사용하는 刈取機와 日本에서 사용하는 刈取機가 收穫機(reaper)의

수증을 이룬다. 이 機械에는 作物을 切断하는 高速回轉톱날이 있다.

農作物을 收穫하는 데는 雙葉刈取作用이 널리 應用된다. 벼를 收穫하는데 一般的으로 사용되는 交叉刈取機(the reciprocating Cutterbar)가 이 原理를 利用했다. 칼날부분과 받침판(ledger plate)이 交叉하는 사이에 벼 줄기가 잘라진다. 刈取날의 사이角은 약 38° 이다. 톱니모양의 날은 刈取날 사이에서 作物이 쉽게 미끄러질 리가 없기 때문에 큰 사이각도 許容된다. 릴刈取機(reel cutter)에 雙葉刈取作用을 이봉하지만 이들을 사용하는 기계는 잔디 깎는 機械나 풀베는 機械에만 한정되어 있다. 交叉刈取機는 收穫을 하는데 큰 몫을 차지하지만 많은 에너지 損失이 있고, 機械의 壽命이 짧으며, 動的 不均衡이 일어나며, 制限된 速度 등의 問題點이 있다. 改善點은 相對的으로 이런 形態의 機械에 包含된 높은 慣性力과 磨擦力에 限定되어 있다. 많은 實驗的인 努力으로 交叉刈取機를 代替하는 機械를 만들었다. 그러나 實驗的인 發明品 중 어느 것도 그들의 總括的인 作業을 할 수 있는 것은 없었다.

手 動 法

熱帶地域의 主要 벼 栽培地域에서는 벼를 收穫하여 들에서 乾燥시키고, 脫穀하는 일을 하고 있다. 一般的으로 손으로 벼를 收穫하는 데는 낫을 사용한다. 낫에는 여러 種類가 있는데 보통낫(smooth sickle)과 톱니모양의 낫(serrated blade)이 널리 사용되고 있다. 찬셀(Chancellor: 1963)은 보통낫과 톱니낫을 사

용하여 벼를 베는데 必要한 에너지를 研究하였든 바 作物을 베는 데는 이들 둘다 똑같이 效率的이라고 結論을 내렸다. 收穫은 한 손에 낫을 쥐고 다른 한 손으로 벼를 모아서 잡고 벼를 刈取함으로써 이루어진다. 脱穀을 하는데 사용되는 논에서는 벼를 地上

部로부터 3~20 cm를 베야 한다. 收穫을 하는 동안에 짚을 손으로 잡고 베는 일과 트랙터刈取機로써 베는 일을 比較해 볼때 짚을 손으로 잡고 베는 것이 穀粒이 흩어지는 損失을 減少시킨다(그림 46). 에자끼(Ezaki:1963, 1969)는 非倒伏性 벼를 熟鍊된 男子가 收穫하는 량은 약 0.01 ha/h 이고 女子가 收穫하는 량은

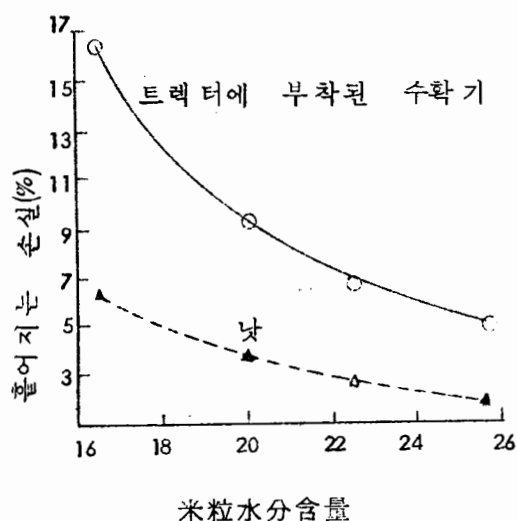


그림 46. 米粒水分含量에서 收穫하는 두 方法이 흩어지는 손실에 미치는 영향

약 0.006 ha/h 이라고 報告했다.

인도네시아, 말레이시아, 그리고 필리핀의 어떤 地域에서는 단지 벼 이삭만 收穫한다. 이삭을 자르는 데는 작은 칼이나 나무토막에 조그마한 金屬칼날을 박은 特殊한 道具를 使用한다. 이러한 일은 낫으로 收穫하는 것보다 17.5%나 더 많은 勞動力을 必要로 하기 때문에 높은 勞動力의 消耗型이라고 볼 수 있다. 가끔

宗教的인 또는 慣習的인 理由때문에 이런 일을 하기도 한다. 자바 (Java)에서는 伝來하는 風習에 한 바겟스 以上 收穫을 하면은 “善한 收穫의 母神”이 노한다고 믿고 있기 때문에 단지 한 바겟스만 收穫을 한다. 한편으로 생각해 보면 이러한 일은 논에 農路가 없는 地域과 收穫한 벼를 논 提防을 따라 수·마일 運搬해야 하는 地域에서는 合理的인 理由가 있는 것 같다. 이런 地域에서는 耕作地도 道路에서 멀리 떨어져 있고, 脱穀裝備도 논으로 쉽게 運搬할 수가 없다. 이러한 狀況下에서는 긴 짚을 가진 벼를 그대로 收穫하면은 重大한 輸送問題가 발생할 것이다. 太陽乾燥을 시키기 위하여 벼를 작은 다발로 묶어야 한다. 일반적으로 熟練된 사람은 시간당 약 15 kg의 벼를 收穫할 수 있다.

日本에서는 핸드 드로퍼 (Hand dropper)라고 불리는 손으로 操作하고, 미는 型 (push-type)의 收穫機를 개발했다. 이 機械는 각도가 30°로 부착된 한쌍의 톱모양의 날과 收穫한 作物을 保有하는 機具와 收穫한 作物을 떨어뜨리는 레버 (lever)로 構成되어 있다. 에자끼 (1963, 1969, Ezaki)는 收穫率이 0.02~0.025ha/h 이었다고 報告했지만 타네자 (Taneja)는 이 드로퍼 (dropper)를 가지고 인디아에서 試驗을 해왔으나 이 機械가 만족할만한 것은 아니라고 報告했다.

인디아의 쿠탭 (Cuttack)에 있는 中央米作研究所에서 벼를 收穫하는데 動物이 끄는 收穫機를 사용해 왔다. 한 쌍의 솟소를 使用했을 때 平均收穫量이 0.2ha/h이라고 했다. 손으로 收穫하는

것과 比較해 볼때 勞働費用이 $\frac{1}{3}$ 보다 적었다. 그러나 이러한 것은 西歐로부터 온 말이 끄는 旧式收穫機가 있어야 하고 벼를 收穫하는 데도 操作上的 많은 問題點이 있다. 그러므로 인도에서 벼를 收穫하는데 이 機械를 使用할 생각을 않고 있다.

動力收穫機

初創期에 日本에서 開發한 機械收穫機는 한줄 또는 여러줄을 베어서 옆으로 전달하는 刈取機였다(그림 47). 이 刈取機는 옆으로 전달하는 機具와 相互交叉刈取部를 가지고 있었다. 刈取된 벼는 곧(이랑)을 따라 놓여진다. 이 收穫機는 60~70 cm의 刈取機와 小型트랙터

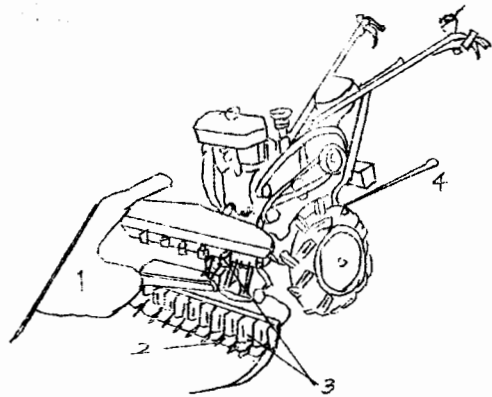


그림 47. 多列 측면전달 예취기 : (1) 편향카바 ; (2) 예취기 ; (3) 급송컨베이어 ; (4) 조종손잡이

에 附着된 거의 모든 附着物을 갖추었다. 이어서 드로퍼(dropper)라고 불리우고, 벼를 단으로 묶어서 間隙적으로 떨어뜨리는 機械를 개발했고 이것은 收穫한 作物을 쉽게 蒐集할 수 있게 하였다. 最近에 벼를 收穫하는데 必要한 附屬品을 가지고 있는 日本製作者들이 携帯用動力刈取機를 市場에 내놓았다. 農夫들이 이러한 收穫機들을 잘 받아 들이지 않았었다. 약간 다른 日本製 收

穫機가 몇년동안 생산되었는데 이것은 駆動裝置(aplanetary drive arrangement)에 附着된 小型回轉톱과 낱을 갖추었다. 小型回轉톱니날이 1m 넓이의 이랑을 收穫하고, 收穫된 벼를 씨클러패세지(circular passage)에 모인다. 수집해서 다발로 묶인 벼는 機械의 側面으로 떨어진다.

에자끼(Ezaki, 1963, 1969)는 1950年代에 日本 오미야의 農業機械研究所에서 바인더(刈取結束機)를 개발하려는 研究가 始作되었다고 했다. 그 뒤를 이어 여러 製作者들이 벼를 다발로 묶어서 機械의 側面으로 떨어뜨리는 “바인더”를 개발했다. 最近 몇년동안 日本은 이런 新型 바인더를 大量으로 받아들였다. 그 販売 대수만도 1966년에 1,000대, 1967년 10,000대, 1968년 80,000대, 1969년 150,000대라고 한다.

이 바인더는 交叉刈取機(reciprocating cutter bar)를 장치하여 作物을 刈取하고, 刈取된 作物은 다발로 묶도록 옆으로 運搬된다. 벼단은 옆으로 排出되어 바인더에서 약간 떨어진 이삭달린 作物의 끝에서 直角方向으로 떨어진다. 이 바인더는 빗질作用으로 倒伏한 作物을 일으켜 세우는 세워올림날개(moving nylon fingers)를 가지고 있다. 이 바인더는 벼가 20°~30°정도로 쓰러져 있을 때까지도 成功的으로 일할 수가 있다. 一般的으로 穀物の 損失은 平均 약 2% 정도된다.

初創期の 바인더는 한줄 또는 두줄을 刈取해서 묶도록 개발되었다. 그러나 最近 몇년 동안에 많은 製作者들이 “석줄바인더”와

“넉줄바인더”를 소개했다. 한줄 베기 또는 두줄 베기 側面伝達 바인더는 刈取部가 附着된 오프세트(off set)裝置를 갖추고 있다. 이 機械를 使用하기 위해서는 機械로 收穫하기 前에 손으로 한줄 내지 두줄을 베어야 한다. 大型석줄과 넉줄바인더는 처음에 손으로 刈取할 必要가 없는 인 라인(in line)刈取部가 있다. 最近 日本에 導入된 값이 저렴한 한줄 바인더는 機械가 가는 길을 따라 벼단을 떨어뜨리도록 考案되었다. 이러한 特徵은 논에서 벼단을 쉽게 거두어 들일 수 있다고 製作者들이 主張을 한다. 대형 트랙터가 牽引하거나 自體推進되는 西歐에서 導入한 收穫바인더는 熱帶地域에서 벼를 收穫하는데는 별로 도움이 안되었다.

脱 穀

脱穀이란 이삭에서 穀粒을 떼내는 것을 말하며, 이는 ① 摩擦作用, ② 衝激, ③ 脱穀의 세가지 方法에 의하여 이루어진다. 摩擦作用은 사람, 動物 혹은 트랙터가 짓밟음으로써 벼가 脱穀이 될때 發生한다. 이것은 効率的인 方法은 못된다. 衝激方法은 벼를 脱穀하는데 使用하는 가장 널리 普及된 方法이다. 대부분의 脱穀機는 약간의 脱穀作用도 包含되지만 脱穀을 하는데는 主로 이 衝激의 原理를 利用하고 있다.

벼 脱穀機는 벼를 供給해주는 方法에 따라서 홀드온(hold-on)과 드로우 인(throw in)으로 구분된다. 홀드온 方法에서는 실린더 바아(cylinder bars), 외머리뿔(spikes), 와이이어루프(wire loop: 철사고리)의 衝激으로 이삭이 脱穀될 때에 벼짚을 잡고

있어야 한다. 드로우 인형의 機械에서는 벼짚全體를 機械속으로 넣어야 하고, 실린더의 스파이크(spikes)나 바-아(bar)의 最初衝激으로 穀粒의 大部分이 脱穀된다. 最初의 衝激은 짚을 加速化하고 나아가서 流動이삭이 컨케이브(concave)의 스파이크(spikes)나 바아(bars)에 부딪칠때 脱穀이 된다.

세번째型으로 벼를 脱穀하는데 脱穀作用을 使用했다. 一般的으로 在來式 脱穀動体에서 脱穀을 할때 약간의 衝激脱穀이 일어난다. 實驗적으로 遠心力을 応用한 脱穀機와 스트리퍼(strippers: 겹질 벗기는 機械)를 使用하여 非衝激型의 脱穀을 試圖했었지만 지금까지 成功的으로 開發되어 商品化된 機械는 나오지 않았다.

穀粒의 精選은 穀粒에 있는 많은 질, 왕겨, 쫄정, 아주 가볍고 微細한 不純物 등을 分離해 내는 것을 말한다. 가장 간단한 形態로는 손으로 질과 왕겨를 穀粒에서 分離를 하고, 부는 바람에 穀粒을 떨어뜨림으로써 輕微한 不純物을 除去한다. 바람은 穀粒에 붙어있는 各種空氣力學的 性質(different aerodynamic properties)을 가진 不純物만을 除去한다. 多樣한 穀物精選機具가 供給形態와 脱穀用量에 따라 脱穀機에 사용된다. “홀드온型”의 脱穀機에서는 많은 量의 질이 機械를 通過하지 않기 때문에 여기서는 단지 穀粒에 있는 왕겨나 微細한 不純物을 除去하는 것이 必要하다. 精選은 大部分 空氣의 作用에 의해서 또는 바람과 체의 組合에 의해서 이루어진다. 드로우인型의 脱穀機에서는 많은 量의 질이 機械를 通過한다. 이 機械는 많은 量의 질과 왕겨에서 단단하지

못한 穀粒을 分離하는데 스트로우 워커(straw walkers: 짚걷는 기계)을 사용한다. 輕微한 不純物을 바람(air blast)에 의해서 除去하기 前에 穀粒에서 왕겨를 分離하는데 쇼퍼 스크린(A chaffer screen)을 사용한다.

人力脱穀

人力으로 벼를 脱穀하는 方法에는 발로 밟는 方法, 도리깨로 脱穀하는 方法, 통(튜브: tub)에 내리치는 方法, 脱穀板 혹은 脱穀 선반(racks)을 사용하는 方法 등이 있다. 이들 方法으로 한 사람이 시간당 15-40 kg의 벼를 脱穀할 수 있다. 人力으로 脱穀하는 機械는 機械化 初期段階에 日本에서 製作한 足踏式 脱穀機이다. 이 機械는 5~7명의 人夫가 各機械와 같이 脱穀을 하는데 타이완(台灣)에서 인기가 있다. 人夫들은 차례를 바꾸어가면서 한 사람 또는 두사람이 脱穀을 하는 동안 나머지 사람들은 벼단을 모아서 가지고 온다. 실린더(脱穀筒體)는 약 300rpm으로 回轉하고 사람이 페달(pedal)을 밟아 機械를 回轉시킬 때 실린더의 慣性은 脱穀筒體가 回轉을 維持하도록 한다. 이런 脱穀機에는 精選機가 없다. 國際米作研究所에서 實驗한 結果 이 脱穀機는 時間當 약 30~70 kg의 벼를 脱穀한다고 밝혀졌다. 아시아의 다른 나라에도 足踏式 脱穀機(pedal thresher)를 紹介하려 했으나 잘 받아들이지 않았다. 타이완에서 足踏式 脱穀機를 가지고 脱穀을 하는데 1 ha 당 60~65 人이 必要하고, 이들은 時間當 약 50~80 kg을 脱穀한다. 타이완에서 改良된 足踏式 脱穀機의 좋은 性能은

아마 脱穀하는 人夫들의 좋은 協同心과 팀웍(Team work)인것 같다.

動力脱穀

(트랙터 타이어로 脱穀)

아시아의 몇 나라에서 벼를 脱穀하는데 이 方法을 使用했다. 慣習脱穀때문에 세이론(Ceylon)에서 이 方法이 아주 인기가 있다. 이 方法의 大衆性은 단지 트랙터의 P.T.O. 動力伝達하는 裝置에 適當한 脱穀機가 不足한 탓이었다. 한대의 트랙터가 번갈아서 두 개의 脱穀面積을 脱穀했을때 脱穀用量은 640kg/h 라고 했다.

(脱穀筒體의 脱穀)

모든 動力脱穀機는 ① 컨케이브(concave)와 래습바아(rasp bar), ② 컨케이브와 외머리못(spike tooth), ③ 컨케이브와 철사고리(wire loop), ④ 컨케이브는 없고 철사고리만 있는 것 중에서 어느 한 形態는 꼭 가지고 있다. 國際米作研究所에서 試驗한 結果 외머리못이 박힌 脱穀筒體(the spike threshing Cylinder)는 脱穀을 하는데 벼단을 쥐고 하는 方法(hold-on)과 집어넣는 方法(throw in)을 다 할 수 있고 脱穀量도 실린더의 速度變化에 影響을 덜 받는다고 나타났다. 그림 48은 실린더 實驗台를 圖解해 놓았고 그림 49와 50은 供給하는 方法에 따라 그들의 性能을 比較한 것을 보여준다. 철사고리가 박힌 脱穀筒體는 벼단을 잡고 脱穀하는 方法(hold-on method)에서 優秀한 性能을 나타낸다. 分當

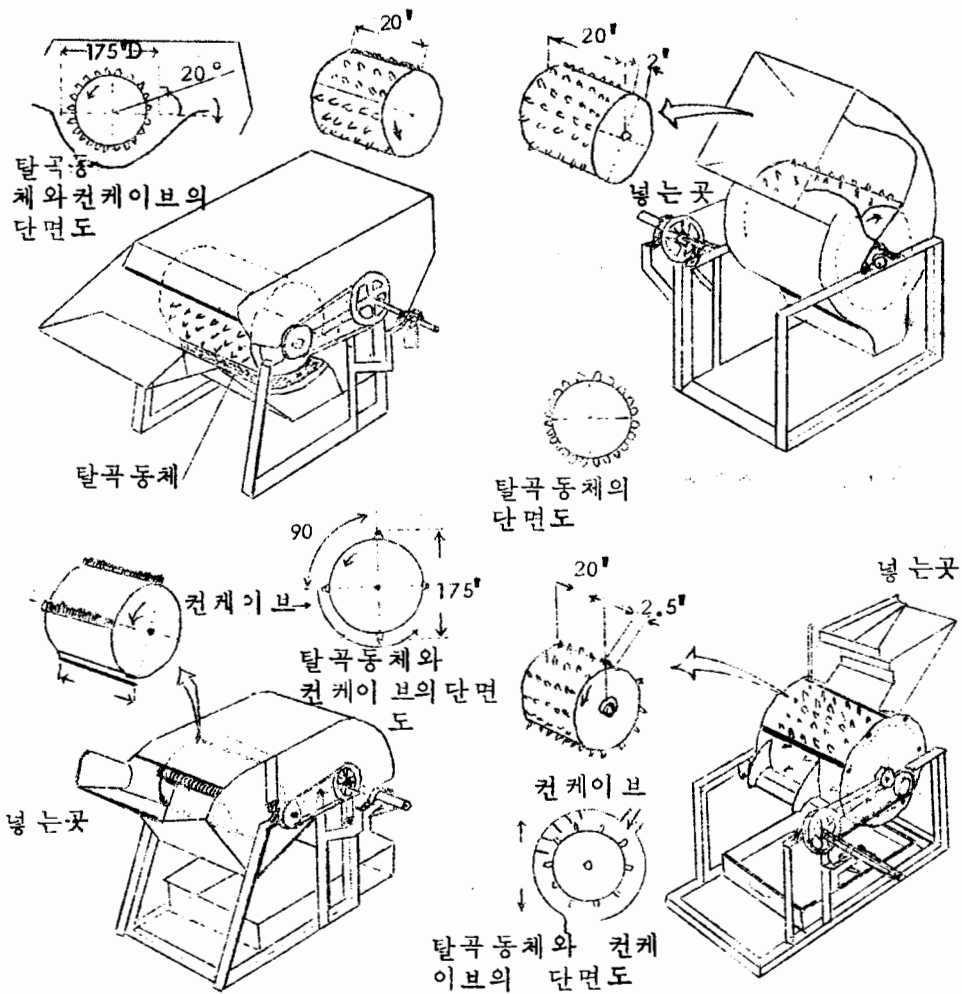


그림 48. 탈곡동체 실험대

피트로 換算해서 脱穀筒體둘레의 最適速度는 脱穀안된 벼가 2.0 %, 찹질이 벗겨진 벼가 最大한 1.0 %, 整粒米의 産出이 最小한

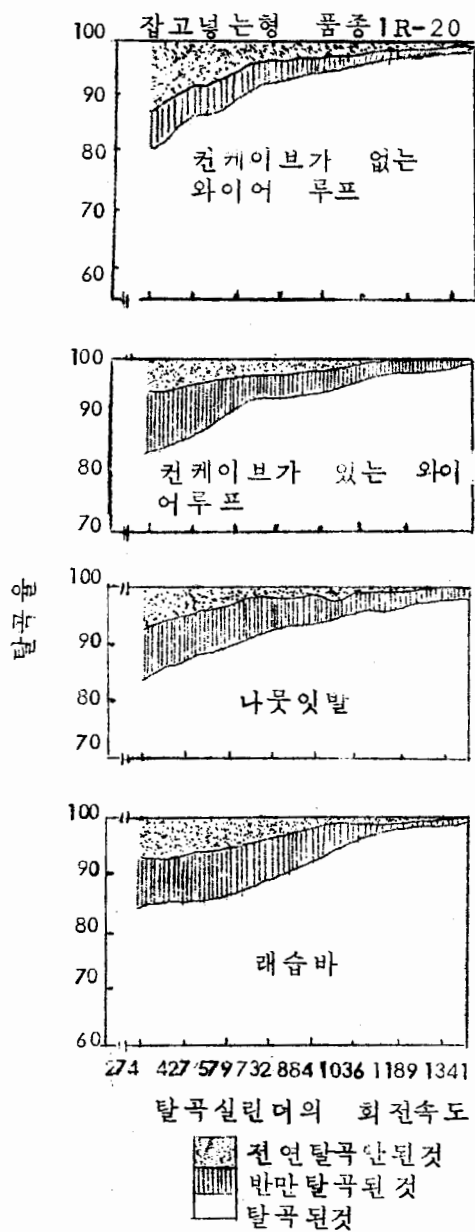


그림 49. 홀드온형 탈곡기의 탈곡실린더의 성능비교

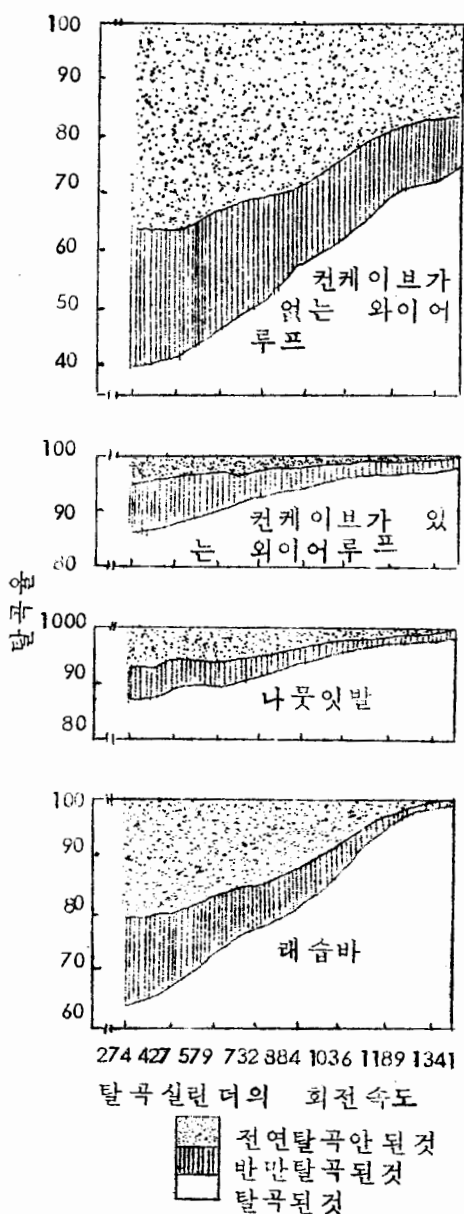


그림 50. 드로우인형 탈곡기의 탈곡실린더의 성능비교

85 %의 性能制限에 基本을 두고 벼를 脱穀하는 데서 얻은 것이다.

구 분	홀드온방법	드로우인방법
컨케이브 (concave)가 없고 철사고리가 박힌 脱穀筒體 (Over fed)	2650	3650 ⁴
컨케이브가 있고 철사고리가 박힌 脱穀筒體 (under fed)	2150	2900
나무 잇날이 박힌 脱穀筒體	2150	2900
레습 바아가 있는 脱穀筒體	2650	3650

(홀드 - 온 脱穀機)

벼를 脱穀하는 데는 홀드온 脱穀機의 세가지 形態가 널리 사용된다.

(1) 엔진으로 作動하는 脱穀筒體. 타이완과 다른 몇 나라에서 足踏式 脱穀機는 小型空冷式엔진을 사용함으로써 動力作動으로 바뀌었다. 이런 機械는 穀粒分類機나 風具가 없다. 精選하는데 時間을 消費해야 하고 脱穀量도 比較的 적다. 그러나 이 機械는 構造가 單純하고 大部分의 아시아 地域에서 製作할 수가 있다. 이런 脱穀機에 簡單한 分類裝置와 風具裝置를 設置하려고 여러 나라에서 試圖를 하고 있다. 最近에 많은 零細製作者들이 필리핀에서 그러한 脱穀機를 紹介했다.

* 折衝脱穀筒體의 回轉速度는 脱穀안된 벼가 2.01 %, 脱穀에서 折碎된 벼가 0.44 %, 整粒米의 產出이 78.9 %에 기준한 것이다.

(2) 日本式 動力脱穀機. 이 機械는 철사고리가 박힌 脱穀筒體와 精選裝置와 風具裝置를 갖추었다. 供給方法이 홀드온(hold-on)型

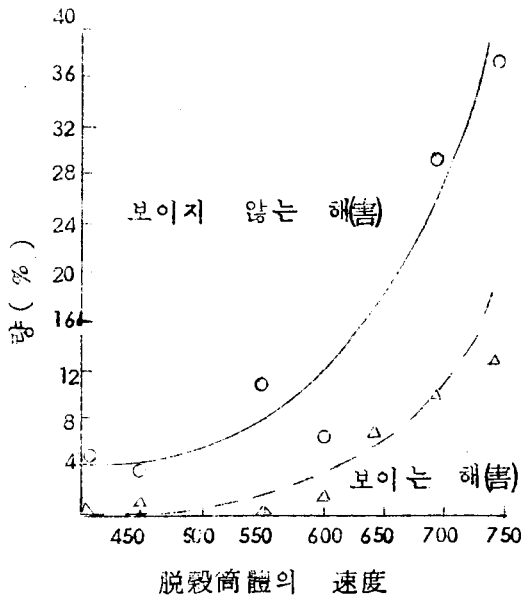


그림 51. 일본식 동력탈곡기의 탈곡동체의 각 속도에서 종자에 입히는 피해 (구푸타 Gupta 1963).

이기 때문에 脱穀량은 그리 많지 않지만 이 機械의 穀粒精選은 良好하다. 脱穀이 될 때까지 벼단을 사람이 잡고 있어야 하기 때문에 相對的으로 많은 勞動力이 必要하다. 구푸타(Gupta:1963)는 인디아의 아멘벼(Aman paddy)에 행한 實驗에서 이런 型의 脱穀機가 알게 모르게 씨에 害를 입힌다고 했다(그림 51).

日本の 製作者들이 單一脱穀筒體脱穀機와 式重脱穀筒體脱穀機를 만들었다. 이 機械들은

홀드온(hold-on: 벼단을 잡고하는 方法) 또는 집어넣는(throw-in: 벼全體를 機械속에 넣는 方法) 脱穀機로서 作用할 수 있다. 드로우인脱穀에서는 실린더 커버(cylinder cover)에 있는 핀(fins)과 철사고리(wire loop)의 螺旋型 配列때문에 脱穀物質은 실린더의 軸(axis)을 따라 옆으로 移動한다. 大部分의 脱穀은 低速으로 作用하는 第一脱穀筒體(first cylinder)에서 일어난다.

脱穀되기 힘든 穀粒은 高速으로 回轉하는 第二脱穀筒體(second cylinder)에서 脱穀된다. 짚(straw)의 量이 너무 過多하지 않을때 이 機械는 脱穀을 잘한다. 필리핀에서 式重脱穀筒體 脱穀機를 가지고 實驗한 結果 이 脱穀機는 젖은 벼나 乾燥한 벼, 밀과 사탕수수와 같은 農作物을 脱穀하는데 아주 適當하다고 指摘했다.

(3) 全自動脱穀機(self feeding automatic threshers) 이 機械는 連續層(continuous layer)에서 벼를 自動으로 供給하는 벼 供給 체인을 整備한 것을 除外하고는 非自動脱穀機와 비슷하지만 脱穀量이 많고 勞動力이 적게 든다.

3,100W(4.2馬力)짜리 엔진을 갖춘 日本製の 自動脱穀機를 가지고 國際米作研究에서 實驗한 結果 3사람으로 약 200kg/h을 脱穀할 수 있다고 했다. 1968년에 國際米作研究所에서 試驗한 9台的 벼 脱穀機의 性能比較를 표18에 나타냈다. 이들 實驗에 國際米作研究所의 脱穀機(drum and table thresher)의 性能結果도 包含시켰다. 테이블 脱穀機는 機械의 아래쪽에 放射線型的 送風機가 附着되어있는 平平하고 回轉하는 脱穀面(rotating threshing surface)을 가진 非在來式 脱穀機다. 이 脱穀機는 水分含量이 높은 벼를 막힘없이 脱穀할 수 있다.

(直通流入式 脱穀機(Through-Flow Thresher))

이런 型的 脱穀機에서는 벼가 完全히 機械속으로 들어간다. 이런 型的 脱穀機는 脱穀筒體와 컨케이브를 갖추고 있고 分離와 精

표 18. 選拔된 벼 脫穀機의 性能比較 (필리핀, 라구나, 로스, 바노스, 국제미작연구소, 1968)

탈 곡 기 모 형	탈곡되는 형 태	機 械 性 能		마 력 의 性 能		勞 働 性 能			經 濟 的 인 性 能	
		kg/h	ha/h ^a	엔 진 마 력	44 kg당 시 간 당 마 력	b) 헥타당필 요한사람 과시간 a)	시 간 당 한사람의 탈 곡 량	기 계 비 용	44 kg당 탈 곡 비 용	
족 답 식 탈 곡 기	철 사 고 리	68.64	0.0156	-	-	2	128.20	34.32	NA	
지 방 에 서 製 造 한 單 一 脫 穀 動 機	"	158.40	0.0360	4.0	1.333	3	83.33	52.80	2464	0.930
국 제 미 작 연 구 소 의 드 럼 형	"	252.12	0.05373	4.2	0.695	5	87.26	50.42	3000	1.06
국 제 미 작 연 구 소 의 테 이 블 형	"	228.80	0.0520	4.2	0.807	5	96.17	45.76	2500	0.912
일 본 식 자 동 탈 곡 기	"	195.36	0.0444	4.2	0.946	3	67.56	65.12	3500	0.765
지 방 에 서 製 造 한 드 럼 형	외 다리 뚝	117.04	0.0266	12.5	4.700	4	172.94	29.26	6750	1.512
보 겔 너 세 리	"	126.72	0.0288	10.0	3.473	4	138.81	31.68	NA	
테 카 너 이 튜 너	베 습 바	170.72	0.0388	10.0	2.577	4	120.00	39.60	NA	
가 아 비 형 DA	"	163.24	0.0371	17.5	4.717	4	107.85	40.79	NA	

a 헥타당 4400 kg을 기준함.

b 穀粒을 모아서 자루에 담은 한사람을 포함한 사람의 수

選機具도 가지고 있다. 래습바 실린더(rasp bar cylinder)는 前부터 벼 脫穀에 適合하다고 생각되었으나 모든 新型脫穀機와 콤바인은 외머리못이 박힌 실린더를 裝備했다. 외머리못이 박힌 실린더(spike tooth cylinder)는 아주 높은 水分含量을 지닌 많은 量의 질까지 撲힘없이 脫穀할 수 있다. 그리고 穀粒은 集中衝激力을 적게 받기 때문에 穀物損失이 적어진다.

필리핀에서 大型McCormick型 脫穀機(McCormick-type thresher)가 慣習的인 脫穀에 널리 使用되고 있다. 이 脫穀機는 50~70年前에 유럽과 아메리카에서 開發되었는 旧型脫穀機와 똑 같다. 여러 零細機械商들이 필리핀에서 이 脫穀機를 製作하고 있다. 필리핀의 中央 루손(Luzon)地域에서 慣習的으로 이 脫穀機를 가지고 大部分의 벼를 脫穀하고 있다. 이 脫穀機는 45,000W(60hp)트랙터의 P.T.O 動力伝達裝置가 있다. 대개 8~12명이 이 機械를 操作하는데 하루에 약 20~30톤의 벼를 脫穀한다. 脫穀用량이 많기 때문에 機械를 자주 옮겨야 하고, 따라서 實質的인 지연을 招來한다. 이런 型의 脫穀機는 連速供給機具(elevator feeder mechanism), 래습바 脫穀筒體(rasp bar cylinder), 스트로우 워크(straw walker, 질분리기), 쇼퍼(chaffer: 왕겨분리기), 체(sieves), 送風機(blower), 스트로우 드로우(straw thrower: 질 배출기)를 갖추었다. 先進国에서 콤바인을 導入한 以後에 새로운 脫穀機가 開發되지는 않았다. 結果的으로 50~70年前의 旧型脫穀機가 아직 필리핀에서 製作되고 있다. 이 脫穀機는 필리핀에서 美貨 5,000달

러에 팔린다. 国製米作研究所의 研究報告書는 아시아의 여러 나라에서 慣習的인 脱穀을 하기 위하여 가볍고, 트랙터의 P.T.O의 動力을 利用하고, 3点連結(three-point linkage)를 갖추고 하루에 약 12~15톤을 脱穀할 수 있는 脱穀機가 必要하다고 指摘했다.

(軸流型 脱穀機(axial Flow Thresher))

国际米作研究所는 空氣와 스크린으로 精選하는 機具를 갖춘 軸流型 脱穀機를 開發했다. 이 機械는 무게가 가벼우며 濕潤하거나 乾燥한 土壤에서도 좋은 可動性을 내는 바퀴(wheel)를 裝置했다(그림 52). 이것은 小型트랙터, 지프, 트럭뒤에 牽引될 수 있다. 이 機械는 나무잇발(peg teeth)이 박힌 強鉄실린더가 있다(그림 53). 윗 컨케이브의 핀(fins)은 脱穀物質을 兩側面의 放出口로 移動시키기 위하여 螺旋型으로 박혔다. 送風機는 컨케이브아래에 位置하므로 컨케이브를 通過하여 떨어진 왕겨와 糠정을 精選한다. 오오거(Auger)는 回轉하는 스크린체에서 精選된 穀粒을 모아서 運搬한다. 이 체는 구멍뚫린 컨케이브를 通過하고도 아직 穀粒과 分離되지 않은 糞 부스러기를 分離한다. 스크린 체(screen sieve)에서 精選된 穀粒은 容器(through)에 떨어져서 엘리베이터 플랩(elevator flap)에 의해서 자루로 運搬한다.

이 脱穀機는 5200W(7hp)의 空冷式 엔진을 가지고 있으며 좋은 分離機能과 精選機能으로 收穫된 벼를 깨끗하게 다룰 수 있다. 벼를 供給하고, 脱穀하고, 벼를 자루에 넣는데 3명이 必要하며 時

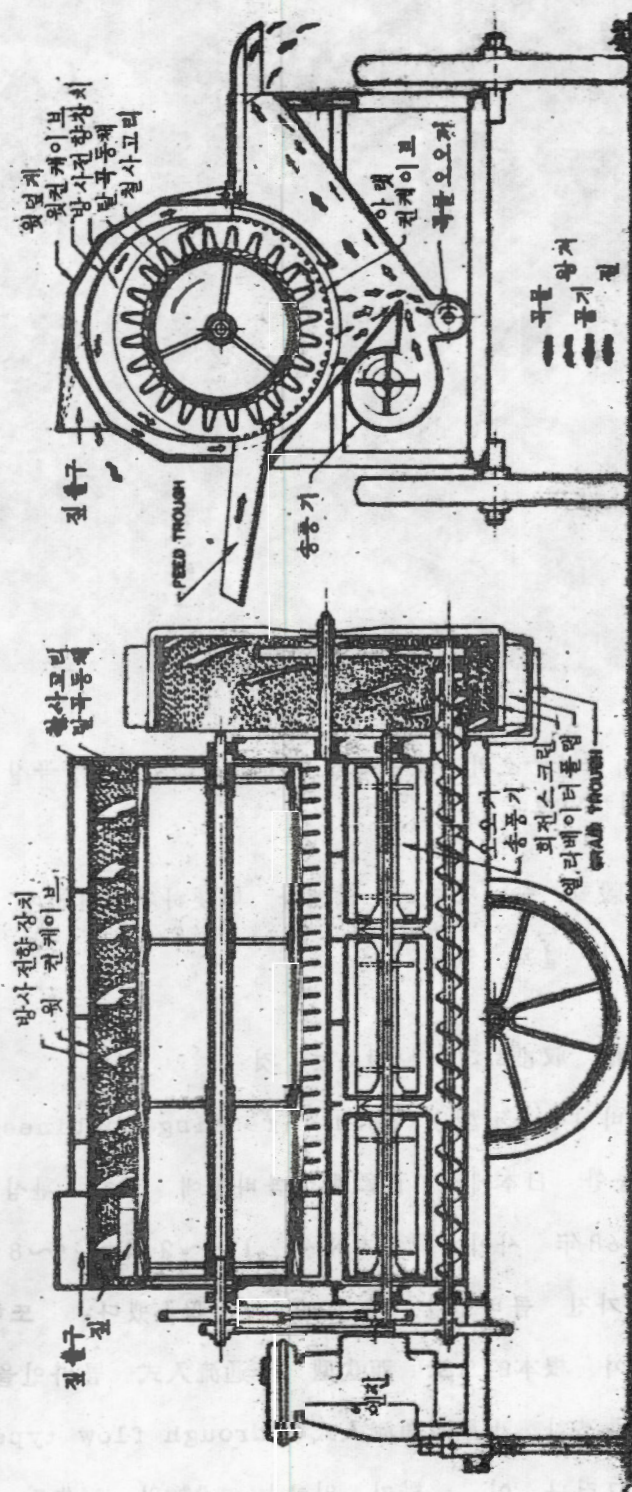


그림 52. IIRI 軸流脱穀機의 모형 도해

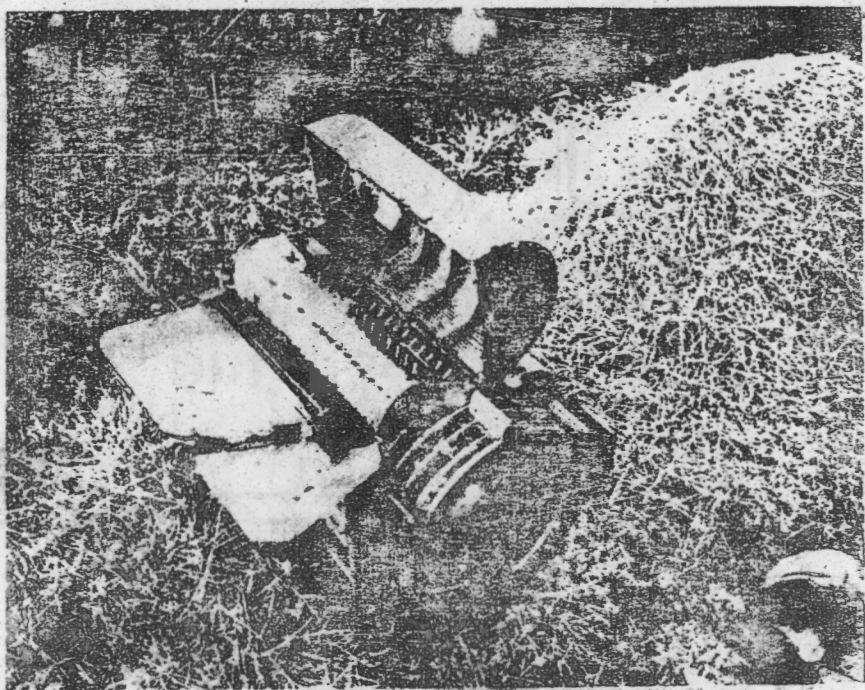


그림 53. 국제미작연구소의 축류형탈곡기의 노출된 탈곡실린더와
윗 키크이브.

間當 1 톤을 脱穀할 수 있다. 機械가 單便하기 때문에 操作上의
問題나 維持問題가 별로 없다.

논에서 直接 收穫하고 脱穀하는 것

헤드 脱穀 콤바인 (日本型) (Head threshing Combines)

最近 50 여년동안 日本에서 西欧型 콤바인에 對한 관심이 높아졌
다. 1962~1968 年 사이에 日本에서 1.5~2.4 m (5~8 ft) 의 헤
더(header)를 가진 콤바인을 약 400 台 收入했다. 또한 많은
日本人 製作者들이 根本的으로 西欧型 直通流入式 콤바인을 본따서
그들 自身들이 改造한 小型直通流入式(through flow type) 콤바인
을 開發했다. 그러나 이 機械가 입히는 穀物의 損失과 損害가

一般的으로 日本農夫들이 許容하는 量보다 높기 때문에 이 機械는 잘 받아들여 지지 않고 있다. 또 이 機械는 짚을 부수는 에너지 所要때문에 보다 큰 엔진이 必要하고 많은 動力을 消耗한다. 日本에서는 논 의 크기가 아주 작기 때문에 操作上의 問題도 약간 있다.

日本에서 西歐式 小型直通流入式 콤바인의 開發과 同時에 몇몇 製作者들이 小型헤드 脫穀콤바인을 開發했다. 根本적으로 이 機械는 自體推進되는 크로울러 플랫폼(crawler platform)을 장치한 自動脫穀機로 되어있고, 벼를 일으켜 세우고, 刈取하고, 運搬해서 機械속으로 넣는 機具까지 裝備했다. 收穫을 하는데 짚이 부서지기 때문에 日本農夫들은 이 機械보다 直通流入式 콤바인을 더 좋아한다. 이 콤바인에 使用된 自動脫穀機는 日本에서 乾燥된 벼를 脫穀하는데 널리 利用된다. 初創期의 콤바인에 使用된 脫穀機는 收穫해서 바로 脫穀하는데서 惹起되는 높은 水分含量때문에 脫穀이 優秀하지 못했다. 높은 水分含量을 가진 벼를 脫穀할때에 日本式 自動脫穀機의 作動이 制限되는 것은 分離機具와 精選機具가 있기 때문이다. 여러 日本会社들이 스트로우 워커(straw walker: 짚 整理機)와 振動체(osillating sieves)를 設置함으로써 脫穀機의 精選用量을 改善해 왔다. 그러므로 이 機械는 높은 水分含量을 가진 벼도 成功的으로 收穫할 수가 있다.

이 改良된 헤드 脫穀콤바인은 2~3%의 穀物損失과 1%보다 적은 穀物損害를 입힌다. 이 콤바인은 잘 考案된 分割機와 빗질

作用으로 倒伏된 作物을 세우는 일으켜 세움날개 (moving nylon pick up finger)를 裝備했다. 2 줄베기 콤바인은 自體重量이 약 600 kg이고 濕潤한 논에서도 作業을 可能하게 하는 크로울 트랙 (crawl track)을 裝置했다. 그러나 이 機械는 아주 높은 点土含量이나 혹은 깊은 硬質地層의 濕潤한 논에서는 可動性이 問題가 될 것이다.

이런 型의 脱穀機를 日本에서는 받아들였지만, 日本을 除外한 다른 나라에서는 별로 받아들이지 않았다.

直通流入式 콤바인 (西歐型)

이런 型의 콤바인은 ① 트랙터가 牽引하는 것, ② 트랙터에 裝置하는 것, ③ 自體 推進되는 것이 있다. 牽引 콤바인은 改良된 可動성과 性能때문에 自體推進 콤바인으로 거의 代替되었다. 最近에 한 유럽製作者가 自體推進되는 콤바인보다 값이 싸고 多少 비슷한 可動성을 보여주는 트랙터에 裝置한 1.8m (6ft) 콤바인을 開發했다. 製作者는 이 콤바인은 벼도 收穫하고 脱穀할 수 있다고 主張하나 아직 벼를 가지고 實驗한 답답할만한 資料와 情報가 없다.

初期의 트랙터 牽引콤바인은 1.8 m (6ft) 刈取機를 가졌고, 自體推進되는 콤바인보다 50 % 程度의 勞動力이 더 消費되지만 10 時間 當 3.22 ha를 收穫하고 脱穀하는 用量을 가졌다. 그러나 이 콤바인은 旧式 바인더에 必要한 勞動力의 $\frac{1}{3}$ 이 든다. 自體推進되는 3.6 m (12ft) 콤바인은 10 時間동안 약 5.9 ha를 收穫하고 4.2m

(14ft) 콤바인은 10時間동안 약 6.88 ha를 收穫할 수 있다.

自體推進되는 벼 콤바인의 標準型은 刈取部, 供給部, 脱穀部, 竝에서 穀粒의 分類機, 精選部, 一時的인 貯藏 等の 要素로 構成되어 있다. 콤바인에 裝置된 엔진으로써 바퀴와 收穫 및 脱穀機械를 움직인다. 벼 콤바인은 軌跡이 얇고, 引上力이 좋고, 진흙탕의 農土에서도 可動할 수 있는 크로울러 트랙(crawler track)을 使用하고, 倒伏한 作物을 일으켜 세우는 릴(reel)과 세움대(lift guard)가 있으며 大型 스트로우 워커(straw walker)가 있기 때문에 他 穀物 콤바인과는 다르다. 거의 모든 콤바인이 외머리 톱(spike tooth)이 박힌 실린더가 있고, 벼를 脱穀하기 위해서는 실린더가 他作物보다 低速으로 回轉해야 한다.

製作者들은 穀粒의 80~90%가 컨케이브(concave)에서 竝과 分離되기 때문에 랙(rack)에서 穀粒이 分散되는 것을 막고 竝으로 인한 損失을 줄였다고 主張하고 있다. 一般的으로 8.2m(27ft) 헤더(header)를 가진 콤바인을 美國에서 製作하고 있지만 2.4m~4.2m(8-14ft)程度 크기의 헤더가 널리 쓰인다. 新型콤바인은 水圧伝達可動裝置(hydro static transmission drives)를 裝備하고서 收穫部分과 脱穀部分을 集中可動하기 위해 水力모터(hydraulic moter)를 사용한다. 水力을 利用함으로써 콤바인의 設計를 簡單하게 할 수 있고 쉽게 操作할 수 있게 된다.

現代의 콤바인으로써 滿足한 成果를 얻기 위해서는 조심스러운 作動과 適用이 必要하다. 여러 가지 損失에 관한 記述과 그러한

損失을 最少로 하기 위하여 必要한 注意를 記錄하면 다음과 같다.

(흔들 손실 (飛散에 依한 減損) (Scatter Losses))

이러한 損失들은 벼가 過多하게 成熟한다든지 바람, 비, 鳥類等의 自然的인 原因 때문에 發生한다.

(刈取部の 損失 (cutting table Losses))

탈릴 (bat reel)보다도 오히려 일으켜 세우는 릴 (pick up reel)은 거의 모든 논에 倒伏하거나 헝크러진 作物이 있기 때문에 벼를 收穫하는 데는 必須不可欠한 것이다. 直立性 벼에서는 일으켜 세우는 릴 (reel)이 콤바인의 前進速度보다도 50 %나 더 빨리 움직인다. 倒伏해 있는 벼에서는 릴 (reel)의 速度를 前進速度의 약 2배로 해야한다. 일으켜 세움 날개는 地上위의 약 2.5 ~ 5 cm에, 즉 일으켜 세움 날개가 가장 낮은 위치에 있을때 刈取部分의 끝에서 앞으로 35 ~ 43 cm에 맞추어야 한다. 作物이 논에 完全히 倒伏해 있을때는 쓸어진 方向을 따라 收穫을 해야한다. 刈取部の 損失은 鈍한 날과 받침날 (ledger plates), 不當한 節次, 릴의 너무 빠른 速度때문에 增加할 것이다.

(脱穀筒體損失 (cylinder Losses))

평소에 외머리못 (spike tooth)이 박힌 脱穀筒體가 使用되고 있다. 脱穀筒體 둘레의 速度는 $20 \sim 25 \text{ m/s}$ ($4,000 \sim 5,000 \text{ ft/min}$) 程度된다. 만약 벼가 14 - 18 %程度로 乾燥했거나 種子用으로 收

穫했을 때는 脱穀筒體의 速度를 약 20m/s ($4,000\text{ft/min}$)에 맞추어야 한다. 脱穀筒體와 컨케이브(concave)의 외머리못 겹침은 외머리못 길이의 약 반배이어야 한다. 脱穀筒體는 全表面에 외머리못을 가지고 있다. 그 반면 컨케이브는 대개 컨케이브의 前面에 두줄에서 네줄의 외머리못만 가지고 있다. 穀粒의 損失은 脱穀筒體의 速度, 脱穀筒體와 컨케이브사이의 빈틈(clearance)에서, 탈곡동체와 컨케이브의 狀態, 콤바인의 進行速度, 벼의 品種, 水分含量, 氣象條件, 穀粒의 比率等에 의해서 左右된다. 이를 아침이나 저녁 늦게 收穫을 하면 탈곡동체의 損失이 增加된다. 脱穀筒體의 損失을 最少로 한다는 것은(탈곡되지 않은 곡립) 때때로 正祖에 損害를 입히고 논에서 脱穀되는 일이 增加되는 結果를 招來할 수 있다.

(래크의 損失(rack losses))

이러한 損失은 多様な 特性과 래크를 通過하는 짚의 量에 따라 影響을 받는다. 倭少한 벼 作物은 地面에서 아주 가깝게 收穫된다. 그래서 機械를 通過하는 짚이 많기 때문에 래크의 損失이 增加한다.

(바람의 損失(sheoloss))

損失을 最少로 줄이는데 가장 重要한 것은 風速調節(air blast control)이다. 바람의 세기는 왕겨와 輕微한 不純物을 불어 올리는데 充分해야 하고, 이것들이 체를 通하여 떨어지는 것을 防止

하는데 充分해야 한다. 바람은 체 (sieves) 의 全面을 通過하질끔
불어야 한다. 風速調節은 (air setting) 은 탱크속에 있는 穀粒의
精選보다도 穀物の 損失量에 基本을 두어야 한다. 湿氣가 있고
未熟한 벼는 乾燥한 벼보다 더 強한 바람이 必要하다.

(脱稈와 부서짐 (Hulling and Breacking))

長粒種의 正稈는 中粒種과 短粒種보다도 이삭에서 더 쉽게 떨어
진다. 아주 乾燥한 作物體 (水分含量 16 % 以下) 에서 脱稈가 더
많이 發生할 수 있다.

(運輸者의 損失)

아마 이것이 가장 重要한 것 같다. 적은 量의 벼를 가지고
너무 많이 베므로써 刈取機와 실린더의 損失을 增加시키는 結果를
招來한다. 짧은 줄기나 倒伏된 줄기에 있는 많은 이삭이 논에서
損失되고 있다. 벼 줄기가 너무 짧을때 脱穀筒體가 벼에 衝激을
加하는 동안에 비터 (beater) 와 피드롤 (feed-roll) 에 의해서
잡히지 않는다. 그러므로 脱穀筒體의 損失이 더 높아진다. 너무
낮게 刈取하면 過度한 벼줄기가 脱穀筒體를 妨害하게 된다. 速度
를 너무 빠르게 操作하면은 機械에 너무 無理를 加하기 때문에
損失이 增加하게 된다.

(倒伏한 벼의損失 (Loss in down Rice))

倒伏한 벼에 對한 콤바인의 損失은 대개 直立해 있는 벼의 損
失의 두배나 된다. 일으켜 세우는 릴 (pick-up reels) 의 速度를

適當하게 하는 것이 必須的이다. 倒伏된 벼에서는 일으켜 세우는
일이 빗길作用을 못하거나 穀粒이나 이삭을 약간 떨어뜨릴 것이다.
損失을 줄이기 위하여 倒伏된 方向에서 收穫을 해야한다. 倒伏된
方向과 엇갈린 方向에서 收穫을 하는 것은 勸奨할만한 것은 아니
다. 倒伏된 方向에서 베기 始作할때 적은 量의 糞이 機械속으로
들어간다.

필리핀, 베트남, 말레이지아의, 政府農場이나 큰 農場을 所有한 農家
에서 몇 대의 벼 콤바인을 使用해 왔다. 1970年8월에 6台的
클레이슨(Clayson) 975 4m(13ft)의 刈取機와 53,500W(72마력)
의 디젤엔진을 裝備한 벼 콤바인에 관한 研究를 했다. 이 콤바인
은 重量이 거의 7톤이며 크로울러트랙(crawler tracks)도 裝備
했다. 平均產出量은 作業날의 10시간당 1.74 ha이라고 밝혀졌다.
機械는 平均 2.27 기계시간/ha가 實質的이며 이것은 콤바인의 收穫
에 관한 다른 報告를 引用한 1.23 기계시간/ha보다 더 많은 것이
다. 主要한 原因은 ① 비오는 날, ② 機械故障(大部分 微細한 性
質의 것), ③ 農夫가 收穫하려는 논이 있는 곳의 나쁜 土質組織때
문이다.

이 研究는 單位面積당 收穫時間과 畝의 크기 사이에 逆比例 關
係를 보여준다. 또한 이 研究書에서 0.8 ha(2.0에이커)가 넘는
面積에서 콤바인의 生産性에 對한 畝面積의 影響이 별로 重要하지
않다는 것을 指摘했고, 또한 0.4 ha(1에이커)보다 작은 面積에서
는 콤바인의 生産性이 낮다는 것을 指摘했다. 主要한 問題點들은

① 튼튼한 橋梁과 接近道路가 不足, ② 耕作地에 따라 作物의 成熟이 고르지 못한 점, ③ 農夫들에게는 너무 過重한 初期의 投資, ④ 粘土含量이 높은 土壤과 硬地層이 아주 깊은 土壤의 耕作地에서는 機械가 無能하다는 것 등이다.

그러나 研究報告書는 初期의 높은 費用에도 불구하고 이 콤바인을 使用하면은 潜在的으로 利益이 될 것이라고 指摘했다. 接近기의 容易性, 土壤狀態, 畝의 面積이 작은 등의 問題가 무다(Muda) 地域에서 콤바인으로 收穫하기 위한 有用한 面積을 制限하고 있다. 自體推進되는 直通流入式 콤바인의 販売價格은 필리핀과 그밖의 아시아地域에서 美貨 20,000~25,000 달러이다.

熱帶地域에서 몇몇 大農夫까지 그런 많은 資金을 낼 수 있다는 것은 정말 의심스럽다. 아마 政府만이 그런 機械를 살 수 있을 것이다. 伝統에 基盤을 두고 作物을 收穫하는데 이 콤바인을 지금 사용하고 있는 말레이시아의 무다(Muda) 灌溉地의 實驗使用을 注意스럽게 觀察해야 한다. 만약 그것이 成功的이라면 다른 곳에서도 適用이 可能할 것이다.

로렌스(Lawrence 1970)는 파키스탄에서 傳統的인 動物이 牽引하는 農機具에서부터 農場의 完全한 機械化를 이루기까지의 7 단계의 機械化에 關한 經濟的 樣相을 比較한 研究를 報告했다. 그는 이 研究에서 考慮한 耕作順序에서 트랙터가 導入되었을 때 畝耕作에서 勞動力의 需要가 단지 약간 떨어졌을 뿐이지만 낮은 次元의 機械化는 오히려 勞動力의 需要가 增加한다고 結論지었다. 한편 콤바

인은 耕作地에 對한 勞働의 需要를 상당히 減少시킨다. 大型 콤팩트를 導入함으로써 일어나는 雇傭效果는 분명히 관심사로 계속 될 것이다.

最近의 發展과 그 趨勢

들에 서 있는 作物에서 直接穀粒을 까는 概念이 實驗적으로 얼마동안 試圖되어 왔다. 小型 스트리퍼 收穫機가 오스트레일리아에서 개발되었다. 그러나 國際米作研究所에서 벼에다가 이 機械를 實驗했을 때 穀粒이 땅위에 흩어지기 때문에 穀粒損失이 너무 많았다. 스트로만(strohman et al. 1965)이 코니컬 로우터리(conical rotor: 원추형의 축차)를 가진 스트리퍼 收穫機를 開發했다고 報告를 했다. 아라칸사스(Arkansas)에서 벼에 行한 實驗에서 이 機械는 穀粒損失도 아주 적었고 性能도 좋았다. 그러나 코니컬 로우터의 큰 半徑때문에 여러줄 베는 收穫機에는 適合하지 않았다. 實驗用으로 스트리퍼 收穫機가 타이완과 日本에서 製作되었지만 아직 商品化 段階에는 들어서지 못하였다.

穀粒을 따는 概念은 벼줄기가 機械를 通過하는 것을 없애버림으로써 實質적으로 機械의 重量을 줄일 수 있고 진흙탕의 畝에서도 그 可動性을 改善할 수 있기 때문에 벼를 收穫하는데 特別한 관심거리가 됐다. 또한 스트리퍼(stripper)에서는 刈取機具와 伝達機具가 없어도 된다. 國際米作研究所의 農工学部에서는 一般收穫機보다 한글(이랑)型 스트리퍼收穫機의 開發을 研究하고 있다. 이러한 概念은 初創期에 作物이 벨트型(belt-type) 脫穀方式으로 激

熱한 接觸이 發生되기 前에 作物을 機械속으로 부드럽게 굽을 수 있도록 하는 모든 實驗的인 試圖와는 根本的으로 다른 것이다. 作物이 기울어짐으로써 땅위에 穀粒이 흩어지는 것을 減少시키고 穀粒을 蒐集하는 것을 改善해야 한다. 實驗用的 機械(그림 54)는 作物의 이삭에 있는 모든 穀粒을 脱穀할 수 있다. 그러나 아직 穀粒損失이 許容基準을 넘고있다. 그리고 作業은 이런 損失을 最少로 하는 方法으로 해야한다.

스트리퍼 收穫機에 對한 関心이 높아지고 있고, 成功的인 機械가 開發될 것이라는 希望이 있다. 왜냐하면 이 機械가 熱帶地域에서 벼를 收穫하는데 日本式 또는 西歐型 直通流入式 콤바인보다 더 適當하다는 것이 確實하기 때문이다. 最近 發展으로 미루어 보아 1년 이내에 製作者들이 스트리퍼收穫機(stripper harvester)를 내놓을 空算이 짙다.

在米式인 直通流入式 콤바인에 關해서 最近에 發達된 것은 거의가 增加된 幅, 넓고 適應性있는 刈取機, 보다 큰 穀粒탱크, 보다 큰 엔진을 裝備함으로써 機械의 用處와 크기가 增加되는 影響이다. 한편 이러한 發達이 先進國에는 아주 適合하지만 不幸하게도 이런 趨勢는 開發途上國의 要求에는 거리가 멀다. 그런 큰 機械가 世界의 開發途上國地域에서 널리 받아들여 질 수 있을 것이라는 것을 정말 의심스러운 일이다.

몇년동안 國際米作研究所가 回轉脱穀과 分離機具를 使用하는 脱穀機를 開發하려고 研究해왔다. 트랙터에 裝置하고 PTO 動力伝達을

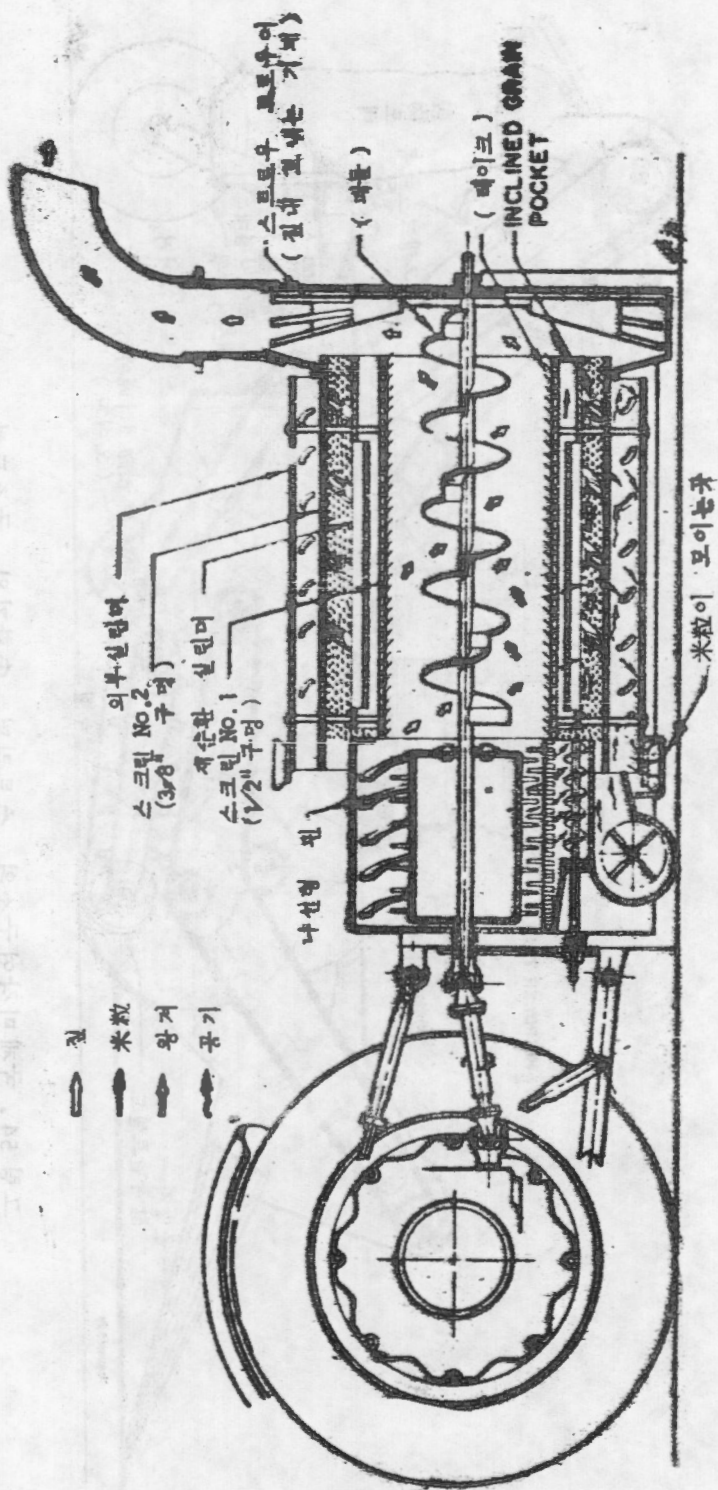


그림 55. 국제미작연구소 PTO 동력탈곡기의 구조도해

하는 直通流入式 脱穀機(그림 55)를 現在 研究所에서 開發하는 중
에 있으며 더우기 實驗結果는 아주 希望的이었다. 이 機械는 水
分含量이 많은 벼도 막힘없이 脱穀할 수 있다. 이것은 외머리못
이 박힌 脱穀筒體와 單軸的으로 裝置한 멀티스크린 로터리 클린너
(multi-screen rotary cleaner:여러 개의 스크린이 있는 回轉
精選機)를 사용하고 있다. 穀粒은 脱穀筒體와 回轉精選機를 通過
하여 螺旋型通路로 繼續하여 移動한다. 질과 穀粒의 92%가 脱
穀筒體 컨케이브에서 分離되었다. 回轉精選機에 남아있는 穀粒을
꺼내는 일을 活用하는 것도 좋은 일이다. 이 脱穀機가 計劃하는
것은 값이 싼 콤바인으로서 쉽게 받아드려질 수 있게 하는 것이
다. 해링톤(Harrington 1970)은 큰 半徑의 비터型(beater-
type) 脱穀機具를 使用하는 인디아에서 트랙터가 牽引하고, PTO
動力伝達하는 多作物脱穀機를 開發했다고 報告했다. 이 機械는
벼, 밀, 많은 다른 作物을 脱穀할 수 있다.

收穫하고 脱穀하는 機械에 關해서 日本의 最近 發達로 미루어
볼때 이 둘을 組合하는 方向으로 急前進했음을 알 수 있다. 日
本式 自動脱穀機의 基本은 오랫동안 設計가 變하지 않은채로 남아
있다. 지난 2년동안 收穫 및 脱穀用량을 增加시키고, 젖은 作物
을 脱穀할 수 있도록 精選機具를 改良했다. 이 脱穀機를 水分含
量이 높은 벼를 收穫하는 콤바인과 함께 使用하기 때문에 이러한
改良이 必要하게 됐다. 콤바인의 크기가 2줄베기에서 3줄과 4
줄베기로 점차 增加하고 있다. 日本産 콤바인은 熱帶地域에서 벼

를 收穫하고 脱穀하는 일을 잘 할 수 있다. 그러나 아시아에서 이 機械를 紹介하려는 最近의 試圖로 볼때 이것은 아주 非經濟的이라고 指摘했다. 日本産 콤바인은 여러 가지 裝備를 組合한 複合體이다. 그래서 디자인의 見解로 볼때, 根本적인 機械의 概念이 心須的으로 값을 줄이도록 充分히 簡素化해야 된다는 점이 의심스럽다. 日本国内市場에서는 두줄베기 콤바인보다 크고 값이 비싼 3줄과 4줄베기 콤바인 쪽으로 需要가 移動하고 있다.

熱帶地域國家를 위한 脱穀機에 관한 情報에 對해서 國際米作研究所가 要請받은 것을 보면 個人農夫를 위한 것과 慣習적인 脱穀操作者를 위한 機械를 絶對히 要求하고 있었다. 여러 開發途上國에서 簡單한 홀드온(hold-on)型筒體 脱穀機를 製作하려고 試圖하고 있는 중이다.

日本の 自動脱穀機가 아시아에서 점차 導入되고 있는 실정이지만 機械를 購入하는 費用이 많기 때문에 導入이 制限되고 있다. 熱帶地域의 여러 國家에서 小型 脱穀機를 自國에서 製作하고 있지만 簡單한 生産方法으로 製作할 수 있는 脱穀機의 設計不足으로 自國에서 製作하는 것이 妨害를 받고있다. 이러한 兇達은 大型 PTO 動力伝達 脱穀機에 상당한 관심을 보이는데, 어떤 成功的인 發明品이 가까운 未來에 나올 것이라는 希望이 있다. 아시아에서 벼를 收穫하는데 日本이나 美國에서와 같이 收穫機-結束機段階를 거치리라는 것은 의심스러운 것 같다.

結局 熱帶地域에서는 畝에서 直接 벼를 收穫하고 脱穀해야 한다

는 點에는 의심할 餘지가 없다. 하지만 現在의 콤바인은 熱帶地
域의 特殊한 要求에 附合하지 않는 것 같다. 最近의 發達은 벼
를 收穫하고 脫穀하기 위해서 더욱 簡單한 機械를 開發하는데 진
지한 관심을 나타내고 있다. 最近의 機械의 발달을 살펴보면, 世
界의 熱帶地域에서 벼를 直接 畝에서 收穫하기 위하여 經濟的이고
小型인 機械를 開發하는데 劃期的인 進展이 이루어질 수 있을
것 같다.

機械의 容量과 費用의 比較

穀粒을 收穫하고, 脫穀하고, 精選하기 위한 有用한 處理方法을 좀
더 批評的인 眼目으로 볼 必要가 있을 것 같다. 우리는 作物을
베고, 脫穀하고, 乾燥시키기 前에 精選하는 全過程에서 効率에 對한
損失이 어디서 언제 일어나는 가를 決定할 수 있기를 바란다.
이것을 決定하기 위하여 우리는 標準에 對한 方法이나 機械의 性
能을 評價할 수 있어야 하고, 그리고 많은 다른 것들을 고려해야
한다. 例를 들면 脫穀이 在來式方法이든지 혹은 좀더 現代化된
機械的인 方法이든지 간에 단지 脫穀의 影響으로 인하여 搗精의
損失에 影響을 미친다는 것은 適當치 않다. 왜냐하면 全過程에서
도 많은 無理가 있기 때문이다. 조만간 이러한 여러 가지를 이
들이 生物學的인든, 時空的인든, 性質上 社會經濟的인든 간에 우리는
同一視 할 수 있어야 한다.

機械의 性能을 評價할 때에 機械의 評價容量을 決定하는 것이
重要하다. 하지만 이 性能은 標準化된 各種 機械에 根拠를 두어

어야 한다. 그렇게 하지 않는다면, 다른 種類의 機械가운데서 比較한다는 것은 不可能할 것이다.

機械의 性能을 評價할 때 考慮해야 할 가장 重要한 것 중에 하나는 穀粒의 水分含量이다. 왜냐하면 같은 機械라 할지라도 젖은 벼나 乾燥한 벼에 따라서 容量이 完全히 달라질지도 모르기 때문에 評價容量을 計算할 때 항상 穀物의 水分含量을 記錄해야 한다. 그래서 機械容量을 表示할 때 15 %보다 높은 水分含量을 가진 젖은 벼를 위한 것이라든지 혹은 15 %와 같은 水分含量을 가진 미리 精選되고 乾燥된 벼를 위한 것인지를 分明하게 밝혀야 한다.

홀드온(hold-on) 脫穀機의 脫穀效率은 모든 穀粒이 脫穀될 때 까지 脫穀時間을 延長할 수가 있기 때문에 100 %까지 倒達할 수가 있다. 그 반면 드로우인型의 脫穀機의 境遇는 벼가 젖어있는 그대로 脫穀하는지 혹은 精選되고 乾燥된 다음에 脫穀하는지에 따라서 이들 둘중에 하나가 脫穀效率을 決定짓는데 사용될 수 있다.

(1) 非乾燥標準(raw standard)

$$\text{脫穀效率 \%} = \frac{\text{非精選穀粒}}{\text{非精選穀粒} + \text{未脫穀粒}} \times 100$$

(2) 乾燥標準

$$\text{脫穀效率 \%} = \frac{\text{精選粒}}{\text{精選粒} + \text{未脫穀粒}} \times 100$$

機械의 脫穀效率이 97 %보다 크거나 같을때 機械는 좋은 脫穀性을 가졌다고 여겨진다.

機械로 因해서 일어나는 機械的인 損害의 量은 最少로 되어야 하겠다. 評價된 容量의 1% 超過에서 일어나는 損害는 큰 것으로 생각된다. 덧붙여서 이야기하면 機械가 벼알의 發芽 퍼센트를 낮추어서는 안되겠다. 發芽퍼센트가 단지 80%보다 많을 때는 許容될 수 있겠다.

機械의 性能을 評價해야 할 또다른 要因은 燃料消耗(l/kg), 勞動力供給(노동시간/ kg)과 投資費用(kg)과 같은 것이다. 이러한 것에 對한 標準은 아직 設置되지 않았지만 이런 것들을 항상 記錄해야 할 것이다.

標準化된 機械를 사용함으로써 다른 機械와 正確한 性能比較가 可能할 것이다. (以上 記述: 국제미작연구소, 농공과, 아미어 유칸 (AMIR-U. KHan)).

IV. 乾 燥

湿度의 測定

大氣의 性質에 관한 研究, 即 湿度測定에 使用되는 用語와 湿度測定表를 사용하는 것은 穀物을 貯藏하고 乾燥하는 過程을 理解하고 特殊한 氣候狀態에 對해 各各의 必要한 것을 分析하는데 必須 불가결한 것이다.

湿度測定表

湿度測定表는 空氣의 性質을 簡單하게 測定할 수 있고, 이 圖表가 없으면 꼭 必要하게 되는 長久한 計算의 時間浪費를 減해주는 考案品이다. 다른 空氣狀態에서 作成한 사람들은 이 圖表와는 약간 다른 型式을 가지고 있다. 또 情報를 얻는 地方에 따라서 다를 수도 있다. 그러나 어느 湿度測定表이든지간에 溫度, 湿度, 이슬점(露点)과 같은 空氣의 性質 또는 狀態를 簡單히 그래프로 나타냈기 때문에 모두 根本的으로는 같다.

湿度測定用語

가장 一般的으로 湿度測定表와 關聯이 있다고 생각되는 必須的인 用語는 乾球湿度, 相對湿度, 이슬점, 穀粒의 水分含量 등이다. 乾球溫度는 家庭의 溫度計(그림 56)와 같은 보통 溫度計로써 測定한

大氣의 溫度이다. 濕球溫度는 젖은 형질이나 가제로 둘러싼 유리球가 있는 보통 濕度計에서 測定한 大氣의 溫度이다(그림 57). 溫度는 溫度計의 수은주가 空氣中에서 신속히 움직인 후 記錄된다. 濕球溫度計는 溫度를 읽을때 溫度計의 球가 젖어 있기 때문에 濕球溫度計라 부른다. 濕球溫度計는 溫度計의 끝에 있는 球의 綫即 가제를 벗기고 그리고나서 물속에서 담근다. 이때 가제(sock)를 除去하면 濕球溫度計는 乾球溫度計 또는 보통 溫度計와 똑같다. 乾球와 濕球溫度를 測定하기 위하여 휘둘러乾濕計(sling psychrometer)를 사용한다.

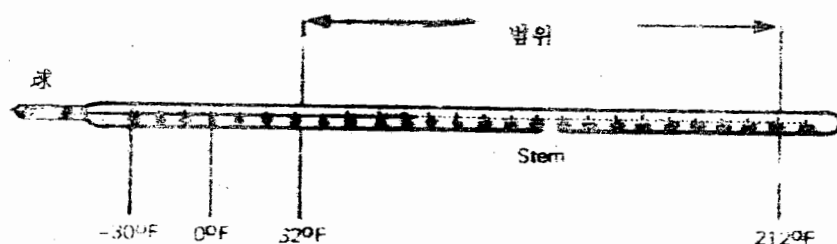


그림 .56. 건구온도계. 球는 온도계의 민감한 부분이다. 球의 溫度가 增加할때 球에 있는 液體는 팽창하여 유리 관에서 올라간다.

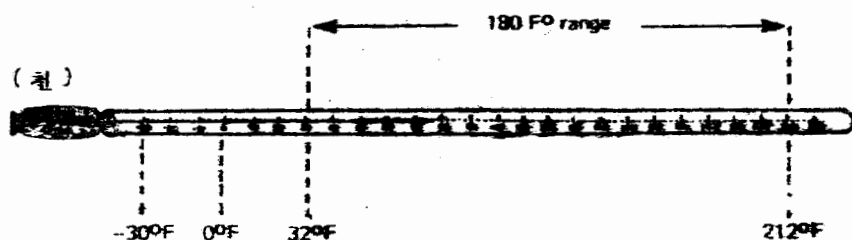


그림 .57. 습구온도계. 깨끗한 무명심지가 물을 흡수한다. 이 물이 증발함으로써 심지의 溫度를 감소시키고, 따라서 결과로서 생기는 온도는 온도계의 수은에 의해 가리키게 된다.

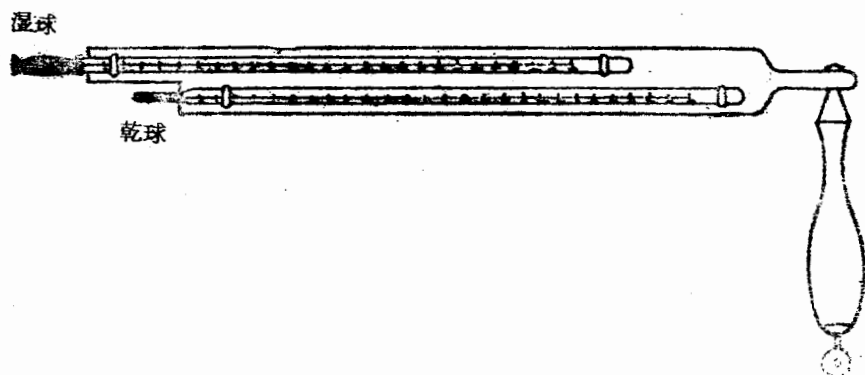


그림.58. 휘둘이 건습계. 제조자가 두 온도계를 붙여 놓았다. 즉, 심지를 제거하고 읽으면 건구상태에 나타난 두 온도계와 똑 같을 것이다. 고정치를 읽을때까지 기구를 조당 두 세번씩 흔들어 준다.

휘둘이湿度計(그림 58)는 하나의 基本管에 裝置한 두개의 溫度計가 있다. 그중 하나는 가제가 있는 濕球溫度計이고 다른 하나는 乾球溫度計이다. 濕球의 球는 乾球의 球아래에 뻗어 있다. 이것은 가제를(濕球을 싼 형질) 乾球溫度計를 젖게 하지 않고 물속에 담글 수 있도록 고의로 이렇게 해놓았다. 가제가 위에서 叙述된 것처럼 젖어 있고 두 溫度計의 수은주가 水分이 가제에서 蒸發할 때까지 空氣를 通하여 신속히 움직이게 된다면, 乾球를 가진 溫度計는 乾球 또는 보통의 溫度를 記錄할 것이고 가제가 있는 濕球溫度計는 濕球溫度를 記錄할 것이다. 乾球를 지나가는 空氣는 濕球를 지나가는 空氣와 같은 溫度이지만 두 溫度計에 記錄된 溫度는 같지가 않다. 乾燥溫度計는 항상 實際의 大氣溫度를 記錄하지만 濕球溫度計는 乾球溫度計보다 낮은 溫度를 記錄한다. 溫度를 읽는데 外觀上 明白한 差異의 要點은 “蒸發”이란 말이다. 濕氣가 表面에서 蒸發할때에 表面으로부터 熱을 빼앗는다. 이 例에서

水分은 濕球溫度計의 젖은 가제(천)에서 蒸發하고 結果的으로 溫度計의 球의 表面을 차게 한다. 이것이 濕球溫度計의 溫度가 낮은 主要한 理由이다.

乾球와 濕球의 溫度差는 大氣中の 水分量에 달려있다. 만약 水分含量이 낮다면 空氣는 乾燥하고 水分을 쉽게 흡수할 수 있다. 따라서 가제에서 蒸發은 신속히 일어나고 많은 熱을 빼앗긴다. 이로 인하여 濕球溫度計의 表面이 빨리 차게 된다. 그 結果 濕球溫度計의 溫度는 높은 水分含量을 가진 空氣의 溫度보다 낮게 된다. 그래서 乾燥한 空氣 혹은 水分含量이 낮은 空氣는 濕球溫度計에서 낮은 溫度를 가진다. 濕한 空氣 혹은 水分含量이 높은 空氣는 濕球溫度計에서 높은 溫度를 가진다. 사실상 水分含量이 100 % 혹은 100 %의 相對濕度에 도달할 때에 濕球溫度는 乾球溫도와 같게 된다. 이러한 것은 濕球測定表에서 쉽게 볼 수 있다. 이러한 狀態에서는 空氣가 더이상 水分을 흡수할 수 없기 때문에 蒸發이 중단된다. 그러므로 濕球溫度計의 가제에서 蒸發로 인하여 熱을 빼앗는다는 것은 不可能함으로 두 溫度計는 같은 溫度를 기록하게 된다.

相對濕度는 飽和水蒸氣가 空氣의 溫度에 미치는 壓力에 對한 空氣中에서 水分의 含量을 決定하는데 使用하는 測定單位이다. 즉, 700 그레인 (grain)은 물 1 파운드 (0.45 kg)와 같다. 이슬점溫度는 水分이 表面에 凝結되어 있을때의 溫度이다.

濕度測定表와의 關係에서 앞에 나온 用語들은 空氣의 狀態에 對

하여 즉시 많은 것을 말해줄 수 있다. 만약 乾球과 湿球의 溫度를 안다면 相對濕度는 濕度測定表에서 읽을 수 있다. 또 乾球溫度와 相對濕度を 안다면 湿球溫度를 決定할 수가 있다. 乾球溫度와 相對濕度を 안다면 湿球溫度를 決定할 수가 있다. 湿球溫度와 相對濕度を 알면은 乾球溫度를 알 수가 있다. 湿球溫도와 乾球溫度를 알면은 이슬점을 濕度測定表에서 읽을 수 있다. 乾球溫도와 相對濕度を 알면은 이슬점을 알 수 있다.

空氣中에서 水分의 量 (grain)을 다음의 組合에서 一乾球溫도와 相對濕度 (RH), 乾球溫도와 이슬점, 相對濕度, 湿球溫도와 이슬점, 乾球과 湿球의 溫度 또는 단지 이슬점만—을 가지고 決定할 수가 있다.

에서 눈금과 線의 一致

왼쪽을 발끝모양으로 하고 오른쪽을 발 뒷꿈치모양으로 하여 구두나 브츠모양으로 濕度測定表를 그리시오. 다음 事項을 分明하게 하기 위하여 그림 59 (A-F)의 濕度測定表의 構造를 참고하시요.

(1) 乾球溫도의 눈금은 발끝에서 발뒷꿈치까지 발바닥을 따라 나열되어 있다. 乾球溫도의 線은 그 하나하나가 溫度를 나타내는데 밑바닥에 수직으로 그어져 있다. (2) 湿球溫도의 눈금은 화살표부터 끝까지 발등을 따라 나열되어 있다. 湿球溫도의 線은 그 하나하나가 濕度を 나타내는데 구두의 뒤축과 밑바닥과 傾斜지게 대각선으로 나타냈다. (3) 이슬점과 液化點은 湿球溫도의 눈금과 같다.

그렇지만, 이슬점의 線은 그 하나 하나가 이슬점의 溫度를 나타내는데 구두의 뒷축에 수평으로 나타냈다. (4) 相對濕度の 線은 구두 (shoe)의 옆을 따라 나열되어 있고 대략 발등의 모양과 같은 곡선이다. 처음의 발등선은 실제로 100%의 相對濕度を 나타낸다. (5) 水分含量的 눈금은 구두의 뒷축에서 꼭대기까지 구두의 뒤를 따라 나타냈다. 이 선은 이슬점의 線과 같다. (6) 어떤 주어진 條件에서 空氣의 모든 性質을 濕度測定表에서 한 점을 構成함으로써 表示할 수가 있겠다.

用語의 關係

다음의 例는 前述한 모든 關係를 証明한다. 각 例는 濕度測定表와 직접적으로 關係가 있다. 그러므로 各 例를 푸는데 濕度測定表를 사용해야 한다.

<보기 1>

乾球와 濕球의 溫度를 가지고 相對濕度を 計算하시오

주어진 條件: 乾球溫度 = 78°F 濕球溫度 = 65°F

구해야하는것: 相對濕度

(풀이): (그림 60의 도표 1)

(1) 圖表의 밑바닥의 乾燥溫度의 눈금에서 78°F 를 찾는다. (2) 발등에 있는 커브선까지 78°F 에서 수직으로 線을 그린다. (3) 濕球溫度의 線에서 65°F 를 잡는다. (4) 2점에서 78°F 의 乾球溫度線까지 65°F 를 따라 대각선을 그린다. (5) 乾球溫度線과 濕球溫度線의 交叉點에서 相對濕度 50%를 읽는다.

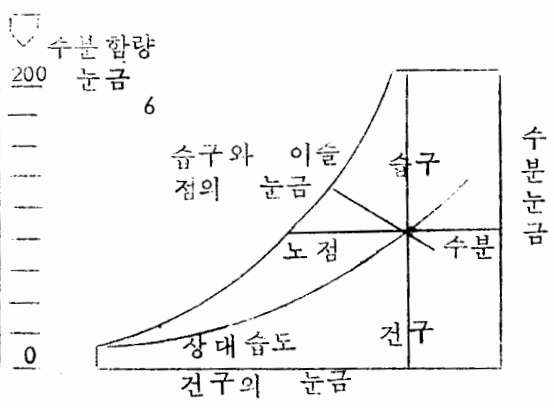
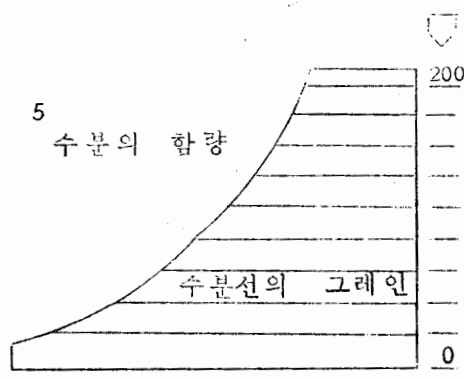
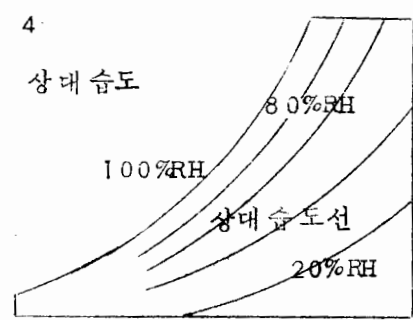
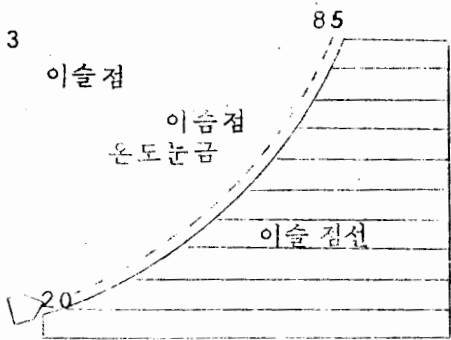
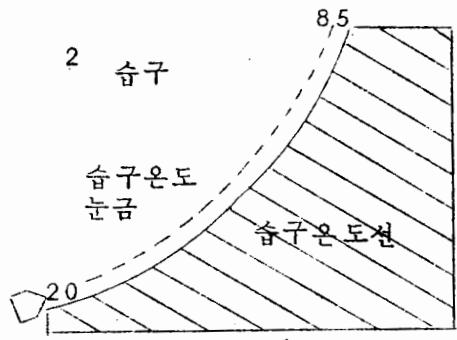
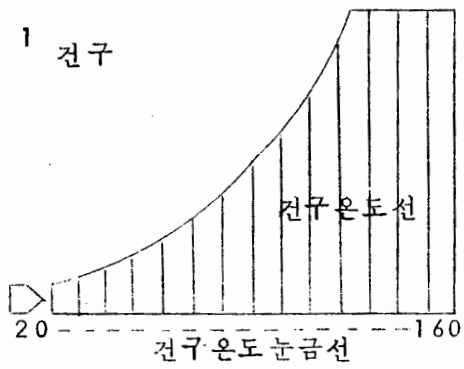
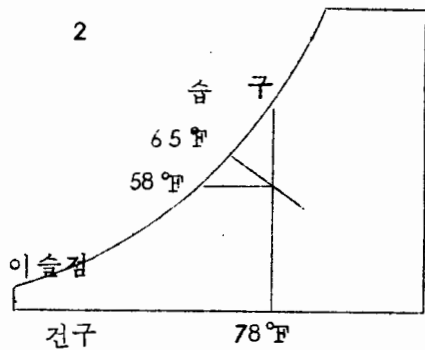
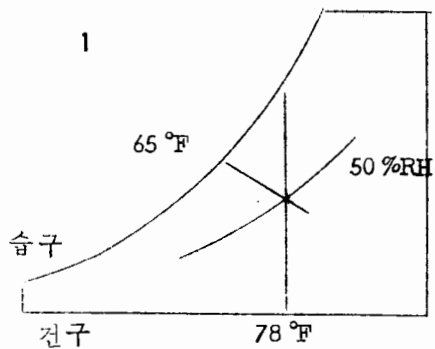


그림 .59. 표에서 눈금과 선을 일치시키는 스켈레톤의 습도측정표.



수분의 량

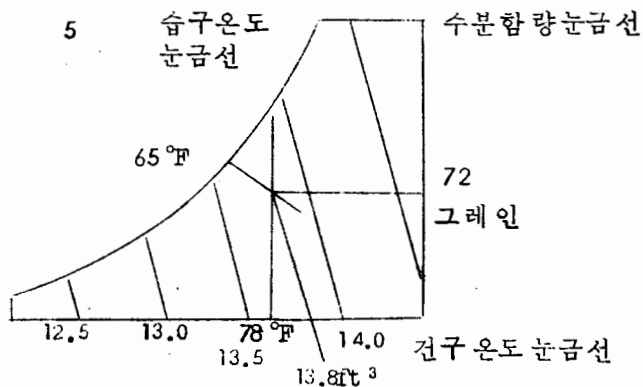
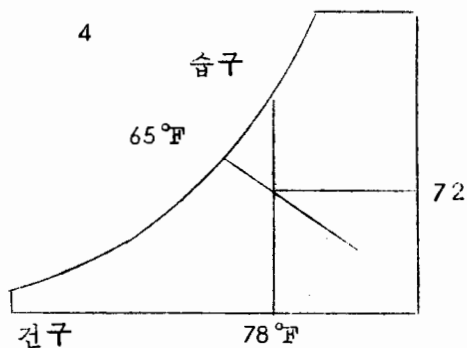
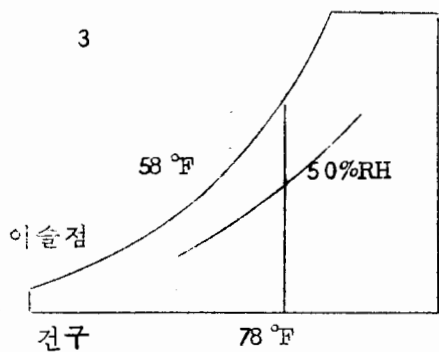


그림 .60. 습도측정용어 사이의 관계를 증명하는 스켈레톤의 습도측정표

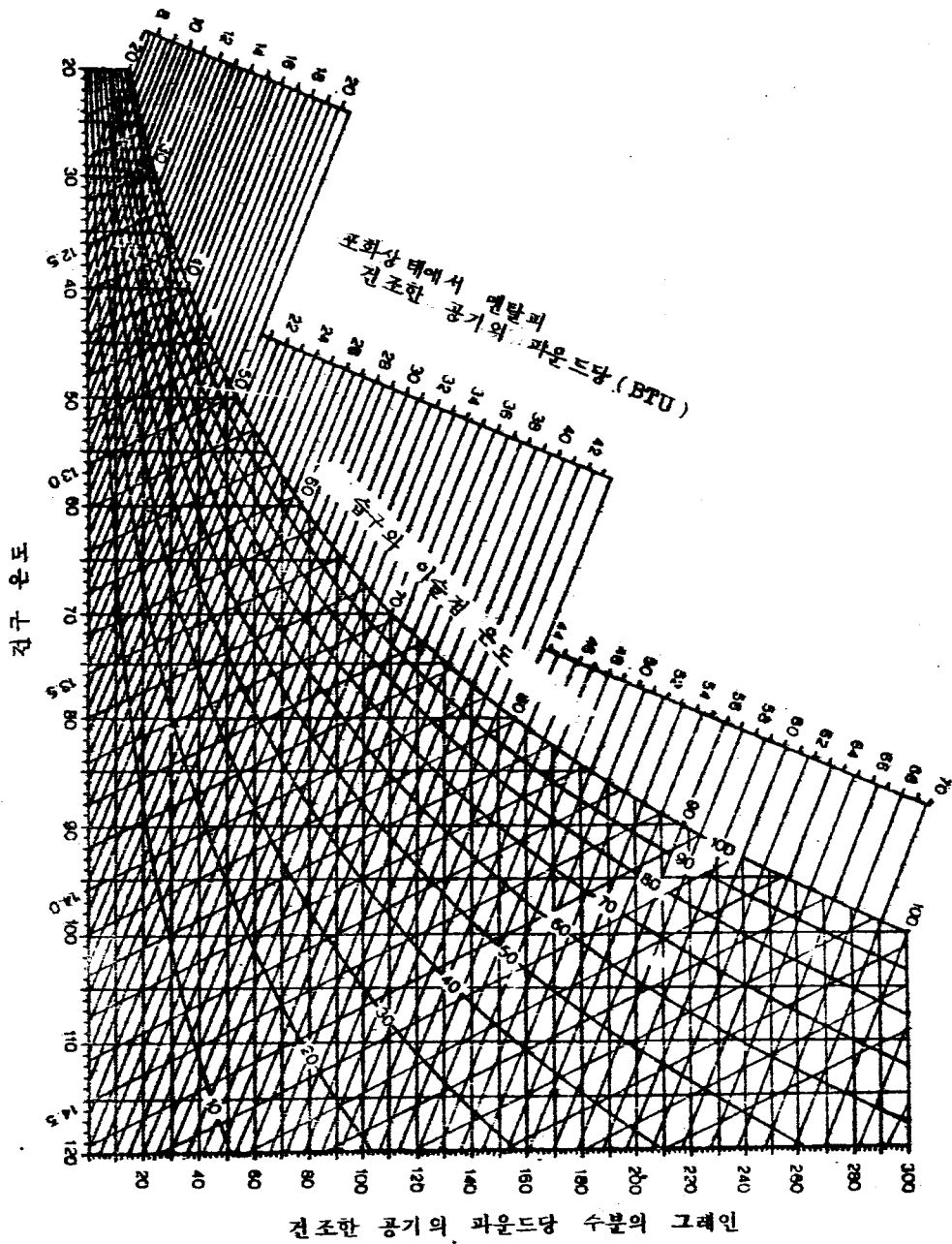


그림 . 61. 전형적인 습도측정표 (기압 14.696 Lb/in²)

< 보기 2 >

乾球温度와 湿球温度를 가지고 이슬점을 計算하시오.

주어진 조건 : 乾球温度 = 78°F 湿球温度 = 65°F

구해야 하는 것 : 이슬점

(풀이) : (그림 60 의 도표 2)

- (1) 乾球温度의 78°F 線과 湿球温度의 65°F 線의 交叉点을 찾는다.
(2) 交叉点에서 발등선까지 수평으로 線을 그린다. (3) 수평선과 傾斜線과의 交点에서 58°F 의 이슬점 温度를 읽는다. 乾球温度 78°F 와 湿球温度 65°F 에서 이슬점 温度는 58°F 이다.

< 보기 3 >

乾球温度와 相对湿度를 가지고 이슬점을 計算하시오.

주어진 条件 : 乾球温度 = 78°F 相对湿度 = 50 %

구해야 하는 것 : 이슬점

(풀이) : (그림 60 의 도표 3)

- (1) 相对湿度 50 %의 線과 乾球温度의 78°F 線의 交叉点을 찾는다. (2) 交叉点에서 발등선 쪽으로 水平되게 線을 긋는다. (3) 발등선과 水平線의 交叉点에서 이슬점 温度 58°F 를 읽는다. 乾球温度 78°F 와 相对湿度 50 %에서 이슬점 温度는 58°F 이다.

< 보기 4 >

乾球温度와 湿球温度를 가지고 水分의 含量을 計算하시오

주어진 条件 : 건구온도 78°F 습구온도 65°F

구하는 것 : 水分의 含量

(물이) . (그림 60의 도표 4)

(1) 乾球溫度 78°F의 線과 濕球溫度 65°F의 線의 交點을 찾는 다. (2) 이 交點에서 水平線을 오른쪽으로 그어서 乾球溫度의 量의 눈금線)과의 交點을 구한다. (3) 이 交點이 水分含量의 눈금이다. 이 점에서 72그레인 (수분 含量의 단위) 를 읽는다.

이 보기는 乾球와 濕球溫度를 利用해서 水分含量을 어떻게 구할 수 있는가를 보여준다. 乾濕球測定의 性質들을 組合的으로 사용함 으로써 濕度測定表에서 水分含量을 求할 수 있다. 이들 組合은

다음과 같다.

乾球溫度와 相對濕度, 乾球溫度와 이슬점, 濕球溫度와 相對濕度, 濕球溫度와 이슬점의 交點을 찾아서 이 交點에서 오른쪽으로 수평선을 그어 乾球溫度의 눈금線)과의 交點이 水分含量의 눈금이다

乾燥한 空氣 1 파운드당 蒸氣의 量 (grain) 水分의 量 (grain) 그림 61에서 乾燥한 空氣 1 파운드당의 水分의 含量이라는 말에 주의하나 이 말은 乾球溫度 78°F와 濕球溫度 65°F에서 空氣는 1 파운드당 72 그레인 (grain : 수분 含量의 단위) 의 水分을 가지고 있다는 것을 뜻한다. 수분을 空氣 1 파운드당 혹은 空氣 1 입방 피트 당으로 測定할 수 있다. 1 입방 피트에서 水分의 量을 測定하려면 그림 60의 도표 5와 같이 같은 條件 (乾球溫度 78°F 濕球溫度 65°F) 을 사용해서, (1) 乾球溫度 78°F線과 濕球溫度

65°F 線의 交點을 찾는다. (2) 이 交點에서 오른쪽으로 수평線을 水分含量의 눈금線까지 긋는다. (3) 이 點에서 72 그레인 (grain: 水分含量단위) 을 읽는다. (4) 乾球溫度의 눈금線을 따라 입방 피트의 눈금을 찾는다. 입방 피트線은 濕球溫度 눈금線에서 乾球溫度 눈금線까지 대각線으로 그어져 있다. (5) 乾球溫度 65°F 線의 交點에 다시 위치한다. (6) 이 交點에서 乾球溫度의 눈금線까지 입방 피트線에 平行한 線을 긋는다. 이 線은 입방 피트 눈금에서 13.5 와 14 사이의 한 점을 지난다. 이 점이 13.8 ft³ 되는 곳이다. (7) 72 그레인을 13.8ft³로 나눈다. (8) 空氣中の 水分은 대략적으로 $72 \div 13.8 = 5$ 그레인 / tt³이다. 그러므로 乾球溫度 78°F와 濕球溫度 65°F에서 空氣中の 水分은 72 grains/Lb. (그레인/파운드) 혹은 5 그레인/입방피트 (grains/tt³)이다.

濕度測定表로써 空氣의 性質은 簡單하게 測定할 수 있다. 만약 濕度測定用語 中에서 어느 2개의 測定值를 알고 있다면, 다른 用語의 測定值도 濕度測定表에서 發見할 수 있을 것이다. 그러므로 用語를 使用하는 것은 곡물을 乾燥시키고 貯藏하는데 包含된 過程을 理解하는데 아주 重要하다 (以上記述: 필리핀 종합대학교 농과대학 농공학과 제임스 엠. 백 (James. M. Back))

水 分

穀粒의 水分含量은 收穫을 해야하는지, 安全한 貯藏을 할 수 있도록 充分히 乾燥했는지, 搗精할때 最大의 回收를 할 수 있는지

등을 決定하는데 가장 重要한 要素중에 하나다. 그러므로 正確하게 水分含量을 測定할 수 있는 것과 水分을 表示하는 一般的인 方法을 理解한다는 것은 必須不可決한 일이다.

水分含量表示法

水分基準 (Wet Basis)

農業分野에 있어서 水分의 含量(MC)을 全體 무게의 百分率로서 나타낸다. 代數學的으로 表示하면 다음과 같다.

$$\% MC_{wb} = \frac{W_m}{W_t} \times 100 = \frac{W_m}{W_m - W_{dm}} \times 100$$

단, W_b = 水分基準, W_m = 穀粒中の 水分含量, W_t = 穀粒의 全體 무게
 W_{dm} = 穀粒의 乾物重(말렸을때의 무게).

水分의 含量을 基準으로 表示할때에 穀粒 100 kg의 水分含量을 20 %에서 13 %로 낮추자면 穀粒의 100 kg에서 물 7 kg을 除去한 다거나 100 kg중의 7 %를 除去한다고 말하는 것은 옳지 못하다. 그 理由는 위에서 나온 方程式의 分母가 水分이 除去되는 量에 따라 變하기 때문이다. 그 例를들어 水分含量이 20 %인 젖은 穀物 100 kg에 20 kg의 물과 80 kg의 乾物이 있다. 만약 젖은 곡물 100 kg와 같은 量을 13 % MC까지 말린다면, 남은 水分의 무게는 다음 식을 사용해서

$$0.13 = \frac{W_m}{W_m + 80} \quad W_m = \frac{(0.13)(80)}{0.87} = 11.96 \text{ kg}$$

을 구할 수 있다. 그러므로 20 %에서 13 %로 乾燥시켰을때 젖은 穀物 100 kg에서 除去한 水分의 量은 $(20.00 - 11.96) = 8.04$ kg이다.

安全하게 저장하기 위해서 穀物의 水分含量을 13 %까지 줄이는 것이 必要하기 때문에 水分含量을 쉽게 추산할 수 있도록 표 19

표 19. 수분기준으로 한 13 %의 수분함량을 가진 穀物의 수분 존재량

최초 수분함량 (濕基準)	수분파운드/곡물파운드 (kg/kg)
25	0.1380
24	0.1265
23	0.1150
22	0.1035
21	0.0920
20	0.0804
19	0.0690
18	0.0575
17	0.0460
16	0.0345
15	0.0230
14	0.0115
13	0.0000

를 만들었다. 또한 이 表는 여러 種類의 水分含量에서 젖은 穀物의 kg이나 파운드당 水分의 kg이나 파운드로 水分含量을 表示했다. 例를들면 初期의 20 %의 水分含量에서 水分은 穀物 1 kg당 0.0804 kg이나 들어 있다. 그래서 젖은 穀物 100 kg의 水分含量을 13 %까지 말리려면 0.0804×100 kg 혹은 8.04 kg의 물을 蒸發시켜야 한다.

穀物基準

水分을 나타내는데 있어서 水分基準으로 하는 것보다 乾物基準으로 하는 것이 더욱 편리하다. 乾物基準으로 한 水分表示方法에서는 水分을 穀物의 真正乾物重의 백분율로서 表示한다. 代數學的으

로는 다음과 같이 表示한다.

$$\% MC_{db} = \frac{W_m}{W_{dm}} \times 100$$

이 方法은 대개 土壤의 水分과 다른 非活性物質의 水分을 表示하는데 사용한다. 穀物類에 관한 옛문헌에서 乾物基準으로 해서 水分을 表示한 것을 가끔 볼 수 있다. 그리고 乾物基準値로 바꿀 수 있어야 한다. 서로 전환하는데 편리한 表 20 을 사용해도 좋다.

水分含量的 決定의 重要性

經驗이 많은 벼 취급자들은 벼알을 깨물어 봄으로써 벼가 搗精을 하기에 充分히 乾燥했는지 아닌지를 決定할 수 있다. 하지만 安全한 貯藏이나 種子保證을 위해서 水分含量을 決定할 때는 좀 더 正確한 方法을 使用해야 한다. 또한 벼 數千톤을 搗精하거나, 備蓄하거나, 購入하는 企業이나 個人을 위해서는 水分含量을 正確하게 決定하는 것이 아주 重要하다. 水分含量에 1%의 變化가 있다면 44 kg 짜리 벼 한가마에 약 0.5 kg의 變化가 있다. 例를들어 16% 水分으로 貯藏 1,000 가마의 벼를 15%까지 乾燥한다면 가마로는 11 가마, 무게로는 500 kg의 손실이 있다. (表 21)은 각 水分含量에서 벼 가마당 무게를 나타냈다.

표 20. 건물기준과 수분기준으로 한 수분함량의 상호 상환표

수분 함량 (수분기준)	수 분 함 량 (건물기준)
10	11.0
11	12.3
12	13.6
13	15.0
14	16.3
15	17.6
16	19.0
17	20.5
18	21.9
19	23.5
20	25.0
21	26.5
22	28.2
23	29.9
24	31.6
25	33.3
26	35.1
27	37.0
28	38.9
29	40.8
30	42.8

표 21. 각 수분함량따라 변하는 벼가마의 무게

최초 수분함량 (수분기준)	수분 함량이 14 % 인 벼를 44 kg 을 다는 데 필요한 순수무게
25	50.5
24	49.9
23	49.3
22	48.5
21	48.0
20	47.4
19	46.9
18	46.2
17	45.7
16	45.1
15	44.6
14	44.0
13	43.6
12	43.1
11	42.7
10	42.1

水分含量 決定方法

水分을 量的으로 決定하는데에 여러 가지 方法을 使用할 수가 있다. 特別한 生産物을 위해 使用하는 方法을 선택하는 데는 (1)水分이 存在하는 型態, (2)分析한 生成物의 性質(酸化되었는지 分解되었는지), (3)生成物에 存在하는 水分의 相對的인 量, (4)決定의 速度, (5)要求되는 正確度, (6)必要한 장비의 費用等과 같은 여러 가지 要因에 달려 있다.

첫째 방법(직접)이나 둘째 방법(간접)으로써 穀粒의 水分을 決定할 수 있다. 첫째 방법은 아주 正確한 水分을 測定하려는 研究家들이 사용한다. 모든 간접형(둘째 방법)의 水分測定器에 눈금을 긋는데에도 첫째 방법으로 求한 測定値를 사용한다. 하지만 첫째 방법에 사용되는 절차가 너무 까다롭고 참고나 들에서 사용하기에는 많은 시간이 든다. 그래서 좀더 빠르고 穀物의 電氣的인 性質에 따라 左右되는 둘째 방법을 이 경우에 사용한다.

물의 各種型態(吸收되거나, 固體狀態이거나 물의 結晶化 된 狀態)는 이들이 여러가지 生産物에 存在하고 있는 接觸력에 따라서 다르다. 이런 理由 때문에 물이 存在하고 있는 型態에 따라서 여러가지 水分測定方法들이 生産物에 있는 “水分”이 많고 적음을 決定한다. 이것 때문에 大部分 農業生産物과 一般植物(生物學的인)의 水分을 測定하기 위해서 標準方法이나 公인된 方法을 채택하는 것이 必要하게 되었다. 가능할때는 언제든지 正確한 結果를 바란다면 이 標準方法을 사용해야 될것이다. 단지 結果를 比較할 必要만 있다면 標準方法 이외의 水分測定方法도 상관이 없다.

건조기(Oven)로 乾燥를 시켜서 水分을 測定하는 데는 精確한 分析저울과 溫度調節裝置에 의하여 調節되고 電氣로 加熱되는 真空 건조기 또는 건조난로(drying oven)가 必要하다. 電氣로 하는 방법은 다소 複雜하고 값이 비싼 裝備들이 必要하다. 蒸溜法은 단지 低感度の 저울과 蒸溜裝置만 必要하므로 값이 싼 機械만이 必要하다. 또한 물과 化學物質의 相互作用을 機械로한 測定方法에

는 相對的으로 比싼 장비가 必要하다.

水分을 決定하는 것은 各 種類의 水分測定方法들이 生産物에 있는 얼마간의 水分을 決定하기 때문에 經驗的인 方法이다. 다른말로 하면, 測定方法의 條件에 따라 얻어지는 水分의 量이 약간씩 달라질 수 있기 때문이다. 그래서 水分의 百分率과 함께 測定한 方法도 같이 명기하는 것이 必要하다. 예를들면 "135℃에서 진공건조기로 決定한 13.5%의 水分"

첫째 方法 (직접)

(眞空乾燥方法)

2 - 3 g의 標準試料를 갈아서 眞空乾燥機 (25 mm 진공)에서 100℃로 72 - 96 시간동안 乾燥시킨다. 그리고 맨처음 무게에 根拠를 두고서 穀粒에서 減少된 것을 測定한다.

(空氣乾燥方法 (air - oven Method))

(1) 한단계 方法 - 이 方法은 水分含量이 13%보다 적은 穀粒에 사용한다. 試料 2~3 g을 갈아서 130℃에서 1時間동안 加熱한다. 그다음 試料를 데시케이터 (건조기)에 넣어 두었다가 무게를 단다. 試料는 水分이 0.1%이내이어야 한다. 미국화학자 공인협회 (American Official Association of Chemists)는 水分含量值를 약간 더 높이기 위해 135℃에서 2時間동안 乾燥시켜야 한다고 主張한다.

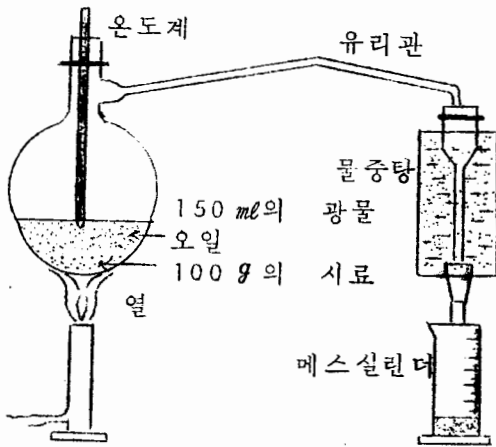
(2) 두단계 方法 - 이 方法은 주로 水分含量이 13%보다 많은

穀物에 사용한다. 試料 (20 ~ 30 g) 을 水分이 13 % 보다 적을때 까지 水分을 除去한다. 대개 14 ~ 16 시간 동안 乾燥시킨다. 그리고 나서 한단계 방법과 같이 계속한다.

(蒸氣乾燥 또는 空氣乾燥方法)

100 ℃ 까지 加熱된 오븐위에 두배의 穀物試料 (20 ~ 30 g) 을 놓는다. 72 - 96 시간 동안 乾燥시킨 다음 데시케이터에 넣어 두었다가 무게를 달다. 試料는 水分이 0.1 % 以下이어야 한다.

(브라운과 듀벨의 분류법)



브라운과 듀벨의 測定 (그림 62) 結果는 公式的으로 考察되었다. 이 方法은 分溜에 의해서 水分을 決定한다. 穀物試料全部를 150 ml의 鉍物기름 (mineral oil) 속에 넣고 물의 끓는 점 보다 상당히 높은 溫度로 加熱한다. 搗精안된 벼를 위해서는

그림 62. 米粒의 水分함량을 決定하기 위하여 사용하는 브라운 - 듀벨의 分별 蒸溜法

試料를 190 ℃ 까지 加熱해야 하고, 갈색벼는 플라스크 밑바닥에 0.25 인치 以下の 두께와 2 인

치 직경을 가진 石綿版을 가지고 190 ℃ 까지 加熱하고, 搗精된 벼 (첫번째와 두번째粒) 는 石綿版을 使用해서 200 ℃ 까지 加熱하고,

며 精選과 브류어라이스 (釀造米)를 위해서는 (for rice screening and frewers rice) 試料를 플라스크벽과 플라스크속의 150 ml의 기름사이에 150 ml의 기름을 가진 特殊한 二重壁플라스크에서 加熱해야 한다. 이때에 플라스크 속에 있는 오일은 26 분이내에 200℃까지 올라가야 한다.

蒸發된 水分은 凝縮되어 농축실린더에서 測定된다. 또한 蒐集된 水分의 量 (밀리미터)은 濕基準으로 한 水分含量의 백분율이다. 이 방법은 약 30 분 걸리고 加熱하는 時間을 適當하게 調節했을때 結果를 正確하게 재생할 수 있다.

28 개의 試料를 사용해서 브라운과 듀벨의 方法과 蒸氣乾燥方法을 比較해 볼때 (1) 브라운 - 듀벨의 方法은 17.4 %를, (2) 蒸氣오븐 方法은 17.26 %를, 그래서 그 차이는 0.14 라는 結果를 보여 주었다. 이것은 11.54 % ~ 27.05 %사이의 水分基準에 맞아들어 간다. 증기 오븐 方法에서 水分의 含量이 약간 낮게 나오는 것은 오븐에서 乾燥된 전분성 (starchy) 穀物이 自由水의 水準을 진짜보다 약간 낮게 내기 때문인것 같다. 브라운과 듀벨의 또다른 實驗중에서 완전한 穀粒을 사용했을때 평균 水分含量은 20.13 %였으나, 地表에 가까운 穀粒을 사용했을 때는 20.05 %였다. 완전한 穀粒을 사용한 實驗結果와 地表에 가까운 벼알을 使用한 實驗結果의 관계는 水分含量이 12.71 % ~ 36.68 %이라는 사실 뿐이다. 같은 時間에 같은 量의 試料에서 1 ~ 1.5 %나 差異가 나는 것은 穀粒의 型態가 같지 않기 때문인 것 같다.

둘째方法(간접방법)

(電氣抵抗法)

이 方法은 物質의 電氣伝導率이나 抵抗이 水分의 含量에 따라 變하는 原理에 根拠를 두고 있다. 自體電力供給體系를 가진 유니버설 水分測定機는 주어진 밀집程度에서 穀粒의 電氣的 抵抗을 測定한다. 그리고 이것은 溫度, 水分, 밀집程度, 穀物의 청결성에 따라 다르다(그림 63 A) 水分含量은 濕基準으로 하여 나타낸다.

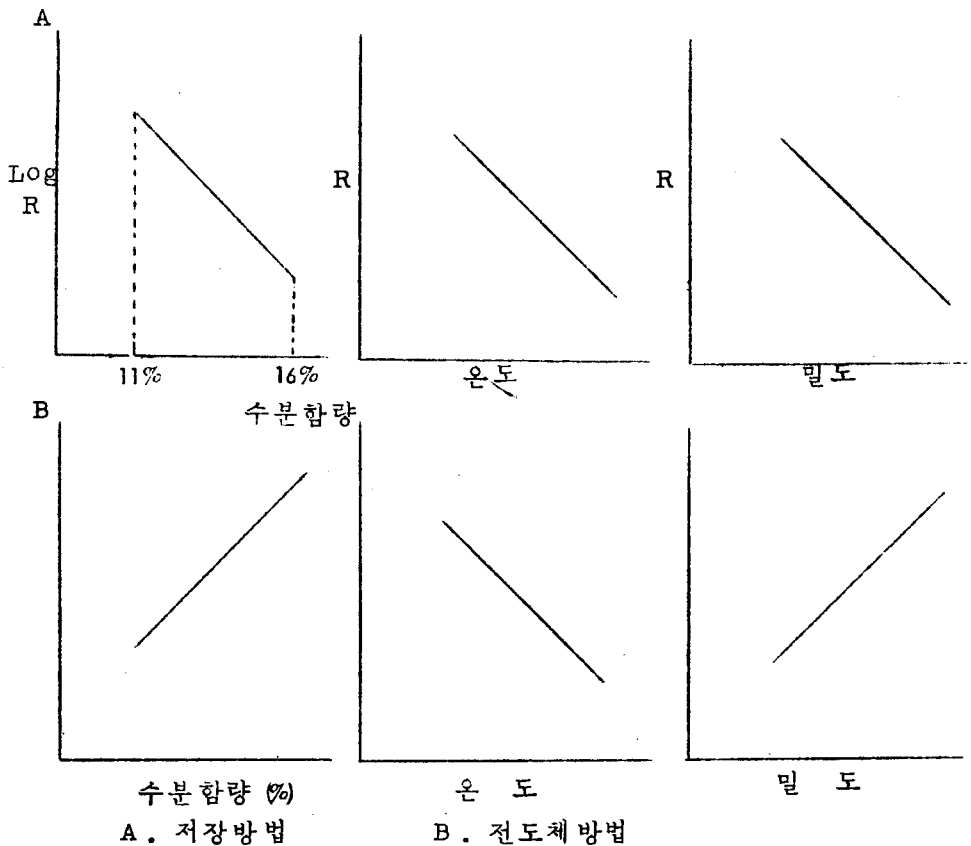


그림 63. 곡물의 전기적 성질의 변화를 측정함으로서 수분함량을 결정하는 간접적 방법

誘電體를 利用한 方法

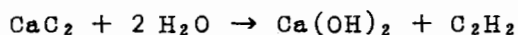
穀物の 誘電性은 水分의 含量에 따라 달라진다. 즉 스텐라이트 (steinlite) 水分測定機에서 穀物은 두개의 蓄電器의 접시 사이에 놓여진다. 測定되는 電氣容量은 穀物의 水分含量, 밀집의 程度, 溫度 等에 따라 달라진다 (그림 63 B)

이들 測定機들의 回路에 包含되는 電矯와 調定回路는 유능한 전기 技術者들이 서어비스를 할 수 있다. 하지만 地方의 取扱者들도 不足한 部分을 發明해야 한다. 穀物의 電氣的인 性質은 穀物의 種類에 따라 다르기 때문에 穀粒의 各型態와 추천된 品種을 위해서 電子水分測定方法의 눈금을 調査하는 것이 必要할지 모른다.

化學的인 方法

試料에다가 수분과 結合하거나 수분을 分解하는 化學物質을 넣으므로써 수분을 除去한다. 이때에 化學藥品을 넣으므로써 일어나는 化學反應 때문에 試料의 무게가 減少되는 것과 또는 가스의 生成量을 가지고 測定曲線을 만들었다. 이것은 最初의 試料에서 水分의 量을 計算할때에 사용한다. 이들 化學反應은 다음과 같다.

탄화칼슘 + 물 → 수산화칼슘 + 아세틸렌



濕度測定을 이용한 方法

穀物 試料를 密封한 容器속에 넣어서, 相對濕度和 溫度를 알고 있는 容器속의 空氣와 平衡이 되도록 놓아둔다. 그리고나서 相對濕

도와 試料가 平衡이 될때 空氣의 相對湿度는 試料의 최초의 水分
含量을 測定할 수 있게 해준다. (以上記述: 필리핀 종합대학 농대
농공학과 패드우아(D. B. de Padua))

原 理 와 體 系

穀皮가 있는 채로 脱穀한 벼(palea and lemma)를 팔레이
(palay), 粗粒 혹은 패디(paddy)라 부른다. 搗精 의해서 껍
질을 벗긴 穀粒은 精米라는 말이다. 벼를 貯藏하는데 벼가 죽은 生産物이
아니고 生物學的 호흡을 하는 살아있는 生物이기 때문에 特別한 注意를
要한다. 不幸하게도 벼의 重要한 性質이 貯藏이나 乾燥하는 體系
의 計劃과 運用에서 가끔 看過되고 있다. 穀物에서 呼吸過程은
乾物重量의 減少, 酸素의 利用, 二酸化炭素와 水分의 放出 그리고
熱型態로서 “에너지 방출” 등에 의해서 外見上으로 証明된다. 呼
吸率은 細胞組織의 脫水程度에 따라 影響을 받는다. (그림 64)
그래서 벼의 生物學的 퇴화를 억제하거나 막는 한 방법은 乾燥시
킴으로써 穀物의 水分을 줄이는 것이다. 水分含量(13%~14%)
이 낮을때 穀物은 相對的으로 休眠狀態에 있고 適當한 條件 아래
서 오랜期間동안 貯藏할 수 있다.

伝統的인 벼 生産에 있어서 生産량이 平均 30~40 카반스/헥타
일때 收穫하고, 脱穀하고, 太陽乾燥시키고, 穀物을 貯藏가마에 담고
하는 등의 旧式方法은 필리핀 農夫들에게는 適當했었다. 그러나

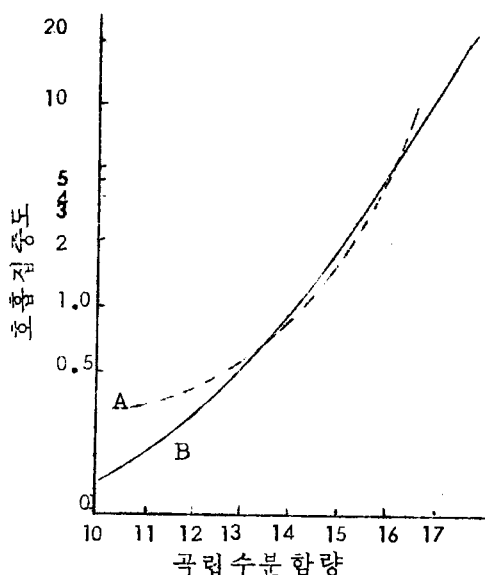


그림 64. 수분함량과 관계있는 米粒의 호흡집중도 (37.8 °C)

- (A) C.H. 벨일리과 규모
(B) C.H. 벨일리

多收穫品種을 導入하고 畝의 面積을 增加시키는 進就的인 灌溉制度를 실시함으로써 狀況이 바뀌었다. 오늘날의 農夫들은 그들의 더 많은 生産物을 乾燥시킬 수 있는 穀物乾燥機를 사용해야 할것이다.

貯藏과 搗精을 위한 最適水分含量

필리핀에서 금방 收穫한 벼의 水分含量은 대개 20 ~ 26 %程度이다. 이런 穀粒은 搗精이나 貯藏을 하기에는 너무 젖어 있다. 14 %인 最適含量은 安全한 貯藏을 할

수 있는 처음値라고 한다. 6개월 이상의 貯藏期間을 延長하려면 穀物水分이 13 %까지 減少되어야 한다.

研究家들은 벼를 收穫하기 前에 14 ~ 16 %까지 乾燥하도록 버려 둔다면 作物의 약 10 %는 損失될 것이라고 推算했다. 그래서 農夫들이 좀더 効果的인 收穫後 作業을 하지 않는다면 生産物의 상당한 部分을 잃을지도 모른다. 穀物乾燥機 使用의 利點은 다음과 같다. ① 乾燥作業을 좀더 正確하게 調節할 수 있다. 그래서 水分含量을 種子의 生命力的 效率的인 保存과 精白米를 最大限 回收할 수 있도록 搗精하는데 必要한 基準에 좀더 가깝게 減少할

수 있다. ② 乾燥는 날씨가 좋으나 갠날에도 할 수 있다. ③ 農夫는 有用한 勞動力을 좀더 効率的으로 사용하기 위해 收穫期間을 計劃하여 決定할 수 있다.

穀物の 축축해지기 쉬운 性質

穀物은 濕氣를 빨아들이는 性質이 있다. 이것은 穀物이 주위의 相對濕度와 溫度에 따라 濕하거나 乾하게 된다는 것을 意味한다. 만약 穀物이 가지고 있는 水分의 蒸氣壓이 大氣의 水分의 蒸氣壓보다 높다면 穀物은 大氣에 穀物의 水分을 放出한다. 사실상 이 때에 穀物이 乾燥된다. 逆으로 穀物이 乾燥하고 大氣가 濕하다면 逆過程이 일어날 것이고 穀物은 水分을 얻거나 吸收한다.

相對濕度와 乾燥過程

飽和와 關係있는 空氣의 실제 蒸氣壓을 相對濕度(RH)라 부른다. 相對濕度는 퍼센트(百分率)로서 나타낸다. 對流로써 乾燥시키는 過程에서 空氣는 穀物로부터 水分을 吸收할 수 있을 만큼 充分히 낮은 相對濕度を 갖고 있어야 한다.

空氣中에서 相對濕度を 낮추는 간단한 方法은 加熱하는 것이다. 空氣의 溫度를 11℃까지 올리면 相對濕度は 처음值의 半으로 줄 것이다. 例를들어 溫度가 29℃이고 相對濕도가 90%인 空氣를 41℃까지 加熱하면 相對濕度は 45%까지 떨어질 것이다. 45%의 相對濕도와 41℃의 溫度를 가진 空氣는 약 8%에서 벼 水分含量을 安定化한다. 이것은 8%보다 높은 水分含量의 벼가 41℃까

.

2022

2021

2020

2019

2018

2017

2016

가스 燃料의 境遇에 空氣의 무게와 體積은 파운드보다는 오히려 입방 피이드 用語로 表現된다. 앞의 方程式은 燃料과 가스의 混合 密度가 必要한 燃料(기체, 액체, 고체)의 1 파운드에 基礎를 두고 完成되었다. 이 方程式이 알려지지 않았다면 몰라(molar) 關係에서 求할 수 있을 것이다. 즉,

$$D_m = \frac{MW}{359 (14.7/P_m) (T_m + 460) / 492}$$

단, D_m = 燃料과 가스의 混合된 密度 (lb/ft^3), P_m = 가스 壓力 (psi 절대), T_m = 가스 온도 ($^{\circ}F$), MW = 混合가스 分子의 무게.

燃焼過程은 높은 溫度에서는 完全히 燃焼되지 않는다. 심지어 燃焼反應이 進行될 때에도 結果로서 생기는 生成物이 어느정도 다른 化合物로 해리한다. 그래서 平衡方程式은 $CO + \frac{1}{2} O_2 \rightleftharpoons CO_2$ 로서 反應이 同時에 두 方向에서 계속할 것이라는 것을 보여준다. 주어진 溫度와 壓力의 條件에서 가스 사이의 平衡은 CO , O_2 , CO_2 의 存在量이 일정하게 남게 된다. CO_2 의 分解程度는 燃焼의 完全性の 程度를 가리킬 것이다. CO_2 를 形成하는 發熱過程에서 熱이 放出되는 것과 같이 CO_2 가 CO 와 O_2 로 分解될 때 많은 熱이 吸收된다. 그리하여 燃焼生成物の 分解過程은 吸熱反應이고, 分解가 계속되는 한 理論적인 燃焼溫度는 결코 얻을 수 없다.

히터 (加熱器)

히터는 熱을 옮기는 方法에 따라 직접과 간접의 두가지 型으로 나눈다. 直接히터에서는 燃焼의 生成物이 乾燥한 空氣와 함께 生

成物을 通過하여 나가도록 되어 있다(그림 65 의 A). 이 直接加熱器는 값이 싸고 熱을 좀더 効率的으로 使用할 수 있다. 그렇지만 穀物이 燃氣때문에 傷害를 입을지도 모른다는 可能性이 더 크다. 間接加熱器에서는 熱伝導表面이 加熱되고 乾燥에 사용되는 空氣는 熱伝導表面의 外部에서 순환된다. 그리고나서 穀物을 通過한다(그림 65 의 B) 이때에 燃燒의 生成物은 除去되고 乾燥한 空氣와 混合되지 않는다.

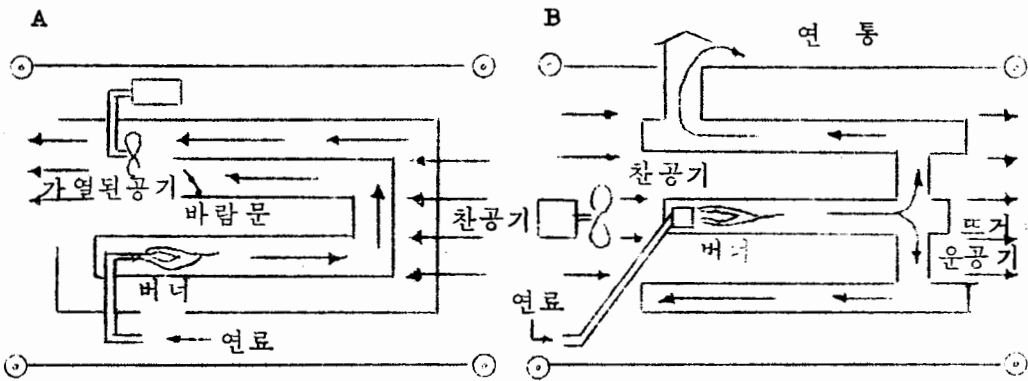


그림 65 . (A) 연소생성물이 건조공기와 혼합되는 직접가열기
(B) 매연이 건조공기에 들어가지 않고 열교환을 사용하는 간접가열기

버 - 너 型

穀物乾燥器에 使用되는 버너는 ① 가스버너 , ② 오일버너 , ③ 團體燃料버너등 세 種類가 있다.

가스 버너

가 - 스버너는 燃燒를 시키는데 空氣의 全部 또는 一部分이 발 화

되기 前에 瓦斯와 混合해야 하는 原理에서 作動한다. 瓦斯압력이 $350 \sim 2800 \text{ kg/m}^2$ ($0.5 - 40 \text{ psi}$) 程度라면 버너의 壓力은 높다. 물기둥 높이 $5 - 30 \text{ cm}$ ($2 - 12 \text{ inch}$)의 壓力에서 瓦斯를 사용하는 大氣버너는 그들의 간편성 때문에 더욱 인기가 있다. 그 原理는 분센(Bunsen)버너의 原理와 똑같다. 그림 66은 典型的인 大氣버너를 보여준다. 瓦斯는 사용하기에 아주 편리한 燃料이고 完全燃燒도 쉽게 될 수 있고, 또한 불쾌한 냄새를 放出하지 않는다. 그렇지만 一般的으로 瓦斯버너는 可動하는데 많은 비용이 든다.

오일 버너

乾燥한 空氣를 加熱하는데 사용하는 오일버너에는 여러 種類가 있다. 産業用오일 No.1과 No.2를 사용하는 버너는 포지티브 기어펌프(Positive gear pump)나 燃料를 貯藏하는 壓力탱크를 갖추었다. 탱크는 $2,800 \sim 7,000 \text{ kg/m}^2$ ($40 \sim 100 \text{ psi}$) 程度の 壓力으로 분무노즐을 通하여 燃料를 보내는 空氣壓縮機(air compressor)에 連結되어 있다. 燃燒에 必要한 제1차 空氣는 主風具의 通風이나 또는 補助用으로 附着된 風具에 의해서 供給된다. 더욱더 完全한 燃燒를 위해서 제2차 空氣를 調節하는 機械도 갖추었다. 重力流入型과 蒸發포트(pot)型의 버너는 316°C (600°F)보다 낮은 終末點을 가진 液體燃料나 燈油用으로 適合하다. 이런 型의 버너가 簡單하고 값이싸기 때문에 필리핀에서 일하는 많은 드라이어(乾燥시키는 사람)들이 이를 사용하고 있다(그림 67). 液體燃料는 調節針瓣(adjustable needle valve)에 의해서 點

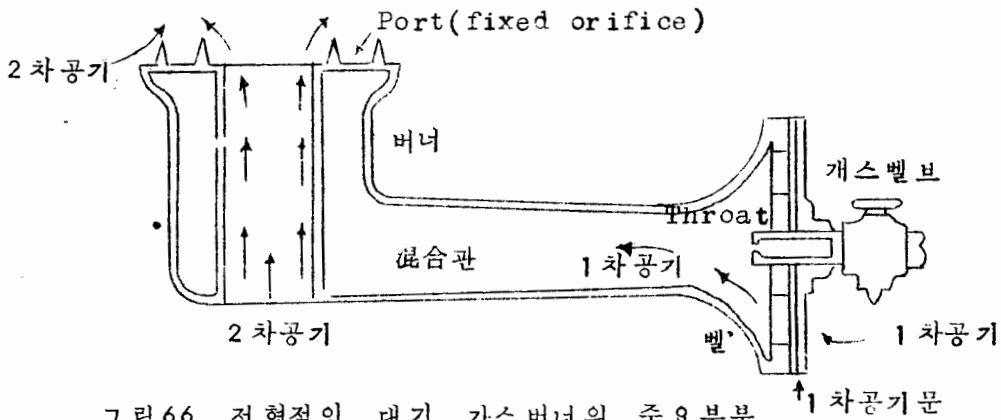


그림 66. 전형적인 대기 가스버너의 주요부분.

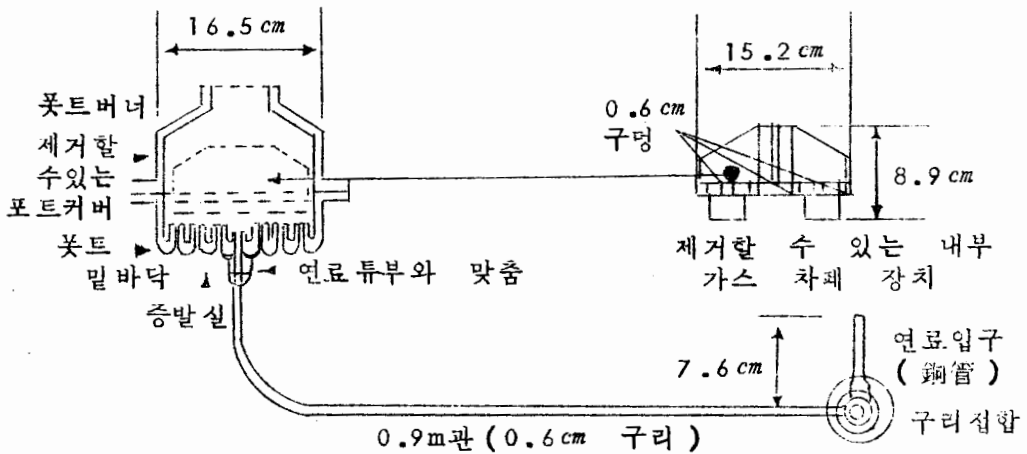


그림 67. 연료를 조절하고 등유를 사용하는 포트버너의 부분도.

트 (pot) 에서 測定된다. 燃料가 포트 (pot) 의 바닥에 流出됨으로
 써 燃燒室의 壁과 불꽃에서 받은 放出熱이 燃料를 蒸發시킨다.
 포트에서 發生한 氣體는 포트 밑바닥으로 구멍을 통하여 들어오는
 제 1 차空氣와 混合된다. 버너가 正常的으로 作用하고 있을때 포트
 의 밑바닥 가까이서 燃料과 空氣가 混合된 氣體는 너무 많아서
 燃燒를 돕지 못한다. 火炎은 가장자리에서 發生하고 이곳에서 충

분한 空氣가 氣體燃料과 混合되어 좋은 燃燒混合物이 된다.

重油를 사용하는 버너는 오일(oil)이 많은 매연을 내기 때문에 熱交換表面을 사용해야 한다. 대략적으로 熱交換器의 效率은 直接的으로 熱交換面積에 比例한다. 실제 크기의 제한 때문에 市 中에 팔리는 熱交換器는 약 40 %程度의 熱利用效率을 가지고 있다. 이러한 낮은 效率 때문에 값싼 오일(oil)로부터 얻는 利益이 減少된다.

固體燃料에너지

搗精에서 나오는 왕겨를 태우는 버너가 考案되었다. 왕겨를 태울 때 1 kg당 3,500 K cal (6,274 Btu/Lb)가 發生한다. 약 20 kg의 왕겨만 있으면 14 ~ 20 %의 水分이 있는 벼 1톤을 充分히 乾燥시킬 수 있을 것이다. 약 100 kg의 벼는 20 kg의 왕겨를 생산한다. 그러나 溫度調節이 穀物을 乾燥시키는데 重要하고, 天然燃料을 사용하는 난방로에서 溫度調節은 스팀보일러 사용 없이는 어렵다.

기타 사용 가능한 熱資源

기타 사용 가능한 것을 調査한 것을 보면 溫泉에서 發生되는 熱을 利用하는 것과, 디젤엔진과 가솔린엔진의 排氣가스를 包含하여 엔진의 熱을 利用하는 것이 있다. 溫泉이 개발되는 곳에서는 熱交換器螺旋管의 計劃은 간단하고 문제가 되지 않을 것이다. 엔진의 熱과 排氣가스의 熱은 主風具를 돌리는데 利用될 것이다. 排氣가스와 엔진熱로부터 利用할 수 있는 에너지는 여러層을 通過하는 열

은층의 乾燥 (multypass thin layer)에서 充分하지는 않지만 그러나 이것이 乾燥費用을 減少시키는데 보충熱로서 使用할 수 있다고 밝혀졌다. 相對湿度 80 %에서 30~40 ℃로 28 m³/min의 空氣를 加熱하는데 8,800 g cal/min가 든다고 한다.

加熱된 空氣의 送風

乾燥器에 米粒이 치밀하게 쌓여 있다. 그래서 加熱空氣가 米粒을 通過하도록 하는 데는 압력이 必要하다. 必要한 壓力은 米粒이 쌓인 치밀도와 必要한 空氣流入速度에 比例한다. 米粒乾燥體系에 있어서 壓力은 相對적으로 낮고, 壓力은 維持할 수 있는 물기둥의 인치나 cm의 數로써 測定된다. 스퀘어 피터 (20 입방피트/min per square foot) 당 6.5 m³/min의 空氣流入速度가 必要한 30 cm 깊이의 米粒層은 물기둥 1.3 cm (0.5 inch) 壓力을 必要로 한다 (그림 68). 必要한 全壓力을 計算하는 데에는 送風機自體와 壓力室 入口의 雜多한데서 잃는 壓力도 考慮해야 한다. 壓力의 損失의 許容한도를 定하기 위하여 送風機의 容量을 特別히 100 % 까지 增加시켜야 할 것이다. 一般 家庭用 선풍기는 0狀態의 壓力에서 단순히 많은 量의 바람을 일으키도록 考案되었기 때문에 米粒乾燥 目的으로는 適當치 못하다. 그러므로 特殊한 팬을 사용해야 한다. 팬 (fan)은 바람의 흐름이 回轉軸에 수직인 放射狀의 흐름이나 원심력에 의해서 作用하는 팬과 바람의 흐름이 판면의 回轉軸과 平行한 軸의 흐름에 의해서 作用하는 팬과 같은 일반적인 것중에서 하나를 써도 좋다.

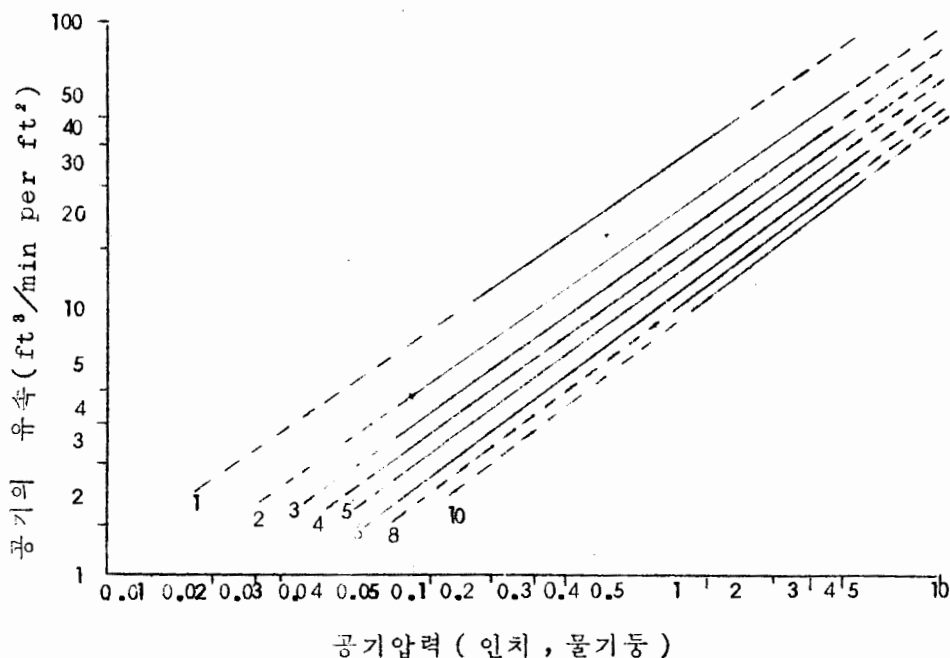


그림 68. 깨끗한 玄米의 각 層을 통과하는 공기의 필요한 압력.
 점선은 보고된 실험자료를 관여치 않고 外插했다.
 線에 있는 數는 피트로서 벼 깊이와 일치한다.

求心力을 응용한 팬

求心力을 응용한 팬은 나선형 통속에서 回轉하는 휠(wheel)로 구성되어 있다(그림 69 A). 세가지 基本型은 다음과 같다. (1) 휠 回轉方向으로 기울어진 24~64개의 날을 가진 앞으로 굽은 날개(fan) (2) 날개가 放射狀모양인 날(blade)을 4~24개 가지고 있는 放射狀모양 날개. (3) 回轉方向의 反對方向으로 기울어진 8~16의 날을 가지고 있는 뒤로 굽은 날개. 이러한 送風機들은 加熱된 空氣를 많은 米粒을 通하여 보내는데 必要한 높은 壓力을 낼 수가 있다. 뒤로 굽은 날개를 가진 送風機는 좀더 安全하게

作用하는 特性이 있기 때문에 더욱 널리 사용된다. 즉 穀物 쌓인 것이 變化하고 容器가 비었을지라도 必要한 힘을 乾燥機에 지나치게 加하지 않는다. 앞으로 굽은 송풍기는 保護裝置가 없는 전동기를 태워 버릴 것이다.

軸流 扇 (axial flow fans)

軸流 扇에는 다음 세가지 型이 있다 (그림 69 B) (1) 모터의 主軸

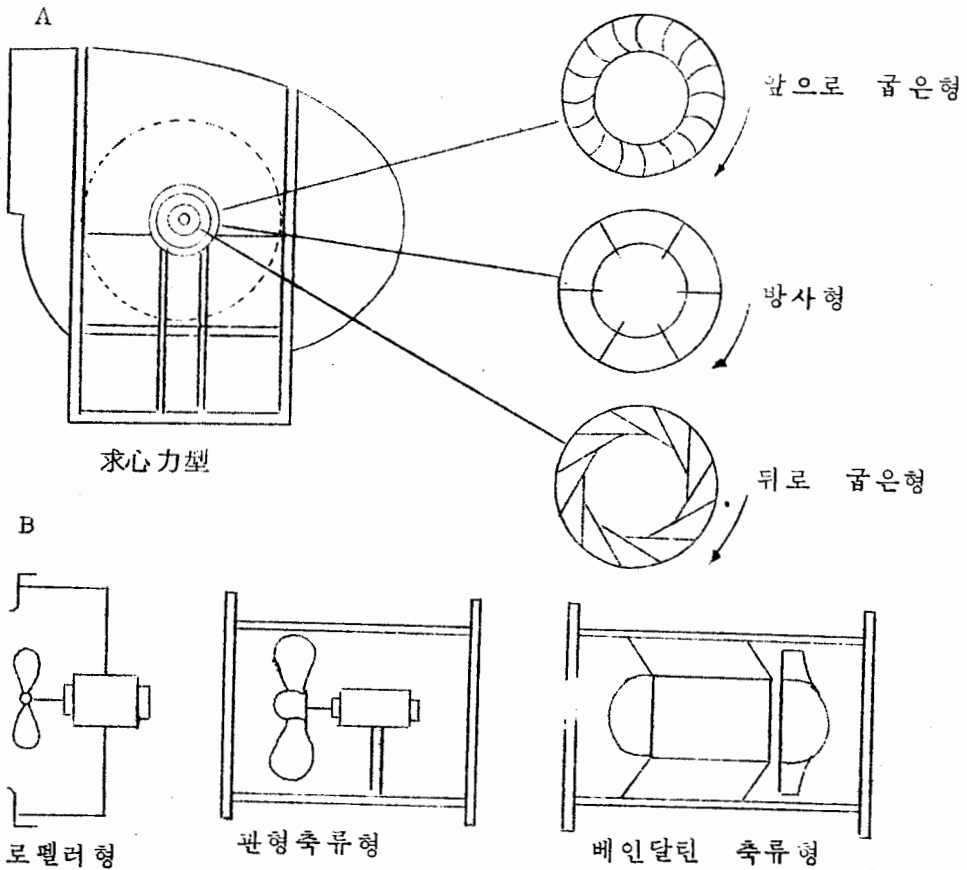


그림 69. 扇의 각 형태

- (A) 앞으로 굽은형, 방사형, 뒤로 굽은형의 구심력을 응용한 扇.
 (B) 프래펠러型, 管型軸流型, 베인달린 軸流 型의 軸流型 扇

에 달려있는 2개 혹은 그보다 많은 날개를 가지고 있고 날개가 약 15° 정도로 엇갈린 프로펠러 팬(propeller fans). (2) 약간 굽은 軸과 짧은 날을 가진 베인달린 軸流팬(vane axial fan)이 실린더에 부착되어 있고 空氣의 渦流나 回轉을 防止하는 수직고정 날개를 가지고 있는 베인달린 軸流팬(vane axial fans). (3) 베인달린 軸流팬과 비슷하지만 단지 誘導날개를 더 가지고 있는 管型軸流팬, 여러 날(blade)을 가진 프로펠러 팬은 低壓에서 作用하는 乾燥器에서 사용한다. 正常的으로 이 팬를 가지고 물기둥 1.9 cm (0.35 인치)까지 壓力을 낼 수 있으며 대부분 이는 小型 乾燥시스템에 사용된다.

米粒을 乾燥시키는 容器(Grain-Holding Bins)

米粒을 乾燥시키는 容器에는 가마型乾燥(Batch type)과 連續流 下型乾燥가 있다.

가마型(Batch type)

深層型(Deep Bed Drying)

深層型의 乾燥는 대개 農場에서 乾燥시킬때 사용하며, 저당단위로 서 二重가마에 넣는다. (그림 70). 空氣를 分配하는 機具는 대개 스크린網絲로 덮힌 모조版이다. 米粒의 입방피트당 空氣流入速度는 낮고, 米粒의 乾燥容器에서 米粒의 損傷을 防止하는데 必要한 最少 値에 의거하고 있다. 空氣流入速度는 많은 量의 火力이 많은 量

의 乾燥한 空氣가 米粒을 通過하
도록 하는데 必要한 높은 壓力을
내는데 必要하기 때문에 必要한
量의 最少値에 根拠를 두고 있다.

深層型의 乾燥에서 가장 큰 결
점은 밀바닥層이 너무 乾燥한다는
점이다. 이런 欠點을 最少로 하
기 위해서는 低溫乾燥空氣를 사용
해야 한다. 乾燥한 空氣가 들어
가는 곳의 米粒層은 대략 乾燥한
空氣의 溫度와 相對濕度에 따라

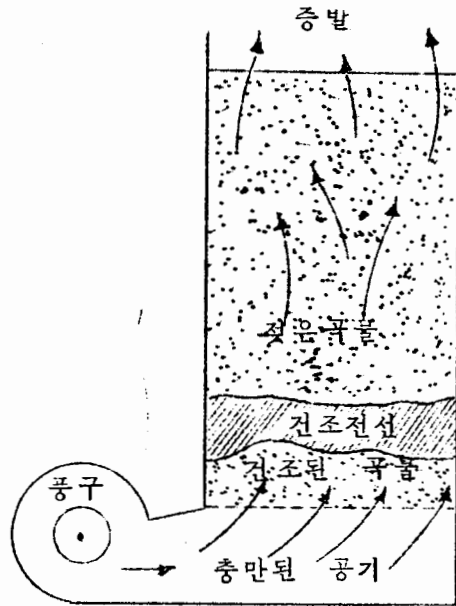


그림 70. 深層型 건조기

대략 平衡水分含量까지 乾燥된다. 空氣의 流入方向으로 移動하는
乾燥前線(drying front)이 形成된다. 乾燥前線은 (moulding)
이 形成되기 前까지 윗층까지 도달하도록 아주 빨리 移動하는 것
이 바람직하다. 乾燥前線의 移動速度는 乾燥한 空氣의 速度에 달
려 있다.

薄層型 (Thin Layer Drying)

薄層가마型 乾燥器는 乾燥器의 表面積이 增加되었고 米粒乾燥層의
깊이가 減少되었다는 點 이외에는 深層型乾燥器와 비슷하다(그림 71
참조). 이 乾燥器의 利點은 다음과 같다. ① 가마全體가 곧 乾燥
되므로 모울딩(moulding)으로 인한 損傷의 機會가 적어진다. ②
米粒의 과잉乾燥같은 것이 적어진다. ③ 乾燥한 空氣가 米粒을 通

過하는데에 低圧으로 된다는 点이다.

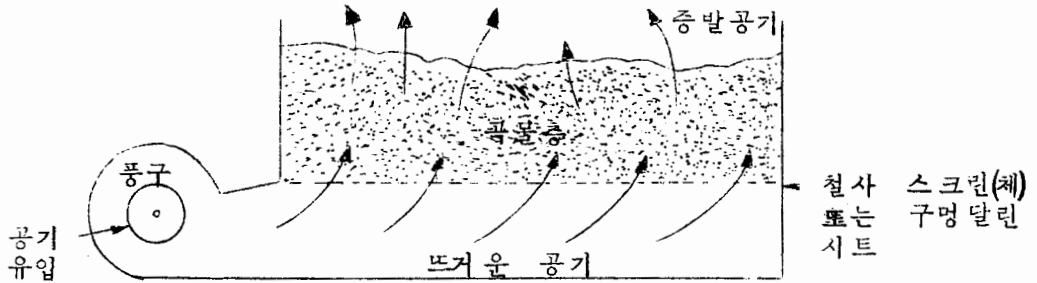


그림 71. 평평한 침대형 건조기 (薄層型)

連続流下型 (Continuous Flow Type)

이 乾燥器는 기동으로 設計되었다. 벼는 重力에 의해서 위로부터 乾燥器 밑바닥까지 흘러들어 가고 밑바닥에서 放出된다. 放出되는 速度는 計量로울러 (metering roller) 또는 오실레이팅 로커 (oscillating rocker)에 의해 調節된다. 米粒이 곧은 길로 흐르면 非混合型乾燥器라 하고 米粒이 흐르는 길이 전환하게 된다면 이때는 混合型乾燥器라 한다.

非混合型 (Nonmixing Type)

非混合型乾燥器에는 그림 72와 73에서 보는 바와 같이 두가지 型이 있다. 이 乾燥器들은 構造上 簡單하고 乾燥는 보통 15 ~ 23 cm程度 떨어진 平行스크린 사이에서 일어난다. 米粒이 밖으로 나오지 않기 때문에 比較的 높은 速度의 空気を 使用할 수 있다. 米粒이 기동을 따라 바로 流下되기 때문에 吸入스크린 (input screen)에 가장 가까운 米粒層은 排氣스크린 다음에 있는 米粒

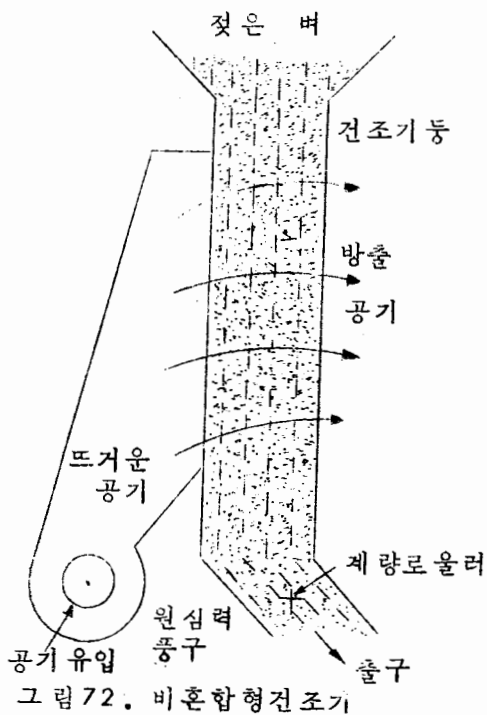


그림 72. 비혼합형전조기

습보다 더 뜨겁고 더 乾燥한 空氣에 의해서 乾燥된다. 이런 點에서 이것은 스크린 사이의 두께와 맞먹는 層의 두께를 가진 薄層型의 乾燥와 같다. 그러나 이 境遇에 米粒이 放出되거나 溫度 및 湿度를 調節할때 (tempering), 저장통에 運搬될때 混合이 된다.

混合型 (Mixing Type)

遮蔽型 (Baffle Type) : 이 乾

燥器는 混合과 攪流作用하는 금속 遮蔽版을 裝備한 것을 除外하고는

非混合型기동乾燥器와 비슷하다 (그림 74)

엘. 에스. 유型 (LSU Type) : 루지에나州立大學 乾燥器는 空氣通路가 列지어 있는 수직 간막이가 있다 (그림 75). 空氣통의 모양은 V를 거꾸로 한 것과 같다. 각 통의 한쪽 끝은 열려있고 다른쪽 끝은 닫혀있다. 뜨거운 空氣가 들어오는 것과 排氣를 내보내는 사이에 列이 번갈아 있고 번갈아 있는 列은 混合作用을 하도록 촉발시킨다.

混合型乾燥器에서는 왕겨와 다른 경미한 物質은 排氣와 함께 날아감으로써 벼의 品質을 改善한다. 그러나 空氣의 壓力이 너무

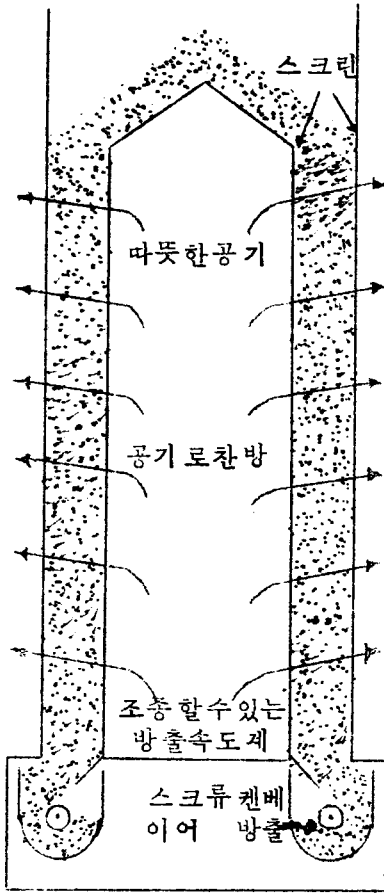


그림 73. 비혼합형 垂型건조기

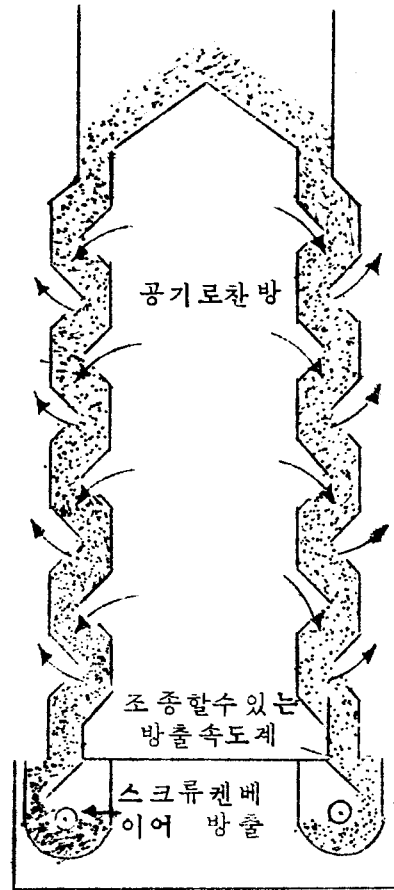


그림 74. 차폐장치가 있는 혼합형 垂型건조기

過多하면 米粒이 날아갈 것이다. 米粒이 乾燥器 속으로 내려감에 따라 穀粒이 가장 뜨거운 空氣에만 露出되지 않고 오히려 뜨거운 空氣와 찬空氣와의 組合에 노출되도록 混合된다. 이때문에 一般的으로 混合型乾燥器는 非混合型乾燥器보다 空氣의 速度가 더 낮고 溫度가 더 높다.

反復通過乾燥器 (multipass Drying)

連續流下型乾燥器에서 過度하게 乾燥되는 것을 避하기 위하여 여러곳을 通過하는 절차를 사용한다(그림 75). 通過하는 동안 米穀은 단지 짧은 時間(15~30 분)만 加熱된 空氣에 露出되고 乾物重을 基準으로 하여 水分含量의 2~3%가 脫水된다. 乾燥過程에서 正租는 乾燥器에서 米粒의 水分含量을 갈게하는 템퍼링 통(tempering bin: 調溫 및 調濕)으로 移動한다. 템퍼링期間은 대개 4~24 時間 持續된다.

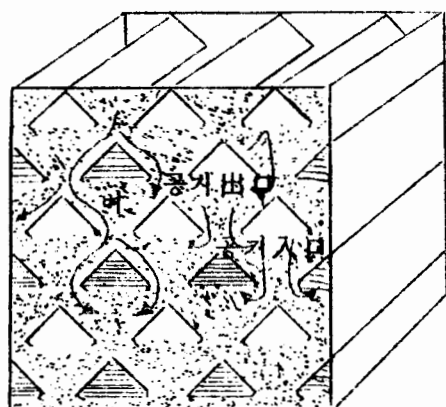


그림 75. ISU형 건조기에서 공기
와 벼의 出入型態

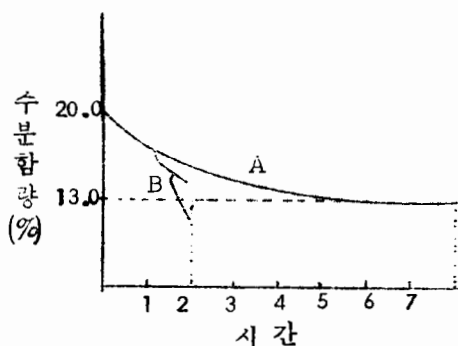


그림 76. 시간이 경과함에 따라 수
분함량이 감소되는 모양
(A) 連續流下型 건조
(B) 3번 통과하는 반복통과
건조

이 期間동안에 米粒의 水分이 천천히 表面으로 移動한다. 그림 76에서 반복통과 乾燥의 結果로써 벼의 水分含量이 減少한 것을 보여준다. 水分含量이 아주 짧은 時間에 낮은 水準까지 減少된다는

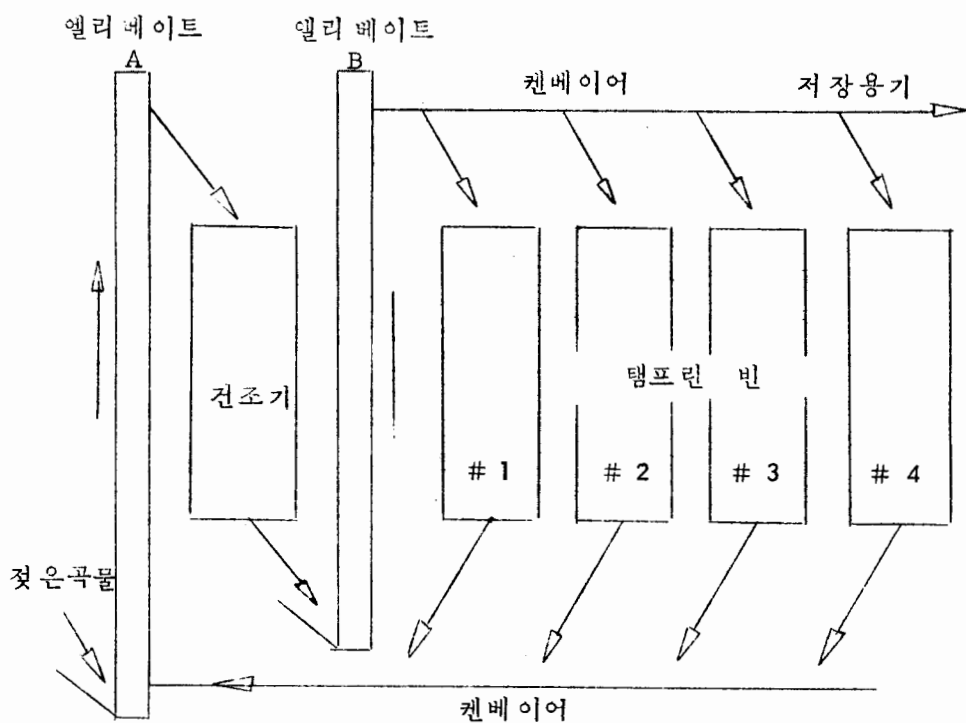


그림 77. 반복통과하는 건조시스템을 위한 장비와 곡물의 흐름의 방향

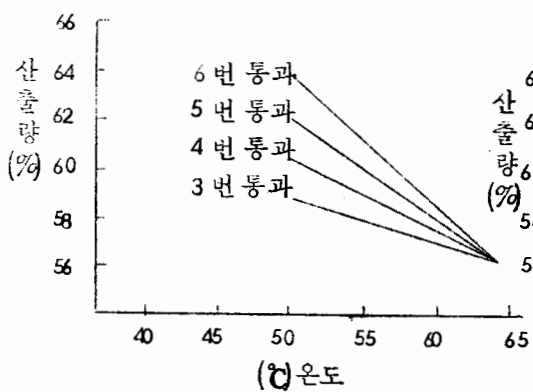


그림 78. 건조온도와 산출량과의 관계

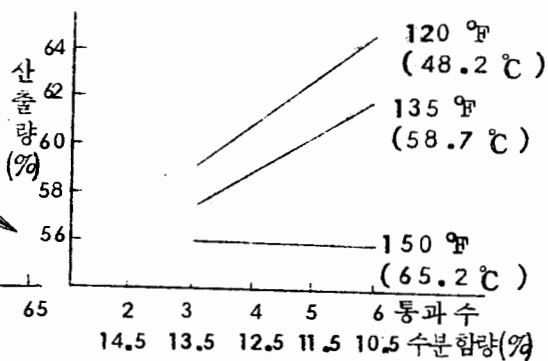


그림 79. 건조기에서 통과수와 산출량과의 관계

것을 알아야 한다. 反復通過 절차는 乾燥器가 템퍼링의 結果로서 米粒의 表面이 相對的으로 죽죽할때 使用되기 때문에 더욱 效果的이다.

그림 78 과 79 는 乾燥溫度와 精白米產出量에서 通過數의 效果를 보여준다. 精白米產出量은 通過數가 增加하고 乾燥空氣의 溫度가 낮아짐과 함께 증가한다. 그러므로 最適乾燥 條件은 通過數를 많게 하고 乾燥溫度를 相對的으로 낮추는 것을 組合해서 사용하는 것이다.

正租의 取扱

正租를 取扱하는 데는 重量을 달고, 試料를 採取하고, 船積하고, 輸送하는 일도 包含된다.

體系の 計劃

乾燥體系를 올바르게 取扱하는 데는 다음 事項의 必要하다. 첫째, 뜨거운 空氣로써 乾燥시키는 爲에 마련된 격리된 容器(bin)에서 乾燥시킨다. 둘째, 낮은 溫度를 사용하고, 가마型 乾燥體系(batch type)에서는 可能的 薄層을 사용하고, 連續流下體系에서는 通過數와 流入速度를 一定하게 함으로써 穀物의 一部分이 過度하게 乾燥되는 것을 防止하고 그 結果 穀物이 부서지는 것도 防止한다. 셋째, 水分測定機를 사용함으로써 米粒을 乾燥하는데 必要한 時間을 測定함으로써 生産物의 乾燥될 때를 決定한다. 넷째, 乾燥後에 米粒의 템퍼링 및 冷却시킨다. 다섯째, 適當한 空氣를 通하게 하여

米粒의 最上層에서 蓄積되어 凝縮되는 것을 防止한다. 여섯째, 生産物의 機械的인 損傷을 防止한다.

安 全 (Safety)

버 너

安全한 作動을 하기 위해 設計된 버너는 ① 점화를 못할 境遇에 燃料供給을 中止하기 위한 火炎調定機, ② 높은 溫度에서는 버너가 꺼지고 단지 바람개비만 돌게하는 제한 스위치, ③ 히터가 過剩加熱되는 것을 防止하기 위한 溫度調節, ④ 電氣回路에 送風機와 버너가 電線으로 連結되어야 한다는 점 등이 포함되어야 한다. 모든 調節시스템이 安全을 위한 것이어야만 한다.

設 備 (installation)

適當하게 設計된 히터는 위험한 型態로 사용될 수가 있다. 安全하게 設置하는 데는 ① 燃料탱크와 파이프를 버너불꽃으로부터 먼 거리에 設置할것, ② 燃料管을 損傷하지 않도록 保護할것, ③ 燃料탱크를 建物로부터 最少한 5 m以上 되는 곳에 設置할 것, ④ 乾燥器가 作動하지 않을때 再給油하거나, 乾燥器로부터 멀리 떨어진 곳에서 再給油할것, ⑤ 乾燥容器와 貯藏容器를 分離할것, ⑥ 가마乾燥器는 모든 建物로부터 적어도 5 m以上을 維持할것, ⑦ 乾燥器와 버너는 非酸化物質과 耐炎性 캔버스로 만들어진 管에 의해 連結될것 등이 포함되어야 한다. (以上記述: 필리핀 농과대학 농공학과 D.B. DE 파드우아 (PADUA))

~~~~~  
V . 貯 藏  
~~~~~

저장에 關係되는 要因

生物學的 考察

大氣壓과 水分과의 關係

여러 동남아시아에서는 低氣壓 때문에 날씨가 溫和하고 平均溫度가 약 30°C (85°F)이고 平均相對濕度(RH)가 85%으로 濕한 편이다. 물론 이 溫和하고 濕한 大氣는 大氣의 相對濕度を 變化시키는 太陽熱을 가끔 받는다. 그러나 어떤 地域에서는 平均보다 낮은 相對濕度を 가진 乾燥한 季節이 分明하다.

空氣濕度の 基本測定對象은 절대 水分含量인데 一般的으로 空氣의 立方미터당 水蒸氣를 그램(g)으로써 表示한다. 空氣의 水分包容量은 溫度가 增加함에 따라 增加한다. 그림 80은 10°C (50°F)에서 空氣가 立方피트당 물을 약 10 g을 包容할 수 있다는 것을 보여준다. 空氣의 飽和量이 10°C 에서 38°C (50°F 에서 100°F)로 加熱되면 이때 空氣의 總水分吸收容량은 $45\text{g}/\text{m}^3$ 이나 된다. 다른 말로 表現하면 空氣가 飽和點을 維持할 수 있는 水분의 量 $10/45$ (22%)를 包含한다는 말 혹은 空氣의 相對濕도가 22%란 말이다.

大氣의 溫度가 38° (100°F)이고 相對濕도가 22%일 때에 空氣는 水분을 吸收하려는 傾向이 強하다. 이러한 傾向은 大氣에 存在하는 어떤 事物이 水分을 利用 못하게 한다. 만약 同一한 大氣

(아직 입방미터당 10 g의 수분이 있는)를 32°C(90°F)까지 冷却시키면 이때의 相对湿度는 10/30 혹은 33%가 된다. 空氣가 수분을 吸收하려는 傾向이 減少됨으로써 物質이나 生物體의 水分의 利用度가 增加된다.

그림 81은 溫度가 增加할 때 水分의 含量이 거의 變하지 않은 大氣에서 相对湿度가 減少됨을 보여준다. 大氣中에 살고 있는 어떤 生物體일지라도 大氣가 加熱됨으로써 大氣가 水分을 吸收하려는

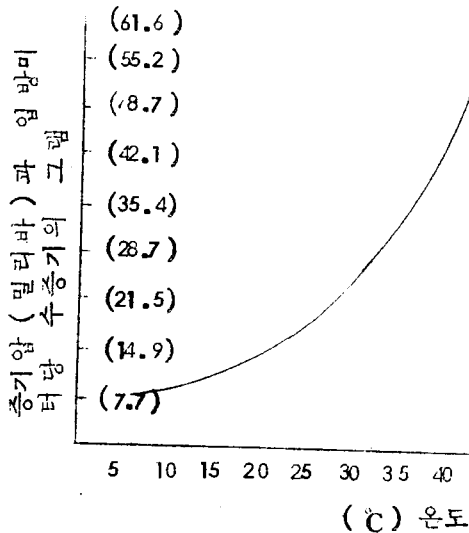


그림 80. 각 온도에서 공기의 증기압(수분함량)의 포화 수준

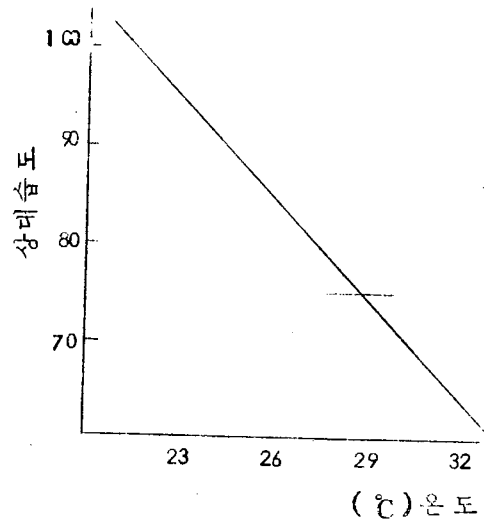


그림 81. 일정한 수분함량 21.7 g/m³을 가진 大氣에서 溫度에 따른 상대습도의 변화

傾向이 높기 때문에 水分을 얻는 데 어려움이 增加했다는 것을 경험할 것이다.

死物寄生菌의 要水量

飲食物의 腐敗를 일으키는 菌類나 細菌은 그들이 必要한 一定量의 물을 잘 빨아드린다. 藻菌類와 子囊菌類같은 곰팡이 類는 正常的인 生長과 繁殖을 위해 相對濕度가 약 75%인 낮은 限界를 가지고 있다. 그러나 에스퍼질루스(Aspergillus Spp)와 같은 곰팡이는 10~75%의 相對濕度에서는 成長이 느리다. 一般的으로 飲食物을 腐敗시키는 細菌(bacteria)은 正常的인 成長을 하는데 적어도 90%의 相對濕度가 必要하다.

곰팡이와 細菌의 胞子는 이들이 發生한 곳에서는 相對濕度가 아주 낮은 데에 抵抗力이 있다. 많은 곰팡이 類와 어떤 細菌에 있어서는 成長體는 乾燥에 抵抗的인 것이다. 그러므로 大氣의 相對濕度가 곰팡이의 成長을 위해 適當한 水準에 있다면 곰팡이를 抑制해야 할 뿐만 아니라 그들을 除去할 必要가 있다. 例를들어 저항성 胞子(spores)나 菌絲(mycelium)을 包含하고 있는 包裝된 飲食이 開封되어 空氣와 接觸되면 全部가 모두 그렇게 되지는 않지만 남은 一部分은 빨리 汚染될지도 모른다.

死物寄生菌이 必要로 하는 溫度는 $10^{\circ}\text{C} \sim 58^{\circ}\text{C}$ ($50 \sim 100^{\circ}\text{F}$) 범위를 초과할지도 모른다. 그렇지만 相對濕度가 부적당하면 이 範圍의 어떤 溫度에서도 그들은 成長하지 못한다. 약 23°C (80°F)의 最適溫度에서 相對濕度가 적당하면 成長이 가장 빠르다. 大部分의 동남아시아 地域에서는 正常溫度의 範圍가 死物寄生菌을 위해 最適이라는 사실을 주장할 必要가 있다.

食量에 있어서의 相對濕度和 水分含量과의 平衡

소금들과 같은 많은 다른 物質과 飲食物은 特徵적으로 주위 空氣의 相對濕度和 平衡을 이룰 때까지 수동적으로 水分을 얻거나 잃는다. 溫度的 特別한 水準(level)에서 各 食糧物質은 各各 다른 水分含量의 平衡을 갖는다. 그림 82는 搗精된 쌀, 벼, 그리고 다른 몇몇 生産物의 水分含量과 相對濕度の 平衡을 보여준다. 이러한 平衡의 實際的인 意味는 곰팡이의 發育이 70%보다 높은 相對濕度에서 시작하기 때문에 乾燥함으로써 食糧保存을 할 때는 相對濕度を 70%로 平衡水分量을 保存해야 한다는 것을 記憶해 두는 것이 매우 중요하다.

生物学(Biology)

昆蟲들은 그들 주위의 溫度를 추정한다는 것은 널리 알려진 事實이다. 즉 身體에서 熱을 많이 잃으면 대략 代謝過程에 의해 熱을 일으켜 均衡을 맞춘다. 溫度가 增加할 때 溫血動物의 代謝는 減少하고, 반면 冷血動物의 代謝는 增加한다는 事實도 一般的인 法則이다.

昆蟲에 있어서 溫度的 增加에서 얻은 남은 에너지는 成熟된 것에서는 좀 더 빠른 運動으로, 成熟期에 있는 것은 좀 더 빠른 成長으로 發展된다. 어떤 限界內에서 昆蟲의 成長에 관한 溫度的 影響은 즉 溫度가 增加함에 따라 反應率이 增加하는 化學反應에서와 비슷한 形態(pattern)을 따른다. 높은 溫度和 낮은 溫度

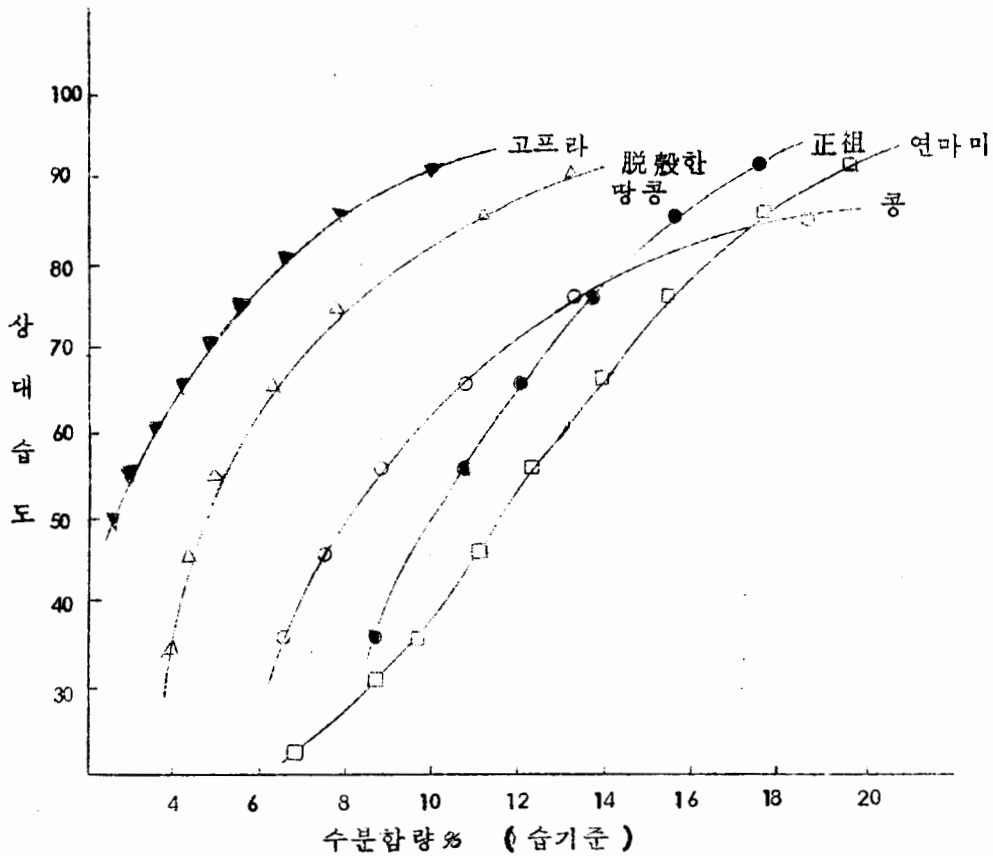


그림 82. 수분함량/상대습도의 평형곡선. 각 곡선은 수분함량/상대습도의 평형치를 구한 여러 연구자들로부터 수집했다. 그리고 이 곡선은 식량 만드는 같은 종의 품종 사이에서도 다르다. (열대 생산물 저장센터(영국) P.M.Davey양 제공)

에서 主要한 差異는 代謝가 完全히 中止되고, 죽음을 超來한다는 것이다. 昆虫의 各種에는 그들의 높고 낮은 溫度의 限界사이의 어떤 곳에 그들의 成長을 위한 最適溫度가 있다. 産卵數, 生存能力의 퍼센트, 成熟以前の 發育, 그리고 壽命등을 包含하여 最適溫度

를 測定하는 여러 가지 基準을 나타냈다. 飲食을 研究하는 科學者들의 見解로는 아마 가장 만족한 標準은 昆虫의 增加率이라 한다. 이 增加速度는, 特히 한마리 당의 損害가 알려질 때 觀察된 蔓延에 의해서 惹起될지도 모르는 被害을 豫想하는데 가장 有用한 것이다. (그림 83) 트리블리움 카스테리움 (*Tribolium casten-eum*), 시토피루스 오리자 (*Sitophilus oryzae*), 라시오더마, 세리코네 (*Lasioderma serricorne*)는 모두 필리핀에 있는 음식물의 害虫이다.

昆虫이 成長하는데 相對湿度가 重要な 것은 溫度가 重要的 것과 같다. 이들 둘은 相互 密接한 관계가 있다. 水分을 維持하는 일은 작은 面積을 가진 動物들에게 偏在하고 있는 問題이다. 昆虫의 몸체에서 물이 빠지는 것은 대부분이 角皮를 通하거나 氣管組織을 通한 蒸發이다. 表面에서 水分이 蒸發하는 것은 空氣의 飽和不足에 比例한다는 提案이 나왔다. 蒸發의 가장 간단한 形態로서 다음과 같이 表示된다. $\text{蒸發速度} = \text{飽和蒸氣壓力} \times (100 - \text{相對湿度})$ 단 各各의 溫度에서. 그러나 (1) 增加된 溫度와 함께 昆虫의 角皮가 透過力이 增加되는 것, (2) 飽和不足이 같을 때 溫度의 增加에 따라 水分의 擴散이 증가 되는 것과 같은 結果가 나오는 것은 이 法測에서 약간 파생한 것임에 틀림이 없다.

適當한 溫度에서 湿度가 增加함에 따라 成長期間이 짧아진다는 것이 여러 昆虫의 種類에서 發見되었다.

그림 84는 成長期間, 溫度, 湿度 사이의 關係를 証明한다. 溫度가

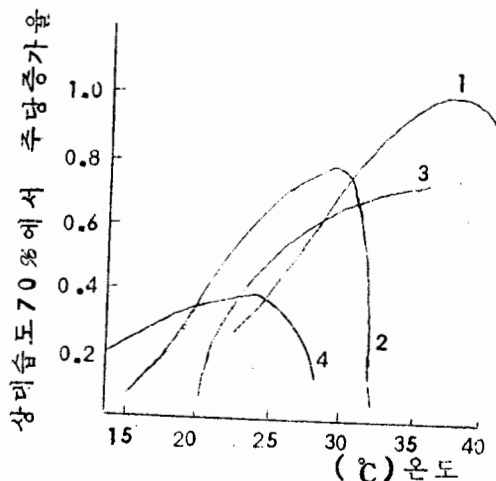


그림 83. 저장된 식량의 해충의 증가에 대한 온도의 영향 (1) 트리블리움 카스테리움 (2) 시토피루스 오리자 (3) 라시오더마 (4) 피티누스 테루스

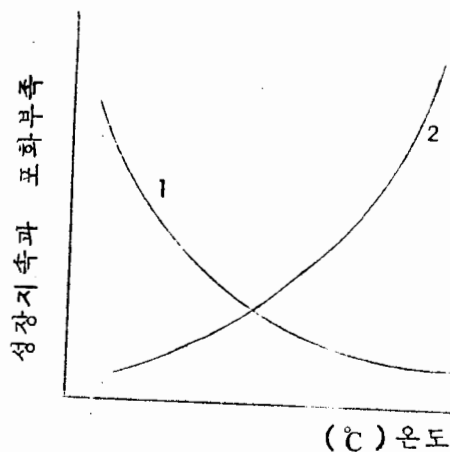


그림 84. (1) 곤충의 성장지속과 (2) 대기의 포화부족에서 온도가 미치는 효과를 보여주는 일반화된 도표

增加됨에 따라 不飽和도가 增加되고 昆虫의 成長이 特別한 種의 溫死点으로 급속히 기울어진다. 그러므로 一定한 水分(溫度가 增加됨에 따라 相對濕도가 減少되는)의 空氣에서 成長을 위한 最適溫度는 成長持續時間과 飽和欠損의 影響이 최소로 되는 點의 溫度이다. (그림 84의 A, B선의 交点)

대부분의 東南아시아 地域에서 곰팡이와 食糧害虫이 成長하는데 알맞는 最適條件은 大氣의 溫도와 濕도가 正常範圍 안으로 떨어지는 것이다. 아마 高溫乾燥한 季節이 있는 몇 나라와 地域을 除外하고는 東南아시아 全域에 걸쳐 곰팡이가 正常的으로 菌絲를 形成할 수 있다는 것을 推論할 수 있다. 그림 88은 東南아시아의

氣候에 관한 資料 (data) 가 트리블리움 (*tribolium*) 라시오더마 (*lasioderma*), 시토틸루스 (*sitophilus*) 의 成長에 알맞다는 것을 指摘하고 있다. 그러나 피티누스 텍투스 (*ptinus tectus*) 의 成長은 溫度가 死點에 가깝기 때문에 아주 많은 制限을 받는다.

氣候의 資料로 豫想할 수 있듯이 무코 (*Mucor*), 리조퍼스 (*Rhizopus*), 페니실름 (*penicillium*), 에스퍼길루스 (*Aspergillus*) 와 같은 極히 작은 곰팡이가 食糧을 腐敗시킨다는 것은 아주 흔히 있는 일이다. 어떤 경우에 곰팡이는 有毒性物質을 生成한다. 즉 에스퍼길루스 플라보스 (*Aspergillus flavus*) 의 代謝物質로서 아플라톡신 (*aflatoxin*) 을 生成한다. 그리고 食糧이 입은 被害는 實際量의 무게에서 減量된 것으로부터 計算할 수 있는 것보다 훨씬 더 심각하다. 菌毒을 生成하는 곰팡이를 包含한 全곰팡이들의 增殖 때문에 作物을 成熟한 後에 收穫하고 곧바로 乾燥시키고 安全하게 貯藏하는 것이 重要하다. 이것은 太陽乾燥가 不可能한 곳에서는 機械적으로 乾燥시켜야할 必要性을 增加시키는 要因中の 하나다. 收穫한 後에 時期를 잘 맞추어 乾燥시키는 것은 成熟期나 그 前에 耕作地에서 穀物を 침해하고 또 貯藏期間에 걸쳐서 그들의 生活史를 繼續하는 種類의 昆虫數를 減少시키는 데는 아주 効率的이다. 이러한 것이 特別하게도 穀物 바구미인 쌀 바구미 (*Sitophilus oryzae*) 한테는 사실이다. 그리고 이 바구미는 水分含量 (약 30 ~ 9 % 까지) 이 아주 넓은 범위에서 관대하다.

또한 콜로소 브루추우스 치넨시스 (callosobruchus chinensis) 와 같은 많은 蠹의 부루치드 바구미 (bruchid weevils) 가 綠豆에 입히는 被害는 收穫期와 乾燥期를 잘 맞추므로써 어느 정도는 防止할 수가 있다. 이런 브루치드 바구미는 耕作地에서 침입을 해서 貯藏하는 동안까지 繼續된다.

殺虫劑의 적용에 包含된 原理

食糧에 있는 昆蟲을 죽이는 일은 簡單하다. 그러나 세밀한 注意를 하지 않으면 바람직하지 못한 附隨的인 結果를 일으킬 것이다. 化學物質로써 昆蟲을 驅除하는 原理를 考慮함으로써 自動적으로 위험을 줄이고 同時 必要한 驅除를 할 수가 있다. 各各 實際적인 問題는 個別的으로 考慮할 必要가 있고 다음에 指針으로서 간단히 기술해 놓았다.

人間이나 家畜에 對한 殘有毒性

많은 殺虫劑는 昆蟲은 물론 사람에게도 有毒하다. 昆蟲과 哺乳動物에 관한 殺虫作用의 生化學的인 比較의 問題는 다음에 論義될 것이다. 우선 어떤 경우에는 毒性에 있어서 큰 差異가 있고, 다른 境遇는 基準이 다르지만 二重의 毒性이 있다. 例를들어 피레드린 (pyrethrins) 은 대부분의 昆蟲에 대해서는 아주 有毒하지만 人體에는 毒性이 약하다. 하지만 DDT 는 人體와 昆蟲에 모두

有毒하다. 有毒性은 대개 各 實驗한 量의 50 %를 致死量으로 表示한다 (LD 50). 食糧에 殘存하는 殺虫劑의 許容値는 ppm ($\frac{\text{殘存量}}{1,000,000}$)으로 나타낸다. 許容値는 가끔 여러 기관에서 發表를 했었으나, 現在에는 國際標準機構에서 許容値의 國際基準을 定하려는 참이다. 殺虫劑를 使用하는데 제일 처음 考慮해야 될 것은 어떠한 殘存이든지간에 許容基準値이 내에 있다는 것을 확신하는 것이다.

病毒 (Taint)

殘餘毒性이 없다고 할지라도 어떤 경우에 殺虫劑 때문에 飲食物의 맛이 없어질지도 모른다. 例를 들어 벤젠 헥사 클로라이드 (BHC) 처리한 옥수수수를 먹인 家禽의 달걀과 고기에서 맛을 저하시킨 것이다.

殺虫劑에 관한 氣候의 效果

BHC, 말라치온, DDVP (2,2 dichlorovinyl dimethyl phosphate)와 같은 많은 固体殺虫劑는 휘발성이고, 特히 熱帶溫度에서는 그들의 活性을 빨리 잃을 것이다. 특히 피레드린 (pyrethrin)과 같은 물질들은 강한 햇빛과 약 30°C (86°F)의 溫度 때문에 쉽게 부서진다. 한편 메칠브로마이드 (methly bromide)와 같은 가스는 좀 더 높은 溫度에서 훨씬 더 效果的이다.

昆蟲의 生活史에 따른 毒性的 差異

殺虫劑는 한 生活段階(즉, 알, 애벌레, 번데기, 성충)에 대해서 아주 效果的이지만 다른 生活段階에서는 그렇지 않다. 오일 噴霧에서 0.5%의 피레드린은 카드라 카우텔라(*cadra cantella*)의 成熟된 나방에 대해서는 아주 效果가 좋지만 이것의 애벌레에 대해서는 그렇지 않다.

殺虫劑의 처방

活動的인 性分을 위한 運搬者로서 作用하는 염기는 毒성을 발휘하는데 重要な 役活을 한다 말라치온을 粉末로써 뿌릴 때는 곧 非活性으로 되지만 發散을 抑制하는 松津(resin)과 함께 사용할 때는 더욱 安全하다. 휘발을 抑制하는 것은 물론 運搬者인 염기 자체까지도 機械的인 殺虫效果가 있다. 피레드린(pyrethrin)과 다른 殺虫劑를 위한 運搬者(carrier)로서 사용되는 輕油는 單獨으로 使用될 때 시토피루스 오리자(*sitophilus oryzae*) 穀物바구미를 약 20%를 驅除할 수 있고, 0.1%의 피레드린을 混合해서 사용했을 때 90%의 驅除를 했다. 아마 穀物表面에 미세한 기름막으로 덮혀 있어서 알이 미끄러지는 경향이 있기 때문에 암바구니가 穀粒表面에 알을 낳은 것을 防止할 수 있다.

驅除에 관계되는 害虫의 習性

신속하게 代謝作用을 하면서 날으는 昆虫은 앉아있을 때나 걸을 때 보다는 殺虫劑의 特定한 處에 더욱 더 민감한 것 같다. 날 때에 驅除를 하는 것이 약간 더 구제하기 쉬운 것 같다. 트리볼리움 카스텐눔 (*Tribolium castaneum*) 인 벌레와 카드라 카우텔라 (*cadra cautella*) 인 나방은 습성적으로 어두침침한데서 날으는 동안 약을 뿌리는 것에 대해 가장 약하다.

寄生的인 關係

實驗室에서 特殊藥品으로 어떤 害虫을 90 %까지 驅除한다는 것을 발견할 지 모르지만 實際效果에 있어서는 아직 觀察되지 않은 害虫의 寄生虫에 대해서 100 %의 驅除效果를 나타낼지 모른다. 害虫의 個体數에 있어서 實際結果는 증가되었을 것이다. 例를 들어 카드라 카우텔라 (*cadra cautella*) 나방은 나방 애벌레를 칠 해하는 작은 膜翅類 (*Hymenopterous*) 의 寄生虫에는 아주 效果的일지라도 나방의 애벌레에 대해서는 거의 驅除를 못한다. 3 일 間隔으로 連續撒布할 때는 그 寄生虫의 天敵을 除去하기 때문에 害虫이 불어난다고 밝혀졌다.

直接→毒殺劑로서의 殺虫劑가 害虫에 미치는 影響

여러 가지 種類의 殺虫劑 중에서 어느 한 가지에 의해 죽거나 쓰러질 때 成熟한 카드라 카우텔라 (*cadra cautella*) 의 受精된

암컷은 本意아니게 알을 낳는다. 이 알들은 正常的인 암컷에서 나온 알과 같은 比率로 살 수가 있다. 그래서 成熟한 害虫을 외견상으로 驅除한다는 것은 알을 까게 되고 害虫의 數가 增加하기 때문에 完全한 것이 되지 못할 것이다. 예를들면 濃度를 너무 낮게 사용하는 것과 같이 殺虫劑는 無分別하게 사용함으로써 選擇性에 의해 害虫의 抵抗力을 나타내는 結果를 招來할 것이다. 害虫이 살아남은 것이 害虫의 內的抵抗性에 基因한다면 最初에 生存한 10% 害虫은 100%의 抵抗性을 나타낼 것이다. 貯藏된 生産物中에 있는 昆虫에 여러 가지 抵抗性이 있다는 것이 이미 發見되었다.

種子의 生存能力

燻蒸劑의 過用은 實際적으로 遺伝子를 죽임으로써 種子의 生存能力을 減少시키는 結果를 招來한다. 이러한 것은 높은 水分含率을 가진 種子에서 일어날 것이다. 그 이유는 水分을 많이 가진 種子는 呼吸을 더 많이 하고 化學的인 吸收가 더욱 많기 때문이다.

害虫種類간의 相互關係

두 種類의 害虫을 하나는 驅除를 한 곳, 다른 하나는 驅除를 안한 곳에서 이들의 競争을 한다면 단지 生存者만이 優越할 것이다. 實驗室에서 시토피루스 오리자와 트리볼리움 케스트너움 (sitophilus oryzae and Tribolium castaneum)으로 感染된 옥수수에다

BHC를 살포한 實驗에서 前者는 減少하고 後者는 增加하는 結果를 보여주었다. 이런 것이 實際에서 일어나고 있다는 証拠가 있다.

選擇性 殺虫劑에 特別히 關連되는 昆虫과 哺乳動物의 生化学的인 比較

藥品の 選擇性 毒性은 이미 잘 알려져 있다. 페니실린 (penicillin)은 哺乳動物에서 일어나지 않는 生合成인 우리딘 뉴클레오타이드 (uridine nucleotide)의 利用을 막음으로써 박테리아 (細菌)에서 細胞膜을 合成못하게 한다. 설펜 아마이드 (sulfonamide)는 哺乳動物의 代謝에는 重要하지 않지만 細菌의 代謝에는 중요한 아미노벤조익酸 (Amino benzoic)을 細菌이 利用하는 것을 막는다.

殺虫劑에 關한 研究에서 特別히 選擇性 毒性의 可能性의 存在가 明白하기 때문에 考慮해야 할 것이다. 特別히 이것은 食糧이 많이 不足한 나라와 食糧物質에 對한 殺虫劑의 사용이 불가피한 나라에서는 重要한 問題이다. 이러한 問題는 아주 複雜한 問題임에 틀림없다. 殺虫劑를 광범위하게 알아드리는 점에서 사람이 殺虫劑에 의해서 昆虫보다 影響을 덜 받는 것 같다면 그것은 주로 사람이 体重 단위당 더 작은 量을 받기 때문이다.

昆虫과 哺乳動物의 代謝에서 비슷한 점과 差異點을 理解함으로써 選擇的인 毒性에 關한 研究가 進行할 수 있다.

糖質의 代謝

哺乳動物과 많은 昆蟲類들의 呼吸指數 (quotients) 는 第一次와 第二次原料로서 炭水化合物과 脂肪을 사용한다는 것을 指稱한다. 炭水化合物이 分解되어 피루베이트 (pyruvate) 에 이르기까지에 磷酸化의 中間物質을 形成한다. 그 예로 집파리의 날개근육과 쥐의 근육에 서 비슷한 현상이 일어난다는 것이 발견되었다.

아데노신 트리포스페이트 (Adenosine triphosphate) ATP	파 리	쥐
	37.2	33.6
아데노신 디포스페이트 (Adenosine diphosphate) ADP	1.2	2.4
포스파겐 (Phosphagen)	10.9	33.7
아데닐 산 (Adenylic acid)	6.9	3.2
글루코스-6-포스페이트 (glucose 6 phosphate)	7.8	5.2
포스포 글리세레이트 (Phospho glycerate)	20.8	2.9
인오르간닉 포스페이트 (Inorgonic phosphate)	15.2	15.3
다른 화합물 (other compounds)	0.0	3.7
합 계	100	100

※ 數字는 가용성 인산 전부를 %로 표시한 각 화합물 속에 있는 인(磷)을 나타낸 것이다.

酸化性代謝

哺乳動物의 組織에서 피루베이트 (Pyruvate)는 옥살로 아세테이트 (oxalo acetate) 縮合된 아세테이트 (acetate)를 生成하므로 카아보닐 (carbonyl)이 떨어져 나가고 크랩스 回路를 거치므로 最初의 炭化水素는 물과 二酸化炭素로 完全히 酸化된다. 집파리, 벌드로조필리아 등을 包含한 많은 昆蟲類의 組織에서도 같은 代謝경로가 발견되었다. 더우기 哺乳動物에서 酸化性代謝가 일어나는 生理的인 場所인 미토콘드리아 (mitochondria)는 昆蟲의 활약근에 있는 사아코솜 (sarcosomes)에서 그들의 작을 갖는다.

아미노산의 代謝

아미노산이 哺乳動物과 昆蟲의 成長에 必須要素라는 사실은 똑 같다. 아스파틱산 (Aspartic acid), 글루타민산 (glutamic acid), 알라닌 (alanine) 그리고 프로린 (proline)은 아미노 전환 반응 (transamination reaction)에 의해 昆蟲에서도 合成될 수 있을 것이다. 그리고 炭水化物 酸化의 중간물질이라는 점은 哺乳動物의 糖을 形成하는 아미노산과 같다.

酵素

有機磷化合物에 의한 아세틸 콜린 에스테라제 (acetyl choline storases)의 抑制作用을 例를 들어 說明하겠다. 집파리, 꿀벌,

쥐 등의 酵素는 파라치온에 의해서 모두 抑制되지만 단지 집파리의 酵素는 파라치온은 아이소 프로필 유사체에 의해서 抑制된다. 이것은 파리 酵素의 特殊한 分子構造가 다르고 이소 프로필의 유사체 (iso propyl analogue)의 接近을 許容한다는 것을 암시한다. 또 다른 酵素의 差異는 昆虫 근육의 燐 (phosphagen)은 아르기닌 인산인데 비하여 哺乳動物에서는 크레아틴 인산이라는 사실 뿐이다. 이것은 選擇性 毒性의 問題일지 모르는 또 하나의 트랜스 포스포리라제 (transphosphorylase)을 암시해 준다. 哺乳動物에는 없는 昆虫의 變態와 관련된 酵素가 접근의 目標가 될 것이라는 것을 있을 법한 것이다.

殺虫劑 말라치온은 실제로 哺乳動物에 나타나는 毒性率보다 昆虫에 나타나는 毒性率이 더 크다는 生化学的 根拠를 가지고 있다. 生体組織에서 말라치온은 酵素의 酸化로 因하여 항 콜린 에스테라제 (anticholin esterase)로 바뀐다. 닭, 쥐, 바퀴벌레에 注射한 플라벨드 (plabelled) 말라치온의 경로는 분명하게 선택성 독성을 보여준다. 낮은 항 콜린 에스테라제 活動의 水溶性 代謝物質의 배설과 해독 作用이 척추동물에서 일어나지만 昆虫에서는 안 일어난다. 選擇性 毒性에 관한 다른 生化学的 根拠는 관계된 선택적인 毒性 살충제가 아직 발견되지는 않았지만 아마 존재할 것이다. 예를 들면 昆虫은 正常的인 成長을 위해서 콜레스테로스 (cholesterol)를 먹이로 供給할 必要가 있다. 한편 哺乳動物

에서는 簡單한 代謝物質로부터 合成된다. 昆虫의 먹이에서 半代謝物質에 의해 콜레스테로스의 利用을 막음으로써 선택적인 毒性의 가능성이 있다.

貯藏된 穀物の 害虫의 驅除

哺乳動物과 昆虫의 生化学的인 面에서 비슷한 점 때문에 食糧科學者들은 殺虫劑를 사용하는데 있어서 注意를 해야할 것이다. 또한 殺虫劑에 있어서 選擇性 毒性의 알려진 例와 몇 가지 가능성을 論議했는데 이들은 昆虫과 哺乳動物의 生化学的 差異에 근거를 둔 것이다.

또한 人体에도 해로운 殺虫劑를 貯藏한 穀物에 사용하는 것은 분명하게도 오래 지속되지는 않을 것이다. 이 항목의 目的은 이分野가 發展하도록 土台를 마련해 줄지도 모르는 昆虫을 驅除하는 다른 可能한 方法과 당분간 相對的으로 安全하고 有用한 取扱方法과 化学藥品의 形態를 論議하는 것이다.

毒性이 있는 物質을 涉取함으로써 昆虫을 죽이는 것

약 1世紀前에 콜로라도 감자 딱정벌레 (colorado potato beetle)를 驅除하는 데에 昆虫의 胃에 毒을 주는 구리아세트비소염 (copper aceto arsenite Paris green)을 사용했다. 파리스 그린 (paris green)과 다른 비소화합물, 불소화합물, 다른 유기화합물을 農業에서와 가정에서 害虫을 驅除하는데 昆虫의 胃에

毒을 주는 물질로서 사용한다. 이러한 毒物性들을 저장한 穀物에 사용해 왔지만 이제는 급속히 없어지고 있다.

昆蟲의 皮膚에 毒藥이 接觸함으로써의 殺虫作用

昆蟲의 外皮는 化學物質이 넓은 범위까지 침투할 수 있기 때문에 昆蟲의 表面에 殺虫劑를 살포했을 때 그들이 주사를 맞았을 때와 거의 같은 정도의 증상을 나타낸다. 殺虫劑를 昆蟲의 外皮에 사용했을 때에 殺虫劑가 혈관, 신경조직, 혹은 둘 다 침투할 것이다. 接觸性 殺虫劑는 정상적으로 分類해서 植物에서 추출한 것으로는 파레드린 (Pyrethrins), 니코틴 (Nicotine), 로테논 (rotenone)이 있고 유기합성物質로는 클로리네이트 하이드로 카본 (Chlorinated hydro carbon: DDT, BHC), 유기인 화합물 (말라치온, DDVP), 카바메이트 (Carbamates: Sevin inelon)이 있다.

現在에 이런 接觸性 殺虫劑는 穀物을 저장하는 容器에 사용하고, 穀物을 저장하는 空間에 살포하고 包藏物件에 사용하고, 種子, 塊根作物, 과일, 콩, 穀物과 같은 食糧에 직접 사용하는 등 食精産業에서 広範圍하게 사용되고 있다. 이러한 殺虫劑는 溶液, 乳劑, 粉末, 果粒, 樹脂 등으로 되어 있다. 이 모든 것들은 哺乳動物에 對해 어느 程度의 毒性을 가지고 있다. 명백하게도 이러한 것을 밀가루, 穀物, 옥수수가루와 같은 加工된 食糧에 직접 사용할 수는 없다.

加工안된 食糧에 직접 사용하는 데에 가장 有用한 接觸性 殺虫劑는 哺乳動物에 對한 毒性이 가장 낮은 것이어야 하고 그 다음으로 大氣의 湿度, 熱, 빛 등에 對해 安全한 것이어야 한다. 물론 지나치게 안정된 것은 殘留毒性의 위험이 증가한다. 이런 위험은 아마 溫帶氣候보다 熱帶氣候에서는 더 작을 것이다. 食糧에 직접 사용하는 接觸性 殺虫劑는 피레드린, 말라치온 DDVP, 린덴 (lindern: pure benzene hexa chloride gamma isomer) 등이 있다. 카바릴 (Carbaryl; sevin)은 최근에 소개된 카아바 메이트 (Carba mate)인데 이것도 아주 유용하다.

密封된 空間속에 害虫이 蔓延하는 食糧에 毒가스의 사용에 의한 殺虫作用

害虫이 蔓延하는 밀가루, 곡물가루, 다른 加工된 食品을 驅除하는 데는 메칠 브로마이드 (methyl bromide)나 포스핀 (phosphine)과 같은 가스를 가지고 燻蒸하는 법을 널리 사용하고 있다. 그리고穀物과 콩을 驅除하는 데에는 燻蒸은 바구미가 粒狀內 (intra granular) 段階에서 죽는 特別한 利點이 있다.

燻蒸된 食糧에서 通風, 拡散, 축출 등을 함으로써 燻蒸劑를 없앨 수 있지만 燻蒸劑가 어느 정도 제거할 수 없을 만큼 食糧에 吸收되기 때문에 殘留毒性의 위험이 있다. 熱帶氣候로 인하여 高溫에서는 燻蒸劑의 完全한 効力의 인정이 增進되고 개스 拡散의 速度가 높아지는 利點이 있다.

貯藏된 穀物에서 害虫을 驅除하는 새로운 가능한 方法의 開發

科學적으로 사용하고, 철저한 注意를 하고, 經濟的인 必要性을 생각하고
그리고 지금까지 고려되어온 毒物質을 사용하지 않고 昆虫을 驅除할 수
있는 가능성이 있다면 毒物質을 사용하는 것을 용납할 수가 있다.

穀物の 密閉貯藏: 完全히 密閉된 穀物貯藏容器에서는 穀物과 昆虫
이 呼吸을 하기 때문에 顆粒사이에 空間에서 二酸化炭素의 濃度가
높아지고 酸素가 줄어드는 結果를 招來한다. 이러한 환경 때문에
昆虫에도 有毒하고(酸素의 欠乏은 致死의 要因이 된다), 穀物에도
약간 피해가 있다. 그러나 穀物이 죽어도 괜찮다면 이 方法은
有用하다.

冷却과 加熱: 貯藏된 食糧에 있어 害虫의 大部分은 溫死點이 낮
거나 높다. 이들 溫度의 한정된 持續으로 食糧에 影響을 미치지
않을 때, 이는 安全한 驅除方法임에 틀림이 없다. 낮은 溫度보다
는 높은 溫度가 比較的 더 效果的이다. 昆虫의 成長溫度는 대체
적으로 낮아야 10°C (50°F), 높아야 45° (113°F)로 한정되어
있다. 穀物을 加熱된 空氣로 乾燥시키는 것은 貯藏을 하는 穀物
의 모든 害虫을 驅除하는 아주 效果的인 초기의 方法이다.

水分과의 關係: 特히 穀物같은 어떤 食糧들은 水分含量이 昆虫이
成長하기에는 너무 낮은 정도로 乾燥된 것이다. 25°C (77°F)
에서 相對濕度가 약 40%에 일치하는 데서 8%의 非脂肪을 基
準으로 한 水分含量에서는 一般的으로 穀物 바구미가 成長하기 힘

든다. 그러나 트로가더마 그라나리움(*Trogaderma granarium*)은 이런 条件下에서도 生存할 수 있다.

放射線: 이온화放射線은 (α 입자, β 입자, 중성자, γ 線)은 지금까지 昆蟲을 驅除하는데 實際적으로 或은 實驗적으로 사용되어 왔다. β 線 照射는 制限된 規模로 植物組織과 나무와 粉末에서 투구벌레 (딱정벌레, beetles)를 죽이는데 사용되었다. 한편 γ 線은 貯藏 昆蟲을 죽이는데 약 65,000 R의 적용량이 必要하다. 이것이 약 16,000 R의 적용량으로 살균할 것이다. 現在에 이런 方法이 ① 全体를 完全殺菌한다. ② 암컷과 단 한 번 교미하는 種의 수컷의 放出과 殺菌이란 두가지 점에서 많은 國際적인 관심을 끌고 있다.

性誘導: 많은 昆蟲들은 여러 가지 境遇에 그들의 飲食物方向으로 그들을 誘導하는 예리한 후각을 가지고 있다. 또한 어떤 種에서는 암컷이 교미할 목적으로 수컷을 대호하는 "페로몬즈 (pheromones)"를 放出한다.

수컷은 페로몬즈에 의해서 1 마일 以上の 먼거리에서도 유혹을 받으나 최근에 누에나방의 性誘導物質을 合成했고 生物学的 作用도 밝혀졌다. 그 한 例로 열대지방의 집나방은 카드라 카우텔라 (*cadra cautella*)를 驅除하는데 어두운 곳에서 교미하면서 날으는 동안 곡물저장한 곳에 기름에다 피레드린 (pyrethrins)를 섞어서 分霧을 함으로써 구제할 수 있다. 무엇보다도 性誘導物質이 수컷을 한곳으로 끌 수 있도록 放出될 수 있다면 더욱더 經濟的

으로 驅除할 수 있을 것이다.

貯藏 食糧의 有害物

昆虫

昆虫의 種類 중에서 食糧 科學者는 적어도 콜레오프트라 (coleoptera (투구벌레)와 레피도프테라 (lepidoptera (나방))을 잘 알고 있을 것이다.

溫帶氣候에서는 貯藏害虫이 農耕地에서 正常的으로 발생하지 않는 반면 熱帶氣候에서는 害虫이 農耕地에서 侵害를 始作한다. 이러한 害虫은 이들의 애벌레가 種子 혹은 乾燥한 根內에서 成長할 수 있는지 혹은 이들이 食糧과 함께 자유로운 생활을 하는지에 根拠를 두고 나누어진다.

種子 속이나 혹은 乾燥한 根內에서 成長하는 애벌레 (幼虫)

번데기가 種子 또는 뿌리 가까이 表面에서 뚜렷한 번데기의 구멍에서 나온다. 그리고 구멍은 成熟後에 뚜렷한 구멍에 의해서 바깥쪽으로 열린다. 成熟된 놈은 자유스럽게 生活하고 特徵方式대로 種子나 뿌리의 表面위에 혹은 바로 아래에 알을 낳는다.

食糧과 함께 자유스러운 生活을 하는 애벌레

애벌레는 자유스럽게 나오거나 (투구벌레) 혹은 고치에서 (나방)

나온다. 成熟한 놈은 자유스럽게 生活하고 적당한 食糧위에 아무
렇게나 알을 낳는다.

흔한 콜레오프테라 (coleoptera)와 레피도프테라 (lepidoptera)
중의 몇 개를 그들의 生活形態에 따라 表 22 에 실었다. 그리고
그들이 侵害하는 食糧의 보기도 몇 개 들었다.

쥐와 새앙쥐

쥐와 새앙쥐가 저장되어 있는 穀物에 심한 害를 입힌다. 쥐들
이 穀物을 먹기 때문에 數量에 害를 입힐 뿐만 아니라 질병도 옮
긴다. 問題를 일으키는 주요한 쥐의 3가지 種類는 (1) 노르웨이
쥐 (Ratus norvegicus), (2) 지붕쥐 (Rattus rattus) 그리고
집쥐 (Mus musculus) 등이다.

衛生 : 집을 잘 간수하는 것은 값는 일 (쥐가 집벽, 기둥, 문창
등을 갉는 일)을 줄이는 가장 效果的이고 經濟的인 方法 중의
하나다. 못쓰게 된 穀物, 木材, 낡은 網은 버려야하고, 곡물포대는
마루에서 약 50 cm 떨어진 곳에 貯藏을 하고, 낡은 脫穀機나 폐물
은 부수어 버려야하고, 그리고 穀物을 콘크리트나, 철망 (wire),
금속판 등으로 보호해야 할 것이다. 쥐에게 隱身處를 提供하는
雜草와 쓸모없는 집 부스러기를 없애야 할 것이다.

化學的인 驅除 : 쥐와 새앙쥐를 죽이는 데 사용하는 化學藥品을
쥐약이라 한다. 쥐약은 대개 살고기, 베이컨, 날고기, 통조림한 물
고기, 쌀, 땅콩버터, 멜론과 같은 미끼를 섞어서 사용한다. 당밀,

Table 22. 해충의 몇 예와 이들이 침해하는 식량

目	科	種	침해하는 식량
<u>Larva develop in seed or dried root</u>			
Coleoptera (beetles)	Curculioni- dae	Sitophilus oryzae Linnaeus	주로 곡물
	Bruchidae	Callosobruchus maculatus	주로 콩
	Anthribidae	Araecerus fasci- culatus Degeer	주로 마른뿌리, 옥수수, 코코아
	Bostrychidae	Rhizopertha dominica Fabri- cius	마른뿌리와 곡물
	Anobiidae	Lasioderma serri- corne Fabricius	콩, 곡물, 코코아, 괴경작 물, 옥수수가루를 포함한 마른종자등 광범위
<u>Larva free-living within the food</u>			
Coleoptera	Tenebrioni- dae	Tribolium cast- aneum Jacquelin du Val	주로 지상곡물 및 옥수 수가루
		Gnathocerus maxi- llosus Fabricius	곡물바구미가 침해한 콩, 코코아, 기름종자 케익
	Silvanidae	Oryzaephilus mer- cator Fauvel	트리블리움과 비슷
		Cathartus quadri- collis Guér	수분함량이 14 %이상인 옥수수
	Dermestidae	Dermestes macula- tus Degeer	마른 살고기, 가죽, 뼈
		Trogoderma gran- arium Everts	마른 동물생산물, 곡물, 기름종자
	Nititulidae	Carpophilus spp.	대개 광범위한 식량에 곰팡이와 관계있는 것
	Cuculidae	Cryptolestes spp.	곡물과 곡물생산물
	Ostomidae	Tenebroides mauri- tanicus Linnaeus	트리블리움과 비슷 하지 만 나중애 다른 곤충에 의해 감염
		Lophocateres pusi- llus Klug	테베브로이 디와 같음
Lepido- ptera (moths)	Pyralidae	Cadra cautella Walker	트리블리움과 비슷
	Tineidae	Sitotroga cere- alella Olivier	주로 곡물과 그 생산물

채소, 광물, 魚油 等の 붕치를 가끔 미끼와 쥐약을 같이 가지고 있는 마른미끼와 함께 사용된다. 嘔吐劑는 대개 미끼를 받아드리 는 성질이 감소되지만 다른 동물을 보호하기 위하여 미끼에다 첨 가를 한다. 쥐는 토할 수 없는 動物중에 하나다. 미끼는 너무 작으면 毒性은 별로 내지 못하고 미끼를 싫어하는 일이 일어날지 도 모르고 너무 많이 섞으면 미끼가 강한 맛이나 향기를 내서 사람이나 가축에게 위험성이 증가되기 때문에 지시대로 사용해야 한다. 極藥을 취급할 때는 항상 조심을 해야 한다.

덫 : 덫의 두 가지 형은 一般的으로 스냅덫 (snap traps) 과 상자 새장 덫이 사용된다. 스냅덫에서 미끼는 확실하게 방아쇠에 달아 놓아야 한다. 어두운 곳에 새장 덫을 놓아두고 삼배자루 같은 것으로 덮어 두면 많이 잡을 것이다.

쥐의 굴에다 개스를 사용하는 것 : 이것은 쥐를 죽이는 補充的인 方法이고 熟練된 사람만이 할 수 있다. 칼슘시아나이드 (KCN : 청 산가리) 는 아주 効果的이지만 毒性이 매우 높고 아주 빨리 죽인 다. 그러므로 特別한 注意가 必要하다. 自動車에서 나오는 일산화탄소 (CO) 를 굴에다 파이프를 넣어 넣을 수도 있다.

아주 단단한 粘土에서 틀에 있는 호수에서 나오는 물을 쥐구멍 에다 넣으면 쥐가 밖으로 나올 것이다. 이때 클립으로 쥐를 죽 일 수 있다.

쥐 防柵 : 이것은 건물로 들어가는 쥐구멍을 막을 수 있는 건축 구조를 바꾸는 것이다. 방책작업은 경제적이고 들어갈 수 있는 가능한 구멍 전부를 막아야 한다.

실적인 考察

필리핀에서 穀物을 貯藏하는 進歩적인 研究法은 자루저장보다는 貯藏体制과 大量取扱에 관계가 있다.

集中生産에 관한 추세는 (1) 制限된 期間에 걸쳐서 더 많은 作物을 取扱할 必要성과, (2) 貯藏의 集中化에 依해 遂行될 것이라고 예상된다. 大量取扱과 穀物の 貯藏은 자루 貯藏보다 (1) 자루를 購入하는 費用을 절약하고, (2) 品質을 좋게하고 損失을 줄일 수 있으며, (3) 勞動費를 節減하고, (4) 주어진 부피가 자루보다 더 크기 때문에 더 많은 穀物을 貯藏할 수 있으므로 倉庫面積費用을 줄이는 등 많은 經濟적인 利益을 준다. 예를 들어 (5) 國家의 穀物政策遂行을 쉽게 하고, (6) 재고품을 간단히 할 수 있고, 倉庫에 자루를 저장하는 대신 큰 사일로를 사용했을 때 창고 면적 비용을 10 : 1 以上으로 감소시킬 수 있다. 大量取扱과 貯藏設備은 貯藏容量이 약 1000 톤인데 그보다 적다면 經濟적으로 正常的인 것이 아니다.

移動回數의 증가에 따라 자본의 가치는 더욱더 빨리 下落된다. 이는 貯藏体制을 選擇하는 要因이다.

완전히 機械화된 옥외 사일로 体制은, 옥내의 사각형 혹은 실린더형 容器를 利用해서 中型을 設置하는데 톤당 미화 50 불의 費用이 드는 것과 比較해 볼 때 정적인 것은 저장 容量 톤당 미화 150 불의 費用이 든다.

이 두 개의 각 体制은 大量取扱에서 나오는 機械적인 利益과

모든 기능이 똑 같게 한 方式으로 고안되었다. 그러나 移動回數는 콘크리트 사일로 시스템 (體制)에서 3 배나 더 크야 한다. 그러한 높은 設備費用은 大量搗精能力이나 港口에서 取扱하는데 必要한 것과 같은 貯藏中 자주 혹은 계속해서 저장개편작용과 관련될 때에만 經濟的이다.

그러나, 政府가 經濟的 社会的으로 重要한 침체된 米穀市場計劃을 爲해 대형사일로의 使用을 考慮할지도 모른다. 매우 주의깊고 논리적인 販賣에 관한 研究가 어떠한 형태이든간에 取扱과 저장체제에 있어서 必要하다. 적절한 기후요소, 구조물질의 특성, 취급과 저장에 유용한 여러 가지 體制를 考慮하기 전에 그들이 다른 모든 因子에 관계되기 때문에 容積穀物의 특성을 간단하게 재음미해 보는 것도 유용하다.

容積穀物의 特性

많은 容積穀物의 어떤 物理 및 生物學的인 특성은 그것이 냉장되든가 밀폐한 곳에 貯藏을 하든가 정상적인 건조를 하여 저장을 하든가 간에 그 대량저장체제와 관계가 있다.

a. 熱의 特性

穀物은 아주 약한 열 전도체인데, 이 전도성은 제 1 급의 絕熱物質과 비슷하다. 저장건축물 (예, 태양열에 依해 가열된 사일로 벽) 과 접촉으로 인해서 흡수되거나 穀物 그 자체에 依해서 發生된

熱은 국한되었다가 서서히 발산된다. .

이것의 가장 큰 意味는 국부적으로 가열된 穀粒은 높은 蒸氣圧을 발하며, 그리고 水蒸氣도 낸다. 이 수증기는 대류의 흐름이 쌓아 둔 大量의 穀粒의 사이를 통하여 서서히 일 어날지도 모르며 이 수증기는 공기의 밀도에 따라 꼭 같은 位置를 維持할지도 모른다. 어떤 경우에는 아마 수증기가, 열이 발생하지 않는 사일로의 한 부분에서, 또는 熱이 감소되는 곳에서 (해가 지든지 또는 일기가 흐린 상태) 液体로 응축될지도 모른다.

自由體는 穀物들이 더 찬 부분의 穀物에 흡수되고 연쇄變質은 중지된다. 穀物의 熱 전도율이 낮다는 것은, 穀物을 種子로 쓰기 위해서 저온 처리할 경우 利点으로 利用될 수도 있다.

穀物을 일단 일정한 水準까지 냉각시키기만 하면, 저장소가 완전하게 고안되었다고 가정할 때, 穀物은 오랜기간 동안 평장상태로 남을 수 있다.

b. 湿度關係

穀物은 주위 대기의 습도에 따라서 수분을 잃거나 흡수하는 能力이 있다. 이런 특성의 한 유리한 効果는 상대적으로 乾燥한 많은 공기가 쌓아 둔 많은 量의 穀物을 통과할 때 천천히 건조할 수 있는 可能性이 있다.

수분을 자유롭게 증발할 수 있는 能力은 증발에 의한 冷却에 使用할 수 있고 저장하는 동안 溶積穀物의 조건 (온도, 습도 등)를 조절하는데 유용하다. 반대로 用器內의 水分은 穀物이 흡수하므로

젖게될 만큼 충분히 많지 않다는 것을 확신하는 데에 주의를 기울여야 한다. (표 23)

표 23. 온도와 상대습도에 따른 正稈의 平均水分含量

온 도 (°F)	상 대 습 도				
	50	60	70	80	90
80	10	12	13	14.8	17
90	9.3	11	12.5	14.2	16.5
110	7	9.8	12	14	16.2

만약 건조한 벼 (수분함량 13 %)를 상대습도가 90 %이고 온도가 27°C (80°F) 인 상태에 저장하게 되면 벼의 수분함량은 17 %까지 올라갈 것이다. 같은 온도에서는 상대습도가 70 % 혹은 그보다 약간 적은 것이 安全하다.

c. 生化学的 特性

쌀아 둔 많은 量의 穀物은 酸素를 소모하고, 米粒의 食用물질을 보존하고, 다른 많은 生物體와 마찬가지로 열, 수증기, 이산화탄소를 내놓는 살아있는 有機體로 여겨진다. (그림 85)

어떤 環境에서는 (밀폐된 저장) 粒子 사이의 空間에서 이산화탄소의 濃度가 增加하고 酸素가 減少함에 따라 昆虫과 微生物體의 成長을 막거나 지체시키는 大氣를 만드는 利點을 利用할 수 있다. 그러나 일상적인 大量容積의 저장에서는 穀物이 호흡함에 따라 發生하는 熱은 조절을 하지 않는다면 問題가 될 것이다.

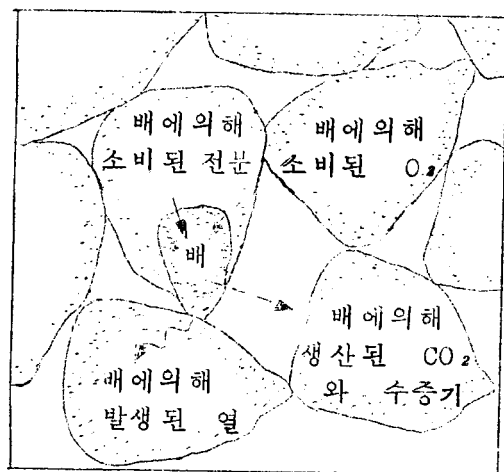
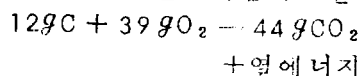


그림 85. 처음 보통의 공기와 꼭 같은 곡물 사이의 공기는 곡물의 胚와 곰팡이와 곤충의 호흡에 의해 변화된다. 즉 산소가 줄어들고 이산화탄소가 급진적으로 증가하고 곡물사이 공간과 곡식의 온도가 올라가며 호흡에 의해 방출된 열에 기인한다. 이 에너지 관계의 근본적인 식은 다음과 같다.



이는 증가된 수분함량과 방출 열의 증가와 곡물온도의 증가에 따른 호흡의 증가 때문이다.

특히 穀物の 水分含量이 높다면 穀物과 곰팡이의 呼吸이 수분 함량의 증가와 더불어 증가하고 아주 낮은 水分含量 즉 13% 以下이면 呼吸은 아주 많은 지장을 받는다.

d. 空氣의 흐름에 대한 저항

大量貯藏中の 穀物은 容積의 크기와 穀物の 構造, 모양에 따라 공기의 흐름에 저항력을 나타낸다.

穀粒사이의 全空間이 모든 穀粒의 型態에 맞게 약 30~40% 로 一定하지만 공간의 구성은 아주 다르고 또한 이는 (空間의 構成) 주어진 크기의 容積內에서 주어진 공기 흐름의 率에 대해서로 다른 穀粒의 형태에 依해서 생긴 靜壓을 決定한다.

例를 들면, 매끄러운 表面을 가지고, 球型이고, 상대적으로 큰 옥수수나 콩은 낮은 抵抗을 나타내지만 表面이 거칠고 모양이 가늘

며 타원형인 米粒은 높은 抵抗을 나타낸다. 그 理由는 穀物이 微細하고, 주로 水平인 공간을 그물 모양으로 形成하기 爲해 (米粒이) 서로 가까이 모여들기 때문이다.

一定한 크기의 쌓아 둔 많은 畚의 穀粒의 사이를 통과하게 하는데 必要한 힘은 원리적으로 靜壓과 공기부피의 作業이기 때문에, 부피가 같다면 必要한 힘은 옥수수보다는 벼가 더 클 것이다.

분당 (分當) 공기 $2ft^3$ 을 가진 $10ft \times 10ft \times 10ft$ 크기의 벼와 옥수수의 容積에 공기가 흐르게 하는 힘은 穀物의 입방 ft 로 환산했을 때 다음과 같다.

		공기부피 ft^3 당	靜壓 인 치 水 壓	必要한 힘 (Hp)
米	粒	2	3.8	12
옥	수	2	1.7	3

사탕수수의 공기흐름의 특성은 벼의 性質과 비슷하다. 통풍 大 量 容積 貯藏을 詳述하고 計劃하는 동안, 穀物 형태에 따라 取扱을 달리해야 한다는 것을 考慮해야 한다.

建築資材의 특성

새로운, 穀物사일로를 만드는 데에 鋼鐵과 콘크리트를 많이 쓰기 때문에 그들의 溫度的인 性質을 考察해 볼 必要가 있다.

강철은 좋은 열전도체이므로 太陽熱을 外部로부터 사일로 벽안에

있는 穀物에게 즉시 전달한다(이러한 事實은 穀物の 열특성과 그것의 重要性의 관찰과 함께 考慮되어야 한다.). 반대로 강철은 해가 질 때나 반쯤 개인날과 흐린 날에는 빨리 冷却되고 이 때에 강철은 加熱된 穀物에서 나오는 水蒸氣를 爲한 응축표면으로서 作用한다.

鋼鐵은 건조한 곡물을 저장하기 위하여 一般的으로 設計되는 사일로에 있어서 가장 실질적이고 經濟的이기 때문에 강철의 바람직하지 못한 열특성을 보상하는 데에 必要한 要因은 고려되어야 한다.

이것은 水分含量과 通風이다.

屋外에 設置한 금속사일로에 저장된 穀物の 水分含量이 13% 이하일 때, 곡물은 증기압이 증가하고, 수증기가 당연히 減少한다 하더라도 그렇게 영향을 받기 쉽지는 않다. 금속 사일로에는 순환하는 온도를 가진 穀物の 溫度를 같게 하기 위해서 강제통풍이 불가피하다.

冷東貯藏은 外部에서 계속적으로 열을 받기 때문에 屋外의 금속 사일로에는 實用的이 못된다.

콘크리트는 열 전도율이 낮기 때문에 순환하는 온도에서 變化가 集中的이고 幅이 큰 것에 대해서는 완충역할을 한다. 콘크리트 사일로는 금속사일로보다 저장비용이 더 비싸기 때문에 이들의 作用은 特殊한 경우에만 한한다.

사일로에 있어서 모든 형태의 열 반사는 흰색을 칠함으로써 증

가 될 수 있다. 外部氣候의 영향을 받지 않아야 한다는 것은 물론 콘크리트사일로나 금속사일로에 있어서 必須的이다.

금속사일로에 있어서는 건축하는 동안에 판금의 볼트 죄는 곳과 봉합하는 곳에 세심한 注意를 기울임으로써 外部氣候의 영향을 막을 수 있고; 콘크리트 사일로에 있어서는 防水壁을 正確하게 構成하고 應用함으로써 外部氣候의 영향을 막을 수 있다.

콘크리트는 금속사일로를 찾는데 基礎로 쓰인다는 것과 地下水의 毛細管水가 올라오는 것을 防止하기 爲해 防濕과 構造에 注意를 기울여야 한다는 사실을 주시해야 한다.

大量容積穀物の 저장을 위한 基本要求事項

一般的인 大量容積貯藏을 爲한 基本的인 要求事項은 다음과 같다.

- (1) 穀物の 水分含量은 穀物の 呼吸이 制限되는 水準이어야 한다.
- (2) 穀物は 強制通風을 쉽게 하기 爲하여 자유롭게 쌓아야 한다.
- (3) 強制通風機械는 사일로에 포함되어야 한다.
- (4) 通風은 기후상태에 따라서 計劃되어야 한다.
- (5) 通風機械는 저장되는 穀物の 형태에 따라서 設計되어야 한다.
- (6) 사일로는 비바람에 견디어야 하고, 단단하고 물이 스며들 수 없는 토대 위에 建設해야 하며 햇빛이 잘 비치는 쪽으로 기울어져야 한다.
- (7) 機械的 운반장치(콘베이어)를 갖추어야 한다.

유용한 저장방법의 검토

a. 長期貯藏을 爲한 乾燥穀物の 通風貯藏

13~14%의 水分을 含有한 벼, 옥수수, 사탕수수 등은 적당한 공기통풍장치를 갖춘 금속 또는 콘크리트사일로에 장기간 저장시킬 수 있다.

통풍장치의 기능은 (1) 穀物粒 사이의 대기를 바꾸는 것, (2) 순환하는 溫度와 穀物用器의 溫度를 갖게 하는 것이다. 수천 미터 톤에 대해 수백개의 사일로(개별적임)가 이 목적을 爲해 使用되며, 총 톤수가 100 ton(톤) 이상이어야 經濟的으로 正常的이라고 考慮된다.

어떤 穀物貯藏을 爲한 空氣投入은 相對濕度가 最少인 期間동안에 매일 약 15분 간격으로 행하는데 공기투입 속도는 곡물 입방 피트(ft)당 $0.10\ ft/min$ 이다.

b. 젖은 穀物の 通風貯藏

水分含量이 14% 以上인 穀物은 만약에 充分한 通風만 해준다면 $29^{\circ}C$ ($85^{\circ}F$)에서 2주~2달간 좋은 상태를 維持할 수 있다. 水分含量이 14~16%인 穀物은 相對濕度가 最少인 기간동안 매달 약 30분동안 곡물의 입방피트당 분당 $1\ ft^3$ (입방피트)의 공기가 必要하다. 이러한 條件아래서 수분함량이 14~16%인 穀物을 2개월동안 안전하게 저장할 수 있다. 이런 공기투입 속도에서는 穀物의 水分含量이 단지 무시할 수 있을 정도로 감소하지 만 증발성 냉각이 充分하다.

그러나 상대습도가 70 % 以下인 날 몇 시간 동안 16 %의 수분을 함유한 穀物에 穀物의 입방피트당 $5 ft^3$ 의 공기를 分當 投入시키면 穀物의 水分含量은 몇 주 내로 14 %까지 줄어들 것이다. 건조기 속에서 젖은 곡물의 출구에 완충기를 공급하기 爲해 水分含量이 16 % 以上인 穀物을 단기간동안 저장하는 것이 바람직한 일인지도 모른다. 이런 기술이 건조작업에 보급되고 건조용량의 利用을 최대로 하고 해서 결과적으로 자금 상환의 기간을 경감시킨다. 그러한 젖은 곡물의 저장은 12시간당 3시간 동안 곡물의 입방피트당 적어도 $5 ft^3/min$ 의 공기를 투입하는 100 ton (톤) 이하의 용량을 가진 용기에서 正常的으로 수행된다.

c. 냉장저장 (냉장된 곡물저장)

乾燥하거나 半乾燥 (14 ~ 16 %의 水分含量)한 穀物에 찬 공기 ($4^{\circ}C$ $40^{\circ}F$)를 使用하는 것은 穀物의 呼吸을 減少시키고 退化의 程度도 무시할 수 있기 때문에 效率的이다. 이 찬 공기는 冷却裝置를 갖춘 일반 通風体制에 依해 供給된다.

d. 密閉貯藏

사일로를 가득하게 채우고 完全히 밀봉하면 穀物呼吸은 벼알 사이의 대기에 의해 심 (甚)한 制限現象을 일으킨다. 즉 酸素는 없어지고 이산화탄소는 增加한다. 그리하여 呼吸은 정지되고 穀物은 生命을 잃게 된다. 昆虫과 곰팡이의 成長이 억제되나, 限定된 穀物 사이의 대기 때문에 배척되었다. 이러한 方法이 곡물의 摻精質과 맛을 變化시키기 때문에 食量穀物에 使用하는 것은 좋지

않으며 穀物이 죽기 때문에 種子用穀物에도 使用할 수 없다.

이것은 飼料用 곡물을 여러 달 동안 저장하는데 유용하며, 이 穀物을 사료와 混合하기 爲해서는 젖은 것이 必要하기 때문에 穀物을 乾燥시킬 必要가 없다.

필리핀에서 사용할 수 있는 方法

通風裝置를 갖춘 전통적인 大量貯藏의 3 가지 형태는 地方과 必要한 용량에 따라서 필리핀의 穀物生産과 市場形態에 적용할 수 있는 것임에 틀림없다.

a. 容器貯藏 (Bin Storage System)

이것은 가마저장(자루저장)을 爲한 창고와 비슷한 새로운 형태의 창고내에 설치된다.

이런 屋內사일로는 평평한 마루통풍이 있는 직사각형과 교차하는 通風흐름이 있는 실린더형이 있다.

직사각형은 그 설치에서 나오는 많은 작동을 必要로 한다.

(1) 건조한 곡물에 우선하여 젖은 穀物을 저장한다.

(2) 제속 흐르는 가마형 건조기에서, 가열된 공기로 건조作業을 보충하기 爲하여(完全히 건조하기 爲하여) 水分含量이 18 %에서 14 % 혹은 그 이하까지 건조기 내에서 건조되도록 속도(곡물의 흐름)을 느리게 한다.

(3) 가열된 공기 건조기를 지나가는 사이에 온도를 고르게 한다.

(4) 같은 통풍장치를 利用하는 穀物은 床面에서 건조하고 정규적

으로 통풍을 한다.

실린더형은, 곡물을 내리기 爲해 깔대기 (Hoppering)를 使用하는 것과 공간을 效率的으로 使用하지 못하는 것을 除外하고는 직사각형과 그 機能을 比較할 수 있다.

이러한 設備은 2000 톤의 용량까지 作業할 수 있고 地万에 적합하며 經濟의 規模에 따라 약 1000 ton (톤)부터 始作한다. 作業의 량은 모든 저장 庫에서와 마찬가지로 주요한 經濟적 要因이 된다.

b. 屋外금속실린더형 사일로

용량의 범위는 넓다.

약 1,000 ~ 10,000 톤 혹은 그보다 많은 범위의 정적인 용량을 지닌 1,000 톤의 용량에서 모든 설비를 爲한 톤당 資本費는 약 미화 100 불이고 10,000 톤의 용량에서는 미화 50 불이 든다. 이런 형이 사일로 시스템은 지방적으로 혹은 최종적으로 使用될 것이다.

c. 콘크리트 사일로

필리핀에 있어서 이 方法은 마루, 제분공장, 벼 도정공장에서 使用된다. 經濟的 規模는 모든 必要한 施設에 맞추어서 톤당 (當) 資本費用은 약 미화 150 불이며, 靜的 용량은 약 10,000 톤에서 始作된다. 콘크리트 사일로는 일반적으로 큰 搗精工場의 加工作業의 一部分으로써 또는 移動이 잦은 港口의 倉庫-1년에 平均 4 회 많으면 20 회 정도-로서 使用된다.

微 生 物

熱帶氣候에 속하는 필리핀과 다른 開發途上國에서 農業이 直面하고 있는 問題중의 하나는 收穫後 적당한 取扱과, 穀物과 油脂種子와 같은 農業生産品의 安全한 貯藏이다.

取扱不注意와, 곡물과 다른 저장된 生産物을 爲한 빈약한 저장시설에 依해서 야기되는 주요한 위험 때문에, 微生物과 昆蟲의 침해를 받아 品質이 손상된다.

필리핀에서 저장된 生産물과 관계가 있는 것으로 널리 分布하는 微生物은 주로 에스퍼질루스(Aspergillus)와 페니실리움의 진균류나 곰팡이(絲狀菌)류이다. 이러한 사상균은 음식물의 일반적인 오염균처럼 全世界에 發生하지만, 溫도와 濕도가 높은 필리핀과 같은 열대지방에서는 이들의 成長이 유리하여 더욱 심각하리라 생각된다.

이러한 사상균은 活潑하게 成長하는 植物을 侵害하지 않은지라도, 이들의 微細한 胞子는 특히 成熟期와 收穫期에 種子의 種皮를 오염시킬지도 모른다.

穀類, 油脂種子, 다른 農業生産品 등은 收穫後에 적당하게 乾燥하지 않으면 이들은 사상균에 依해 侵害받게 된다.

필리핀에서 벼를 손으로 收穫하는 곳에서는 收穫作業과 脫穀作業 사이에 時間上 遲延이 있다. 흔히 벼단을 脫穀할 수 있을 때까지 논에 쌓아둔다. 높은 水分含量(대체로 30% 以上)을

지닌 穀物을 그렇게 일시적으로 저장하는 것은 높은 溫도와, 色과 香氣가 없어지는 심한 退化와 궁극적으로는 사상균과 다른 微生物의 成長 때문에 搗精收率의 감소를 誘發시킬 것이다. 마찬가지로 精米를 濕氣있는 상태로 저장한다면 곰팡이가 成長할 것이다.

높은 습도(70 ~ 75 %)와 높은 온도(25 ~ 30 °C)의 저장상태에서는 實際적인 微生物의 侵入이 일어날 것이다.

이런 條件下에서는 그 胞子は 發芽해서 種子에 侵入한다. 그 胞子は 습기있는 種子의 어떤 部分을 쉽게 侵入해서 그곳에 곰팡이가 피게 된다. 저장 진균류의 군거지는 昆蟲이 머무는 곳이나 種子在 機械적으로 손상된 곳에서 發生한다.

필리핀에서 最近에 行한 調査에 依하면 적당하게 乾燥되지 않은 他穀物, 땅콩, 콩, 코푸라(Copra)의 試料에서 恒常 곰팡이-주로 아스퍼길루스 플라브스(*Aspergillus flavus* 표 24)-가 發生되고 있음을 알 수 있다.

貯藏된 生産物에 미치는 곰팡이의 影響

곰팡이의 成長은 穀物, 穀物生産品, 올리브 種子 등에 나쁜 영향을 미친다. 例를 들면 ① 褪色(광택을 잃앰), ② 動物飼料나 인간이 먹는 음식물로서 不適合한 곡물로 만드는 악취와 맛의 상실, ③ 감소된 공정품질, 그 예로는 젖은 옥수수 製粉에 있어서 단백질로부터 녹말을 分離하기가 어렵다. ④ 栽培에 적합하지 못한 알곡이 되는 生活力의 상실, ⑤ 品質低下로 인한 世界市場에서

表 24. 필리핀에서 수집한 작물의 시료에 포함된 에스퍼질루스 플라브스와 아플라톡신의
함량 (%) 1970. 9.14 ~ 10. 2

기 호*	시 료 구 분	배 양단위 번 호	에스퍼질루스 플라브스의 함량 (%)	아플라톡 B ₁ (ppb)
옥수수				
B - 1	시골마당에서 말린 완전한 옥수수 한송이	21	71	343
B - 2	마당에서 말린 껍질을 벗긴 완전한 옥수수	20	55	107
C - 1	도점공정을 사용해서 껍질을 벗긴 완전한 옥수수	21	14	343
C - 2	C-1에서 나온 옥수수 전분	—	—	14
C - 3	C-1에서 나온 옥수수 글루텐 가루	25	20	333
C - 11	밭에 있는 완전한 옥수수 한송이, 개량종, 과잉성숙, 지상부의 이삭	21	70	929
C - 12	시골 시멘트위에서 말린 완전한 옥수수 한송이(혼합종)	20	70	1074
D - 13	바리오 보디가스에서 자루에 저장한 젖은 완전한 옥 수수	20	35	948
GS-5	정제한 오일에서 얻는 옥수수油	—	—	600
땅 콩				
B - 4	품종 CES-10. 1970년 재배해서 저장한 건조하고 껍질있는 땅콩	20	60	14
CMC-2	시장에서 식용으로 팔리는 작게 분리된 땅콩			
	부드러운 것	20	45	혼합
<	주름진 것	20	75	29
CMC-3	줄기로부터 추출해낸 생산된 피이크아웃 (pickout)			
	부드러운 것	20	65	혼합
<	주름진 것	20	95	986
IS-4	1970년 재배, 건조 저장한 껍질벗긴, 농부의 저장소 서 채취한 땅콩	20	10	257
IS-5	IS-4 농부저장소에서 저장한 껍질벗긴 땅콩으로부터 추출한 피이크아웃	20	0	477
코푸라				
C - 18	야자유(油)의 추출과 정제과정에서 나온 잔유물	—	—	357
C - 10	쌍아둔 곳에서 진균에 감염된 천연 코푸라	20	100	314
사탕수수				
B - 6	타품종과 혼합되고 아주 오래된 것으로부터 시료채취 한 사탕수수	44	25	208
C-10	저장될서 건조한 사탕수수	30	0	0
쌀				
D - 7	정미소의 도정하지 않은 품광이 된 쌀	30	0	0
I - 2	품종 IR-8-68 포장에서 비에 맞아 부적당하게 건 조한 쌀	40	15	0
콩				
B - 3	명석위에서 건조시킨 콩	27	16	21

※ 수집지역 : B-Bacolod, C-Cebu, D-Davao, GS-General Santos, I-Iloilo,
기호 IS-Isabela, CMC-마닐라시장

競争的 位置의 상실, ⑤ 마이코톡신 (Mycotoxin) 이라는 아주 유독한 物質을 生産하는데 이 마이코톡신은 독약으로써 가축을 죽이고 인간의 건강을 해치는 원인이 된다.

毒菌 (Mycotoxin)

마이코톡신은 진균류에 依해서 生産되는 유독물질이다. 그 중 여러 가지가 동물과 사람에게 特殊한 疾病을 誘發시킨다고 알려져 있다. 최초로 발견된 유독진균 신진대사물은 호밀과 다른 곡물에서 나타나는 유명한 맥각병이었다. 맥각병은 인간에게 정신적 육체적 苦痛의 원인이 되는 活動的인 물질 (Primarily ergotamine) 의 混合物을 포함하고 있다. 최근 과학문헌에서 인간은 물론 동물에게도 영향을 끼치는 다른 마이코톡신을 보고하고 있다. (表 25, 26)

表 25. 진균독에 관련된 동물질병의 부분적인 목록

조 전	동 물	진 균 원 천	음 식 물	독
침을 흘리는 것	기니아 돼지	라조토니아 레 구 미 - 니 콜라	두류	슬라프라민
전율과 경련	실험실동물	에스파길루스SP 페니실리움 아포르피움	여러가지음식물	트레모젠
肝壞死와 신체출혈	개, 가금, 쥐 고양이	에스포길루스 플라브스	옥수수, 땅콩 사탕수수, 코코넛	아플라톡신
腦脫疽	말	푸사리움 모니리포움	옥수수	미상 (未詳)

表 26. 마이코톡신에 관계되는 人間의 毒이 퍼지는 條件

증상	균류원 (菌類原)	음식물	毒作用原因
피부감광화	스클레오티니아 솔레로티움	색은 핑그빛 셀러리	프 조 라 렌
복합요소	피조푸스, 니그리칸스	기 장	未 詳
뼈골기능 저하 (ATA)	푸사리움 sp	곡 물	未 決 定
출혈현상이 있는 간장염	스타키보트리, 아트라	禾 穀 類	未 悉 悉

지금까지 보고된 많은 菌性의 毒素中에서 아플라톡신으로 알려져 곰팡이의 독소처럼 많은 物議를 일으킨 것은 거의 없다. 1960~1961年 사이에 英國에서 10 만마리의 새끼칠면조가 不可思議하게 죽었다. 전염성의 병이 배제된 後에, 그 칠면조가 브라질에서 수입된 곰팡이가 핀 땅콩가루를 먹었다는 것이 밝혀졌다. 그 땅콩가루에는 많은 에스퍼길루스 플라브스라는 곰팡이가 포함되어 있었는데 研究한 結果 이 곰팡이가 아플라톡신 B₁, B₂, G₁, G₂로 알려진 여러 가지 관련 혼합물을 生産한다고 밝혀졌다. 가장 유독한 것은 오리새끼에서 致死 복용량 (LD 50) 18 μ g 인, 아플라톡신 B이다. 아플라톡신은 동물에 있어서는 간암의 원인이 될 수 있다는 것이 분명히 실험적으로 증명되었고 또한 아플라톡신은 인간이 오염된 곡물이나 다른 음식물을 점점 더 사용하므로 인간에게 최소간암을 유발하는 원인이 될 수도 있다고 생각된다. 그리고

아플라톡신의 주된 성분은 禾穀粒과 堅實穀粒 (밤, 개암, 호두 등) 에도 있다.

表 27 은 필리핀의 음식영양연구회에 의해 處理된 아플라톡신 含量에 대한 각 음식과 원래 진미의 分析結果를 보여준다.

表 27. 각 음식물의 아플라톡신 함량에 대한 FNRC 分析의 要約

음 식 물	시료의 수	시료의 농도가 30 ppb 이상인 시료의 %	아플라톡신 을 갖지 않는 시료의 %	농도의 범위 (ppb)	평균 농도 (ppb)
(1) 땅콩					
생 (날것)	7	0	42.86	0-103	9
삶은 것	7	14.28	0	trace-103	16
튀긴 것	56	14.28	12.50	0-371	45
무른 것					
완전한	13	7.69	23.08	0-158	28
주사모양으로 된	6	33.33	16.67	0-74	32
가루	7	42.86	0	6-171	58
설탕입힌 것	15	20.00	46.67	0-35	31
초콜렛 입힌 것	14	42.86	35.71	0-215	73
토카와	3	33.33	10	16-68	37
	12	16.67	33.33	0-750	115
땅콩버터	77	100	0	43-8600	287
(2) 옥수수					
말린 것	37	81.08	0	3-398	106
삶은 것	13	0	23.08	0-20	11
설탕을 넣고 튀김	17	0	52.94	0-24	14
소금을 넣고 튀김	12	8.33	33.33	0-660	20
옥수수 통조림	6	0	33.33	0-9	6
穀 層	3	100	0	197-265	242
옥수수 전분	3	0	66.67	0-trace	
코코아 바른 옥수수	17	17.65	17.65	0-143	37

※ 표 27 계속

음 식 물	시료의 수	시료의 농도가 30ppb 이상인 시료 의 %	아플라톡신 을 갖지 않는 시료의 %	농도의 범위 (ppb)	평균 농도 (ppb)
(3) 코프라	143	18.88	21.68	0-458	42
코프라 밀과 케익	27	7.40	62.96	0-36	20
코코넛 생산물	33	6.06	78.79	0-857	134
(4) 버					
버짚	14	0	78.52	0-trace	
버와 설탕	23	0	78.26	0-22	13
쌀, 설탕, 코코아, 밀크	54	5.56	35.18	0-786	39
쌀, 설탕, 링 가	4	0	75.00	0-trace	
튀긴쌀	2	0	50.00	0-3	5
糠 層	3	33.33	0	28-31	29
피니피크	6	0	33.3	0-6	5
곡물준비	5	0	0	trace-14	9
빈리드	2	0	0	trace-11	11
(5)塊莖					
케모트					
생 (날 것)	11	27.27	9.09	0-86	27
설탕과 코코아를 바 른 것	2	0	100		negative
머스크멜론의 일종					
생	7	14.28	0	4-35	12
설탕과 코코아를 바 른 것	18	50.00	0	trace-1073	322
유비					
생 (날 것)	6	0	50.00	0	7
설탕과 코코아를 바 른 것	20	25	35.00	0-443	136
가비					
생 (날 것)	8	0	62.5	0-3	3

※ 표 27 계속

음 식 물	시료의수	시료의농도 가 30 ppb 이상인시료 의%		아플라톡신 을갖지않는 시료의%	농도의범위 (ppb)	평균농도 (ppb)
감자						
날 것	3	0			0-28	25
당근	2	50	0		14-64	39
무우	2	0	50		0-trace	
싱카이스	2	0	50		0-28	28
(6) 상업사료						
일반적인것	4	0	(2)50		0-8	7
산란사료	6	33.33	0		trace-133	39
성장사료	13	38.46	0		10-151	47
양육사료	9	44.44	0		8-129	43
비둘기사료	5	40	0		11-47	29
보일러사료	4	50	0		15-171	66
돼지사료	8	62.5	0		12-200	68
트리코	2	0	0		14-23	19
(7) 콩고						
말린 것	12	8.33	0		trace-32	9
코코넛을 가친것	8	37.50	12.50		0-857	332
밀가루나 혼합된설탕	5	0	20		0-13	8
설탕을 뿌린것	2	0	50		0-trace	
(8) 콩						
권수를 없앤 콩	3	33.33	0		trace-96	55
중국	1	0	0		8	8
카도요스	4	0	75		0-4	4
파아프	6	16.67	0		trace-86	15
파타니	2	0	50		0-trace	
타필란	2	0	0		trace-9	5
강남콩	10	20	10		0-180	69
병아리콩	3	0	0		trace-9	4
통조림	11	0	0		trace-21	6

음 식 물	시료의수	시료의농도가 30 ppb 이상인시료의%	아플라톡신 농도의범위 을 갖지 않는 시료의% (ppb)	평균농도 (ppb)
(9) 콩				
미수	4	0	0 trace-3	
타부리	4	0	0 trace-16	5
타우시	5	0	20 0-28	9
미시	3	0	0 trace-2	
토카와	8	0	25 0-9	4
(10) 고기				
전조	19	0	0 trace-6	4
훈연	23	0	(10)43.48 0-9	5
가루	1	0	0 5-	5
바그공	2	0	0 5-7	6
파티스 (간장)	16	0	0 trace-7	5
(11) 기타넛				
필리넛	1	0		
설탕친 필리넛	12	8.33	33.33 0-64	12
카소넛	12	0	58.33 0-7	5
초콜렛한 카소넛	1	0	0	6
(12) 기 타				
커피	11	0	100 0	
코코아 (가공)	10	0	60 0-28	12
코코아 (날것)	1	0	0 17	17

食糧에서 아플라톡신을 除去하거나 파멸시키는 方法을 찾는 研究가 지금까지 遂行되어 왔다. 고압솥에 끓이는 方法, 化學品 사용, 방사능 실험을 해보았지만 이런 方法은 실패하거나 실용적이 되지

는 못했다. 곰팡이의 農產品 侵入을 통제하는 가장 좋은 방법은 事前防止에 依한 것이다. 이것은 적절한 수확, 건조, 가공을 意味한다.

곰팡이의 성장을 방제하기 위한 광범위한 원리와 실제

필리핀과 같은 열대지방에서 존재하는 높은 습도나 溫度 등의 環境要因들이 農産物에서 곰팡이를 피게하는 條件들이다.

결과적으로 생산품을 손상없이 수확한 후에 安全한 湿度水準까지 乾燥시켜야 하며 저장하고 취급하는 동안에 낮은 水準의 湿度와 溫度를 유지해야 한다. 다른 저장작업도 必須的이다.

① 저장하기 前에 저장소를 항상 깨끗하게 청소해 둔다. 저장소에 남은 찌꺼기는 새로운 저장품을 감염시키는 곤충, 곰팡이, 미생물을 보유하고 있을지도 모른다.

② 穀物の 먼지, 異物質, 碎米粒을 저장하기 전에 깨끗하게 한다. 이것은 곡물이 곤충이나 곰팡이의 侵略을 덜 받게 해 준다. 새로운 곡립과 오랫동안 저장한 농산품을 섞지 말아야 한다. 왜냐하면 품질을 저하시키는 원인이 되는 미생물이 새로운 작물에 감염될 가능성이 크기 때문이다.

③ 포장하지 않은 채 저장한 농산품에 곰팡이의 성장과 착색이 나타나는데 대한 주기적인 감시 테스트를 수행한다.

④ 훈증소독이나 보호하는 분무기 使用으로 곤충, 진드기, 설치류 등으로부터 보호한다. (以上記述: Florençs.C.Quebral)

구제 (驅除)

좋은 種子를 저장하기 爲해서는 一般的으로 건조하고 한냉한 환경이 必要하다. 높은 온도와 상대습도를 가진 기후 지대에 있는 種子기관은 종자 저장실 내부에 공기의 상대습도나 온도를 조절하는 기구를 가지고 있어야 한다. 밀폐된 저장법(증기 방제기)이 수년동안 야채종자업에서 使用되어 왔다. 그러나 農作物 種子の貯藏을 爲해서 이 方法을 使用하는 데에는 ① 증기 방제기의 費用과 ② 種子の 水分含量이 非濕防除機(nonmoistureproof containers)에서 포장된 種子를 爲해 正常的으로 고려한 안정치보다 2~3% 낮아야 한다는 점의 두가지 要因 때문에 제약을 받고 있다. 낮은 상대습도와 溫度를 유지하기 爲해 設置할 수 있는 여러 가지 기구를 생각하기 前에 根本的인 구비조건을 생각해 보자.

- ① 最少限의 水分과 熱의 침투를 유지하는 構造를 제공해야 한다.
- ② (空氣中の 水分을 除去하는) 몇 가지 乾燥方法이 있어야 한다.
- ③ 대개 空氣의 溫度를 낮추는 몇 가지의 設備가 있어야 한다.

저장실의 構造

좋은 種子貯藏室을 짓는 方法의 問題는 큰 用器와 가능한 한 밀폐시킬 수 있도록 만드는 가장 좋은 方法이 무엇이냐 하는 것이다. 이것은 최소한의 제작비용(처음비용)과 乾燥하고 冷却하는

裝備의 加動費를 必要로 한다.

낮은 습도상태를 위해서는 建造物에 적절한 증기의 배기공을 내는 것과 모든 結合部를 完全히 밀폐할 수 있도록 注意를 기울여 設置해야 한다는 것이 꼭 必要하다. 熱의 絕緣裝置는 지리학적 位置에 따라 變化할 것이다. 分명한 것은 貯藏面積의 크기가 絶對的으로 必要한 것보다 커서는 안된다는 것이다. 만약 種子를 넓은 倉庫에 貯藏한다는 倉庫全体를 乾燥시키고 냉각시키는 것보다 倉庫의 一部分을 乾燥시키고 냉각시키는 것이 더욱 經濟的이다.

乾燥(除濕)

一般的으로 말해서 乾燥機는 냉각형태와 화학 혹은 呼吸형태로 分類할 수 있다.

1) 冷却型態

냉각형태의 乾燥機는 프레온과 같은 冷却劑가 순환하는 금속 코일위에 따뜻한 濕氣를 가진 공기를 끌어들이는 作動을 한다. 大氣水分의 一部는 이 냉각코일에서 응결되어 팬(남비 비슷한 용기)이나 바켓스(물동이)에 모여지거나 流出된다. 코일에서 나오는 냉각된 공기는 이제 낮은 濕度와 높은 相對濕度를 가지고 있는데 냉각장치의 콘덴서코일에 依해 再加熱된다. 그래서 溫度는 높아지고 相對濕度는 낮아진다. 이런 형태의 기구에 있어서 水分除去能力은 들어오는 空氣와 冷却되는 空氣의 溫度差異에 있다. 이런 裝置는 높은 溫度에서는 아주 效果的일지라도 21°C (70°F)

以下나 50 %의 相對濕度에서는 效率을 잃게 된다. 콤프레샤와 팬 (선풍기)을 돌리는 電動機에서 나오는 熱은 大氣에서 감지할 수 있는 程度의 熱을 보탠다.

2) 吸收型態

吸收型態 乾燥機는 “吸收”라고 알려진 現象에 依해서 그 表面의 濕度를 追出하고 保有하는 能力을 가지고 있는 固体乾燥機위에 습기 찬 空氣를 끌어들이므로서 作動한다. 그 過程에서 空氣가 매우 낮은 이슬점까지 여과되고 乾燥된다.

습기를 발산하고 조절된 공간의 外部로 水分을 흩어 버리는 加熱된 外部空氣에 依해서 乾燥劑는 주기적으로 재발생한다. 이런 機械의 連續作動은 자동적으로 스위치를 앞뒤로 하는 두 건조제 bed를 使用해서 또는 잔유물이 재발생되는 동안 공기를 恒常 乾燥하게 하는 일부분인 건조제의 회전 (bed)를 使用하므로써 이루어진다. 乾燥劑를 使用하는 건조기는 낮은 溫度에서 最大效率을 나타내고 심지어는 10 % 이하까지의 一定한 相對濕度를 유지할 수 있다고 看過되어서는 안될 要因은 機械가 저장실 밖에 있을지라도 熱이 조절된 大氣에 添加된다는 것이다. 제거된 수분의 증발화의 잠열은 감지할 수 있을 정도로 變化된다. 반응후에 건조제에는 또한 남은 殘熱이 얼마만큼 있는데 이것이 공기의 온도를 증가시킨다.

熱除去

또 다른 건조기가 종자저장실에서 相對濕度を 줄이기 爲해 使用될 때, 일반적으로 팽창열이 增加된다는 것을 경험할 것이기 때문에 이 熱을 除去하는 여러 가지 方法을 생각해 보자.

가장 一般的이고 널리 行해지는 方法은 “건조”에 使用할 수 있는 냉각형태의 공기 조절기를 使用하는 것이다. 이것은 더욱 큰 냉각코일 面積을 가진 것과 콘덴서 코일로써 공기 또는 물을 냉각시키는 것을 除外하고는 건조제를 使用하는 건조기와 비슷하게 作用한다.

저장실 내의 감지할 수 있는 熱이 과하지 아니하고, 冷却水の 供給이 利用될 수 있는 것이라면 냉각기 뒤에 나오는 물은 건조제 형의 乾燥機와 함께 使用될 수 있다. 冷却裝置에 依해서 냉각된 냉각전과 냉각후의 코일은 건조제를 使用하는 건조기와 함께 많은 量의 水分을 제거하는 가장 效率的인 方法이다. 10°C (50°F) 以下の 溫度에서 실리카겔(건조제)은 氣流로부터 거의 90%의 水分을 除去할 것이고 38°C (100°F)에서는 除去率이 단지 50%이다. 溫度, 相對濕度要求量, 水分, 감지할 수 있는 熱의 정도에 따라서 한 方法이나 機構가 다른 것보다 더 效率的이다. 그러므로 조절된 種子貯藏施設에서 必要한 溫度와 相對濕度を 維持하는 8가지 可能的한 機構를 생각해 보자.

1) 乾燥機構—型 I

그림 86에서 보는 바와 같이 냉각형의 건조기가 조절된 공간의

內部에 設置되어 있다. 이 자체는 냉각 콤프레샤, 모터와 팬, 증발기, 콘덴서 코일과 같은 要素로 構成되어 있다. 貯藏室 內部에 있는 空氣는 固定된 상대 습도에 이르기까지 電氣回路에서 습도조절 스위치가 차단될 때까지 기계를 통해서 순환한다.

저장물이나 저장실 内部에 있는 다른 수분이 空氣中으로 침투하거나 移動하므로써 공기

의 水分含量이 增加되기 시작할 때 습도조절기는 다시 自動的으로 機械를 回轉시킬 것이다. 이 기구는 溫度調節이 必要없는 곳 즉 감지할 수 있는 열이 增加해도 空氣溫度가 安全한 限界를 넘지 않는 곳에서 만족스럽게 使用될 수 있다.

2) 건조기구-型 II

그림 87은 조절된 공간 外部에 位置하는, 건조제를 使用하는 건조기를 보여준다.

이 건조제를 使用하는 乾燥機는 건조제 (일반적으로 실리카겔), 히터 코일, 조절된 공기 송풍기, 반응화 송풍기 등으로 構成되어 있다.

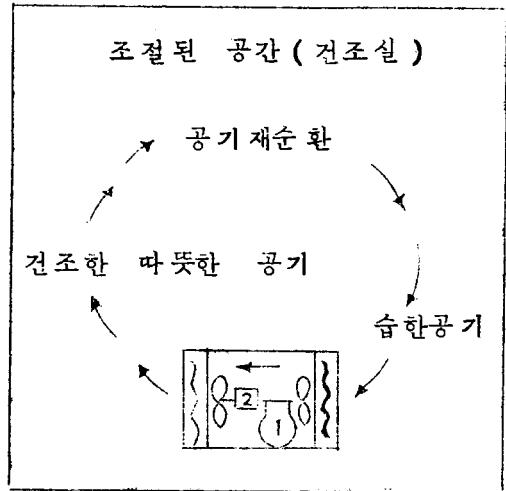


그림 86. 건조기구-형 I : (1) 콤프레사, (2) 전동기와 선풍기, (3) 증발기 코일, (4) 콘덴서 코일

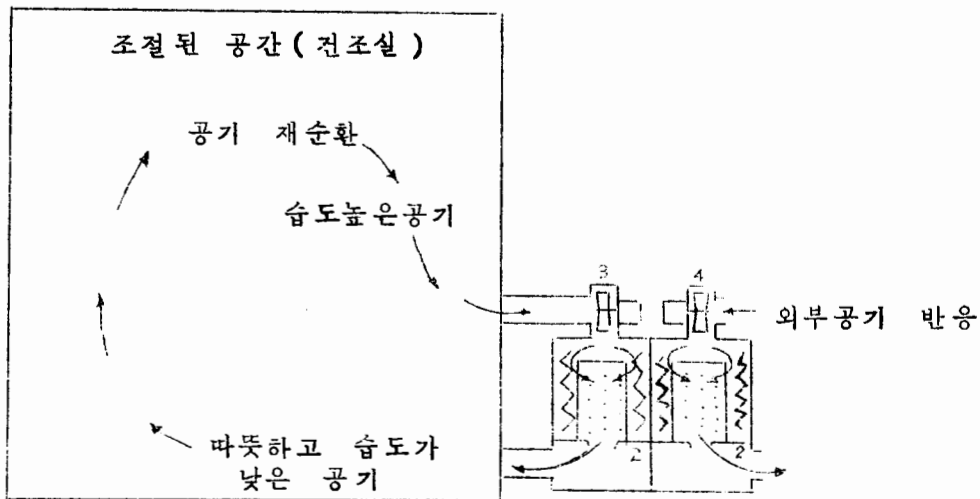


그림 87. 건조기구—형Ⅱ, (1) 건조제, (2) 히터코일, (3) 송풍기
(4) 반응화 송풍기

조절된 공간에 있는 공기는 密閉된 用器를 通하여 固定된 相對 湿度에 이를 때까지 건조기에 의해 재순환한다. 대부분의 건조제를 使用하는 건조기는 조절된 공기 送風機가 정지되더라도 반응 싸이클이 계속되도록 하기 爲해 철사로 매어져 있다. 이것은 機械가 조절된 공간에서 상대습도를 유지하기 爲하여 대부분의 時間을 消費할 때만 바람직하다.

그러나 팽창열이 남게되고 비용이 든다. 조절된 공기 송풍기를 멈출 때 멈추게 하기 위해 철사로 고정된 반응가열기와 송풍날개 (fan)을 가짐으로써, 기계가 조절된 공간 밖에 位置하므로써 熱增加를 최소한으로 주릴 수 있다.

3) 乾燥와 冷却기구—型Ⅲ

감지할 수 있는 熱의 調節을 爲해서 湿度의 감소가 必要할 때,

전통적인 형태의 에어컨이 溫度나 相對濕度를 유지하는데 必要하다.

그림 88 에서 보는 바와 같이 냉각기구의 증발기 部分이 조절된 空間內部에 있다.

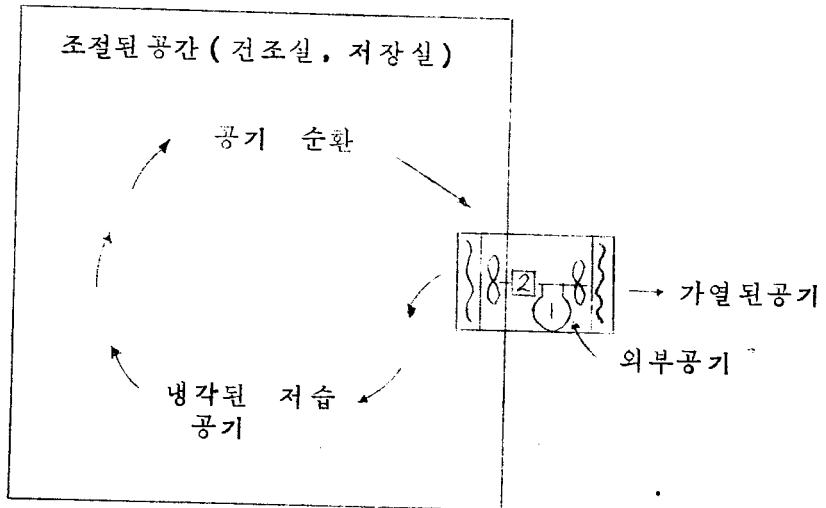


그림 88. 전조와 냉각기구-형Ⅲ, (1) 콤프레샤, (2) 전동기와 선풍기, (4) 증발기 코일, (4) 콘덴서코일

조절된 공간내의 공기는 차가운 증발기 코일 위에서 재순환되는 데 여기서 水分은 공기로부터 농축된다. 外部空氣는 대기에 轉移熱 (Transferred heat) 을 방출하는 콘덴서코일위에 끌려온다. 內部空氣의 濕度가 固定水準으로 감소될 때, 콤프레샤 (압축기) 를 차단 하는 온도조절장치에 依해서 이 기계가 調節된다. 저장실 内の 溫度가 매우 높을 때에만 水分이 除去되기 때문에 감지할 수 있는 熱 정도를 爲한 에어컨의 크기의 豫測은 限界에 達한다 (매우 비관적이다). 乾燥를 하기 爲해서는 압축기로서 증발기 코일을

냉각상태로 유지해야 한다. 더우기 一定한 相對湿度狀態를 유지하기 위해서 전열기 조각이 空氣에 熱을 부가하는데 때때로 使用된다. 이것은 기계를 오랫동안 作動하게 된다. 이 전열기 조각이 습도조절장치와 연결된다면 그들은 調節된 空間內部에 湿度가 變하는 것처럼 自動적으로 꺼지고 켜지게 한다.

4) 乾燥와 冷却기구-型IV

그림 89 에서 보여주는 기구는 水冷却機를 가진 乾燥劑를 使用하는 乾燥機로 規定되어 있다.

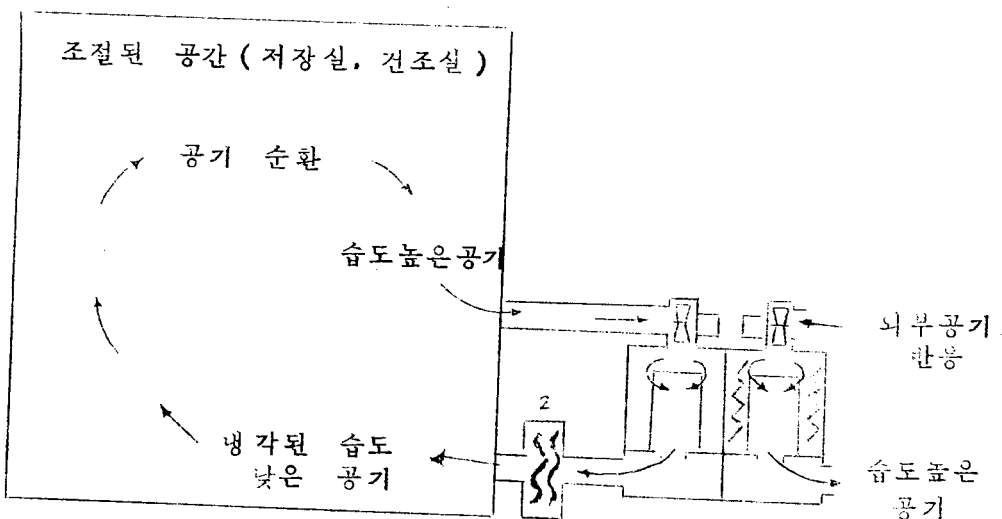


그림 89. 건조냉각기구-型 4, (1) 건조제 건조기, (2) 水냉각기

水冷却機는 물이 건조제 건조기 떠날 때 空氣溫度를 감소시키는데 使用한다. 냉각기 코일의 크기와, 코일을 통과하는 물의 量과 溫度는 除去될 수 있는 熱의 量을 決定한다. 이런 裝置는 낮은 湿度와 水溫보다 $5 \sim 10^{\circ}\text{C}$ 정도 높게 온도를 유지하는데 매우

효率的이다. 磁性벨브는 물의 流動을 自動的으로 調節하기 爲한 물 供給裝置에 使用될 수 있다.

그래서 空氣溫度를 固定된 한계 이내로 지속시킨다.

3) 건조기와 냉각기구—型 V

乾燥劑를 使用하는 乾燥機와 연결된 冷却機構를 利用한 高性能 水分除去裝置를 그림 90 에서 볼 수 있다.

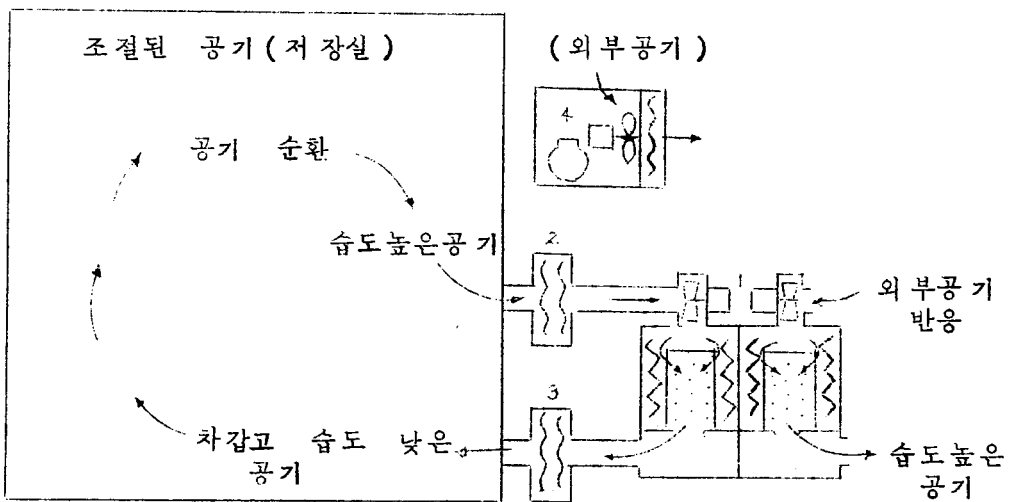


그림 90. 건조냉각기구—형 5, (1) 건조제 건조기, (2) 前 냉각 코일, (3) 後 냉각코일, (4) 냉각기체

前 냉각코일과 後 냉각코일의 냉각은 冷却裝置에 依해 이루어진다. 실리카겔은 10°C (50°F) 以下에서 空氣中の 湿度를 거의 90% 除去할 수 있기 때문에, 조절된 공간에 있는 공기는 乾燥機 안에서 건조제와 접촉하기 前에 前 냉각코일 (그림 90 의 2) 에 依해 冷却된다.

吸水過程에서 농축된 潛在熱이 감지할 수 있는 熱로 變化된다.
이 감지할 수 있는 열은 28°C (82.4°F)나 되는 공기온도를
增加시킬 지도 모르기 때문에, 後냉각코일이 온도를 안전 제한선까
지 감소시키는데 必要하다.

自動調節로 兩冷却코일의 온도를 조절할 수 있다.

그리하여 넓은 범위의 덩어리 상태하에 있는 調節된 空間內部가
낮은 湿度와 溫濕를 가까운 허용치 안에서 유지하는 것이 可能하
다.

6) 乾燥와 冷却기구-型VI

그림 91에서 보는 바와 같이 높은 湿度에서 많은 量의 湿度를
除去하는 동안 조절된 공간 内部의 溫度를 조절하는 간단한 기구
가 있다.

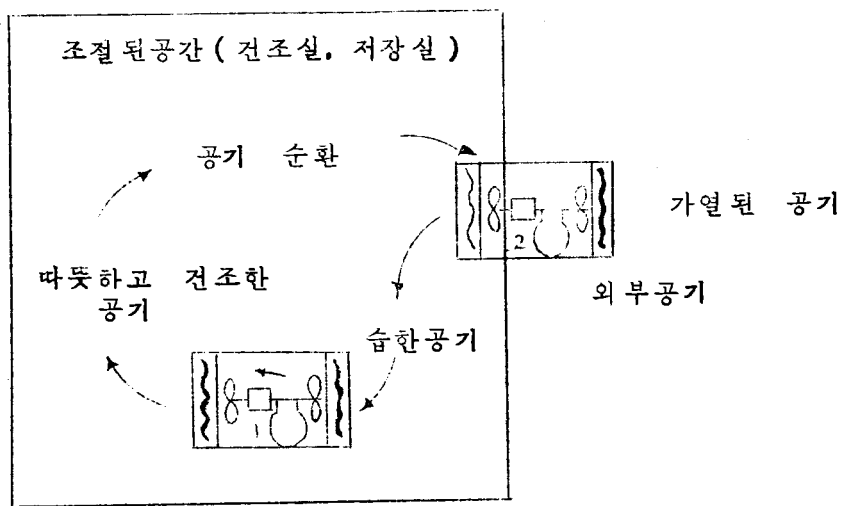


그림 91. 건조냉각기구-型 6, (1) 냉각형 건조기, (2) 자체냉각기계

조절된 空間內部에 設置되어 있는 자체 냉각형태 건조기는 空氣에서 濕氣를 除去하는데, 습도조절기에 依해 조절된다. 열을 外部大氣로 옮기는 冷却機에 依해서 감지할 수 있는 熱의 정도가 다루어진다. 조절된 공간내부의 空氣溫度는 냉각농축기를 꺾다 꺾다 하는 자동온도조절기에 依해서 固定된 제한범위내에서 유지된다. 이런 형태의 장치는 2.1°C (70°F) 以下の 溫度와 50% 이하의 相對濕度에서는 效率를 잃는다.

7) 乾燥와 冷却기구—型Ⅶ

그림 92에서 보는 바와 같이 넓은 범위의 덩어리 상태에 있는 조절된 空間內에 낮은 濕度和 溫度를 유지하기 爲하여 이중장치를 設計할 수가 있다.

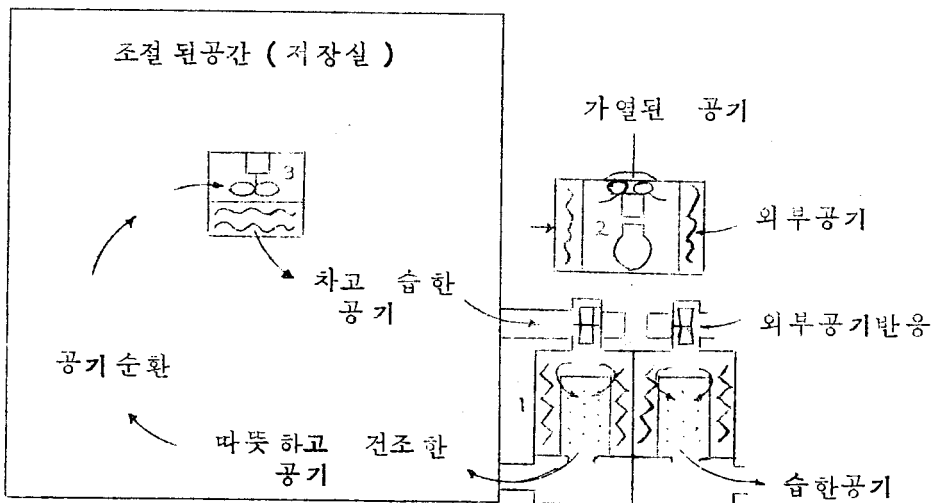


그림 92. 건조냉각기구—형 7, (1) 건조제 건조기, (2) 외부 냉각기, (3) 증발기

冷却裝置는 공기를 냉각하는 것은 물론 空氣를 乾燥(計劃의 제한치 이내로)할 수 있을 것이다. 그런데 이것은 건조기와는 個別的으로 作動한다.

그러나 정식가동에서는 두 장치가 서로 상호보완하는 것이다.

건조제 건조기는, 차갑고 습기찬 空氣가 건조기 내부로 들어오기 때문에 水分除去能力이 아주 크다. 극단의 덩어리 상태에서 기체를 떠나는 증기의 溫度는, 얼마의 물이 냉각코일에서 농축되게 하기 위하여, 蒸發機로 들어가지 전에 充分한 水分을 얻는데 충분하게 높다. 장치의 다른 부분이 어느 정도까지 습도를 낮출 수 있기 때문에 이 이중장치가 機械的으로 실패할 경우에도 안전한 요인을 제공한다.

8) 건조와 냉각기구-型Ⅷ

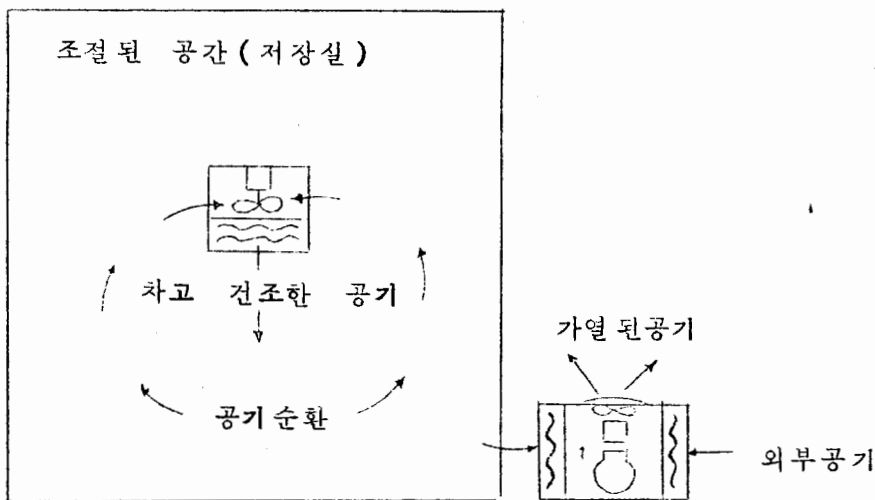


그림 93. 건조와 냉각기구-형 8,

- (1) 외부 냉각기, (2) 증발기
- (3) 고온 기체에 의한 재빙 장치

그림 93에서 보는 바와 같이 조절된 공간 내부에서 낮은 溫度는 물론 낮은 濕度를 維持하기 위하여 기계적인 냉각장치를 設計할 수 있다.

증발기의 코일 溫度는 낮은 溫度와 낮은 濕度상태하에서 조절된 공기의 이슬점보다 낮은 것이 틀림없기 때문에, 농축된 水分은 結氷되어 코일위에 얼음을 形成할 것이다.

몇몇 設備가 이 얼음을 녹이기 위하여, 그리고 조절된 공간내에서 얼음을 불처럼 除去하기 爲하여 만들어졌음이 틀림없다. 그 예로는 뜨거운 기체로서 서리(氷)을 없애는 裝置를 볼 수 있다. 時間記錄機(Time Clock)을 使用해 보면 냉각농축기에서 나오는 뜨거운 기체는 一定한 간격으로 증발기 코일을 通해서 통제된다는 것을 알 수 있다. 21°C (70°C) 이하의 溫度와 50%의 相對濕度에서는 기능을 잘 발휘하는 이 냉각장치는 곡물을 안전하게 냉각하기에는 부적당하다.

그러므로 습도조절을 爲해 코일설계와 다른 장치가 만들어져야 한다. (以^上記術: JAMES. S. PECK)