

韓日合同심포지엄

“田作·施設園藝의 機械化 現況 및 推進方向”의 發表文

農産物の 調製加工

農林水産部 農業機械課

教授 伊藤 和彦

譯 者

農協專門大學

助教授 韓忠洙

1991. 7. 12

大同工業株式會社 訓練院

慶尙南道 昌寧

目 次

1. 緒言	127
2. 쌀의 調製加工	128
2.1 乾燥	128
2.2 食味計	130
2.3 쌀의 加工	133
3. 野菜의 調製加工	134
3.1 日本의 野菜生産과 消費動向	134
3.2 野菜의 產地	135
3.3 野菜의 輸入	135
3.4 野菜의 輸出	136
3.5 野菜의 選別	136
3.6 野菜의 豫冷	136
3.7 野菜의 短期貯藏	103
3.8 野菜의 加工	139

1. 緒言

農産物은 收穫된 후 여러가지 過程을 거쳐 消費者의 손에 도달하게 된다. 穀物을 예로 들면 選別, 冷却, 貯藏, 加工등의 과정이 이루어지고, 靑果物의 경우는 選別, 冷却, 短期間저장, 수송, 가공등의 과정, 바꾸어말하면 調製加工이 必要하다는 것이다.

이 과정들은 농산물의 種類에 따라서 크게 다르고, 그 條件도 천차만별이다. 調製加工이 適切하게 행하여지지 않을 경우 正성들어서 栽培, 收穫한 農産物은 量과 質이 크게 減少또는 低下된다.

이렇게 농산물의 조제가공은 農業生産에 最終段階의 最後의 關門이라고도 말할 수 있는 곳에 位置하고 있다.

最近 日本에서 生産되는 농산물은 아주 냉혹한 環境에 接해있다. 예를 들면 오랜동안에 걸쳐서 主食의 왕좌를 지켜온 쌀도 例外라고는 생각 할 수 없게 되었다.

1945年 以後 약 10년간은 食糧증산이 農政의 基本方針이었다. 쌀을 비롯한 主食의 増産에 큰 努力을 기울인 결과, 쌀의 生産量은 飛躍적으로 增加하고, 消費量도 매년 증가해서 1962년에 日本人 1사람당 약 120kg의 백미를 消費했다. 그후 食生活의 變化的 影響을 받아서 쌀등 全분질의 소비가 감소하고(飲食으로부터 攝取하는 칼로리중, 穀物로부터 섭취는 1950년에 70.5%였던 것이 1988년에는 45%가 되었다.) 現在는 약 70kg에 머물러있다.

쌀의 生産량은 增加하고 쌀의 消費量은 減少함에 따라 大量의 쌀이 政府가 管理하는 倉庫에 누적되어, 政府에 큰 赤字를 안겨 주기에 이르렀고, 쌀생산의 抑制政策이 취해지게 되었다. 그 結果 北海道에서 수도작의 全盛期에 比하면 現在의 수도작면적은 약 50%로 감소되었다. 쌀의 잉여상태는 현재도 繼續되고, 따라서 쌀에 대한 소비자의 要望은 以前の “量의 確保”로부터 “맛이 좋은쌀”로 變化되었다.

맛이 좋은 쌀은 品種, 栽培技術, 氣候 등의 要因이 綜合되어야 可能한 것이지만 收穫後의 각 調製加工過程의 條件에 의해서도 크게 變化한다. 맛이 좋은 쌀의 品種이라도 乾燥, 選別, 貯藏, 精米 등의 條件이 부적절한 경우는 맛이 極端적으로 떨어진다. 한편, 맛이 없는 쌀의 품종이라도 正성들여 選別을 하고, 完熟된 쌀알만을 選別하면 밥맛은 向上 된다.

青果物(과일과 야채)을 예로 들어 보더라도 최근 日本의 消費者는 新鮮하고 맛이 좋으며, 外形이 깨끗하고, 健康에 좋고, 安全한(農藥을 使用하지 않은 것 또는 아주 적은 량밖에 사용하지 않은 것) 청과물을 원하고 있다. 청과물도 穀物以上으로 수확후의 品質管理가 곤란한 作物이고 調製,貯藏, 수송 등의 技術改善이 필요하다.

加工食品에 대해서 敘述하면 그 생산량은 급격히 增加하고 있다. 현재, 家計費중 副食費로 지불되고 있는 費用의 60%가 가공식품 購入費이고 여기에 가공식품을 많이 이용하고 있는 外食産業에 支拂하고 있는 비용을 더하면 副食 구입비의 70%정도가 가공식품에 該當된다고 豫想할 수 있다.

이것은 가공식품의 簡便성이 소비자의 要望과 一致한 것이 原因이다. 지금까지는 간편성 目的으로 가공식품이 신장해 왔지만, 앞으로는 간편성을 維持하는 것보다 맛이 좋은 良質의 것에 대한 需要가 增加해 갈 것이라고 생각된다. 最近에는 電子렌지를 利用해서 調理하는 高級 가공식품이 증가하고 있다. 가공식품의 제조도 品質을 重要시한 方法을 택할 필요가 있다.從來의 "品質이 나쁘기 때문에 加工用으로 使用한다"라는 생각으로는 消費者를 満足시킬 加工食品은 製造할 수 없게 되어있다.

이 심포지움의 限定된 時間내에 日本의 農産物에 대한 調製加工의 모두를 紹介하는 것은 不可能하기 때문에 쌀,野菜로 對象을 좁혀서 比較的 새로운 技術에 대해서 紹介하고,日韓 쌍방의 農業機械에 關係되시는 분들에게 參考가 되었으면 한다.

2. 쌀의 調製加工

2.1 乾燥

日本에서 쌀(벼)의 乾燥는 30年 前까지는 自然乾燥法에 의해서 행하여 왔다. 收穫機가 開發되어서 水分함량이 높은 벼를 단기간에 大量으로 收穫하게 되어, 여기에 對應하기 위해서 人工乾燥機가 개발되고 乾燥速度를 높일 目的으로 섭씨60도 정도의 高溫空氣를 이용한 高速건조기가 널리 이용되게 되었다.

또 건조를 생산자가 개별적으로 행하는 것이 아니고 생산지에 大形乾燥施設을 設置해서 공동으로 건조를 하기위한 施設도 많이 건설되었다.

최근 건조기의 개발은 건조속도를 높이는 것 뿐만이 아니라 사용하기 쉬운 건조기, 맛이 좋은 쌀로 調製할 수 있는 건조기를 목표로 하고있다.

사용하기 쉬운 건조기로서는 각종 電子技術을 이용해서 自動運轉이 가능한 건조기가 개발되었다. 건조기를 자동운전하기 위해서는 먼저 벼水分의 자동測定이 가능하지 않으면 안된다.

그림 1에 市販하는 건조기에 부착되어 있는 水分計를 表示했다. 이 수분계는 벼의 전기용량이 수분에 의해서 변화하는 성질을 이용한 것으로, 이외에는 벼의 電氣抵抗値를 측정해서 水分値를 求하는 방식의 수분계가 이용되고 있다. 이러한 수분계를 건조기에 부착시킴으로서, 원하는 수분치까지 벼가 건조된 時點에서 건조기를 자동적으로 停止시키는 일이 가능하게 되었다.

이외 裝置로서 벼의 수분, 온도를 측정해서 通風溫度를 적절히 制御하기 위해서 마이크로 컴퓨터가 널리 이용되고 있다.

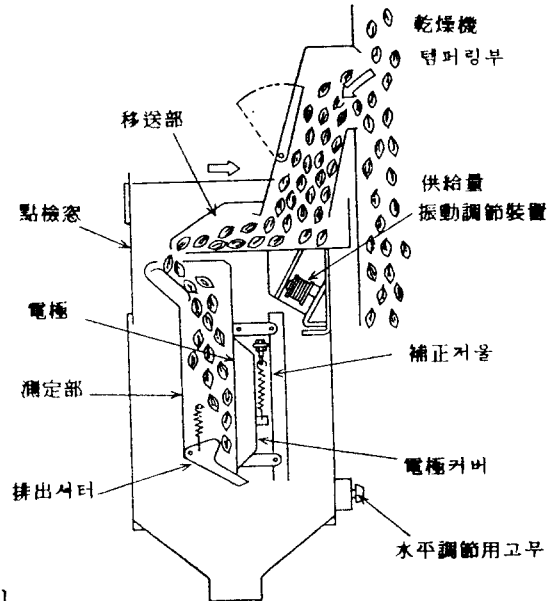


그림 1. 穀物乾燥用 水分計

쌀의 맛을 저하시키지 않는 건조기로서 최근 새로운 건조기가 개발되어 실용화에 성공했다. 지금까지 건조기로 高溫의 熱風을 벼에 공급하면 쌀맛이 저하된다고 전해져 왔다. 그 이유는 여러가지가 있지만 쌀에 포함되어 있는 脂肪의 酸化進展이 하나의 원인이었다. 그렇다고 低溫의 공기를 이용하면 건조속도가 低下되고 건조시간이 길어져서, 수확작업을 순조롭게 행할 수 없게 되므로 本意아니게 高溫乾燥를 행해왔던 것이다. 저온공기로 건조속도를 높이는 방법으로서 乾燥한 空氣를 이용하는 건조기가 개발되었다. 그림 2에 이 건조기의 개략도를 표시했다. 이 건조기는 냉동기의 증발부에서 공기에 포함되어 있는 수증기를 격리시켜 제거하고, 냉동기의 응축부에서 在加熱하는 방식을 이용하고 있다. 벼 건조기에는 25-30℃, 濕度 50% 정도의 공기조건이 적절하다는 것이 실험결과로 판명되고, 에너지 效率도 높고, 燈油를 燃燒시켜 건조하는 종래의 건조기 보다도 에너지 소비량이 적은 것이 확인 되었다. 이 건조기는 벼, 보리 등 곡물 이외에도 예를 들면 양파, 표고버섯, 茶 등의 농산물, 수산물 건조에도 좋다는 결과가 있다.

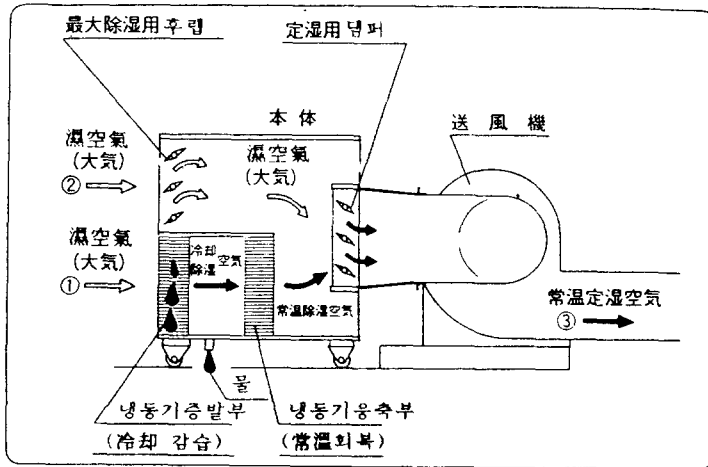


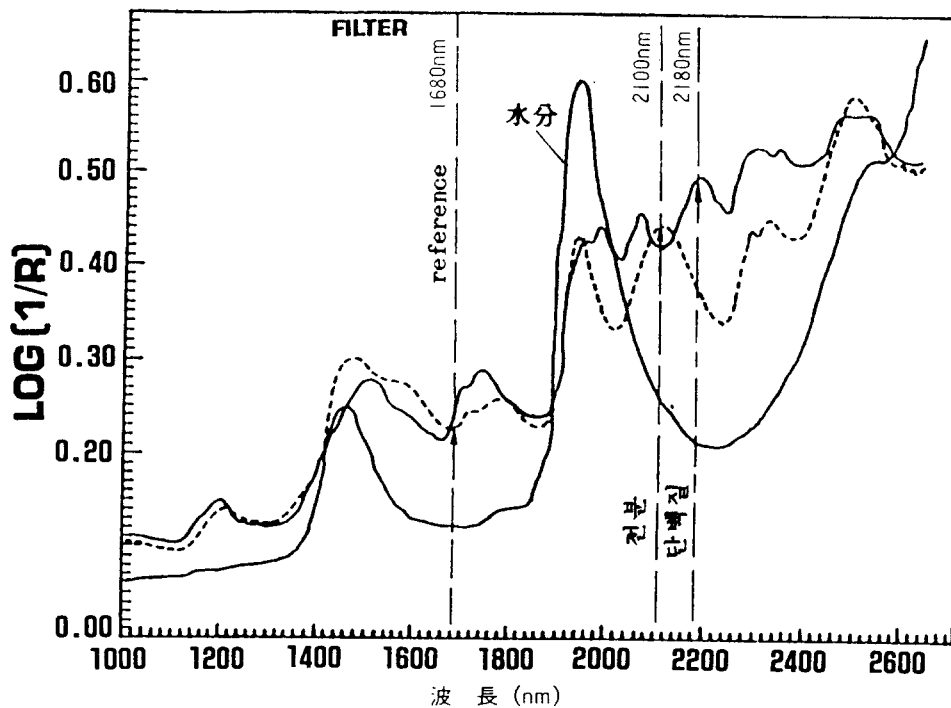
그림 2. 低溫濕度 乾燥機의 概要

2.2 식미계(食味計)

앞으로는 쌀의 맛을 좋게 하는 조제가공을 해야 한다고 설명했지만, 쌀의 맛을 어떻게 해서 측정할까가 문제가 된다.

지금까지 쌀의 맛은 훈련된 試驗者를 다수 이용해서 실제로 밥을 지어서 많은 항목에 대해 시험자의 感覺에 의한 點數를 매기고, 이것을 集計해서 쌀맛의 좋고 나쁨을 판단해 왔다. 이 방법은 정확한 판정기준이 되지만 간단하게 실시할 수가 없다. 그래서 쌀의 맛을 계측할 수 있는 측정기의 개발이 강하게 요구되었다. 현재 일본에서는 4회사가 식미계를 개발하고, 600대 정도가 보급되어 있다(가격은 1,000 - 2,000만 엔). 대부분의 식미계 원리는 쌀을 搗精해서 白米로 하고, 이것을 곱게 분쇄해서 비교적 波長이 짧은 赤外線(근적외선:NIR)을 재료에 投射해서, 재료로부터 반사해 오는 NIR의 강도로부터 食味值를 구하는 방법이다. 쌀맛의 좋고 나쁨을 결정하는 중요한 성분은 ① 아밀로스 함량(쇠사슬 모양의 전분) ② 단백질 함량 ③ 수분 ④ 지방산도이고, 이들의 값을 단시간에 정확히 약품 등을 사용하지 않고 측정할 수 있는 것을 기대해 왔다. 물질의 NIR의 흡수특성을 이용해서 측정하고자 하는 물질이 어느정도 포함되어 있는가를 측정할 수 있다.

그림 3에 재료중에 수분, 전분, 단백질에 의한 NIR의 固有波長에 따라서 吸收되는 상태를 표시했다. 그리고, 흡수되는 정도는 그 물질의 함유량이 많은 만큼 증가한다.



測定波長과 REFERENCE

그림 3. NIR의 吸收

따라서 物質別로 흡수파장을 찾아내고, 吸收정도(반사정도의 逆)와 물질의 양을 구해서 이것을 컴퓨터에 入力시켜 두면, 이 이후에는 재료를 粉碎해서 計器에 넣으면 단 시간내에 각종 성분을 同時측정이 가능하다. 쌀의 경우 아밀로스량을 1772-2270nm, 단백질량을 2180nm, 수분은 1940nm를 主波長으로 해서 여기에 複數의 파장에 대한 吸光度를 조합해서 각각의 성분량을 측정한다.

쌀에 포함된 맛에 관계되는 성분의 양이 판명된 후에, 이 양과 食味の 關係式으로부터 食味値를 계산한다. 이렇게 해서 구한 食味値와 사람이 판정한 食味値와의 관계를 그림 4에 표시했다. 이 그림으로부터 食味計의 값이 사람이 느낀 食味를 잘 나타내 주고 있음을 알 수 있다.

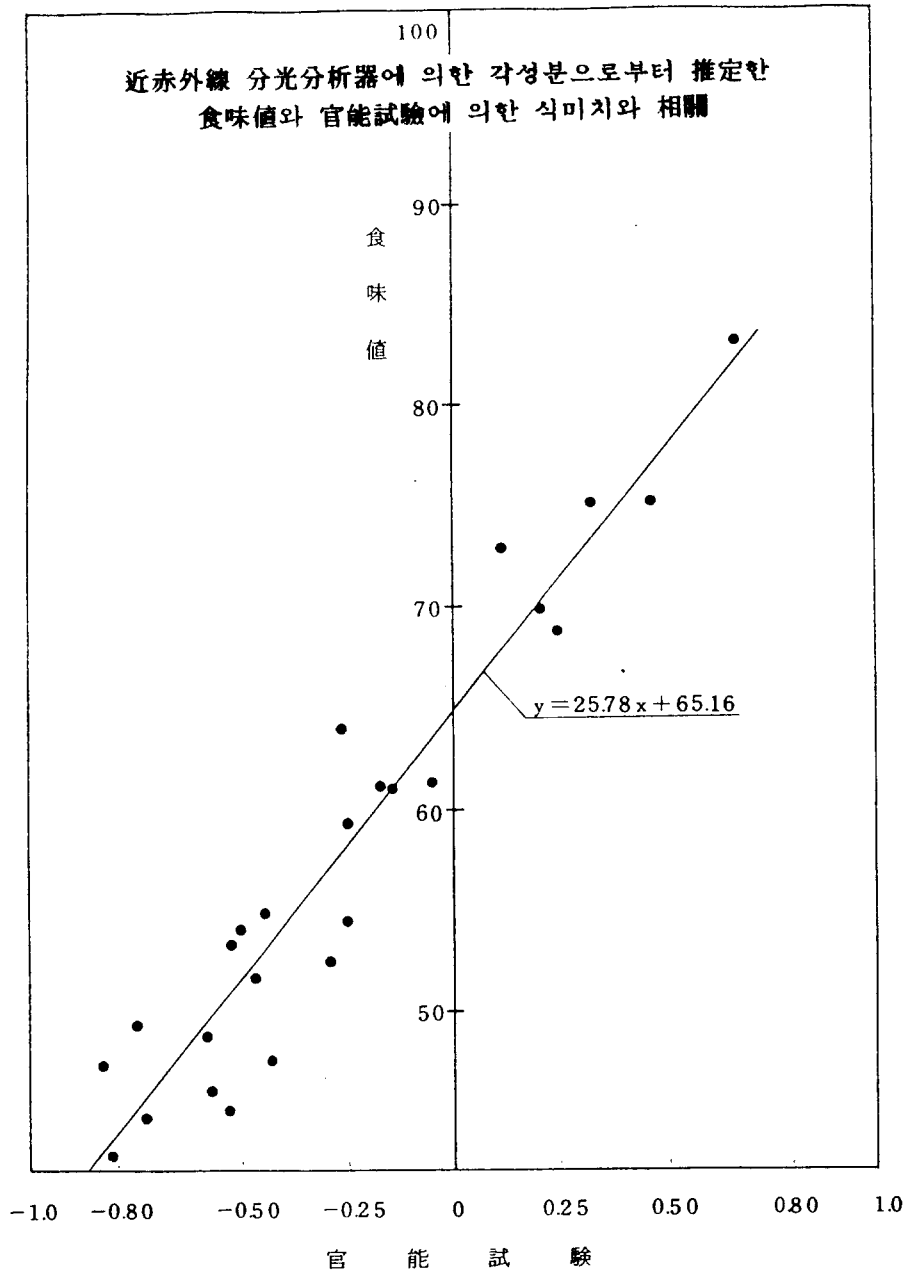


그림 4. 食味計値와 官能試驗値

2.3 쌀의 加工

쌀의 대부분은 1次加工品인 精米로 炊事되어 消費되고 있다. 쌀의 2次加工品을 表 1에 표시했다. 이 가운데에서 Parboiled rice에 관한 研究를 當研究室은 積極的으로 해왔었다. Parboiled rice의 加工過程을 그림 5에 표시했다.

日本形 쌀은 밥을 지었을 때 끈기가 強하며 부드러운 것이 特徵이고, 이런 타입을 選好해 왔지만, 필라후(밥에 고기, 새우 등을 넣고 버터로 볶은 음식) 등과 같이 맛을 감미해서 이용하는 경우는 끈기가 적은 것이 바람직하다. Parboiled 處理를 함으로써 밥의 끈기가 크게 低下되므로 이와 같은 調理法에 適合한 쌀이 된다. Parboiled rice 을 利用한 필라후의 食味實驗을 행한 결과, 특히 젊은 층이 선호하는 것을 確認했다. 또 Parboiled rice는 貯藏性이 크게 向上되고, 常溫下에서 5년 以上の 貯藏이 可能한 것을 알았다. 현재 世界에서 消費되고 있는 쌀의 1/3은 Parboiled 處理가 되어있고, 인도周邊, 아프리카제국에서 일본의 技術이 利用되고 있다.

表 - 1. 쌀의 2次加工品

◦ 釀造用	┌	일본술(정종)	◦ 빵, 면
		맥 주	◦ α화쌀
		된 장	◦ Retort 식품
		식 초	◦ Parboiled rice
◦ 과 자			

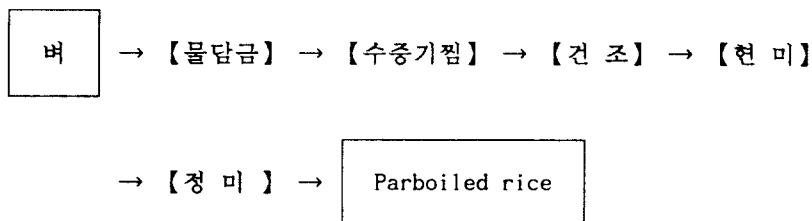


그림 5. Parboiled rice의 調製過程

3. 野菜의 調製加工

3.1 日本의 野菜生産과 消費動向

일본에 있어서 野菜의 作付面積은 1980년대 이후 62-63萬ha가 되고, 거의 一定하게 維持되고있다. 生産량은 氣候등의 影響을 받아 變動이 크지만, 약 1650만톤 정도이다. 日本에서 生産되고 있는 野菜의 數는 約 130種類가 된다고 한다. 이 중에서 소비가 많은 種類는 약 50종류이고, 특히 生産 및 消費량이 많고 重要的 野菜를 “指定野菜”라 부르며, 여기에는 14종류가 있다.

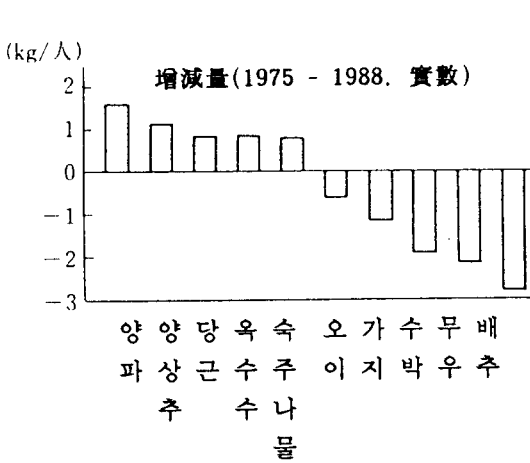


그림 6. 主要野菜의 消費動向

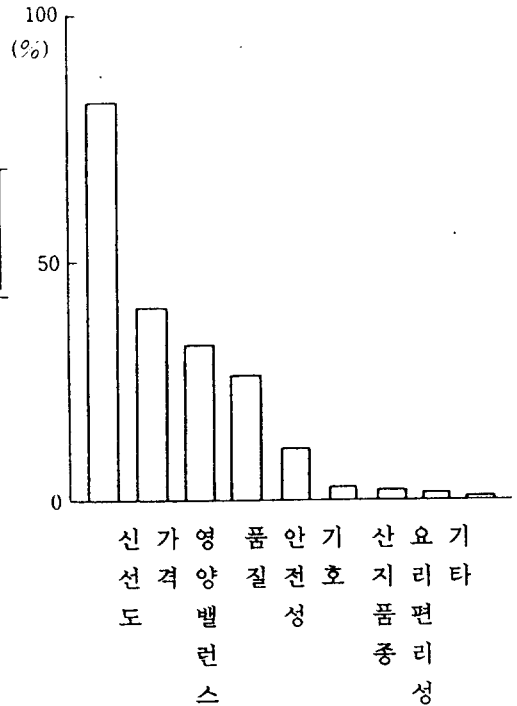


그림 7. 野菜를 살때의 判斷 (2項目 回答)

消費動向을 보면 그림 6에 표시한 바와 같이 배추, 무의 消費량이 크게 減少하고 있다. 이것은 日本式 김치류의 소비량이 감소한 것이 原因이다. 한편, 增加한 것으로는 양파, 양상추가 있고 日本人의 食生活 變化를 엿볼 수 있다.

그림 7에는 消費者가 野菜를 購入할 때 判斷基準을 나타내고 있다(2項目 回答). 이것을 보면 新鮮度を 基準으로 하고 있는 소비자가 많은 것을 알 수 있고, 따라서 野菜는 新鮮도가 좋은 것이 아니면 팔 수 없다.

3.2 野菜의 產地

지금까지 野菜는 大部分이 都市近郊에서 生産되어 왔다. 그러나 都市人口 集中에 의해서 도시근교의 農地가 減少하고, 野菜의 生産은 都市로부터 멀리 떨어진 곳에서 生産되게 되었다. 더우기, 오랜동안 야채를 생산하고 있던 農地에 連作障害가 發生하고, 새로운 농지를 찾아서 점점 더 遠隔地로 生産地가 옮겨지고 있다. 北海道의 氣候가 野菜生産, 특히 여름야채의 생산에 適合하고, 連作한 農地가 아니라 連作障害가 없기 때문에 野菜生産이 증가하여 일본에 있어서 최대의 野菜生産地로 손꼽히고 있다. 北海道の 야채생산에 있어 不利한 點은 큰 消費地로부터 떨어져 있는 것이고, 수송중에 新鮮度 維持技術을 높일 必要가 있다. 最近 北海道와 本土가 海底터널로 連結되고, 鐵道에 의한 고속수송이 可能하게 되어서 싼 輸送費로 東京 등에 野菜를 輸送할 수 있어 展望이 밝다고 볼 수 있다.

3.3 野菜의 輸入

야채의 國內 自給率은 거의 100%였지만, 최근 輸入量이 增加하고 있다. 그림 8에 1980년과 1989년의 수입량을 比較했다. 그림에서와 같이 新鮮한 野菜, 冷凍 등의 加工野菜가 크게 증가하고 있다. 新鮮한 野菜는 日本에서 야채가 不足할 때에 輸入된 것이다. 現在 수입야채의 양은 신선한 야채로 換算해서 150만톤이나 되고 國內生産의 9%에 該當하고 있다.

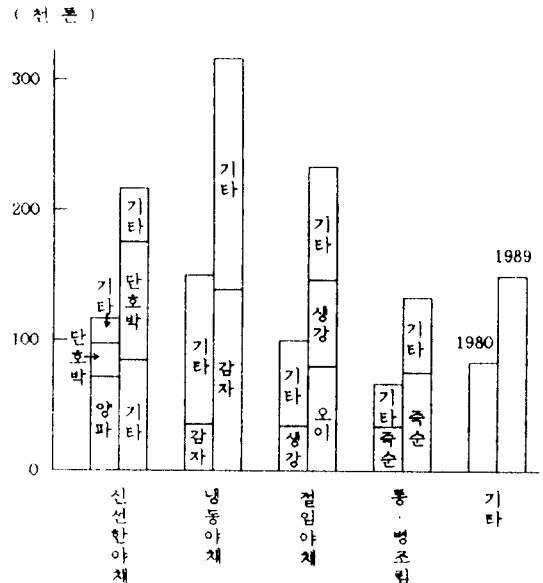


그림 8. 野菜의 輸入量 變化

3.4 野菜의 輸出

지금까지 야채의 輸入量은 적고 거의 가공야채에 限定되어 있지만, 최근 북해도로부터 新鮮한 야채가 蘇聯으로 수출되기 시작했다. 양파, 감자가 主流지만 앞으로는 各種 야채의 수출이 增加할 것으로 기대되어지고 있다.

3.5 野菜의 選別

一般 農産物에 適用시킬 일이지만, 收穫된 野菜는 形狀, 크기, 重量, 品質 등으로 判斷해서 出荷前에 選別을 해야 할 必要가 있다.

最近 카메라와 컴퓨터를 組合한 裝置가 開發되어 實用化 되었다. 카메라에 의해서 얻은 映像으로부터 크기, 굵은 정도 등을 同時에 測定해서 階級選別(크기, 重量에 의한 選別)과 等級選別(品質의 좋고 나쁨의 選別)을 하고 있다.

앞으로는 야채 중에 包含되어 있는 有效成分, 예를 들면 糖分, 비타민, 크로로필 등을 非破壞의 狀態로 測定할 器機의 開發이 기대되고 있다.

現在는 복숭아의 糖度를 NIR을 利用해서 測定하는 것이 實用化되고, 當研究室에서는 단호박의 水分, 糖分, 전분량의 測定을 研究中에 있다.

3.6 野菜의 豫備冷却

野菜는 收穫한 後에도 旺盛하게 呼吸作用을 하는 農産物이다. 呼吸作用이 旺盛하게 이루어지면 自己消費가 進行되고, 野菜中에 有效成分이 損失되어 品質이 低下된다. 이것을 防止하고, 新鮮度を 維持하기 위해서는 野菜의 溫度를 낮추는 것이 매우 有效하다.

특히 여름철에 收穫된 野菜를 遠隔地로 輸送할 때에는 수송中에 新鮮度を 維持하기 위해서 出荷하기 前에 앞서 生産地에서 野菜溫度를 낮출 必要가 있다. 이 過程을 “豫備冷却(豫冷)”이라고 한다. 現在 生産지에는 全國적으로 約 2000個所의 豫冷施設이 可動되고 있다.

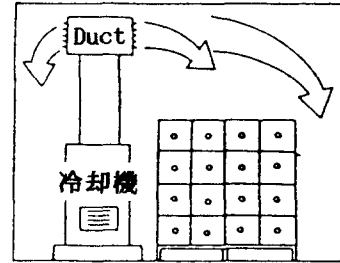
豫冷에는 ① 強制通風方式 ② 壓力差通風方式 ③ 眞空方式 ④ 冷却水方式의 4種類가 있다. 日本에서는 冷却水方式은 材料의 물기가 수송中 品質에 惡影響을 미치므로 利用되지 않고 있다.

그림 9에 日本에서 採用되고 있는 3種類의 豫冷方式을 表示했다. 이중에서 壓力差豫冷方式과 眞空豫冷方式이 最近에 크게 增加하고 있다.

북해도는 遠隔消費地에 野菜를 出荷하기 때문에 많은 豫冷施設이 使用되고 있고, 현재 全國의 府·현(특별시·道) 中에서 豫冷施設의 數는 3번째이다.

壓力差通風方式은 구멍을 뚫은 箱子에 野菜를 넣고, 壓力差를 利用해서 冷風을 材料에 直接 접촉시키는 방식을 취하고 있고, 상자의 外側에 冷風을 接觸시켜서 內部를 冷却하는 強制通風方式과 比較해서 冷却時間을 1/2 - 1/3로 短縮할 수 있다. 또한 一般적으로 野菜溫度는 3-5°C까지 낮추어서 低溫트럭, 低溫貨物列車, 航空機 등을 利用해서 消費地까지 輸送한다.

強制通風冷却



差壓通風冷却

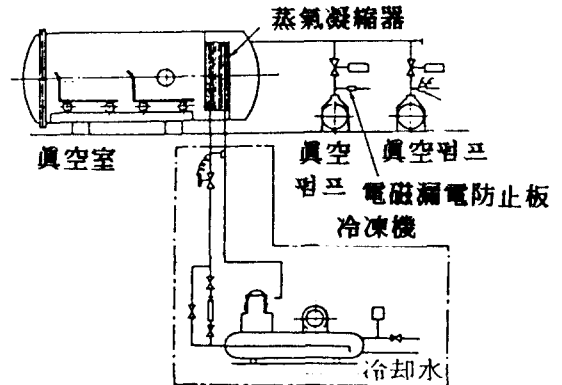
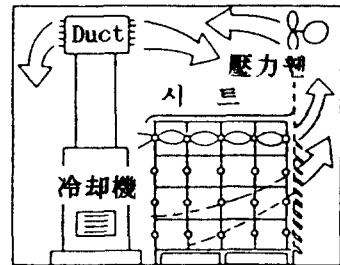


그림 9. 野菜의 豫冷施設

3.7 野菜의 短期貯藏

野菜의 收穫時期는 짧으므로, 短期間에 集中해서 市場에 供給된 경우는 價格이 急落하며, 한편 生産量이 적은 경우는 價格이 急騰한다. 이러한 경우를 없애기 위해서 생산지에서는 단기간의 貯藏이 必要하게 된다. 그러나, 야채는 品質低下가 急速하게 이루어지므로 高度의 技術을 이용하지 않으면 貯藏이 困難하다.

현재 實用化 또는 開發中의 技術로서 ① CA貯藏法 ② 氷溫貯藏法 ③ 減壓貯藏法 등이 있다. 이 가운데서 氷溫貯藏法과 減壓貯藏法에 대한 研究가 當研究室에서 進行되고 있다.

1) 氷溫貯藏法

이 方法은 貯藏溫度를 -1.0°C 정도의 低溫을 利用하는 것이고, 野菜가 凍結하기 直前의 溫度를 이용한다. 따라서 저온에 의해 呼吸作用이 抑制되고, 微生物의 增殖에 의한 腐植을 防止할 수 있기 때문에 $3-5^{\circ}\text{C}$ 의 從來의 冷蔵貯藏과 比較해서 거의 2倍의 기간이 貯藏可能하게 되었다. 이 方法으로 가장 問題가 되는 것이 高濕度의 安定的 維持이다. 溫度가 낮더라도 貯藏기간이 길게 되면 野菜는 水分蒸發에 의해서 “시드는 現象”이 發生하고, 商品價値를 잃어버리고 만다. 플러스 溫度領域에서의 濕度制御는 比較的 簡單하지만, 마이너스 溫度領域에서의 高濕度(90-95%)를 安정적으로 維持하는 技術은 아직 確立되지 않고 있다. 그리고 實用規模의 크기의 冷蔵庫에서 內部를 작은 溫度差로 制御하는 것도 解決되지 않고 있다.

2) 減壓貯藏

壓力을 大氣壓보다 낮은 裝置內에서 貯藏하는 方法으로 低溫과 組合한 貯藏方法이다. 壓力을 낮춤으로서 酸素濃度가 低下되고, 野菜의 呼吸을 制御하는 것이 可能하게 된다. 當研究室에서는 메론을 試驗의으로 行하여 좋은 結果를 얻고 있다.

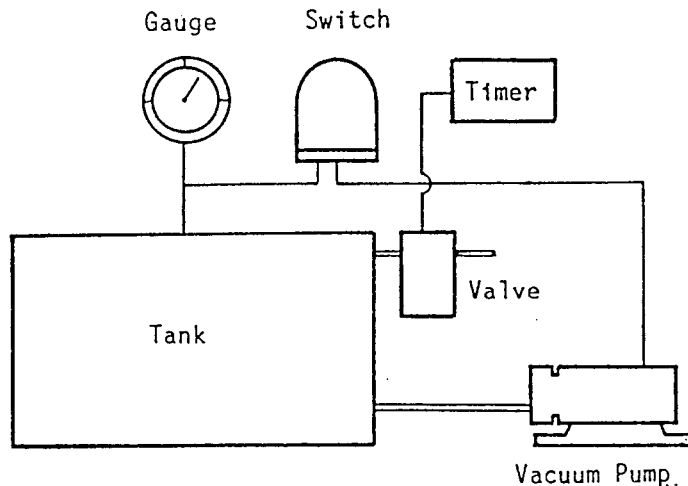


그림 10. 野菜의 減壓貯藏 實驗裝置

眞空펌프, 壓力調節器, 타이머 등을 利用해서 一定時間마다 裝置內의 空氣를 交換하고 低壓을 維持하는 構造로 되어 있다. 이 장치를 이용하면 酸素濃度가 낮게 維持되고, 野菜의 呼吸을 제어함과 同時에 野菜로부터 發生하는 有害한 에틸렌을 制御할 수 있어서 長期間의 新鮮度 維持가 可能하게 된다. 이 방식은 野菜뿐만 아니라 꽃의 신선도 유지에도 有效할 것이라고 생각하고 있다.

3.8 野菜의 加工

野菜의 加工品으로서 冷凍, 乾燥 등의 製品이 生産되고 있지만 여기에서는 새로운 乾燥法에 대해서 說明하겠다. 野菜乾燥法에는 ① 自然乾燥 ② 熱風乾燥 ③ 眞空凍結乾燥 ④ 마이크로波乾燥 ⑤ 遠赤外線乾燥 등의 方式이 利用되고 있다. 現在 가장 注目을 받고 있는 것이 遠赤外線乾燥法이다. 遠赤外線이란 赤外線에서 波長이 긴 範圍의 領域을 말한다. 遠赤외선의 特徵은 野菜등의 農産物에 높은 效率로 吸收되는 것이다.

일반적으로 乾燥의 熱源으로서 遠赤외선을 이용할 때는 2-15 μ m의 波長이 有效하게 이용되기 때문에 이 사이의 파장을 높은 效率로 放射하는 遠赤외선 히터의 開發이 要求되고 있다. 現在 SiO₂, Al₂O₃, ZrO₂ 을 包含한 發熱體가 開發되어 있고, 이 發熱體는 遠赤외선을 높은 效率로 放射할 수 있다.

各種의 野菜를 이용해서 乾燥實驗을 행한 結果 遠赤外線乾燥法은 熱風 건조법, 眞空凍結 건조법 등과 比較해서 매우 적은 에너지로 단시간에 더욱이 品質이 좋은 製品을 生産하는 것이 가능하다는 것을 確認했다.

또한 本研究은 當研究室의 留學生이었던 韓 忠洙氏의 努力으로 크게 發展되었다.