

# 農産物 乾燥를 爲한 太陽熱 集熱機의 製作 및 利用에 關한 研究\*

## Design and Utilization of Solar Collector for Drying Agricultural Products

高 學 均\*\* · 琴 東 赫\*\*\*  
Koh, Hak Kyun Kum, Dong Hyeug

### Summary

In order to improve the quality of traditionally sun-dried red peppers and to increase the efficiency of drying performance, three types of solar dryers were designed and built, and drying performance of the solar dryers was compared to traditional sun drying.

Results obtained from the experiment are summarized as follows:

1. The air temperature and relative humidity profiles over a 8-hour period measured at the specified locations in the drying chamber of solar dryers appeared to have large variation in each dryer. The rate of drying increased with the temperature rise in the drying chamber of the solar dryer.

2. In general, drying with solar dryers proceeded faster than traditional sun drying. With A'-type of solar dryer developed in the second experiment it was possible to dry red peppers in seven days from an initial moisture content of 80% to safe storage conditions. The drying time with the A'-type solar drier was 50% shorter compared to traditional sun drying.

3. Red peppers appeared to have an increasing or constant-rate drying period until the weight of the product was reduced to about one half the initial weight, followed by a falling-rate drying period. When the dried red peppers were exposed to the atmosphere during the night, the moisture content increased as much as 6%, which is much higher than for the grains.

4. It was suggested from the experiment that either a heat storage system or a supplemental heating system in the solar dryer was desirable for more efficient drying operation.

5. It was shown that the solar dryer developed in this study may be suitable for drying other vegetables and fishes, and also offered additional advantages of saving in drying time, maintaining sanitation and minimizing contamination by dust, insects and unfavorable weather condition.

---

\* 本 研究는 財團法人 産學協同財團의 支援에 依하여 遂行된 것임.

\*\* 서울大 農大

\*\*\* 成均館大 農大

## I. 緒 論

限定된 化石 에너지源의 地域的 偏在에 因한 에너지 위기가 심각한 문제로 대두되고 있어 에너지節約과 代替에너지의 確保 方案의 하나로 太陽 에너지에 關한 研究가 活氣를 띠우고 있다.

太陽은 地球上에 年間  $17.6 \times 10^{20}$  kcal에 達하는 막대한 에너지를 공급하고 있다. 이 量은 1970年度의 기준으로 全世界 에너지 需要量의 3萬倍에 해당하리만큼 量의 無限하며 또한 다른 化石 燃料와는 달리 公害의 염려가 전혀 없기 때문에 未來의 에너지源으로서 커다란 관심을 모으고 있다. 그러나 地球 表面에 도달하는 量은 대략  $1 \text{kw/m}^2$  정도로 비교적 低密度이고 氣象 및 地理的 條件 등에 敏感하여 利用上의 어려운 점이 많기 때문에 効果的인 集熱 및 貯藏法의 開發에 關한 研究가 集中的으로 이루어지고 있다.

지금까지 國內에서 태양열을 이용한 乾燥에 關한 研究에서는 대부분의 경우 集熱機와 乾燥施設을 分離시켜 설치하였기 때문에 많은 단적과 材料를 필요로 하였고 加熱된 공기나 물을 순환시키기 위하여 電力을 供給하여야 하는 문제가 있다. 또한 農産物 乾燥에 關한 研究의 대부분이 穀物의 乾燥에 關한 것이었고 채소類에 關한 研究는 거의 없는 實情이다.

고추는 우리나라에서 가장 많이 쓰이는 調味料로 8~10月 사이에 集中的으로 생산되며 生産量의 거의 대부분이 露天乾燥 또는 熱風 乾燥되어 다음 해까지 쓰이고 있다. 露天 乾燥의 경우 건조 기간이 길게 되며 日氣의 變化에 의하여 品質이 低下될 염려가 많고 각종 汚染源으로부터 보호받을 수 없게 되며 많은 일손을 필요로 하게 된다.

이러한 問題點들은 석유를 이용하는 熱風乾燥機 또는 石炭을 이용하는 火力乾燥機에 의하여 해결할 수 있으나 施設物의 값이 高價이고 燃料費가 많이 所要되므로 乾燥 費用이 過多하게 된다. 따라서 本 研究에서는 農産物 乾燥를 위한 3가지 型式의 太陽熱 乾燥機를 제작하여 露天乾燥와 比較 實驗을 實施함으로써 가장 效率的인 型式을 究明하고자 하였다.

## II. 文献概要

1977年 Vaughan과 Lambert는 農産物의 品質을 유지한다는 側面에서 볼 때 加熱溫度는 外氣溫度보

다  $11^{\circ}\text{C}$  정도 높은 것이 좋다고 하였고 太陽熱 乾燥施設은 年間 75日 以上 利用할 수 있어야 經濟性이 있다고 하였다.

Kranzler(1980) 등은 低溫乾燥方式이 太陽에너지를 利用하기에 適切한 方式이며 農産物乾燥에는 일정한 온도를 유지하여야 할 필요가 없기 때문에 태양에너지를 사용하는 것이 有利하다고 報告하였다.

Moy(1977) 등은 太陽熱 乾燥機의 效率과 에너지 效率 문제는 被乾燥物의 初期 含水率과 最終 含水率, 부피와 表面積의 比, 積載密度와 두께, 공기의 流通方式, 日射量, 相對濕度 등 氣象條件에 따라 變化가 많으며 태양열 건조기의 長點으로는 衛生的이고 各種 汚染源으로부터 安全한 點이라고 지적하였다.

Walton(1980)의 담배 乾燥에서는 65~70%의 상대습도가 적당하다고 하였고 상대습도가 70% 이상이면 건조가 지연된다고 보고하였다.

Werner(1981)는 風向에 따라 乾燥施設을 변경시켜 乾燥實驗을 實施한 結果 風向과는 관계없이 乾燥가 進行되었음을 究明하였다.

1965年 Lawland는 Direct absorption dryer를 고안하여 農産物의 品質을 向上시키고 먼지, 벌레 등의 侵入을 방지하고 가축이나 사람의 손이 닿지 않도록 하였다. 이 型式의 건조기는 15日이 所要되는 포도의 乾燥를 4日로 단축시켰으며 기타 채소類의 건조기간을 半으로 줄일 수 있었다.

그리스에서는 本 研究에서 使用된 Combined type와 類似한 건조장치로 初期 含水率이 80%인 포도 300kg을 7日만에 安全 含水率까지 건조시켰으며, Rack type 乾燥機에 비하여 건조시간을 50%短縮시켰을뿐만 아니라 商品價値도 높일 수 있었다.

1964年 Kahn은 채소와 魚物 乾燥에 이와 비슷한 方法으로 토마토, 감자 등을 건조시킨 결과 67~93%의 水分이 5.5~7時間 內에 除去되었으며 이 때의 온도는  $85\sim 93^{\circ}\text{C}$ 였다.

本 研究에 使用된 것과 같은 몇가지 型式의 乾燥機 中에서 Direct absorption dryer의 乾燥性能이 가장 우수하였고 Indirect absorption dryer에서는 우수한 品質을 얻을 수 있음이 나타났다.

## III. 實驗裝置 및 方法

### 1. 太陽熱을 利用한 乾燥裝置

本 實驗에 使用된 太陽熱 集熱機 및 乾燥機는 根

本적으로 3가지 型式이며 이 가운데 1次年度の 型式(A型)을 改良한 型式(A'型)이 包含된 다음 4가지 형식이 사용되었다.

가. A型(Direct type)

1次 實驗에서 사용한 型式으로서 地面 15cm 위에 설치하였다. 集熱板이 없이 乾燥室 內에서 加熱된 공기의 自然對流에 의하여 乾燥되도록 만든 型式으로 被乾燥物은 太陽光에 露出되며 乾燥室 內部는 熱을 吸收할 수 있도록 검은 칠을 하였고 벽은 스

티로폴을 사용하여 外氣와 斷熱시켰다.

나. A'型

A型的 外部에 集熱板을 부착한 型式으로 2次 實驗에서 사용하였다. (Fig. 2)

다. B型(Combined type)

乾燥室에 集熱板을 부착시킨 型式으로 乾燥室을 포리에치렌 필름으로 둘러 막았으므로 被乾燥物이 太陽光에 노출되며 集熱板에서 加熱된 空氣는 自然對流에 의하여 乾燥室 內로 들어간다.

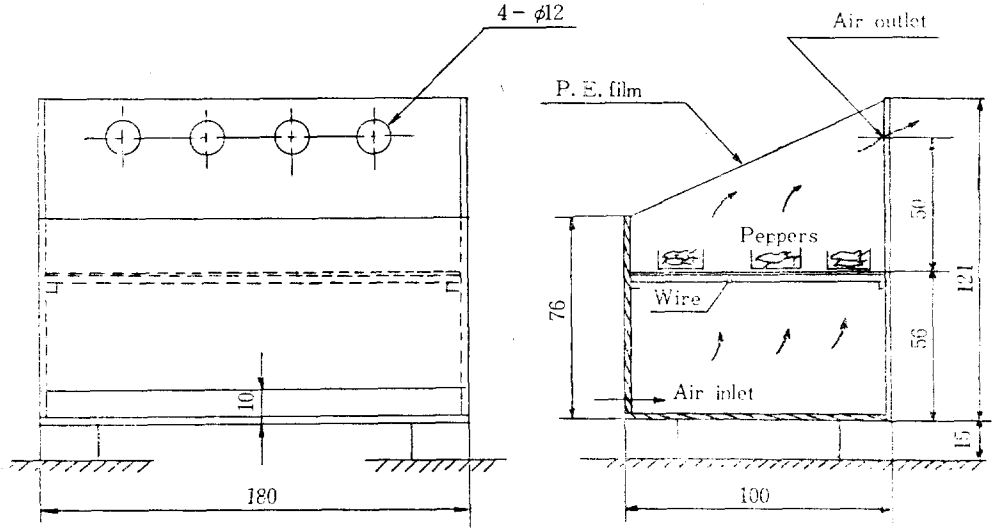


Fig. 1. Direct type (A)

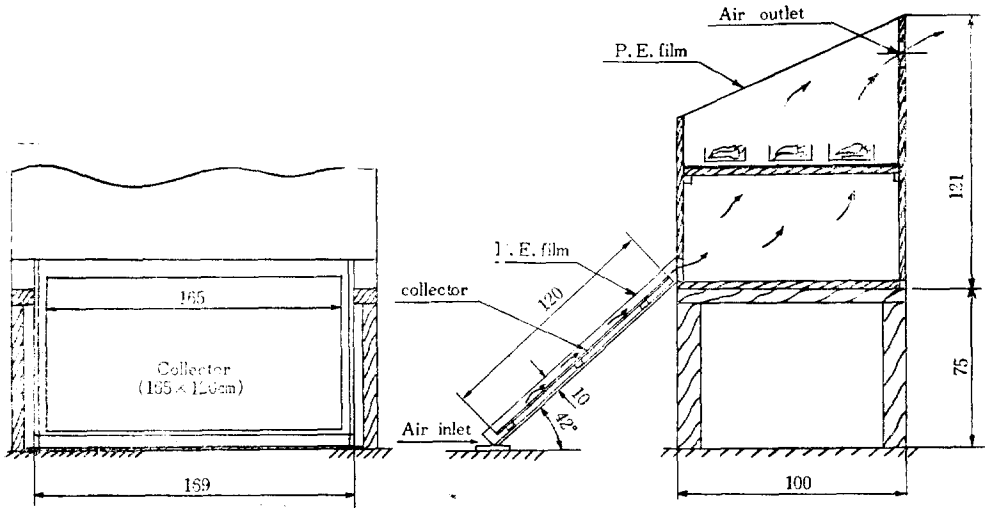


Fig. 2. Direct type (A')

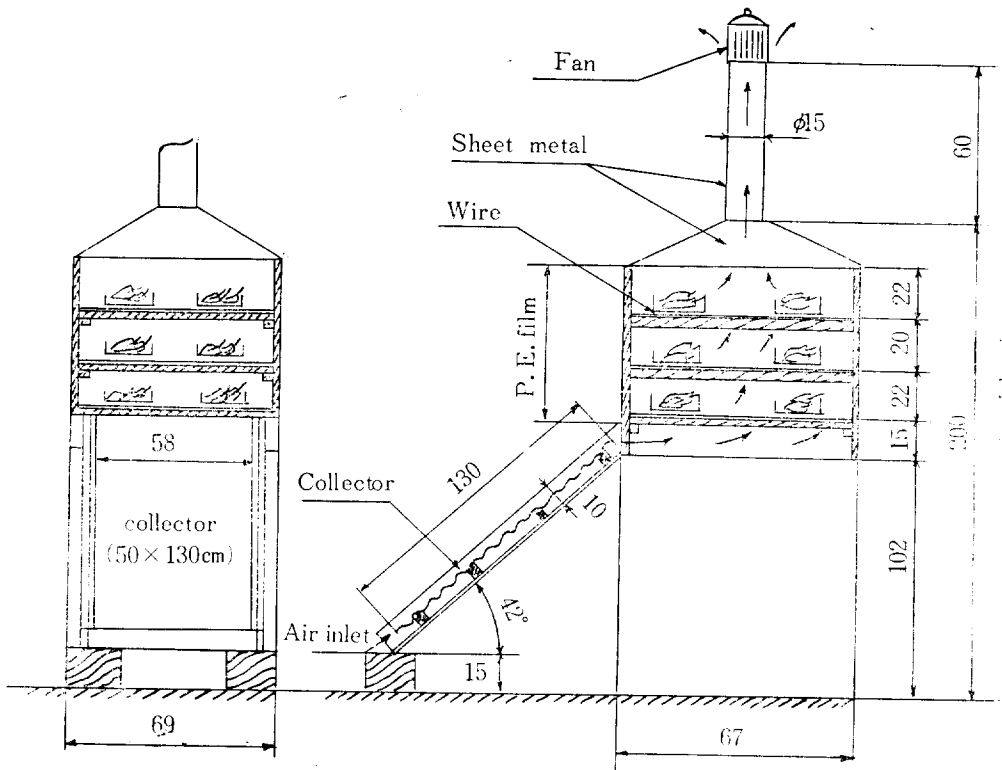


Fig. 3. Combined type (B)

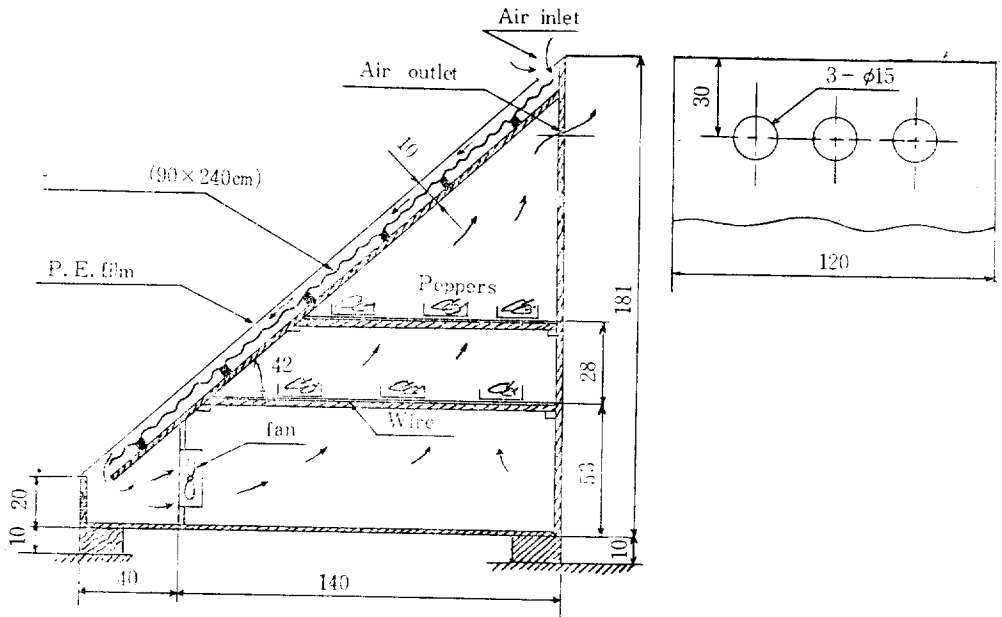


Fig. 4. Indirect type (C)

2次 實驗에서는 通風 效果를 向上시키기 위하여 높이 60cm의 원통형 기둥을 설치하고 그 위에 自然換氣機를 설치하였다. (Fig.3)

라. C型(Indirect type)

集熱機에서 加熟된 공기를 送風機에 의하여 强制 送風시켜 乾燥室로 들어 가도록 만든 것으로서 集熱機와 乾燥室을 一體로 만들었다. 乾燥室은 集熱機 下部에 설치하고 햇빛이 一切 들어오지 못하도록 막았으므로 被乾燥物은 加熟된 공기에 依하여단 간접적으로 乾燥되는 型式이다. (Fig.4)

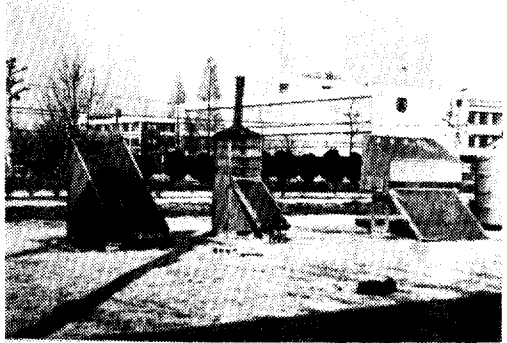


Fig. 6. Indirect and combined type solar dryer

나. 太陽熱 乾燥

上記 3가지 太陽熱 乾燥機에 있어서 太陽熱 集熱機의 適正 傾斜角은 42°로 하였으며 各 乾燥機의 方向은 正南으로 設置하였다.

다. 試料配置

供試材料의 實驗條件을 同一하게 하기 위하여 모든 乾燥機內의 高추의 loading density는 約 7kg/m<sup>2</sup>으로 하였으며 被乾燥物의 含水率 變化를 測定하기 위하여 철망으로 試料상자(10×15×3cm)를 만들어 乾燥室 內에 一定하게 配置하였다. 이 때 試料상자內의 高추는 모든 高추의 乾燥過程을 代表하는 것으로 간주하였다.

라. 溫度計 設置

乾燥室의 型式에 따라 다음과 같이 온도계를 설치하였다.

- (1) 露天乾燥 : 白葉箱에서 測定
- (2) Direct type : 乾燥室 內에 2個所
- (3) Combined type : 集熱機 出口와 各層마다 1個所씩 總 4個所

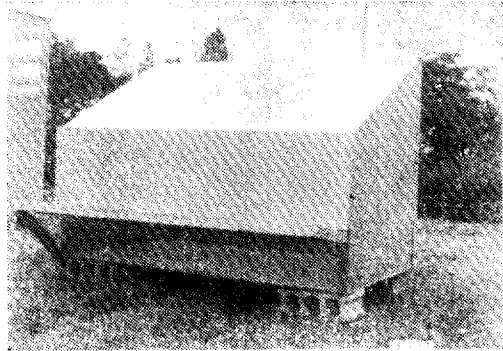


Fig. 5. Direct type(A')

2. 供試材料

本 實驗에서 乾燥用으로 使用된 高추의 諸元은 Table 1과 같다. 高추는 수확된 그대로 乾燥시킴으로써 一般 農家에서 乾燥시키는 경우와 비슷한 方法이 되도록 하였다.

3. 實驗方法

가. 露天 乾燥

露天乾燥의 경우는 一般 農家에서 實施하고 있는 慣行 方法과 마찬가지로 方法으로 Fig. 7과 같이 천막 위에 高추를 얹게 펴서 태양에 露出시킨 상태로 乾燥시켰다.

Table 1. Agronomic data of the red peppers used for drying experiment.

Variety	Bulam	Saerone
Sowing	Feb. 10, 1980	Feb. 17, 1981
1st transplanting	Mar. 9, 1980	Mar. 10, 1981
2nd transplanting	Apr. 5, 1980	Apr. 8, 1981
Harvesting	Sept. 20, 1980	Sept. 15, 1981

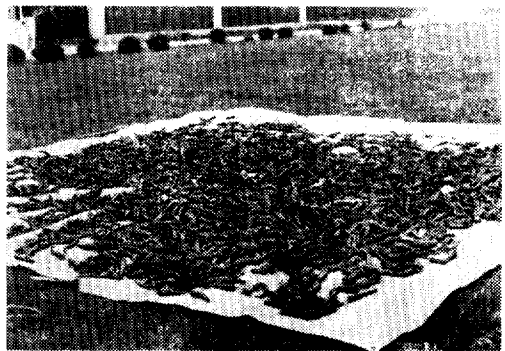


Fig. 7. Sun drying

(4) Indirect type : 1次 實驗에서는 送風機 앞에 1個, 乾燥室의 층마다 2個所씩 모두 5個所에 설치하였고 2次實驗에서는 送風機 앞에 1個所, 乾燥室의 층마다 1個所씩 모두 3個所에 설치하였다.

마. 含水率 및 溫度의 測定

고추의 含水率 變化를 알기 위하여 試料상자에 5~6個의 고추를 담고 初期重量을 測定하고 09時부터 17時까지 每 2時間 간격으로 感度 0.01g의 저울로 重量 變化를 측정하였고 온도는 精度  $\pm 1^\circ$ 의 乾濕球溫度計를 사용하여 같은 時間에 測定 기록하였다.

含水率은 實驗 開始前 重量을 측정하고 實驗 終了後 各 試料를 오븐에 넣어  $80^\circ\text{C}$ 에서 12시간 동안 完全 乾燥시킨 후 試料의 무게를 측정하여 결정하였다.

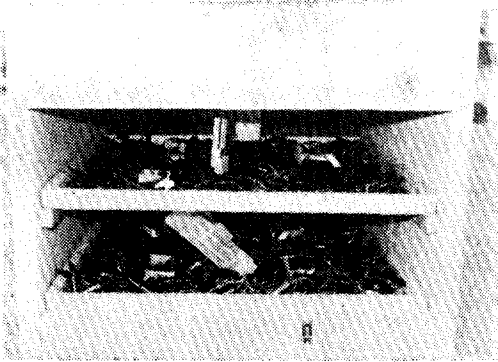


Fig. 8. Measurement of moisture content and temperature

바. 實驗期間

고추의 乾燥實驗期間은 1, 2次로 나누어 實施하였 으며 그 期間은 다음과 같다.

1次 實驗 : 1980年 9月 22日—10月 4日

2次 實驗 : 1981年 9月 17日—10月 2日

IV. 實驗結果 및 考察

1. 溫度 및 相對濕度의 分布

Fig. 9~12에서 알 수 있는 바와 같이 外氣의 온도는 1次 實驗에서보다 2次實驗期間이 平均적으로  $2\sim 3^\circ\text{C}$  정도 높았고 상대습도 역시  $5\sim 10\%$ 의 차이를 나타내었다. 이는 2次 實驗期間의 氣象條件이 1次 實驗期間의 것보다 良好하였음을 보여준다.

乾燥室 內의 溫度 分布를 살펴보면 1次 實驗에서는 Combined type(B型)과 Direct type(A型)의 온도 분포는 별 차이가 없었지만 2次 실험에서는 1차 실험의 A型을 改良 補完한 A'型이 높게 나타났다. 이는 追加로 設置된 Collector로 因하여 溫度가 上昇된 결과이기 때문이라고 생각된다.

Fig. 13은 2차 실험에서 氣象條件이 가장 良好한

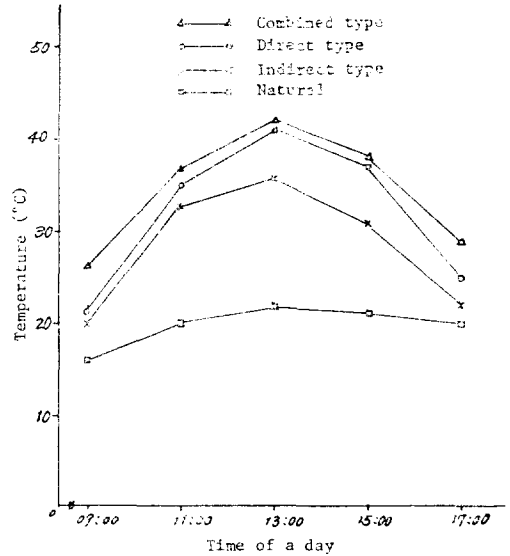


Fig. 9. Average temperature variations of the air in each dryer (1st Exp.)

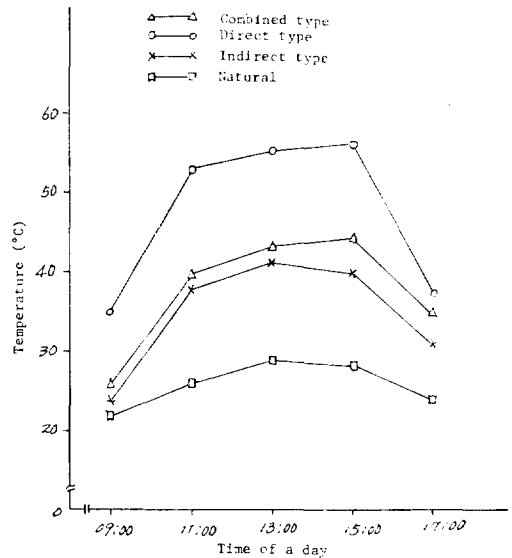


Fig. 10. Average temperature variations of the air in each dryer (2nd Exp.)

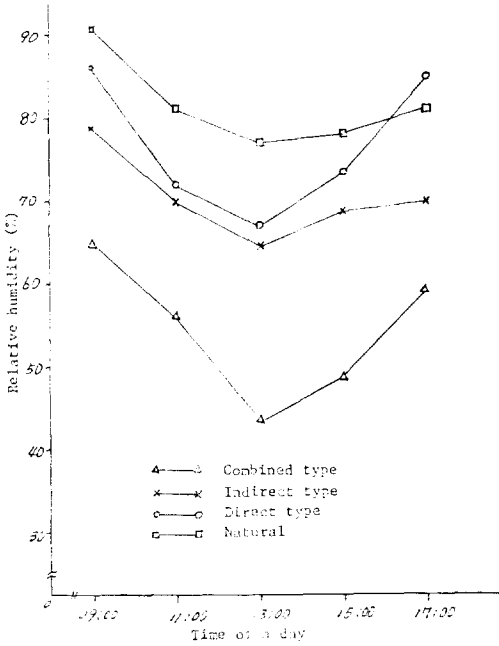


Fig. 11. Average relative humidity variations of the air in each dryer(1st Exp.)

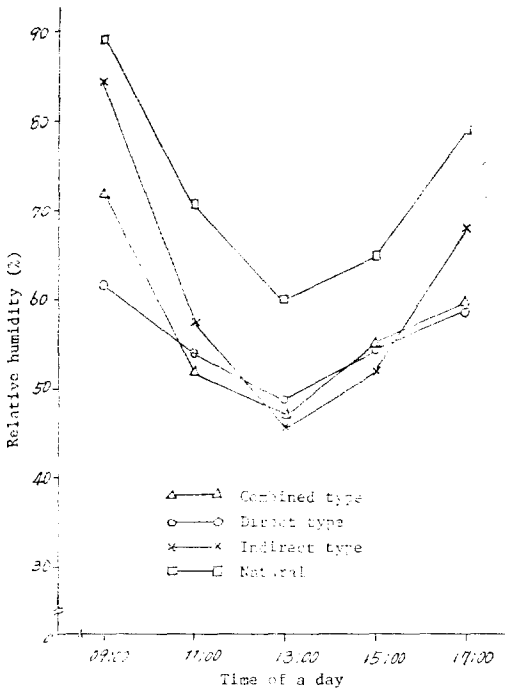


Fig. 12. Average relative humidity variations of the air in each dryer(2nd Exp.)

날의 乾燥室 内の 温度와 外氣温을 比較한 것이다. 그림에서 알 수 있는 바와 같이 오후 3시의 外氣와 Direct type(A'型) 内の 空氣의 온도와의 差異는 25°C 정도로서 매우 커다란 온도 차이를 나타내고 있다. 또한 Indirect type(C型)의 乾燥室 内の 온도가 낮은 이유는 이 型式이 外部 空氣가 集熱板을 通過하여 強制 送風되는 것으로서 이 때 空氣는 간접적으로 열을 받기 때문인 것으로 判斷된다.

일반적으로 乾燥室 内の 空氣의 온도는 오전 11시와 오후 3시 사이에 높게 나타났으며 1시경에 가장 높은 값을 보여주고 있다.

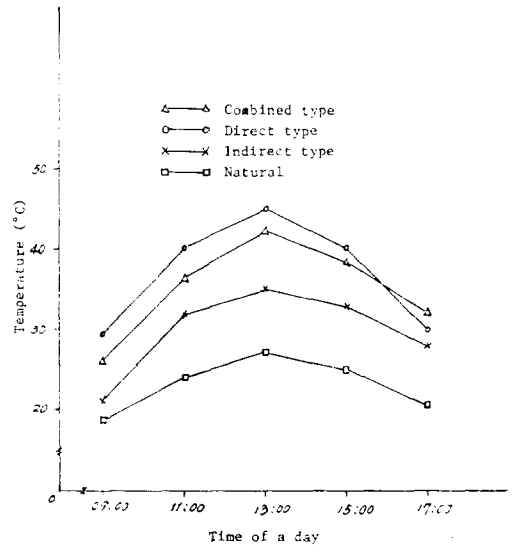


Fig. 13. Temperature variations of the air in each dryer on a typical day of drying experiment(Sept. 21, 1981)

乾燥室 内の 상대습도는 Fig. 11과 12에서 알 수 있는 바와 같이 1차 실험에서는 B型이 外氣의 상대습도보다 平均적으로 30% 정도 낮았고 各 乾燥室 内の 상대습도는 外氣의 상대습도에 比較하여 大體로 20~30% 정도 낮았다.

Fig. 12의 2차 실험에서 C型的 상대습도가 가장 낮은 이유는 外氣의 상대습도가 前年에 比較하여 낮았고 아울러 낮은 상대습도의 空氣가 集熱板에 의한 温度 上昇으로 因하여 더욱 낮아졌기 때문인 것으로 사료된다. 또한 2차 실험에서 集熱機를 부착한 A'型的 상대습도는 매우 크게 감소되었으나 換風器를 설치한 B型에서는 뚜렷한 효과가 나타나지 않았다.

## 2. 含水率 變化와 乾燥日數

露天乾燥와 3가지 型式의 太陽熱 集熱機를 이용한 1,2次 高추의 乾燥 實驗에서 所要 乾燥日數를 要約한 結果는 Table 2와 같다.

Fig. 14, 15는 1차 및 2차 실험에서 各 乾燥機 內의 高추의 含水率 變化를 보여 주고 있다. 高추의 初期 含水率은 試料에 따라 약간의 차이는 있었지만 大體로 80% (w.b) 정도였고 高추를 長期間 貯藏할 수 있는 安全貯藏含水率인 15%로 감소할 때까지를 乾燥日數로 定하였다.

Fig. 14에서 알 수 있는 바와 같이 1차 실험의 경우 Direct type과 Combined type의 高추의 含水率은 거의 비슷하게 감소되어 15%에 도달하기까지는 11일이 所要된 反面에 露天에서의 乾燥日數는 13일이었고 Indirect type의 乾燥日數는 15일로 나타났다.

따라서 2次 實驗에서는 Direct type의 乾燥性能을 向上시키기 위하여 Combined type에서 사용된 Solar collector와 비슷한 Collector를 부착하였으며 Combined type에서도 通風效果를 增加시켜 乾燥性能을 向上시키기 위하여 합적으로 만든 圓筒形 기둥 위에 換風器를 연결하여 再實驗을 實施하였다.

예상했던 바와 같이 2次 실험에서는 Solar collector를 부착한 Direct type의 乾燥日數는 1980年度 1次 實驗의 11일부터 7일로 단축되었다. 이것을 慣行 乾燥의 14日和 比較해 볼 때 1/2밖에 所要되지 않았으며 이와 같은 乾燥性能의 向上 外에도 먼지 등의 侵入을 방지함으로써 좋은 品質의 乾燥 高추를 얻을 수 있다.

또한 Combined type의 乾燥日數는 10일로 나타나 1次 實驗結果와 큰 차이가 없었으며 이것은 圓통에 의한 通風效果가 뚜렷하지 못하였음을 의미한다.

結果적으로 本 實驗에서 高추가 가장 빨리 乾燥될 수 있는 太陽熱 乾燥機는 集熱板에 의한 乾燥用 空氣의 溫度 上昇은 물론 被乾燥物이 太陽光에 露出될 수 있는 構造를 가진 Direct type(A'型)과 같은 型式이라고 말할 수 있다.

## 3. 乾燥 特性

高추의 乾燥 特性과 穀物의 乾燥 特性 間에는 커다란 差異點이 發見되었다. 즉 太陽熱 乾燥의 경우 건조가 進行됨에 따라 重量이 계속 감소되다가 어

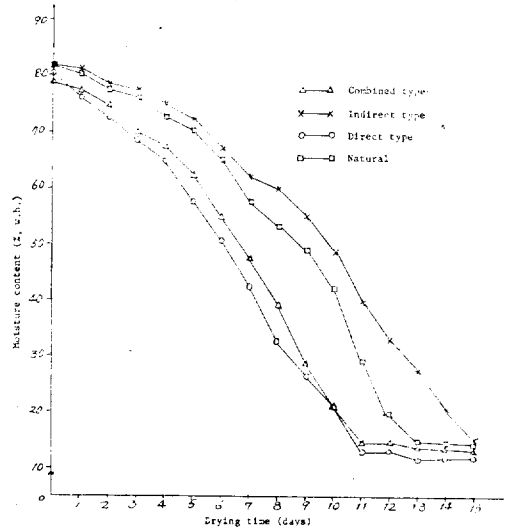


Fig. 14. Average moisture content change of the red peppers in each dryer(1st. Exp.)

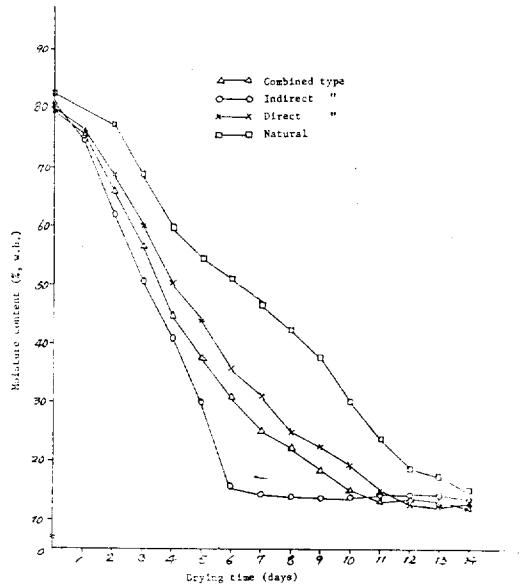


Fig. 15. Average moisture content change of the red peppers in each dryer (2nd. Exp.)

Fig. 15. Average moisture content change of the red peppers in each dryer (2nd. Exp.)

느정도 含水율이 떨어지면 夜間 中에 많은 水分을 다시 吸收하는 傾向을 보여 주었다. 이와 같은 경



Table 2. Comparison of drying time(days) of various modes of solar drying of red peppers.

Mode	1st Exp.	2nd Exp.	Remarks
Direct type	11	7	a. Solar collector was added to the direct type in 2nd experiment.
Combined type	11	10	
Indirect type	15	12	b. Rotary wind ventilator was attached to the combined type in 2nd experiment.
Sun drying	13	14	

향은 특히 外部의 공기가 쉽게 乾燥室 內로 통과할 수 있는 구조를 가진 Direct type의 경우 뚜렷하였으며 이 때 고추의 흡수율은 최고 6%까지 증가하였다. Combined type에 있어서는 외부의 공기가 쉽게 통과할 수 없는 구조이기 때문에 含水率의變化가 크게 나타나지 않았다. 이와 같은 吸濕 現象은 고추의 物理的 性質에 基因되는 것으로 사료되며 따라서 고추의 乾燥 後期에 있어서는 相對濕도가 비교적 높은 夜間 中이나 雨天時에 外部 공기가 流通되지 않도록 유의하여야 할 것으로 判斷된다.

Fig. 16은 고추의 乾減率을 보여주고 있다. 이 그림에서 알 수 있는 바와 같이 고추의 건조는 곡물의 건조와는 달리 대개 乾燥 中半까지는 乾減率이 증가하거나 一定한 값으로 유지하다가 그 이후부터는 減率乾燥期間을 보여준다. 그러나 만일 乾燥 溫度가 一定한 熱風乾燥機를 이용할 경우에는 相當 期間 中의 恒率乾燥期間이 나타날 것으로 예측되나 本 實驗에서는 乾燥溫度가 기후 조건에 따라 變化하기 때문에 위와 같은 不規則한 현상이 일어난 것으로 판단된다. 이것은 고추 內의 水分이 곡물과는 달리 느슨하게 結合되어 있기 때문에 乾燥現象도 初期로부터 오랫동안 自由水의 증발과 類似한

현상으로 乾燥가 進行되기 때문인 것으로 사료된다.

### V. 結 論

農産物の 乾燥作業을 効果的으로 수행하기 위하여 3가지 型式의 太陽熱 乾燥 裝置를 제작하고 고추를 사용하여 2年次에 걸쳐 露天 乾燥와 比較 實驗을 實施한 結果를 要約하면 다음과 같다.

1. 各 太陽熱 乾燥室 內의 공기의 온도와 상대습도의 分布는 서로 상당한 차이를 나타내었으며 이것은 고추의 건조에 직접적인 영향을 미쳤다.
2. 일반적으로 고추의 건조는 露天 乾燥에 比하여 太陽熱 乾燥裝置에 依한 건조가 빨랐으며 특히 1次年度의 Direct type을 改良한 型式(A'型)의 경우 露天 乾燥에 比하여 乾燥期間이 1/2정도 단축되었다.
3. 고추의 건조는 穀物과는 달리 어느정도 含水率이 減少된 후에 夜間에 水分을 많이 吸收하였다. 또한 상당 기간동안 乾減率이 증가하거나 一定하게 유지되는 경향을 보인 후 減率乾燥期間을 나타내었다.
4. 乾燥期間을 보다 단축시키기 위하여는 夜間에도 높은 온도를 유지할 수 있는 補助 熱源의 開發 또는 蓄熱 裝置를 고려하여야 할 필요가 있었다. 이러한 장치는 乾燥 初期에 乾燥 速度를 빠르게 하며 後期에는 吸濕을 防止할 수 있는 利點이 있다.
5. 本 實驗에서 가장 効率的인 乾燥裝置라고 判斷된 Direct type(A'型)은 고추 외에도 他 農産物 또는 水産物의 건조에 効果的으로 사용될 수 있을 뿐만 아니라 乾燥 作業 勞動力의 減少, 各種 汚染源으로부터의 보호 및 日氣 不順에 依한 品質의 低不를 방지할 수 있는 等の 長點을 가지고 있으므로 이에 대한 계속적인 연구가 필요한 것으로 사료된다.

### 參 考 文 獻

1. Bachman, W and J.H. Moy, et al. 1980; Solar drying of taro roots. Transactions of the ASAE, pp. 242-246

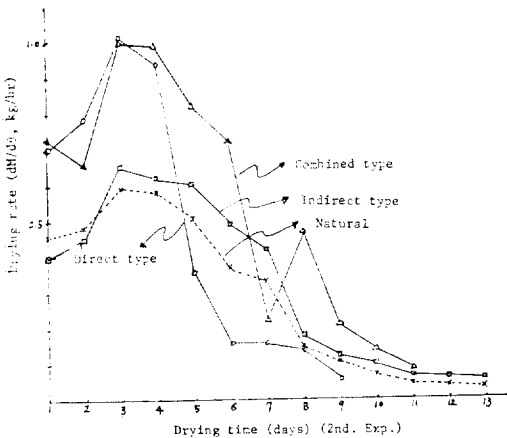


Fig. 16. Drying rate of red peppers (2ndExp.)

2. Buelow, F.H. 1961; Drying crops with solar heated air. U.N. conference on new sources of energy. Paper E/CONF. 35/S/17
3. Davis, C.P. and R.I. Lipper. 1961; Solar energy utilization for crop drying. U.N. conference on new sources of energy. Rome. Paper E/CONF. 35/S/53
4. Duffie, J.A. and W.A. Beckman. 1974; Solar energy thermal process. A willey-intercience publication, John willey & Sons Inc., New York
5. Henderson, S.M. and R.L. Perry. 1966; Agricultural Process Engineering. Univ. of California, Davis
6. Khan, E.U. 1964; Practical devices for the utilization of solar energy. Solar Energy 8. pp.17
7. Kranzler, G.A. et al. 1980; Grain drying with supplement solar heat. Transactions of the ASAE. pp. 214-217
8. Lawland, T.A. 1966; A solar cabinet dryer. Solar Energy, Vol. 10, No.4, pp. 158-164
9. Lof, G.O.G. 1962; Solar energy for the drying of solids. Solar Energy Vol. 6, pp. 122
10. Moy, J.H., N.T.S. Wang and T.O.M. Nakayama. 1977; Dehydration and processing problems of taro. J. of Food Sci. 42(4), pp 917-920
11. Nahlawi, M. 1966; The drying of yams with solar energy. Tech. Rep, Brace Exp. Stn. Barbabos, No. T. 27
12. Phillips, A.L. 1955; Drying coffee with solar-heated air. Solar Energy 9. pp. 213
13. Szulmayer, W. 1971; From sun-drying to solar dehydration, parts I and II. Food Technology in Australia. 24(9-10), pp. 440-443 and 494-501
14. Vaughan, D.H. and A.J. Lambert. 1980; An integrated shed solar collector for peanut drying. Transactions of the ASAE, pp. 218-223
15. Walton, L.R. et al. 1980; A solar energy system for curing burley tobacco. Transactions of the ASAE, pp. 192-196
16. Werner, M. 1981; Drying of agricultural products with solar energy in the Federal Republic of Germany. Regional Workshop on Rural Development Technology. KAIST.
17. Whiller, A. 1957; Design factors influencing solar collector. Low Temperature Engineering Application of Solar Energy prepared by ASHRAE, pp 27-40