

農業機械 自動化的 發展과 展望<sup>+</sup>

Automation of Agricultural Machinery:  
Its Development and Prospect

柳 寬 熙\*

K. H. Ryu

Summary

Automation of agricultural machinery is a high technology needed to increase work capacity and accuracy, to save agricultural resources and energy, to solve labor shortage, and to improve operator's comfort and safety.

With the rapid development of electronic industry, automation of agricultural machinery will be progressed fast, and eventually will lead to no-operator machines or agricultural robots.

Automation should be promoted step by step without increasing the cost of farming, excluding rural labor forces, decreasing labor volition, and losing human nature.

In order to achieve rational automation of agricultural machinery, it is necessary to investigate the characteristics of soils and crops, to develop sensors, controllers and robots with artificial intelligence.

It is recommended that the present trends to directly automatize the individual machinery be changed to the development of a harmonious automation system for overall farming.

I. 緒 言

우리나라는 지난 20年間 動力耕耘機, 移秧機, 바인더 등 많은 農業機械가 普及되어 過去の 耕耘, 移秧, 收穫 등 重勞動作業이 機械化됨으로써 勞動生産性이 크게 向上되었다. 農業機械 生産도 急速히 增加하여 年間 賣出額이 2,000億원을 上廻하고 있으며, 트랙터 등의 農業機械 輸出도 계속 伸張하고 있다.

歐美에서는 農業經營規模가 크고 農業 勞動人口가 적기 때문에 農業機械의 大型化에 의한 勞動生産性 增大와 더불어 作業能率과 作業精度의 向上을 위한 農業機械의 自動化的 必要性이 일찍부터 認識되어

왔다. 特히 電子工業技術의 發展에 따른 集積回路(IC)와 마이크로 컴퓨터의 大量生産 및 低廉化로 인하여 自動化시스템의 開發이 加速化되어 이미 많은 農業機械에서 實用化되고 있다.

우리나라에서도 最近에 이르러 乘用트랙터, 乘用移秧機, 콤바인, 穀物乾燥機 등 大型 農業機械의 普及이 增大하고, 트랙터 등 農業機械의 輸出 展望이 밝아짐에 따라 農業機械 自動化的 重要性이 認識되기 시작하여 이미 일부 大學에서 基礎的인 研究를 着手하고 있다.

農業의 機械化가 農業의 近代化에 主役을 담당하였듯이 農業機械의 自動化的 發展은 앞으로 農業革新을 이

<sup>+</sup>本 論文은 1986 農業科學심포지움: "尖端科學技術과 農業革新"에서 發表된 것임.

\* 서울大學校 農科大學 農工學科

록하는데 必須的인 尖端科學技術中的 하나이다. 따라서, 農業機械 自動化的 發展過程과 動向을 살펴보고, 앞으로 우리가 追求하여야 할 農業機械 自動化 方向을 提示함은 매우 意義있는 일이라 하겠다.

## II. 自動化的 發展過程과 分類

### 1. 自動化的 發展過程

自動化(Automation)란 機械 또는 裝置의 어느 機能이 人間の 感覺器官과 手足에 依存하지 않고 自動적으로 이루어지는 것을 말한다. 즉 自動化란 機械의 物理的 量이나 狀態를 自動制御(Automatic Control)함을 의미한다. 따라서 自動制御裝置는 溫度, 變位, 速度, 流量 등의 物理的 量을 檢出하여 미리 設定하여 놓은 物理的 量이나 狀態가 되도록 하는 機能을 갖는다.

自動化라 하면 일반적으로 無人操作機械나 로봇을 聯想하게 되나 이들은 自動化的 하나일 뿐 全部는 아니다. 왜냐하면, 機械의 一部 機能이 自動制御되는 것도 自動化에 包含되기 때문이다.

自動化 또는 自動制御라는 用語가 使用되기 이전부터 自動制御裝置가 使用되어 왔다. 가장 最初의 自動制御裝置는 1775年 제임스 왓트가 發明한 蒸氣機關의 調速機(Governor)이다. 이것은 機關의 負荷에 따라 速度가 增加하거나 減少하지 않고 一定하게 維持되도록 機關에 供給되는 蒸氣量을 調節하는 一種의 速度制御裝置이다.

自動制御理論은 1912年 眞空管 增幅器의 出現과 1935年 第2次 世界大戰의 突入으로 急速히 發展하였다. 또한 1956年 트랜지스터의 發明, 1956年 트랜지스터를 使用한 컴퓨터의 出現, 1960年代의 集積回路(IC, Integrated Circuit)의 出現, 1970年代의 LSI(Large Scale Integrated Circuit)와 마이크로 컴퓨터의 出現과 더불어 産業機械는 물론 家電製品에 이르기까지 自動化가 急速히 進展되어 왔다.

### 2. 農業機械 自動化的 發展過程

農業機械의 發展過程은 다음과 같이 整理될 수 있다.

1 段階: 小農具(人間이 機械로 되어 作業함)

2 段階: 畜力 또는 人力機械(人間이 機械의 一部

가 되어 作業함)

3 段階: 動力機械(人間이 機械를 操作함)

4 段階: 自動化 機械(人間이 機械를 管理함)

機械는 人間에게 強力한 힘을 提供하고 充實한 反面, 融通性이 없고 判斷能力이 없기 때문에 이를 操作하는 人間の 能力에 따라 그 性能이 크게 左右되며, 作業의 補助와 完結에 人力作業을 必要로 하는 것이 많다.

農業機械의 最初의 自動制御裝置는 1936年 Ferguson이 發明한 트랙터의 牽引力制御裝置로 알려져 있다. 이것은 트랙터 3點링크히치의 上部 링크에 作用하는 힘을 檢出하여 油壓밸브를 開閉하여 耕深을 變化시킴으로써 牽引力을 一定하게 하는 裝置로서 현재는 小型 트랙터 이외의 거의 모든 트랙터에 採用되고 있다.

過去 農業機械의 自動化는 위의 牽引力制御나 動力噴霧機의 壓力制御 등 單一 人力, 單一 出力의 單一機能의 制御裝置가 主從을 차지하였다. 그러나 最近에 이르러 마이크로컴퓨터를 중심으로 한 情報處理技術과 油壓을 중심으로 한 機構制御技術의 發展으로 종래 機械에 缺如된 能力을 大幅 向上시키는 自動化가 이루어지고 있다. 따라서 農業機械의 自動化는 從來의 單一機能의 自動制御裝置로부터 마이크로 컴퓨터를 利用한 多入力, 多出力의 多機能 自動制御裝置로 發展되고 있다. 마이크로컴퓨터를 利用한 最近의 自動化는 콤바인의 走行速度制御이다. 이것은 벼의 供給量과 脫穀機 拔胴의 負荷를 檢出하여 適正한 走行速度와 拔胴 回轉速度를 維持함으로써 脫穀部가 막히는 것을 防止하고 作業能率을 向上시킬 수 있다.

### 3. 農業機械 自動化的 分類

農業機械 自動化는 應用對象에 따라 다음과 같이 分類할 수 있다.

1) 個別 農業機械의 自動化 { 部分 自動化  
完全 自動化

2) 裝置化에 의한 自動化

個別 農業機械의 自動化란 既存 農業機械의 自動化를 말하는 것이다. 여기서 部分 自動化란 트랙터의 牽引力制御와 같이 一部 操作機能을 自動化한 것을 말하며, 完全 自動化란 모든 操作機能을 自動化한 無人操作機械를 말한다.

裝置化에 의한 農業機械 自動化란 Field Gantry와 같이 圓場에 레일을 設置하고 그 위를 起重機가 移動하게 하고 이 起重機에 作業機를 附着하여 所定の 農作業을 自動적으로 遂行하는 施設農業을 말한다.

또한, 農業機械의 自動化는 機能에 따라 다음과 같이 分類할 수 있다.

- ① 位置 制御機能
- ② 姿勢 制御機能
- ③ 負荷 制御機能
- ④ 速度 制御機能
- ⑤ 方向 制御機能
- ⑥ 監視·警告機能
- ⑦ 其他 制御機能

位置 制御機能은 트랙터 3點링크하치의 位置制御와 같이 作業機를 미리 設定한 位置에 오도록 自動制御하는 것이다.

姿勢 制御機能은 트랙터 로우터리의 水平制御와 같이 미리 設定한 姿勢를 維持하도록 自動制御하는 것이다.

負荷 制御機能은 트랙터의 牽引力制御와 같이 3點링크에 걸리는 牽引負荷가 미리 設定한 대로 一定하게 維持되도록 自動制御하는 것이다.

速度 制御機能은 機關의 調速機와 같이 負荷變動에 관계없이 미리 設定한 回轉速度를 維持하도록 自動制御하는 것이다.

方向 制御機能은 콤파인의 方向制御와 같이 베타 할 베포기를 따라 進行方向을 自動制御하는 것이다.

監視 및 警告機能은 연료탱크의 燃料가 떨어져거나 엔진오일의 壓力이 떨어져졌는지의 狀態를 自動적으로 監視하고 警告하는 것으로 機械의 故障이나 事故를 未然에 防止하는 役割을 한다.

其他 制御機能이란 乾燥機의 熱風溫度制御와 같이 乾燥中 外氣變化에 의한 溫度變化가 있을 때 미리 設定한 熱風溫度로 自動적으로 復歸하는 其他物理的 量의 自動制御機能을 말한다.

### Ⅲ. 農業機械 自動化의 必要性

#### 1. 作業能率과 作業精度의 向上

機械가 大型化됨에 따라 機構가 複雜해져 人間の 判斷과 操作만으로는 能率과 作業精度의 向上을 기하기 어렵다. 예를 들어 最少耕耘法(Minimum Tillage)으로 耕耘, 施肥, 播種 등의 作業을 同時に 實施하는 作業機의 경우 人間の 操作만으로는 對應할 수 없어 作業機의 自動化나 自動操縱이 必要하다. 또한 作物生育에 適合한 作業精度를 維持하는 것은 土地生産性的 向上에 必要하다.

#### 2. 作業者の 負擔 輕減 및 快適性 向上

自動化에 의하여 機械操作을 容易하게 함으로써 作業者の 精神的 緊張과 疲勞를 줄이고 農作業의 快適성을 向上시킬 수 있다. 우리나라와 같이 農村勞動力의 都市流出로 婦女子와 老人 등 未熟한 作業者가 農業機械를 使用하는 경우 그 必要性이 더욱 크다.

#### 3. 安全性 向上

機械의 普及이 늘어나고 大型化함에 따라 많은 事故가 發生하여 人命 被害와 機械 破損에 의한 財産損失이 增加하고 있다. 따라서 事故를 未然에 防止할 수 있는 自動制御裝置의 必要性이 增大하고 있다.

#### 4. 資源 및 에너지 節約

自動化는 肥料, 種子, 藥劑 등의 撒布量을 適切히 制御함으로써 資源을 節約하고, 最適 條件으로 機械를 運轉함으로써 燃料消費를 節約할 수 있다.

#### 5. 機械의 耐久性 및 整備性 向上

農業은 作業適期를 놓치면 안되므로 특히 整備가 問題가 될 수 있다. 熟練工이 不足하고 修理店이 멀리 떨어져 있는 農村實情을 고려할 때 機械의 故障과 破損을 未然에 防止할 수 있는 自動化가 必要하다.

#### 6. 農業의 季節性 解消 및 所得增大

農業機械의 無人操作은 水稻作 이외의 野菜, 畜産, 農産加工 등의 일을 同時に 遂行할 수 있기 때문에 農業의 季節性を 解消하고 農家所得을 增大할 수 있다.

#### IV. 農業機械 自動化的 問題點

##### 1. 經濟的 要因

###### 1) 價格 上昇

農業機械는 構造가 簡單하고 價格이 싸야 한다. 自動化的는 構造를 複雜하게 하여 價格이 비싸질 염려가 있다.

###### 2) 土地生産性 低下

自動化的 機械는 自然環境에 대한 適應性이 떨어져 土地生産性을 低下시킬 염려가 있다.

##### 2. 技術的 要因

###### 1) 移動性

工作機械나 製造工場의 機械는 定置된 채 材料가 移動하여 作業이 이루어지는 반면, 農業機械는 對象材料인 作物과 土壤은 定置되고 機械가 移動하여야 하기 때문에 自動操縱 등 技術的으로 解決하기 어려운 問題가 많다. 또한 같은 移動式 機械라 하더라도 工場內的 部品運搬 로봇은 바닥에 埋設한 誘導케이블에 의하여 自動操縱이 가능하나 農耕地에서는 面積이 넓어 費用이 많이 들기 때문에 이러한 方法을 採擇할 수 없다.

###### 2) 環境

農業機械의 對象物인 作物과 土壤은 氣候變化에 따라 物理的, 力學的 性質이 크게 변할뿐만 아니라 같은 圃場內에서도 土壤狀態가 다르고 作物生育狀態의 變異가 매우 크다. 따라서 이들의 物理的, 力學的 特性과 機械性能의 相關關係를 量的으로 把握하여 制御에 利用하기가 어렵다. 또한 作物의 種類가 多樣하여 이들의 特性을 檢出할 수 있는 센서의 開發이 어렵고 價格이 비싸다.

###### 3) 性能

農業機械는 季節性이어서 使用時間이 짧기 때문에 가능한한 값이 싼 것이 要求된다. 따라서 制御裝置도 값이 싼 것이 요구되어 좋은 性能을 얻기가 困難하다. 예를 들어, 電子油壓式 서보밸브를 써야 하는 경우에도 값이 싼 On-Off 形式의 電磁밸브를 써야 하기 때문에 制御性能이 떨어지고 故障이 發生하기 쉽다.

##### 3. 社會的 要因

###### 1) 人間性 喪失

農業機械가 完全 自動化的된 경우 作業者는 機械의 構造나 作用原理 등을 전혀 모른 채 機械가 指示하는대로 버튼이나 누르는 單調로운 作業만을 되풀이함으로써 機械에 대한 愛着이 減少하고, 勞動意欲과 勞動의 기쁨을 잃을 憂慮가 있다. 또한 運動不足으로 肉體的 機能이 退化되고 멍청이人間으로 轉落할지도 모른다. 또 自動化的에 따른 費用을 줄이기 위하여 徹夜作業이 불가함으로써 監視者인 人間에게 가혹한 勞動을 強要할 우려가 있다.

###### 2) 農業勞動力 排除

農業機械가 完全 自動化的되면 農業勞動者의 일자리를 빼앗음으로서 開發途上國에서는 심각한 社會問題를 惹起할 수 있다.

#### V. 農業機械 自動化的의 現況

農業機械는 農業의 特殊性으로 인하여 다른 産業機械나 家電製品에 비하여 自動化的가 不振하였으나, 最近에 이르러 센서, 電子油壓機器, 集積回路 및 마이크로컴퓨터 등의 大量生産에 의한 價格의 低廉化로 自動化的가 急速히 進展되고 있다. 現在 實用化되고 있는 農業機械의 自動化的 現況은 (表1)과 같다.

〈表1〉 農業機械 自動化的 現況

機 種	自動化的 種類	實用程度
트랙터	位置制御	●
	牽引力制御	●
	로우터리 水平制御	○
	로우터리 耕深制御	○
移秧機	水平制御	●
	旋回時 自動減速 裝置	○
	모 自動供給 裝置	○
콤바인	自動供給깊이 制御	●
	自動刈取高 制御	○
	走行速度 制御	○
	自動方向 制御	○
乾燥機	熱風溫度 自動制御	○
	全自動 運轉	○
	燃料 自動遮斷	●
選別機	全自動 選別(重量, 形態)	○

註) ○ : 外國에서 實用되고 있는 것.

● : 國內과 外國에서 實用되고 있는 것.

## 1. 트랙터

### 1) 位置制御

트랙터와 作業機의 相對的 位置를 自動制御함으로써 耕深을 一定하게 維持하는 것으로 거의 모든 트랙터에 採用되고 있다.

### 2) 牽引力制御

土性の 變化에 따라 牽引負荷가 變化하게 되는데 耕深을 自動적으로 變化시켜 牽引力을 一定하게 維持하는 것으로 機關의 過負荷를 防止하고 壽命을 延長시킬 수 있다.

### 3) 로우터리 耕深制御

로우터리 耕耘時 地面의 凸凹에 관계없이 耕深을 一定하게 維持하는 것으로 機關의 負荷를 一定하게 하고 作業能率과 作業精度를 向上시킨다.

### 4) 로우터리 水平制御

무논의 均平作業時 左右바퀴의 沈下差異로 車體가 기울더라도 로우터리를 항상 水平으로 維持하는 것으로 作業能率과 作業精度를 向上시킨다.

### 5) 로우터리回轉 自動停止

PTO 클러치의 斷續에 關係없이 로우터리를 들어 올리면 로우터리回轉이 自動적으로 停止하는 것으로 논두렁의 損傷이나 로우터리날의 破損을 防止하고 作業者 이외의 人命 被害를 豫防한다.

## 2. 移秧機

### 1) 水平制御

左右바퀴 또는 浮板의 沈下 程度에 關係없이 栽植裝置部가 水平을 維持하는 것으로 左右의 栽植깊이를 一定하게 한다.

### 2) 自動減速 裝置

旋回時에 走行速度를 自動적으로 減速시키는 것으로 運轉을 容易하게 한다.

### 3) 모 自動供給 裝置

모판의 모가 떨어지면 모를 自動적으로 供給하는 것으로 運轉操作을 容易하게 하고 作業能率을 向上시킨다.

## 3. 콤바인

### 1) 脫穀깊이 制御

作物의 크기에 關係없이 항상 一定한 脫穀깊이를 自動적으로 維持시키는 것으로 未脫穀損失과 過負

荷를 防止하고 作業能率을 向上시키며 燃料를 節約할 수 있다.

### 2) 刈取高 制御

地面의 凸凹에 關係없이 作物을 一定한 높이로 切斷함으로써 칼날의 磨耗나 破損을 防止한다.

### 3) 走行速度 制御

脫穀部에 供給되는 볏짚 두께와 撥胴의 負荷를 檢出하여 走行速度를 自動적으로 變化시켜 脫穀部와 刈取部로 供給되는 量을 一定하게 維持하는 것으로 作業能率을 向上하고 運轉操作을 容易하게 한다.

### 4) 自動方向 制御

刈取한 作物을 따라 自動적으로 進行하게 하고 自動적으로 旋回하는 것으로 未取損失을 防止하고 運轉操作을 容易하게 한다.

### 5) 警報裝置

穀物탱크 또는 包袋가 완전히 채워졌거나 脫穀部의 揚穀機 등이 막혔을 때 警告燈이 켜지거나 버저를 울리는 것 등이 있다.

## 4. 穀物 乾燥機

### 1) 熱風溫度 制御

乾燥中 外氣變化에 따른 溫度變化가 있을 경우 미리 設定한 熱風溫度를 自動적으로 維持시키는 것으로 穀物の 損傷을 防止한다.

### 2) 全自動運轉

穀物の 含水率을 自動적으로 測定하여 미리 設定한 含水率까지 乾燥가 이루어지면 燃料를 遮斷하고 乾燥機의 運轉을 停止시키는 것으로 다음과 같은 自動制御 機能을 갖추고 있다.

#### ① 버너 自動點火

乾燥開始 스위치를 누르면 電熱히터를 赤熱시키고 燃料를 送油하여 버너가 自動적으로 點火된다.

#### ② 循環速度 自動制御

穀物量의 多少에 따라 穀物送出롤러의 回轉速度를 變化시켜 穀物の 循環速度를 自動으로 調節한다.

#### ③ 버너空氣量 制御

穀物量의 多少에 따라 버너의 燃燒에 필요한 空氣量을 自動으로 制御한다.

#### ④ 送風量制御

穀物溫度를 檢出하여 送風量을 自動으로 增減시킨다.

上記 모든 制御機能은 마이크로컴퓨터를 이용한

프로그램제어에 의하여遂行되며, 기어모터나 極數變換모터와 각종 構成품을 사용하여 價格이 비싸다.

### 3) 燃料 自動遮斷

送風機모터의 異常으로 送風량이 지나치게 작거나 버너의 異常으로 乾燥熱風이 너무 높을 때 穀物損傷을 防止하고 火災를 豫防하기 위하여 燃料를 自動적으로 遮斷하고 警報를 울린다.

## 5. 其他 機械

### 1) 菜蔬 收穫機

X線 또는 赤外線의 透過度로 상치나 양배추의 結球度를 判斷하여 選擇의 自動化 收穫하는 시스템을 갖추고 있다.

### 2) 감자 掘取機

X線을 이용하여  $\gamma$ 線의 透過度 差異로서 감자와 흙덩이 등을 自動적으로 分離하여 收穫하는 것이다.

### 3) 農產物 選別機

球根類 또는 果實類 등을 重量, 形狀, 色彩, 損傷有無 등으로 區別하여 選別하는 自動化 選別裝置가 있다.

## VI. 農業機械 自動化的 發展 展望

앞으로 數年 內에 우리나라의 農業機械 自動化的 外國, 特히 日本에서 實用化되고 있는 自動化裝置를 採擇하는 方向으로 進展될 것이 確實視된다.

現在 外國에서 研究 開發되고 있는 것으로 將來 國內에서 實用化될 것으로 豫想되는 農業機械 自動化的은 (表2)와 같다.

〈表2〉 農業機械 自動化的 展望

機種	年代	1990~	2000~
트랙터 및 附屬 作業機		○無人操縱	○로봇트
		○로우터리 負荷制御	트랙터
		○撒布量 制御	
專用 作業機械 (移植, 收穫)		○無人操縱	○農業用
		○全自動 選別機	로봇트
農業施設		○Field Gantry	○植物工場
			○畜産工場

### 1. 트랙터

#### 1) 로우터리 負荷制御

로우터리耕耘時 機關에 걸리는 負荷를 一定하게 維持하기 위하여 로우터리 回轉速度와 트랙터의 走行速度를 自動적으로 變化시키는 것으로서 作業能率의 向上, 燃料의 節約, 運轉操作性의 向上 등에 크게 寄與할 것이다.

#### 2) 藥液撒布量 制御

作物의 位置, 크기 등에 따라 藥液撒布量을 適正하게 維持함으로써 防除效果를 向上시키고 藥液을 節約할 수 있다.

#### 3) 除草劑 및 肥料量 制御

作物의 有無, 位置, 크기 등을 檢出하여 필요한 量만을 살포함으로써 除草 및 施肥의 效果를 높이고 除草劑와 肥料를 節約할 수 있다.

#### 4) 無人操縱

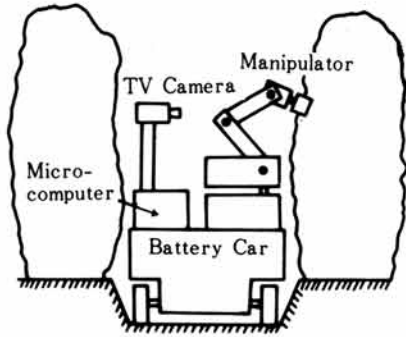
誘導케이블을 埋設하여 高周波電流를 통하게 하고 그 磁界強度를 코일로서 檢出하는 方法, 耕耘部分과 未耕耘部分의 色度差異를 光學센서로서 檢出하는 方法 등을 이용하여 트랙터를 無人操縱하는 研究가 進行되고 있다. 그러나, 이들 方法은 施設費用이 過重하고 개 자리에서의 旋回 등 一部操作은 人間의 補助가 必要하다.

#### 5) 로봇트 트랙터

視覺과 人工知能을 가진 로봇트가 人間을 대신하여 트랙터를 運轉하는 것이 實現될 것이다. 作業의 種類, 作業條件 등을 指定하면 컴퓨터는 直進誘導센서, 回轉指令센서, 負荷變動感知센서 등으로부터 檢出되는 電氣信號를 받아 들어 回行時의 핸들 回轉角, 브레이크와 클러치의 作動間隔 등의 數値制御量에 따라 트랙터를 自動運轉한다.

## 2. 農業用 로봇트

트랙터 이외의 自走式 專用作業機, 즉 移植機, 收穫機 등은 人間처럼 作業할 수 있는 로봇트로 發展될 것이다. 현재 歐美와 日本에서는 사과, 오렌지, 토마토와 같은 果實類 收穫用 로봇트에 대한 開發研究가 활발하게 進行되고 있다. 또한 호주에서는 양털깎는 로봇트에 대한 개발 연구가 進行되고 있다. (그림 1)은 日本에서 開發中인 토마토 收穫用 로봇트를 나타낸 것이다. 현재 美國에서 開發中인 오렌지 收穫用 로봇트는 作業能率이 120개/시간으로서 人間の 平均 作業能率인 1,600개/시간에 비하



(그림 1) 토마토收穫用 로봇

여 매우 낮으나, 1990년에는 그 能率이 1,800개/시간으로 增加하고 經濟性도 있을 것으로 報告되고 있다.

### 3. 植物工場

溫室과 비닐하우스는 全自動化되고, 都市近郊에서는 高層빌딩화할 것이다. 灌溉, 施肥, 藥劑撒布 등은 현재도 일부 自動化되고 있으나, 人工照明과 空氣調和設備에 의하여 作物은 理想的 環境 속에서 成長하게 된다. 타워(Tower)溫室이라 불리는 植物工場은 1963年 最初로 Ruthner社에 의하여 오스트리아의 비인郊外에 세워졌다. 이는 비인大學 植物栽培學 教授인 Ruthner氏가 構想한 立體的 植物自動栽培裝置를 實用化한 것이다. 이것의 原理는 (그림 2)와 같이 高層溫室 속에서 植物栽培 罫트를 체인 컨베이어로서 계속적으로 移動시키고, 下部에 올 때 培養液에 뿌리가 닿아 營養分을 吸收하게 되어 있다. 이러한 植物工場의 長點은 다음과 같다.

① 地價가 비싼 都市近郊에서도 新鮮하고 公害가 없는 野菜를 栽培할 수 있으며, 流通費가 적게 들고 土地의 生産性이 增大된다.

② 環境條件을 最適狀態로 만들어 줌으로써 生育이 빠르고 良質의 菜蔬를 生産할 수 있다.

③ 全作業이 自動化되어 省力的인 作業이 가능하다.

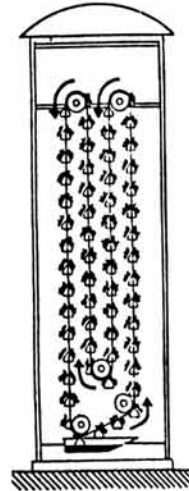
(表 3)은 Ruthner社 타워溫室의 生産량과 生産費를 나타낸 것이다.

日本에서도 이와 유사한 植物工場이 稼動中에 있으며, 일반 栽培法에 의한 菜蔬에 비하여 값이 비싸나 無公害 食品이라는 利點으로 採算性이 있는 것

(表 3) Ruthner社 타워溫室의 生産량과 生産費

區分	作物	토마토	오이	피망	상치
生産量(Ton/年)		250	350	200	400
生産費(원/kg)		320 (952)	231 (676)	400 (1,193)	205 (596)

註: ( )의 숫자는 施設의 壽命을 10年으로 하여 固定費를 包含한 生産費임.



(그림 2) Ruthner社의 타워溫室

으로 報告되고 있다.

### 4. 其他

植物工場外에도 酪農施設도 自動化되어 搾乳機의 着脫에 사람의 손이 必要없게 될 것이다. 養豚 및 養鷄 飼育도 自動化될 것이며, 特히 養鷄는 自動化와 함께 高層빌딩화할 것이다.

## VII. 農業機械 自動化的 方向과 課題

今後 農業機械의 自動化는 여러 가지 矛盾과 試行錯誤 속에서 계속 進展될 것이며 아무도 이를 否定할 수 없을 것이다. 그러나, 農業機械의 自動化는 農業의 與件과 社會的 現實을 考慮하여 段階的으로 推進되어야 할 것이다. 우리나라의 農業機械 自動化的 方向과 當面 課題는 다음과 같이 整理될 수

있다.

① 不要不急한 自動化를 止揚할 것.

自動化하지 않더라도 操作에 不便이나 困難을 느끼지 않거나 作業能率과 作業精度를 向上시키지 못하는 경우 自動化하지 않아야 한다. 예를 들어, 全自動 에어콘이나 全自動 洗濯機 등의 家電製品처럼 商品의 附加價値를 높이기 위하여 自動化하여 高級品, 高性能, 優越感을 내세우는 일은 止揚되어야 한다.

② 作業精度를 向上시킬 수 있을 것

로우터리 水平制御와 같이 作業精度를 向上함으로써, 作物의 移植狀態를 良好하게 하고 除草劑 撒布效果를 增大시켜 作物의 生育條件을 向上시키는 것이 바람직하다.

③ 作業能率을 向上시킬 수 있을 것

콤바인의 走行速度 制御와 같이 作物 生育狀態에 따라 自動적으로 走行速度를 制御함으로써 脫穀部의 揚穀裝置가 막혀 作業이 中斷되는 것을 防止하여 作業能率을 向上시킬 수 있는 것이 바람직하다.

④ 安全性을 向上시킬 수 있을 것

農作業은 그 種類가 多樣하여 여러 가지 機械가 사용될뿐만 아니라 季節性이어서 運轉操作의 熟練이 곤란함으로 事故를 미연에 방지할 수 있는 自動化 安全裝置의 開發이 더욱 要求되고 있다.

⑤ 構造가 簡單하고 故障이 적은 것

農業機械는 다른 機械에 比하여 劣惡한 環境에서 作業하여야 하고 修理奉仕가 어려운 실정으므로 構造가 簡單하고 故障이 적어야 한다. 특히 電子機器를 이용한 自動化일 경우 農民과 서비스要員의 電子技術이 不足한 점을 고려하여 信賴性이 매우 높아야 한다.

⑥ 高齢者, 婦女子에 適合할 것.

農業勞動力 減少와 함께 農業勞動人口 中 高齢者, 婦女子의 比率이 크게 增加하고 있으므로 運轉操作이 容易한 自動化에 重點을 두어야 할 것이다.

⑦ 勞動의 價値를 追求할 수 있을 것

人間은 너무 便利한 것만 追求할 경우 怠慢하게 되고 健康을 해칠 수 있다. 따라서 自動化로부터 얻는 時間的 餘裕를 作物, 家畜, 土壤이라는 農業對象에 돌려 農産物의 品質向上과 合理的인 經營을 도모할 수 있어야 한다. 自動化에 의하여 農業勞動을 完全히 排除하는 일은 결코 있어서는 안될 것이

다.

⑧ 固定觀念으로부터 脫皮할 것

農業機械의 發達過程을 살펴보면 人間이 手足과 道具로 하던 作業을 그대로 機械로 代替한 것에 不過하다. 따라서, 機械의 種類가 多樣하고 構造가 複雜한 것이 事實이다. 農業機械의 自動化도 이들 機械의 操作性 向上이나 作業能率 向上을 위하여 단 순히 이들 機械의 一部 構造를 改善하거나 裝置를 添加시킨 것에 不過하여 構造가 더욱 複雜하게 되었다. 그러므로, 農業의 根源인 作物과 土壤에 다시 눈을 돌려 前後作業 全體를 包含한 調和있는 制御시스템을 開發하는 것이 바람직하다. 특히 우리나라의 小規模 營農構造를 고려하여 大型化보다는 機械費用 負擔을 줄일 수 있는 小型, 多機能의 自動化 農業機械를 創造적으로 開發하는 것이 바람직하다.

## 要約

우리나라는 지난 20年間 農村勞動力의 急激한 減少로 動力耕耘機, 移秧機, 바인더 등의 農業機械가 大量으로 普及되어 水稻作의 경우 大部分의 農作業이 機械化되었다. 앞으로 계속적인 農村勞動力의 減少와 더불어 現在의 動力耕耘機 中心의 小型機械化 體系는 利用 트래터 中心의 大型機械化體系로 發展될 것이다. 이와 더불어 電子工業의 發達は 農業機械의 自動化를 促進시킬 것이 確實하며 그 展望과 方向을 要約하면 다음과 같다.

1) 農業機械의 自動化는 作業能率 및 作業精度의 向上, 資源 및 에너지節約, 農業勞動力의 不足解消, 作業者의 負擔輕減 및 安全性 向上을 위하여 導入되어야할 尖端技術이다.

2) 農業機械의 自動化는 電子工業의 急速한 發展에 따라 機械의 部分 自動化로부터 窮極의 無人操縱機械 또는 農業用 로보트로 發展되어 農業은 高度의 技術産業으로 轉換될 것이다.

3) 農業機械의 自動化는 農家の 經濟的 負擔을 줄이고 農業勞動力을 排除하지 않도록 段階의 推進되어야 한다. 또한 自動化에 의하여 勞動意欲이 減退되거나 人間性이 喪失되는 일이 없어야 할 것이다.

4) 合理的인 農業機械의 自動化를 위하여 農業의 對象인 作物과 土壤의 特性을 究明하고, 이를 檢



출할 수 있는 센서와 이를 이용한 制御裝置의 開發이 必要하다. 또한 完全自動化를 위하여 人工智能을 갖는 農業用 로봇에 대한 研究開發이 要求된다.

5) 既存의 個別 農業機械를 單純히 自動化하려는 固定觀念으로부터 脫皮하여 農業業 全體를 包含한 調和된 自動化 시스템 開發에 努力하여야 할 것이다.

## 參 考 文 獻

1. 金濱正幸, 1981. 自動化は人間が成すもの. 農機春秋 5月號, 31~34, 農機春秋社.
2. 米本院二, 1985. 産業用ロボットの現状と展望. 日本農業機械學會誌 47卷2號, 219~224.
3. 佐野文彦, 1981. 自動化の功罪の解明. 農機春秋 5月號, 41~43, 農機春秋社.
4. 園村光雄, 1981. 夢でない農場の工場化, 農機春秋 5月號, 36~39, 農機春秋社.
5. 伊藤信孝, 1985. 海外における農業用ロボットの開發動向, 日本農業機械學會誌 47卷2號, 242~246.
6. 日本農業機械學會, 1982. 最近のトラクタの新技术, 農業動力部會シンポジウム資料.
7. 長廣仁藏, 1981. 自動化の現状と將來. 農機春秋 5月號, 23~31, 農機春秋社.
8. 田中孝, 1972. 農用トラクタの機能向上のための開發研究, 京都大學農學部.
9. 酒井學, 1981. 自動化と人間性, 農業春秋 5月號, 31~34, 農機春秋社.
10. 鄭昌柱, 1985. 2000年代의 農業機械化構想, 農業科學심포지움 "2000年代 韓國農業科學의 展望, 韓國農業科學協會.
11. 川村登, 1978. 農業機械自動化的動向, システムと制御 22卷8號, 448~455.
12. 川村登, 1981. 正しい意義と方向の把握, 農機春秋 5月號, 45~48, 農機春秋社.
13. 川村登 外 3人, 1985. 果實收穫用ロボット, 日本農業機械學會誌 47卷2號, 237~241.
14. 川村登, 並河清, 1981. 農業部門におけるロボット, 日本ロボット學會誌 4卷2號, 52~56.
15. Kahle, G.W. 1985. New Technologies for Agricultural Products. Agricultural Engineering. Vol. 66, No. 4. 18-20. American Society of Agricultural Engineers.
16. Kranzler, G.A. 1985. Applying Digital Image Processing in Agriculture. Agricultural Engineering Vol. 66, No. 3, 11-13. American Society of Agricultural Engineers.
17. Lanphiler III, R.C. 1986. To Survive in Agriculture We Need Lower Costs-Not Higher Prices. Agricultural Engineering. Vol. 67, No. 2, 16-19. American Society of Agricultural Engineers.
18. Pejsa, J.H., J.E. Orrock, 1983. Intelligent Robot System: Potential Agricultural Applications. Proceedings of the 1st International Conference on Robotics and Intelligent Machines in Agriculture, 15-28.
19. Shoup, W.D. and V.R. Macchio. 1984. Agricultural Robots: Their Promise and Potential. Agricultural Engineering Vol. 64, No. 4: 25-29. American Society of Agricultural Engineers.

## 討 論

質疑 李 相 祐(忠南大學校 農業機械工學科) : 우리나라 農業機械産業은 크게 發展되어 動力耕耘機를 비롯하여 主要 機種인 트랙터, 移秧機, 病蟲害防除機, 콤파인, 乾燥機 등의 國産化率이 大部分 100%에 이르고 있음에 비추어 볼 때 自動化的 發展과 展望을 살펴보는 것은 매우 意義가 있다고 생각됩니다.

現在까지 農業機械化的 目的은 農民을 重勞動으로부터 求하고 作業能率을 向上시켜 生産性을 向上시키는 데

있었지만 앞으로 農業機械의 開發方向은

- 1) 資源 및 에너지를 節約할 수 있고,
- 2) 機械操作을 보다 쉽게 그리고 作業者를 보다 安全하게 保護하고,
- 3) 作業能率 및 作業精度를 向上시킬 수 있는 自動化에 있다고 말할 수 있습니다.

發表者께서는 既存의 個別 農業機械를 단순히 自動化하려는 固定觀念으로부터 脫皮하여 農作業 全體를 包含한 調和된 自動化시스템의 開發을 力說하셨는데, 現在 美國, 日本 등에서 이미 實用化하고 있는 自動化, 콤바인의 選別機能 및 刈取高 調節의 自動化 등 機能 補完의인 部分自動化에 대한 見解를 말씀해 주시기 바랍니다.

**答辯 柳 寬 熙**: 農業機械의 自動化는 長期的 側面과 短期的인 側面으로 나누어서 살펴보아야 할 것입니다.

短期的 側面에서 볼 때 作業能率의 向上, 作業精度의 向上 및 運轉者를 위한 操作性 向上에 기여할 수 있는 機能 補完의인 部分 自動化는 바람직하다고 생각합니다. 그러나, 長期的인 側面에서 볼 때 현재의 機械의 機能을 그대로 自動化하려는 試圖는 止揚되어야 할 것입니다. 여기에서 일본의 移秧機 開發을 例로 들 수 있을 것입니다. 처음에는 慣行모를 移秧하는 機계를 개발하느라 많은 노력을 기울였으나 결국 실패하고 育苗方法을 바꿈으로서 移秧機를 實用化할 수 있었습니다.

따라서, 농업기계의 자동화는 個別 機械의 일부 기능을 그대로 部分的으로 自動化하는 短期的인 方案보다는 農業의 本質인 土壤과 作物에 눈을 돌려 自動化가 容易한 方向으로 作業方法과 이에 맞는 機構를 개발하는데 創意的인 노력을 기울일 필요가 있다고 생각합니다. 이를 위해서는 앞으로 作物育種 및 栽培學者, 土壤學者 등 다른 農業分野 專門家와 긴밀한 協助를 통하여 농업기계 자동화에 관한 연구를 수행하여야 할 것입니다.

**質疑 徐 相 龍(全南大學校 農科大學)**: 國內에서 현재 농업기계 자동화가 절실히 요구되는 분야와 자동화가 가능한 분야는 무엇이며 그러한 분야가 아직까지 자동화되지 못한 이유, 즉 自動化의 制約要因에 대하여 말씀하여 주시기 바랍니다.

**答辯 柳 寬 熙**: 자동화가 절실히 요구되는 분야로서는 트랙터와 콤바인을 들 수 있습니다. 이들 기계는 규모가 크고 구조 및 기능이 복잡하기 때문에 인간의 감각기능에 의한 판단과 手足에 의한 操作으로서 土壤과 作物의 變異에 충분히 대처하지 못함으로써 작업능률이나 효율이 떨어지고 연료나 곡물의 손실을 초래합니다. 또한 農藥에 의한 피해가 문제시되는 방제기의 경우 適正 撒布量 制御를 위한 自動化가 요구되며, 穀物 및 果實類 選別機도 勞力節減과 選別性能의 향상을 위하여 자동화가 필요한 분야입니다.

농업기계 자동화의 가능여부는 자동화의 정도와 시기적인 문제라고 생각합니다. 현재 자동화가 곤란한 자동조향이나 토양과 作物의 生育狀態를 判別할 수 있는 센서와 制御裝置 등이 머지 않아 개발될 수 있을 것으로 모든 農業機械의 完全自動化가 가능하리라 판단됩니다.

國內에서 농업기계가 자동화되지 못한 주요 이유로서는 經濟的인 문제, 技術的인 문제, 需要者의 認識問題 등을 들 수 있습니다.

첫째, 전자 및 제어부품의 계속적인 價格下落에도 불구하고 外國에서 실용화 되고 있는 자동화 장치는 價格이 비싸서 經濟的 부담이 가중됩니다.

둘째, 國內의 농업기계 자동화 기술은 거의 全無한 상태이기 때문에 外國으로부터의 導入技術에 의존하지 않으면 안됩니다. 따라서 價格上昇뿐만 아니라 서비스 등의 문제가 생기게 됩니다.

셋째, 國內에서는 高性能 機械는 소수의 숙련자만이 조작하는 경우가 대부분이어서 自動化에 대한 필요성을 크게 느끼지 못하고 있습니다. 또한 自動化된 기계일수록 고장이 많다는 우려와 自動化함으로써 얻을 수 있는 성능 향상 효과에 대한 認識不足 등에 그 원인이 있다고 생각합니다.

결국 값이 싸고 性能이 우수한 자동화 시스템의 개발이 미흡하였기 때문이라고 말할 수 있습니다.