

# Floating Lysimeter에 의한 가을배추의 消費水量 調查研究

## Study on the Water Consumption of Chinese Cabbage by Floating Lysimeter

金 始 源\* · 金 善 柱\*\* · 金 俊 錫\*\*  
Kim, Shi Won · Kim, Sun Joo · Kim, Joon Seok

### Summary

This study was fulfilled by the floating lysimeter method at the experimental farm of Kon-Kuk University from August to November of 1986 to investigate the amount of evapotranspiration by the growing periods, evapotranspiration ratio, amount of watering per one time, days of intermission, soil moisture extraction pattern and crop coefficient of the Chinese cabbage cultivated in the sandy loam soil at the watering point of pF2.0.

The results obtained are summarized as follows :

1. The total evapotranspiration during the growing period was 267.2mm, which was 3.99mm by daily average, and the maximum evapotranspiration showed in the mid ten days of September with the value of 5.81mm/day.
2. The evapotranspiration ratio by the growing stages increased from the last ten days of September and showed maximum in the beginning of October, and the average evapotranspiration ratio was 1.4.
3. The days of watering intermission at the watering point of pF2.0 was 2.4 days, and the average yield per plant was 3,228 g.
4. The soil moisture extraction pattern in the initial stage was 78.9% in the 1st and 2nd soil layer and 21.1% in the 3rd and 4th layer, and the mid-season stage, the moisture extraction proportion of the under layer accounted for 38.8% which showed that the root elongated to the lowest soil layer.
5. The average crop coefficient(Kc) of the tested crop during the growing period was 0.67 by Penman equation and 2.36 by Pan Evaporation equation, which showed high difference by the calculation methods, and the changes of crop coefficient by the growing stages by Penman equation was favorable than those calculated by other methods.

---

\* 建國大學校 農科大學

\*\* 建國大學校 大學院

## I. 緒 言

近年에 들어와서 食生活構造 變化는 穀類中心에서 肉類, 菜蔬類, 果實類로 高級化되고 있기 때문에 우리나라의 食糧自給度는 해마다 감소하고 있는 실정이며 이에따라 農業形態도 畜作中心에서 田作農業으로의 轉換이 漸進的으로 이루어질 展望이다. 現在 우리나라의 밭은 菜蔬栽培가 일반적이며 그 중에서도 葉菜類가 가장 많이 栽培되고 있다.

밭작물의 增收 및 品質向上을 이루기 위해서는 여러 要因들에 대한 改善對策의 樹立이 필요하나 그 중 가장 중요한 것이 水管理이며 이는 作物이 生育하는데 필요한 水分을 적절히 供給하는 것을 말한다. 그러나 水管理를 實施함에 있어서 어느 時期에 얼마만큼의 量을 주는 것이 適當한지가 問題가 되고 있는 것이며 이를 위해서는 作物別 用水量이 究明되어 合理的인 灌溉計劃이 樹立되어야 할 것이다.

本 研究는 플로우팅 라이시미터(Floating Lysimeter)를 이용해서 가을배추의 生育時期別 水分消費特性을 調査하여 有效水分量, 土壤水分消費型, 生育期別消費水量, 散發散比, 灌溉間斷日數, 最大用水量, 總用水量, 作物係數, 收穫量 등을 究明하여 農業用水量 算出의 基礎資料를 提供하고자 遂行되었으며 그 結果를 다음과 같이 報告하는 바이다.

## II. 材料 및 方法

本 試驗은 建國大學校 農科大學 實習農場에서 1986年 8月~11月사이에 實施하였다. 供試作物은 葉數型 結球배추 品種인 “三眞”으로서 8月 14日 Pot에 播種하고 8月25日 栽植間隔을 60cm × 35cm로 하여 5株를 定植한 後 11月 1日에 收

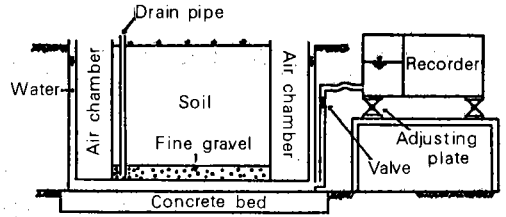


Fig. 1. Diagram of floating lysimeter

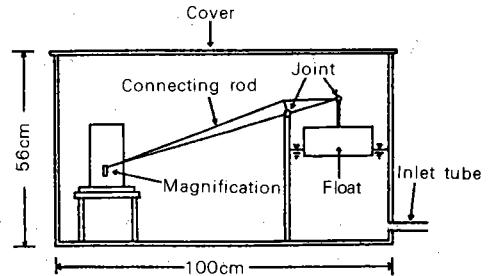


Fig. 2. Detailed diagram of self water level recorder

穫하였으며 栽培管理는 標準栽培法에 準하였다. 本 試驗의 遂行過程중 調査한 內容을 項目別로 約述하면 다음과 같다.

### 1. 蒸發散量 測定裝置

試驗區의 蒸發散量은 Fig 1에서 보는 바와 같은 外徑이 167cm이고 內徑이 113cm인 플로우팅 라이시미터(Floating Lysimeter)를 이용하여 測定하였으며, 蒸發散에 따른 라이시미터內 水位의 變動을 正確하게 記錄하기 위하여 Fig 2와 같은 高感度 自記水位記錄計를 開發 設置하여 利用하였다.

### 2. 供試土壤

試驗區 土壤의 土層別 理化學의 性質은 Table -1과 같으며, 國際土壤學會(ISSS)의 三角分類

Table-1. Physicochemical properties of soil by different layers in the experiment with Chinese cabbage

Soil layer	Depth (cm)	Specific gravity	Bulk density	PH	O.M. (%)	Mechanical analysis			Textural triangle classification
						Sand	Silt	Clay	
1st	0-10	2.67	1.22	6.3	2.1	52.1	31.4	16.5	Sandy Loam
2nd	10-20	2.69	1.23	5.9	1.9	53.2	30.5	16.3	Sandy Loam
3rd	20-30	2.71	1.23	6.0	1.9	52.6	30.2	17.2	Sandy Loam
4th	30-40	2.70	1.20	6.2	1.8	53.4	29.8	16.8	Sandy Loam

Table-2. Amount of fertilization to Chinese cabbage

(unit: kg/10a)

Classification	NO <sub>3</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	Compost	B(OH) <sub>3</sub>	Remarks
Base Fertilization	25	100	25	100	3000	1	Sep. 5, 1986
Added Fertilization							
1st	15	-	-	-	-	-	Sep. 20, 1986
2nd	15	-	20	-	-	-	Oct. 5, 1986
3rd	15	-	-	-	-	-	Oct. 20, 1986
Total	70	100	45	100	3000	1	

방법에 의한 土性은 砂質壤土(sandy loam)이다.

### 3. 施肥量 및 施肥方法

試驗區의 供試作物에 대한 施肥量은 Table-2에서 보는 바와 같으며, 施肥方法은 磷酸, 石炭, 퇴비를 全量 基肥로 하였으며 窒素는 15日 간격으로 4回 分施하였고 칼리는 2回 分施하였다.

### 4. 土壤水分測定

플로우팅 라이시미터內的 土層別 圃場容水量과 灌溉開始點에서의 土壤水分量은 採土乾燥法을 3回 反復하여 測定하였고, 試驗期間중 라이시미터內的 토층별 토양수분 변화는 直管式 텐시오미터를 地表에서 5cm, 15cm, 25cm, 35cm 깊이에 設置하여 매일 午前 10時에 觀測하였으며, 供試土壤의 土壤水分特性曲線은 Fig 3과 같다.

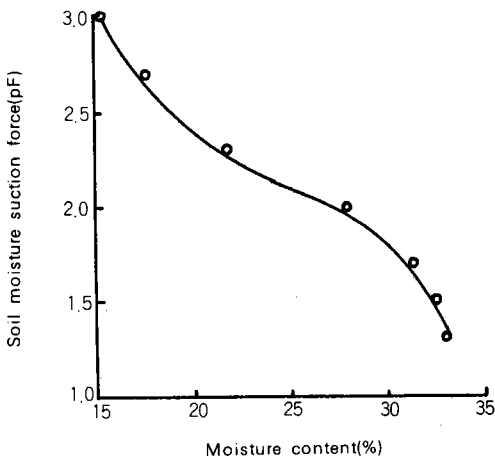


Fig. 3. Soil moisture characteristic curve of the tested soil

### 5. 灌水開始點 및 1回灌水량 調査

供試作物에 대한 관수개시점은 柳<sup>13)</sup>, 徐<sup>14)</sup>, 金<sup>7,8,9)</sup>

등의 試驗研究를 參考하여 pF2.0으로 定하였으며, 1回灌水량은 土深 40cm까지를 10cm씩 4個 土層으로 區分하여 라이시미터內 15cm 깊이에 設置된 텐시오미터의 水分張力이 灌水點에 도달했을 때의 土壤水分量을 3反復 實測하여 圃場容水量으로부터 土層別 有効水分量을 計算하여 決定하였다.

### 6. 灌水方法

試驗區에 대한 灌溉強度를 작게하기 위하여 라이시미터에 支柱를 세우고 給水탱크를 設置한後 有孔管을 연결하여 點滴灌溉을 하였으며 灌水速度를 調節해주기 위하여 밸브를 設置하였다.

### 7. 蒸發散量 測定

試驗期間중 供試作物의 生育期別 蒸發散量의 測定은 蒸發散에 따른 플로우팅 라이시미터의 重量變化로 라이시미터內的 水位가 變化하는 것을 高感度 自記水位記錄計로 水位의 經時的 變化를 調査한 후 計算式을 이용하여 重量變化로 換算

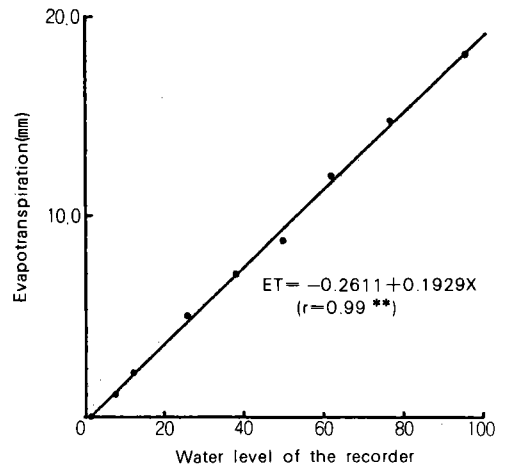


Fig. 4. Correlation between the evapotranspiration and water level of the recorder

하는 方法에 의하였으며 水位(X)와 蒸發散量(ET)의 關係는 Fig. 4에서 보는 바와 같다.

8. 氣象調查

試驗期間중 試驗圃의 平均氣溫, 最高·最低氣

溫, 相對濕度, 風速, 降雨量, 蒸發計蒸發量 및 日照時間은 本 大學의 農業氣象觀測所에서 調查하였고 其他 氣象要因은 中央氣象臺의 資料를 利用하였으며 그 結果는 Table- 3 과 같다.

Table-3. Meteorological data measured during the growing period in the experiment with Chinese cabbage

Period	Temperature (°C)			R. Humidity (%)		Wind Vel (m/sec; H=2m)		Rainfall (mm)	Pan Eva- poration (mm/day)	Sunshine Hours (hrs/day)	Radiation (MJ/m <sup>2</sup> /day)
	Max.	Min.	Mean	Min.	Mean	Max	Mean				
Aug. L 2	26.4	20.0	22.9	65	81	4.6	2.5	152.2	2.6	3.9	12.13
F 1	25.1	19.2	21.9	62	83	3.9	1.6	35.5	2.9	4.0	12.52
2	27.1	19.2	22.6	51	79	3.6	1.4	-	3.6	6.3	16.05
Sept. M 1	25.6	16.8	21.5	50	79	3.5	1.4	-	3.7	6.1	14.55
2	24.3	13.4	18.3	39	68	3.8	1.9	33.0	4.1	7.4	16.85
L 1	23.2	12.6	16.9	43	74	3.6	1.8	26.5	3.9	7.2	15.48
2	23.9	11.8	17.8	41	70	2.7	1.2	0.5	3.4	7.6	15.10
F 1	21.0	12.1	16.2	51	72	2.9	1.2	1.5	2.3	5.1	11.76
2	20.4	13.6	15.7	58	77	2.7	1.1	3.0	2.1	3.6	9.69
Oct. M 1	19.3	9.7	14.1	49	74	3.6	1.4	5.0	2.3	5.6	11.73
2	17.0	8.8	13.3	45	68	3.0	1.5	-	2.6	5.7	11.65
L 1	17.5	10.4	13.3	53	76	3.5	1.5	37.5	2.2	5.2	9.98
2	12.7	2.1	7.7	34	55	4.2	1.9	8.5	2.5	7.7	12.09
Total	283.5	169.7	222.2	641	956	45.6	20.4	303.2	38.2	75.4	169.58
Average	21.81	13.05	17.09	49	74	3.51	1.57	23.32	2.94	5.80	13.04

F: The first ten days of a month  
 M: Middle  
 L: Last  
 \* Each number means five days period

9. 地溫調查

試驗區의 生育期間에 따른 土層別 地溫變動을 調查하기 위하여 熱電帶溫度計(copper-constantan thermocouple thermometer)의 센서(sensor)를 5cm, 15cm, 25cm, 35cm 깊이에 埋設하여 每日 午前 10時에 測定하였다.

III. 結果 및 考察

1. 有効水分比率 및 1回灌水량

生育初期에 있어서 試驗區의 土層別 圃場容水量 및 有効水分량을 調查한 結果는 Table- 4 에서 보는 바와 같이 圃場容水量은 平均 31.4%였고 灌水點인 pF2.0에서의 含水量은 平均 28.1%

Table-4. Ratio of available moisture by soil layers and the water requirement per watering\*

Soil Depth (cm)	Field Capacity (%)	Moisture Content at pF2.0	Available Moisture (%)	Ratio of Available Moisture (%)	Water Requirement per Watering (mm)
0-10	31.5	28.4	3.1	23	4.7
10-20	31.3	28.0	3.3	25	4.1
20-30	31.6	28.2	3.4	26	2.9
30-40	31.3	27.9	3.4	26	2.6
Total	-	-	-	100	14.3

\* The moisture content is percent by weight and values are averages of three replications.

였으며, 有効水分량은 平均 3.3%였다. 또한 土層別 有効水分比率는 23~26%로서 下層土의 比率이 컸으며, 灌水開始點의 土壤水分量에서 圃場客水量으로 되돌려주는 1面 純灌水량은 供試土壤의 土性은 깊이에 따라서 별 차이가 없었으나 圃場容水量과 pF2.0에서의 7.8.9.13 14) 水分含量이 다르게 나타났으므로 土壤水分消費型을 고려하지 않았을 경우의 算定式<sup>15)</sup>에 의하여 總총 10cm마다 保留되는 水量을 合하여 14.3mm로 決定하였다.

2. 生育期別 蒸發散量과 蒸發散比

Floating lysimeter를 이용하여 測定한 가을배추의 生育期別 蒸發散量과 蒸發計蒸發量에 대한 蒸發散比는 Table-5와 같이 總蒸發散量은 267.2 mm로서 柳<sup>13)</sup> 등이 배추에 대한 灌溉效果試驗(供試品種: 三眞)에서 土壤水分含量을 圃場容水量에서 0.5bar 사이에서 維持했을 경우의 總水分消費량이 226.7mm라고 報告한 것에 比하여 약간 많았는데 이는 灌水開始點의 差異에 起因된 때문으로 생각되며, 金<sup>10)</sup> 등이 배추 用水量에 關한 研究(供試品種: 경기 3 호)에서 蒸發散量이 408.1mm라고 報告한 것에 比하여 큰 差異로 적게 나타났는데 이는 金<sup>10)</sup> 등이 試驗區의 土壤水分含量을 圃場容水量의 狀態로 維持시키면서 試驗을 遂行하였고 本 研究에서는 pot에 10日間 栽培한 後 定植을 하여 育苗期間중의 蒸發散量이 제외되어 있기때문에 그 차이가 큰 것으로 생각된다. 生育期에 따른 蒸發散量의 變化는 生育初期에 最少값을 보인 後 점차 增加하여 結球가 始作되는 9月下旬에 58.1mm/10days로 最大값을 보여서 金<sup>10)</sup> 등이 9月中旬의 蒸發散量이 61.6mm

Table-5. Evapotranspiration of Chinese cabbage at the watering point of pF2.0 and its ratio to pan evaporation(standard class A pan) during the growing period

Period	Evapotranspiration (mm)	Pan Evaporation (mm)	Evapotranspiration ratio
Aug. L2	12.7	15.6	0.81
F1	12.9	14.5	0.89
2	17.7	18.0	0.98
Sep. M1	20.9	18.5	1.13
2	26.5	20.5	1.29
L1	28.9	19.5	1.48
2	29.2	17.0	1.72
F1	20.2	11.5	1.76
2	18.1	10.5	1.72
Oct. M1	19.9	11.5	1.73
2	20.9	13.0	1.61
L1	18.3	11.0	1.66
2	21.0	15.0	1.40
Total	267.2	196.1	18.18
Average	20.6	15.1	1.40

散比는 1.4로 나타났다.

3. 灌水特性 및 收穫量

가을배추의 生育期間중 灌水特性을 調査한 結果는 Table-6과 같이 全生育期間을 통한 灌水回數가 22회로서 總灌水량은 314.6mm였으며 그중 39.1mm가 排水파이프를 통하여 排水되었다. 그리고 1회의 純灌溉水量을 最大의 蒸發散量이 나타나는 9月下旬의 日消費水量으로 나는 灌溉間斷日數는 2.4일로 나타났다. 또한 供試作物의 收穫量은 平均株重이 3,228g으로 나타나서 徐<sup>14)</sup> 등이 가을배추의 株重이 3,435g이라고 報告한 것과 일치하였다.

Table-6. Watering particulars of Chinese cabbage

Watering point	Water requirement per watering (mm)	Number of watering times	Total amount of water applied (mm)	Water drained (mm)	Watering interval (days)
pF2.0	14.3	22	314.6	39.1	2.4

/10days로 最大였다고 報告한 것과 일치하였으며, 生育後期에 들어와서 점차 減少하였다. 또한 生育期別 蒸發散比는 生育初期인 8月下旬에서 9月上旬에 0.81~0.98로 最少값을 보인 後 結球初期인 9月下旬부터 커지기 시작하여 10月上旬의 蒸發散比가 1.76으로 最大값을 보인 후 점차 작아졌으며 全生育期間을 통한 平均 蒸發

4. 生育期別 土壤水分消費型

가을배추를 砂質壤土에서 栽培할 경우 灌水點이 pF2.0일때의 土壤水分消費型은 Table-7과 같이 生育初期인 8月31日의 土壤水分消費率은 第1層과 第2層이 全體의 78.9%였던 반면에 第3層과 第4層은 21.1%에 불과하였고, 生育盛

**Table-7. Soil moisture extraction pattern by the growing stages at the watering point of pF2.0**

Stage Soil layer	Initial	Crop Develop.	Mid Season	Late Season
1st	42.1	34.1	32.8	30.5
2nd	36.8	30.9	28.4	28.0
3rd	13.0	20.3	22.5	24.6
4th	8.1	14.7	16.3	16.9

期인 9월15일의 水分消費率은 第1層 및 第2層이 各各 34.1%와 30.9%로 減少하였고 第3層과 第4層의 比率이 상대적으로 크게 增加하였는데 이것으로 뿌리가 下層土까지 伸長하고 있음을 알 수 있었다. 生育中期인 10월5일의 土壤水分消費率은 下層土의 比率이 꾸준히 增加하여 전체의 38.8%를 차지하였으며, 生育後期인 10월20일의 水分消費比率은 下層土의 比率이 生育中期에 비하여 약간 增加하였으나 그 差異는 크지 않았다. 이상의 結果로 보아 뿌리의 伸長이 가장 旺盛해진 시기는 生育中期로서 下層土의 水分消費比率이 이 時期에 많이 增加하였는데 이는 結球가 始作되는 9月下旬의 蒸發散量이 最大를 보인 것과 일치하는 것이다.

**5. 作物係數의 算定**

FAO<sup>4,5,6</sup>에서 제시한 4個 蒸發散量算定公式

**Table-8. Reference crop evapotranspiration (ET<sub>0</sub>) from August to October calculated by four different methods suggested by FAO**

(unit: mm)

Method Period	Blaney & Criddle	Radiation	Penman.	Pan Evapo
Aug. L 2	32.76	22.56	58.05	9.36
F 1	27.24	17.17	37.50	8.70
2	32.52	22.69	35.43	10.80
Sept. M 1	24.94	20.02	34.65	11.10
2	26.39	24.50	38.20	12.30
L 1	23.92	19.65	34.19	11.70
2	24.65	19.41	28.67	10.20
F 1	18.52	14.39	25.64	6.90
2	18.77	11.71	24.92	6.30
Oct. M 1	15.68	13.60	25.98	6.90
2	18.74	13.20	27.16	7.80
L 1	14.35	11.09	23.88	6.60
2	14.24	15.61	29.96	9.00
Total	292.79	225.67	424.28	117.66
5 Days Ave.	22.52	17.36	32.64	9.05
Daily Ave.	4.44	3.32	6.43	1.78

**Table-9. Crop coefficient (K<sub>c</sub>) of Chinese cabbage by the calculation methods**

Method Period	B & C	Radiation	Penman	Pan Evapo.
Aug. L 2	0.39	0.56	0.22	1.38
F 1	0.47	0.75	0.34	1.48
2	0.54	0.78	0.50	1.64
Sept. M 1	0.84	1.04	0.60	1.88
2	1.00	1.08	0.69	2.15
L 1	1.21	1.47	0.85	2.47
2	1.18	1.50	1.02	2.86
F 1	1.09	1.40	0.79	2.93
2	0.96	1.55	0.73	2.87
Oct. M 1	1.27	1.46	0.77	2.88
2	1.12	1.58	0.77	3.02
L 1	1.28	1.65	0.77	2.77
2	1.47	1.35	0.70	2.33
Total	12.82	16.17	8.75	30.66
Average	0.99	1.24	0.67	2.36

에 의하여 計算된 標準作物(잔디)의 蒸發散量(ET<sub>0</sub>)은 Table-8와 같이 Penman式이 가장 큰 값을 보였으며, 供試作物의 蒸發散量(ET<sub>crop</sub>)의 ET<sub>0</sub>에 대한 比 즉 作物係數(K<sub>c</sub>)은 Table-9과 같이 全生育期間에 걸친 平均값이 Penman式이 0.67로 가장 작았고, Pan Evaporation式이 2.36으로 가장 커서 그 差가 심했으며, Penman式으로 算出된 作物係數의 生育時期에 따른 變化가 다른 方法에 比하여 비교적 고르게 나타났는데 이는 Penman式이 많은 氣象要素들을 포함하고 있기 때문에 한두가지 氣象要因의 급격한 변동이 전체에 비교적 적게 영향을 미치기 때문이라고 생각된다.

**IV. 摘 要**

本 研究는 가을배추의 生育期別 蒸發散量, 蒸發散比, 1回灌水量, 灌溉間斷日數, 生育段階別 土壤水分消費型, 作物係數 등을 究明하기 위하여 建國大學校 農科大學 實習農場에서 1986年 8月부터 11월까지 供試土壤을 砂質壤土, 灌水開始點을 pF2.0으로 하여 플로우팅 라이시미터(Floating Lysimeter)法으로 遂行하였으며, 그 結果를 要約하면 다음과 같다.

1. 生育期間중의 總蒸發散量은 267.2mm로서 日平均 蒸發散量이 3.99mm였으며, 結球가 始作되는 9月下旬의 蒸發散量이 5.81mm/day로 最大값을 보였다.

2. 生育段階別 蒸發散比는 結球初期인 9月下

旬부터 커지기 시작하여 10月上旬에 1.76으로 最大였고 全生育期間을 통한 平均 蒸發散比는 1.4로 나타났다.

3. 灌水開始點을 pF2.0으로 하였을 때의 灌溉間斷日數는 2.4일로 나타났고, 株當 平均 收穫量은 3,228g이었다.

4. 生育期別 土壤水分消費型은 生育初期에는 第1層과 第2層의 水分消費比率이 全體의 78.9%인 反面에 第3層과 第4層은 21.1%에 불과하였으며, 生育中期에는 下層土의 水分消費比率이 38.8%를 차지하여 第4層까지 뿌리가 伸長되었음을 알 수 있었다.

5. 供試作物의 作物係數는 全生育期間중 平均값이 Penman式이 0.67로 最少이고, Pan Evaporation式이 2.36으로 最大여서 算定方法間의 差異가 컸으며, Penman式으로 算出된 作物係數의 生育期에 따른 變化는 다른 方法들에 의하여 비교적 高르게 나타났다.

이 연구논문은 한국과학재단의 연구조성비에 의하여 이루어졌음.

### 參 考 文 獻

1. 荒木陽一, 五島 康(1983) 施設野菜の かん水 開始點と かん水量に關する 研究, 野菜試驗 場報告, A. 11: pp. 177-187
2. 池光夏(1977) 밭灌溉講習會, 韓國農工學會 誌 19(2): pp. 3-9
3. Consumptive Use of Water and Irrigation Water Requirements (1973) ASCE Committee on Irrigation Water Requirements.
4. Doorenbos, J. and Pruitt, W.O. (1974) Guideline for prediction of crop water req-

- uirements, FAO Irrigation and Drainage paper, No.24, Rome, Italy.
5. Doorenbos, J. and Pruitt, W.O. (1977) Crop Water Requirements, FAO Irrigation and Drainage Paper, No.24, Rome, Italy.
6. Frevert, D. K., Hill, R. W., Braaten, B.C. (1983) Estimation of FAO Evapotranspiration Coefficients, ASCE J. Irri, and Dra, Engng., Vol.109, No.2: pp.265~270.
7. 金始源, 李庚熙, 都德鉉(1984) 田作物 水分 消費量 調査研究, 韓國農工學會誌 26(2): pp. 47-58.
8. 金始源, 崔德秀(1985) 田作物 水分消費量 調査研究(II), 韓國農工學會誌 27(1): pp. 37-45
9. 金始源, 金善柱, 盧熙洙(1986) Weighing Lysimeter에 의한 結球상치의 蒸發散量 調査研究, 韓國農工學會誌 28(4): pp. 41-48.
10. 金顯喆, 鄭斗告(1974) 배추 用水量에 關한 研究, 韓國農工學會誌 16(2): pp. 70-77.
11. 金根培, 金哲基(1985) 煙草生育期間중의 消費水量에 關한 基礎的 研究, 韓國農工學會 誌 27(1): pp. 62-70
12. 李庚熙, 金炳友(1980) 施設栽培에서 菜蔬增 收를 위한 效果的인 灌水方法에 關한 研究, 建國大學校 學術誌 26輯: pp. 325-337.
13. 유관식, 민경범, 임정남, 이수성(1980) 배 추에 대한 관계효과 시험, 農業技術研究所 試驗研究報告書: pp. 248-251.
14. 徐考德, 權永杉(1983) 가을배추 生育期別 灌水效果試驗, 農村振興廳 試驗研究報告書 pp. 82-89.
15. 金始源, 金哲基, 李基春(1984) 新稿 農業水 利學, 鄉文社