

土壤의 排水條件 差異가 참깨 收量性에 미치는 影響

崔炯局* · 具滋玉** · 金容在** · 李敦吉*

Yield Formations of Sesame(*Sesamum indicum* L.) as Affected by Different Conditions of Soil Drainage

Choi, H. K*, J. O. Goo**, Y. Z. Kim** and D. G. Lee*

ABSTRACT

To estimate the responses of sesame plant in growth and yielding traits to different soil drainage conditions, a pot trial was conducted by using of sesame variety "Suweon-9" at the year of 1981. The different soil drainage conditions were introduced with 5 different mixing combinations of clay and sea-sand soils as 0:100, 25:75, 50:50, 75:25, and 100:0 percents in volumetric ratio. Also two irrigation methods as 20mm/6 days interval and 10mm/3 days interval were detected. As a result, water drainage was linearly decreased with increament of clay contents. And the excess drainage condition(such as pure sand soil) required more irrigation, however in crop growths, no significant differences among various soil drainage conditions except the pure sand were recognized.

On the other hand, number of capsules per plant, among other yielding components, was most contributed factor to the yield, which was effectively given from the soil mixed with clay and sea-sand as 75% and 25%, respectively. Therefore, much similar responses were also detected from the seed yields per a sesame plant. However, the number of seeds per capsule and maturity function were more effectively composed under the soil mixed with clay and sea-sand as 25% and 75% respectively better than under the soil of 75% and 25%. As a conclusion, the yielding responses of sesame plant was advanced more effectively at the soil conditions of water-conserved type (e.g. 25%/75% in clay/sand ratio) than of water-draining type (e.g. 75%/25% in clay/sand ratio).

緒 言

土壤中の 有效水分이 減少하면 一次的으로 作物의 L. A. I 增大가 鈍해지고 Sink 의 위축이 야기되어 面積當 同化量이 減少하는 同時에 物質蓄積이 制限됨으로써 根部生長이 抑制되고 따라서 作物體의 土壤容積 利用量이 떨어지게 된다고 한다.⁹⁾ 이는 地上部와 地下部 feed back 原理에 適用됨으로써 結果의 으로 水分不足의 피해를 相乘시키는 原因이 된다.

Etherington (1976)³⁾도 降雨와 蒸發散의 優先順位와 水分均衡에 따른 作物生産의 生態關係를 유사한 理論으로 圖式한 바 있다. 그러나 水分條件에 따른 作物의 反應은 매우 多様하고 復雜한 經路를 거치면서 決定되며 特히 참깨에 대해서는 學者間에 相異한 結果를 發表하는 例가 많다. 즉 伊藤 等(1960)¹⁵⁾은 참깨가 高溫, 多照, 排水良好한 立地條件에 잘 適應하며 生育初期를 지나게됨에 따라 耐旱性이 增大되는 한편 Van Rheezen (1979)¹³⁾은 참깨의 水分不足 害가 播種後 7~8週는 지나야 發現이 되고 灌水量

* 全南農村振興院, ** 全南大學校 農科大學

* Chonnam Office of Rural Development, ** Dept. of Agronomy, Chonnam National University, Kwangju 500, Korea.

에 따른 生育, 收量反應은 鈍한 편이지만 開花期 以後에는 比較的 민감해지는 傾向이라고 하였다. 또한 具等(1981)⁵⁾은 참깨에 對한 灌水試驗을 통해서 生育初期뿐만 아니라 生育後期の 生育과 收量形成에 有意的인 改善可能性이 있음을 報告한 바 있다. 그러나 이들 相異한 結果는 Matsuoka 等(1959, 1960)^{10), 11)}의 報告에서와 같이 참깨의 生態型差異, 登熟期 참깨의 裂開性程度에 따른 體內水分, 蒸散差異, 地域別 溫度나 光과 體內水分 相互作用에 따른 差異 또는 Hall 等(1975)⁷⁾의 假說과 같이 土壤要因에 따른 土壤과 植物體開의 水分轉移體系 差異 등에 起因됨을 시사한 바 있다. 즉 Matsuoka (1959)¹⁰⁾는 日長과 溫度差異에 따른 品種分類를 한 結果 韓國系 참깨는 長日條件이거나 高溫에서 生育이 促進되는 傾向임을 報告하였고 다시 特性의 分散直에 따른 品種分類를 通하여¹¹⁾ 韓國系는 溫帶群으로서 氣孔數가 적고 發芽係數가 높은 반면 耐乾性, 種實重, 油脂含量 등이 낮은 편이고 莖長도 짧은 편으로서 熱帶 및 亞熱帶型인 아프리카, 인도네시아, 인도계 品種들이 乾燥地型인데 대해서 韓國系는 雨季型에 속하므로 比較的 生育期の 降雨가 增收의 要因이 되며 生育期 溫度가 溫和할 때 增收되는 傾向이라고 하였다. 伊藤 等(1960)¹⁵⁾도 우리나라 참깨의 경우 生育期の 降雨條件이 乾燥經過의 氣象條件 보다 120~130%의 收量을 내는 特性이 있다고 하여 具 等(1981)⁵⁾과 一致된 見解를 發表한 바 있다. 한편 Cierakis 等(1969)⁹⁾과 Hall 等(1975)⁷⁾은 참깨의 開花期 以後에 莖果가 裂開性을 나타냄으로써 體內水分 消耗의 근거가 마련되므로 特히 水分이 不足할 可能性이 있는 地域에서는 灌水의 必要性이 크다고 하였다. 그러나 具 等(1981)^{5), 16), 18), 19)}의 報告와 같이 全南地域에서는 참깨 生育期에 降雨量과 溫度의 日較差가 심히 變動될 可能性이 크고 참깨의 水分反應은 莖葉의 氣孔開閉가 溫度와 空中濕度 및 土壤保水力 等の 相互作用에 依하여 複合作用을 보이게 되므로 一律적으로 安定的인 水分管理 模型을 設定하기가 어렵다. 한편 Russell 等¹²⁾에 依하면 土尺이 깊어질수록 水分含量이 높으면서 그 變異가 적으므로 生育初期에 灌水를 制限하면 發根이 깊어짐으로써 耐旱性이 增大되고 (特히 溫帶型인 우리나라의 品種群은 熱帶型 보다 根/莖率이 큼)¹⁵⁾ 反面에 地下水位를 높이면 水分不足에 對한 抵抗力도 弱해지고 濕害回復도 늦어지므로 灌水制限과 同時에 排水性 改良의 여지가 크다. 即 우리나라의 참깨는 品種群의

生態의 特性으로 보아 生育初期 보다 生育後期の 水分不足 障害를 받을 우려가 크다. 이들 水分不足 障害는 絶對的인 水分 뿐만 아니라 排水不良地가 넓게 分布하는 全南地域에서는 Hall 等(1975)⁷⁾이 指摘하는 根/莖率의 不均衡, 根部的 發育範圍減少, 根部的 機能減退가 야기되어 土壤과 莖葉間의 水分轉移體系에 不合理 現象이 招來되며 結果적으로 水分不足 障害를 받을 수 있다. 또한 참깨의 生育期에 高溫乾燥한 砂壤土의 地域에서는 灌水에 依한 增收可能性이 一般的으로 認定되지만^{1, 2, 4, 5, 6, 7, 8)} 우리나라는 참깨 生育期에 比較的 高溫, 濕潤, 寡照하며 粘質土가 널리 分布되어 있어¹⁵⁾ 既 報告한 바 있는 灌水條件에 따른 참깨의 生育 및 收量反應 研究에 이어서 여기서는 排水條件에 따른 참깨의 生育 및 收量反應과 增收可能性을 究明하기 爲하여 試圖되었다.

材料 및 方法

本 試驗은 1981년에 全南 光山郡 所在의 農村振興院 圃場에서 참깨品種 “水原9號”를 供試하여 Pot 栽培로 遂行되었다. 供試土壤으로 使用되었던 粘土와 細砂는 各各 畚土壤과 微細한 川砂를 利用 이들을 洗滌하여 風乾시킨 후 容量比率로 粘土와 細砂比率이 各各 0:100, 25:75, 50:50, 75:25, 100:0가 되도록 混合한 것이다. Pot의 크기는 直徑 31cm 높이 31cm(Pot 當 表土面積 755cm²)로 土増充填은 容量의 100%로 制限하였으며 播種 4日前에 充分한 人工灌水를 한 後 自然排水를 誘導하면서 物理的 構造를 調節토록 하였다. 施肥는 播種前日에 N-P-K를 10a 當 6-4-3이 되도록 全量基肥로 處理하였으며 處理方法은 表土 5cm尺에 混和되도록 하였다. 참깨의 播種은 5月21日에 Pot 當 20粒씩 均一하게 散播하고 發芽 後 2~3回 間引하면서 生育이 均一한 苗를 Pot 當 2株씩 남겼다. 試驗處理는 排水條件을 달리하기 위한 土壤造成比 5水準을 主區로 하고 灌水方法 2水準, 즉 3日間隔 10mm 灌水和 6日間隔 20mm 灌水を 細區로 하여 分割區要因試驗 3反復으로 實施하였으며 間引處理 直後부터 灌水하였다. Pot의 設置는 直接 降雨를 遮斷하였으며 最大限의 日射와 通風을 誘導하기 爲하여 Vinylhouse 骨材를 세우고 1m 以上の 地上部만 0.05mm의 透明한 Polyethylene Film으로 被覆하였으며 配置된 Pot數는 120個였다. 試驗期間中의 諸般 栽培管理 要領은 農村振興廳의 標準栽培法에 準하였다.

結果 및 考察

1. 供試土壤의 排水力

供試土壤의 排水力 變異를 測定한 結果 粘土의 混合容量比가 增加됨에 따라서 즉 細砂土의 混合容量比가 漸減됨에 따라 一定容量의 水分이 排水되기 始作하는데 까지의 時間과 50%程度의 排水가 되는데 까지의 時間은 거의 直線의 으로 增大되었다(表 1).

Table 1. Variations in drainage hours since the irrigation of a given volume of water up to the beginning and 50% leakage of irrigated water (Unit : minutes).

Soil types		Up to the leakage(beginning)	Up to 50% leakage
Clay(%) + Sand(%)			
0	100	23	101
25	75	48	205
50	50	86	464
75	25	122	559
100	0	158	620

表 1에 나타낸 結果는 1ℓ의 人工灌水를 Pot에 注入시켜 混合供試한 土壤들의 排水能力 差異를 測定한 것으로서 土壤中 粘土 또는 細砂의 容量比에 따라 排水能力이 適切하게 變異를 보이고 있어서 試驗處理가 圓滿하게 이루어질 수 있음을 나타내었다.

2. 生育樣相의 變異

土壤의 排水能力 差異에 따른 開花期까지의 生長量과 結實에 利用된 生長程度를 推定하기 위하여 稈長과 着位長의 變異를 測定한 結果 稈長은 두 灌水方法間에 差異가 거의 없었으며 粘土와 細砂를 50%씩 섞은 土壤과 純砂質土間에 有意의 關係가 認定되었다. 또한 灌水方法과 排水力間의 相互作用은 認定할 수 없었으며 참깨의 生育은 排水性이 過多한 砂質土가 아닌서는 土壤의 排水條件에 따른 有意의 差異를 보이지 않음을 알 수 있었다. 또한 灌水方法間에 有意性이 없었던 바 Van Rheenen¹⁰⁾의 報告와 같이 참깨는 播種으로 부터 間花期까지 水分의 過不足에 依한 影響을 받지 않았으며 砂質土에서도 水分不足에 依한 被害가 比較的 鈍하게 나타난다는 結論과 類似性이 있었다.

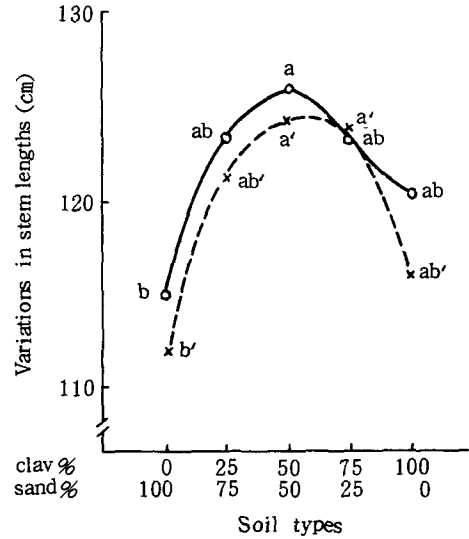


Fig. 1. Variation in stem lengths as affected by various soil types. (F-value in soil type; 3.24*, irrigation; 0.36^{ns}, soil x irrigation; 0.219^{ns}. Abb. ; 10mm artificial precipitation with 3 days interval, and ; 20mm with 6 days interval. Same alphabetical letter indicate no-significant differences in 5% probability levels of Duncan's Multiple Range test.)

반면에 着位長은 두 灌水方法下에서 모두 100% 細砂土와 25% 以上の 粘土가 섞인 土壤間에 差異가 있어서 結實되는 部位의 確保를 위해서는 土壤排水의 許容限界, 또는 最少限의 土壤保水를 要求하는 것으로 생각되었다. 즉 着莖를 促進시키기 위해서는 비록 溫帶型의 品種이 根/莖率이 높아서 特別過多한 排水條件下에서 水分不足이 야기될 때 耐旱性이 增大된다고 하더라도¹⁰⁾ 開花期以後에는 水分狀態에 敏感해지므로¹³⁾ 最少限의 水分維持를 爲한 水分供給이 要求된다고 하겠다. 特別 참깨는 Fig. 2에서 볼 수 있는 바 어느 程度의 保温이 되는 土壤條件에서는 着莖長이 거의 一定한 水準으로 變異가 없음을 認定할 수 있어서 排水가 過多한 土壤條件에서는 開花期以後의 灌水가 要求될 것으로 생각되었다.

3. 收量 및 收量構成要素

株當莖數와 莖當粒數는 참깨 收量決定의 가장 重要한 1次의 要因으로써⁵⁾ 粘土와 細砂의 混合比가 75% : 25%인 條件에서 가장 많았으며 排水條件이

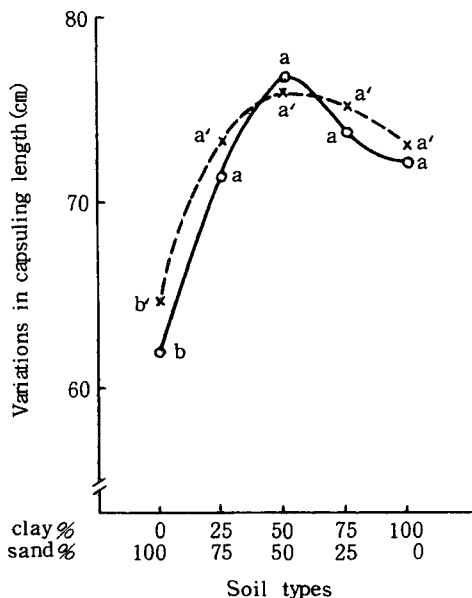


Fig. 2. Variations in capsuling lengths as affected by various soil types. (As for Abb., refer to Fig. 1. F-value in soil type; 13.53**, irrigation; 3.13*, and soil x irrigation; 3.13*, and soil x irrigation; 1.68^{ns}.)

變化됨에 따라 有意의으로 減少되었다. 特히 100% 粘土區에서도 混合비가 50% : 50%인 條件과 類似한 着莢數를 보였으며 오히려 混合비가 25% : 75% 또는 純細砂 條件에서 着莢數가 현저하게 減少되는 것으로 보아 着莢에 排水보다는 適正 水分의 維持가 要求되는 것으로 判斷되었다. 또한 灌水方法間에는 적은 量의 水分이라도 자주 灌水한 條件에서 有利한 것으로 나타나(Fig. 3) 着莢에 對한 適濕維持의 必要性이 強調되었다.

一般의으로 開花 前後期가 되어 生殖生長期로 轉換됨에 따른 植物體의 熱量消耗가 크므로 水分의 要求度가 增大되는 現象은 잘 알려져 있다.^{16, 18)} Hall 等⁸⁾은 참깨에 있어서 水分制限을 해 줌에 따라 “氣孔閉鎖 → 光合性減少 → 蒸散抑制 → 水分利用 比率增大”의 經路를 거치게 되므로 참깨의 耐旱性이 크다고 하였으나 이는 生體維持라는 觀點에서 認定된 뿐이며 增收 및 生産의 면에서는 持續的 灌水에 따른 “氣孔裂開 → 光合性增大 → 蒸散促進 → 水分利用量 增大”의 經路에 따른 生育現象이 바람직하며 이에 類似한 報告들도 많다.^{4, 5, 7, 13)} 따라서 本 試驗의 播種 期부터 開花期까지 灌水의 影響이 적었지만 開花期

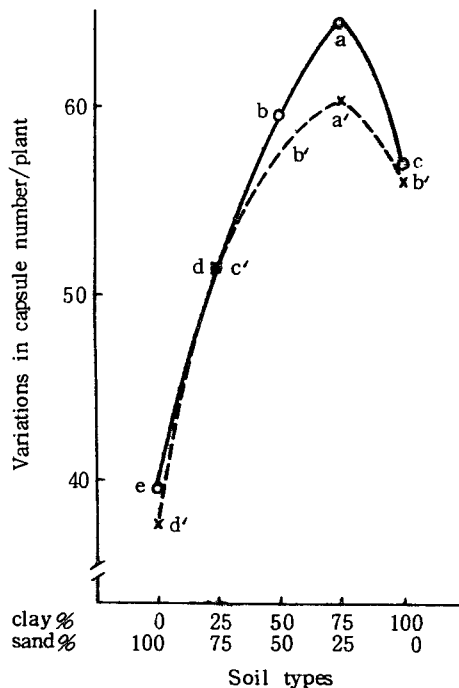


Fig. 3. Variation in capsule number/plant as affected by various soil types. (As for Abb., refer to Fig. 1. F-value in soil type; 219.3**, irrigation; 11.04**, and soil x irrigation; 2.055^{ns}.)

以後부터 增大되었다는 Rheenen¹³⁾의 참깨 試驗과 類似性이 있었다. 그러나 이들 結果는 開花期 後의 氣象條件이 降雨量이 많은 雨季에 해당되는 우리나라와 같은 경우에는 Camach 等(1974)²⁷⁾의 報告와 같이 排水條件이 良好할 수록 有利해져서 相異한 結果를 나타낼 수 있을 것이다. 排水條件의 差異에 따른 莢當粒數는 극단의 粘質과 砂質에서 減少되는 傾向이었고 그 外의 排水條件下에서는 株當莢數와 反對의 傾向을 보임으로써 粘土의 混合비가 25% : 75%에서 增加되고 75% : 25%에서 減少하였다. 이는 참깨의 莢當結實數가 灌水處理 보다 오히려 排水處理에 依하여 向上되는 것으로 判斷될 수도 있으나 莢當粒數의 決定時期를 開花後 2週 以內로 볼 때¹⁷⁾ 無限開花習性인 참깨에서는 着莢과 結實이 서로 상대되는 灌水條件에서 有利하다는 特異性을 보이므로 再檢討의 여지가 있다. 즉 이들 收量構成 要素들의 決定段階가 順序的(Sequential)이기 때문에 先行形質이 後行形質에 Negative하게 作用될 수도 있다.

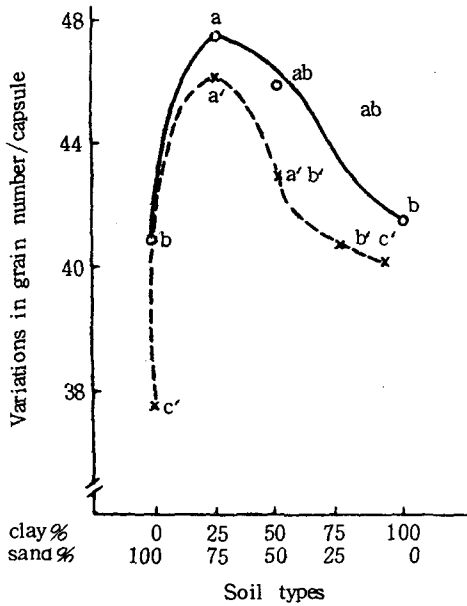


Fig. 4. Variations in grain number per capsule as affected by various soil types. (As for Abb., refer to Fig. 1. F-value in soil type; 5.09** irrigation; 9.32** and soil x irrigation; 1.45^{ns}.)

登熟 및 粒重: 두 灌水方法間에 差異없이 참깨의 登熟率은 過度排水가 되는 純砂土 條件下에서 減少되어 旱害誘發이 되었음을 認定할 수 있었으며 그 외의 相異한 排水條件下에서는 保濕性이 높은 쪽보다는 排水性이 높은 條件에서 登熟率이 높은 傾向이었다. (Fig. 5) 또한 1000粒重에서도 類似한 傾向은 있다.

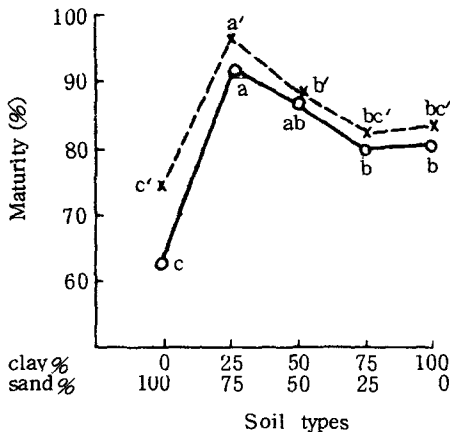


Fig. 5. Variations in maturity as affected by various soil types. (As for Abb., refer to Fig. 2)

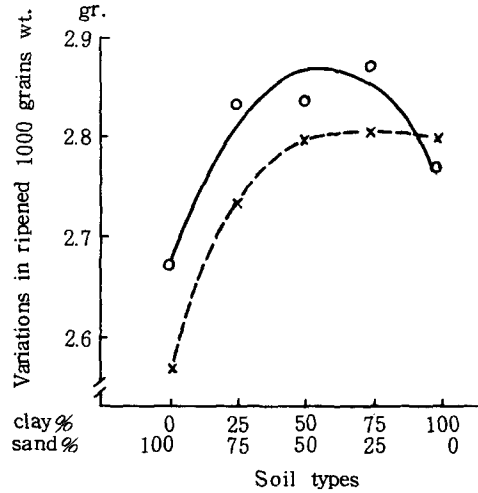


Fig. 6. Variations in ripened 1000 grains weights as affected by various soil types. (As for Abb., refer to Fig. 1)

있으나 統計的 有意差는 認定되지 않았다. (Fig. 6) 登熟率과 1000粒重의 成立에 있어서도 灌溉方法間에 形質相互間의 順序的인 逆相關 效果가 있음을 認定할 수 있었다.

Camach 등²⁾에 依하면 참깨는 잎과 大氣中의 水蒸氣壓 差異가 擴大되면 氣孔이 閉鎖되어 體內水分을 維持하므로 耐旱性이 維持된다고 하였고 Hall等⁷⁾이나 Gerakis等⁸⁾은 참깨의 耐旱性을 認定할 수 있지만 生産力은 灌水에 依한 氣孔裂開가 관련이 된다고 하였다. 그러나 本報의 結果를 보아 登熟의 促進은 過度한 排水 즉 旱魃條件을 피할 수 있는 限排水良好한 條件에서 有利한 것으로 나타났다. 한편 우리나라 品種群이 蒴果의 裂間性 때문에 特히 登熟期의 水分要求量이 클 것으로 해석될 때^{10,11)} 本報 참깨의 登熟은 株當蒴數의 先行的인 影響 때문에 保濕性 보다는 排水性이 높은 곳에서 有利한 것으로 表現되었을 可能性이 있으므로 收量面에서 再解析될 必要가 있으며 同一한 sink-source를 갖는 個體間의 排水條件別 登熟反應을 再檢討할 必要가 있다.

種實收量: 株當 種實收量性은 灌水方法間, 排水能力間 및 이들 두 要因의 相互作用 效果面에서 모두 有意的인 差異가 認定되었다. 灌水方法間에는 粘土와 砂土의 混合比가 50%:50%와 75%:25%에서 만 6日間隔 20mm보다 3日間隔 10mm 灌水가 有利하였고 6日間隔 20mm 灌水에서는 粘砂土比가 50

: 50%인 條件에서 그리고 3日間隔 10mm 灌水에서는 75% : 25%인 條件에서 收量確保가 有利한 傾向이었다. 즉 참깨의 收量形成은 過乾(旱魃狀態)하거나 過濕(酸素不足狀態)하지 않는 水分狀態가 維持되는 條件에서 有利하며 同一한 土壤排水條件에서라면 적은 量의 水分이라도 持續的으로 維持되어야 할 必要가 있다. 이는 收量構成 要素의 面에서는 登熟量 보다도 蒴數의 確保가 收量에 重要하였다.

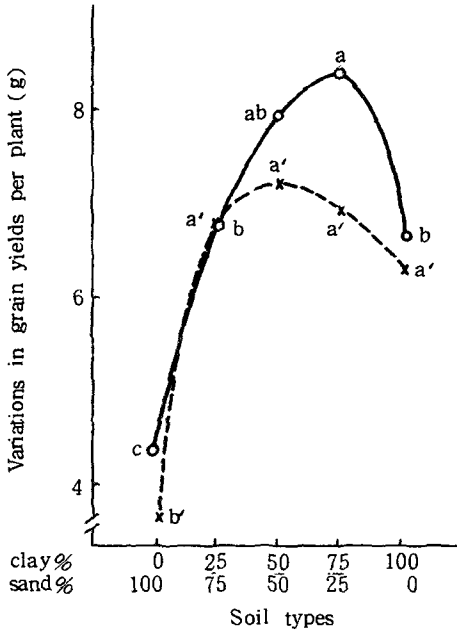


Fig. 7. Variations in grain yields per plant as affected by various soil types. (As for Abb., refer to Fig. 1. F-value in soil type; 385.15**, irrigation; 100.32**, and soil x irrigation; 20.78**.)

(Fig. 3 및 Fig. 6 參照) 그러나 本 試驗은 Pot를 利用한 個體當 收量 및 收量構成 特性을 調査한 結果이기 때문에 栽植密度를 달리하는 群集狀態의 收量에 對한 기여도는 달라질 것으로 豫상된다. 筆者等(1981)⁹은 참깨의 初期生育과 有效開花期(部分的으로는 蒴數 및 種實數決定期가 重複)에 全南地域의 降雨量이 不足한 實情이므로 灌水에 依한 增收可能性이 있음을 報告한 바 있으나 本 試驗은 水分利用量이 높은 狀態에서 이루어졌고 따라서 排水良好한 條件보다 保水性이 높은 條件에서 多收의 傾向을 보인것으로 解析된다. 이와 같은 現象은 Matsuoka(1959, 1960)^{10, 11}의 報告와 같이 우리나라의

品種群이 雨季型(Rainy Season type)이므로 充分한 水分條件이 維持되는 狀態에서 즉 收量率(Yield in wet year/Yield in dry year)이 120~130%에 이를 정도로 收量構成特性이 有利하게 成立되는 生態的 特性에 起因되었을 것으로 보인다. Van Rheenen(1979)¹³에 依하면 播種期가 늦을경우 참깨의 收量이 떨어지는 것은 비록 溫度는 높더라도 光不足 때문에 초래되는 것이라 報告한 바 本 試驗은 播種期가 5月21日로서 보다 빠른 必要가 있음을 감안할 때 作期移動에 따른 登熟期의 溫度와 光條件을 고려한 水分管理 特性을 再究明할 必要가 있다. 登熟期에 低溫, 低光條件이 되면 오히려 灌水效果가 收量低下를 招來할 可能性이 있기 때문이다.

摘 要

本 試驗은 1981년에 참깨品種 “水原9號”를 Pot에 供試하여 土壤의 排水力 差異에 따른 참깨의 生育과 收量形成의 差異를 究明하고자 試圖되었다. 즉 粘土와 細砂를 容量比(V/V Ratio)로 各各 0:100, 25:75, 50:50, 75:25 및 100:0가 되도록 混合한 土壤에 6日間隔 20mm 灌水와 3日間隔 10mm 灌水의 效果와 反應差異를 解析하였다. 土壤의 容量比에 따른 水分의 排水性은 粘土混合率에 따라 거의 直線的으로 減少하는 傾向이었다. 土壤排水性 差異에 따른 참깨의 生育反應은 純細砂土에서만 受害가 認定되므로 灌水의 增大가 要求되었고 그 外의 排水條件의 差異에 따른 生育反應에는 統計的 有意差가 없었다. 收量構成要素 가운데서 收量에 기여도가 가장 컸던 것은 株當蒴數로서 收量과 마찬가지로 粘土와 砂土가 75% : 25%로 混合된 條件 즉 排水性 보다는 保濕性이 良好한 土壤에서 가장 많았으며 蒴當粒數나 登熟性은 先行形質인 株當蒴數와의 負的相關 때문에 保濕性 보다는 排水性이 良好한 土壤에서 增大되는 傾向을 나타내었다. 灌水方法間에 이들 收量構成 特性의 差異는 없었으나 收量은 6日間隔 20mm 보다 3日間隔 10mm 灌水로서 保濕力(粘砂率 75% : 25%)이 높은 條件에서 最多水準이었으며 過度한 排水性이나 保溫性의 條件에서는 뚜렷한 減收의 傾向이었다.

引 用 文 獻

1. Ashri, A. and G. Ladijinski(1963) Anatomical

- Effects of the capsule Dehiscence Alleles in Sesame, *Crop. Sci.* 3:136-138.
2. Camach, B.S.E, A.E. Hall and M.R. Kaufman (1974) Efficiency and Regulation of water Transport in some woody and Herbaceous species. *Plant Physiol* 54:196-172.
 3. —Etherington J.R.(1976) Environment and Plant Ecology. 6, Plants and Water Deficit—
—Ecological Aspects— Ed. by wiley Eastern. 154-158.
 4. Gerakis, P.A. and C.Z. Tsangarakiso(1969) Sesame Variety comparisons and Breeding Objectives in the Sandy Soils of the Central Sudan. *Crop Sci.* 9:487-489.
 5. Guh, J.O, Y. Z. Kim and H.K. Choi(1981) Growth and Yield of Sesame (*Sesamum indicum* L.) as Affected by water Irrigation. *Theses Chonnam Univ.* 26:247-264.
 6. Hagan, R.M.(1957) Relationships of soil Moisture stress to Different Aspects of Growth in Ladino Clover. *Proc. Soil Sci. Soc. Am.* 21: 360-265.
 7. Hall, A.E. and D.M. Yermanos(1975) Leaf conductance and Leaf water status of Sesame Strains in Hot, Dry climates. *Crop Sci.* 15: 789-793.
 8. Hall, A.E. and M.R. Kaufmann(1975) Stomal Response to Environment with *Sesamum indicum* L. *plant physiol* 55: 455-459.
 9. Hsiao, T.C. *et al.*(1976) Water and Plant Life F. water stress and Dynamics of Growth and Yield of Crop Plants. Springer-Verlag: 281-305.
 10. Matsuoka, K.(1959) Studies on the Sesame Varieties (7). Temperature and Photoperiodic Responses of Sesame Varieties. *Jap. J. of Ecol.* 9-1:39-45.
 11. Matsuoka, K. and K. Ito(1960) Studies on the same varieties. (13) Geographical Distribution of Sesame and its Relation to Various Characteristics. *Skikoku Exp. Rep.* 5:47-64.
 12. Russell, E.W. *et al.*(1973) Soil conditions and Plant Growth. 29. *Water and Crop Growth.* Longman: 448-478.
 13. Van Rheenen, H.A.(1979) Soil Moisture and Growth of Sesame, Plant and Soils. (Wageningen, Netherlands):277-288
 14. 松村安治 等(1967) 水田導入蔬菜の土壌環境適応性. 3. 濕害と対策, 蔬菜に關する. 土壌肥料 研究集録 141~145
 15. 伊藤健次・松岡匡一(1960) 胡麻の品種に關する研究(11) 胡麻の耐旱性と品種間差異について. 四國農村試報 5:15~24.
 16. 具滋玉・朴興燮・崔先烈(1981) 全南地域の 數種 夏季作物에 對한 灌水時期 決定에 關한 研究. 全南大 報告 '81:65~71
 17. 具滋玉・李錫淳(1980) 참깨의 登熟進展 特性에 關한 品種比較研究. 韓作誌 25-2:58~62
 18. 朴興燮・具滋玉・安獎淳(1981) 全南 地域の 數種 夏季作物에 對한 灌水 時期 및 灌水量 決定에 關한 研究. 全南大 報告 '81:73-79
 19. 朴興燮・具滋玉・李秉烈(1981) 全南 地域の 季節別 降雨量 및 降雨頻度 分布解析. 全南大 論文集 27. (印刷中)