

土壤水分이 수수類의 光合成, 蒸散量 및 氣孔抵抗에 미치는 影響

II. 光合成과 蒸散량의 日中變化

韓興傳 · 柳鍾遠

畜産試驗場

Effects of Soil Moisture on Photosynthesis, Transpiration and Stomatal Resistance in Sorghums

II. On diurnal changes

H. J. Han and J. W. Ryoo

Livestock Experiment Station, RDA

Summary

To determine the effects of soil moisture on diurnal changes of photosynthesis, transpiration and stomatal resistance, sorghum and sorghum-sudangrass hybrid were grown at large concrete pots maintained at 100, 80, 60 and 40% of field moisture capacity. Photosynthesis were measured from a.m. 6 to p.m. 6 on a fine day.

1. Photosynthesis and transpiration reacted similarly to water stress and environmental factors, and they reached at their maximum points from noon to 2 p.m. and decreased sharply after 4 p.m.
2. Photosynthesis and transpiration of sorghum were higher at 60% field moisture capacity than those of the other field moisture capacities. In sorghum-sudangrass hybrid, photosynthesis was in the order of 60 > 80 > 40 > 100%. and transpiration was in the order of 60 > 80 > 100 > 40%.
3. Stomatal resistance did not show clear diurnal changes and was the lowest at 60% among four field moisture capacities.

I. 緒 論

光合成, 蒸散, 氣孔抵抗의 各過程은 光, 溫度, 水分等 環境要因의 影響을 받는다. 環境要因은 時刻에 따라 큰 幅으로 變化를 나타내고, 作物의 生産活動은 作物의 種類¹⁾나 生育段階^{6,7)} 또는 栽培環境^{3,6,7)}에 따라서도 현저한 日變化를 나타낸다. 수수類는 늦봄에 播種하여 가을까지 靑刈飼料로 利用하는 夏作物로서 水分欠乏에 견디는 힘이 비교적 강한 作物로 알려져 있으나 抵抗性의 機構는 잘 알려져 있지 않다. 體內水分의 低下는 氣孔開度를 減少시켜 光合成을 抑制시키며^{1,4)} 過多한 水分은 植物의 呼吸 및 窒素代謝가 阻害된다⁹⁾ 本研究는 生育後期의 相異한 土壤水分含量이 수수類의 光合成, 蒸散, 氣孔抵抗의 日變化에 미치는 影響을 比較檢討하기 위하여 1985 年에 屋外試驗으로 遂行되었다.

II. 材料 및 方法

本試驗의 供試作物 및 品種으로는 수수의 Pioneer 931, 수수×수단그라스交雜種의 Pioneer 988을 擇하였다. 試驗用 罫트는 길이 14m, 幅 1m, 깊이 1m의 大型콘크리트 罫트 4基를 使用하였고 床土는 肥沃度 中程度의 埴壤土를 使用하였다. 各 Pot의 土壤水分含量은 試驗期間中 圃場容水量의 100, 80, 60, 및 40%가 維持되도록 하였고 其他 栽培法은 第 1報¹⁰⁾와 같다.

光合成量의 測定은 快情한 날(10月 4日) 午前 6 時부터 午後 6時까지 2時間 間隔으로 植物體 頂上部 近의 가장 最近에 完全 展開한 新葉의 中心部分에서 휴대용 광합성측정기(LI-COR model 6000)로 測定 하였다. 測定方法은 葉을 acrylic plastic chamber에 끼워 12cm³/sec速度로 가스를 投入시켜 單位時間當

CO₂의 濃度가 減少되는 程度를 infra red analyzer에 依하여 測定하였다. LI 6000 携帶用 光合成測定裝置는 湿度와 溫度를 測定하는 detector가 附着되어 있으며 蒸散量과 氣孔抵抗도 同時에 測定할 수 있다.

III. 結果 및 考察

1. 環境要因

光度, 溫度 湿度等은 晴曇과 時刻⁶⁾에 따라 變하나 生育後期の 快晴日의 氣象要因은 그림 1과 같은 日中變化를 나타내었다. 光度(PAR, photosynthetically active radiation)은 午前 6時부터 增加하기 시작하여 午前 10時~午後 2時 사이에 약 1700 μE/s·m²으로 가장 높았으며 葉溫도 正午와 오후 2時에 가장 높았다. 午前 10時에서부터 午後 4時까지는 강한 光度에 의하여 葉溫이 chamber內的 溫度보다 2~3℃씩 높았으나 其他 時刻에는 서로 비슷하게 變化하였다. 相對濕度의 日中變化는 아침과 저녁시간에 다소 높고 正午경에 강한 日射에 依하여 多少 낮아졌다.

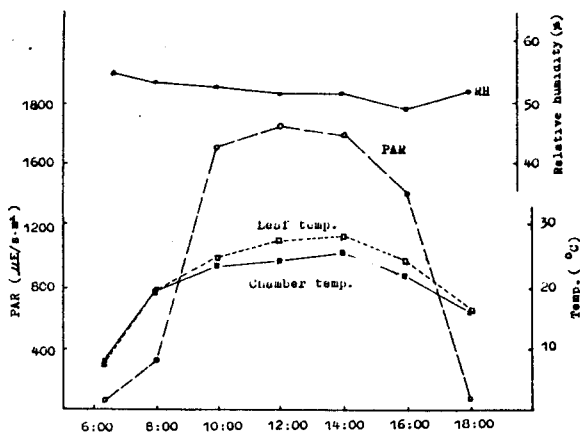


Fig. 1. Diurnal changes in photosynthetically active radiation (PAR), relative humidity and temperature.

2. 光合成

環境要因은 日中の 時刻에 따라 變動하는데 本 研究에서 光合成은 日射強度(수수: $r=0.68^*$, 수수×수단그라스交雜種: $r=0.83^{**}$)나 葉溫(수수: $r=0.85^{**}$, 수수×수단그라스交雜種: $r=0.70^*$)이 增加함

으로서 光合成도 增加하였는데 Mahendra等³⁾의 結果와 一致하였다. 光合成은 日射強度가 가장 높은 正午에 最大에 達하여 午後 2時까지 계속 높았으며 午後 4時부터는 급격히 낮아지고 日沒時間인 午後 6時에는 거의 補償點에 도달하였다. 土壤水分含量別로는 수수의 경우 60%水分區에서 光合成이 높았고 다른 處理區 사이에는 有意差가 없었다. 수수×수단그라스交雜種은 午前 10時와 12時에는 포장용수량의 60>80>40>100%區順으로 높았고 午後 2時에는 60%水分區가 가장 높았고 40%水分區가 가장 낮았으며 그 以後에는 水分處理間에 큰 差를 나타내지 않았다(그림 2, 3).

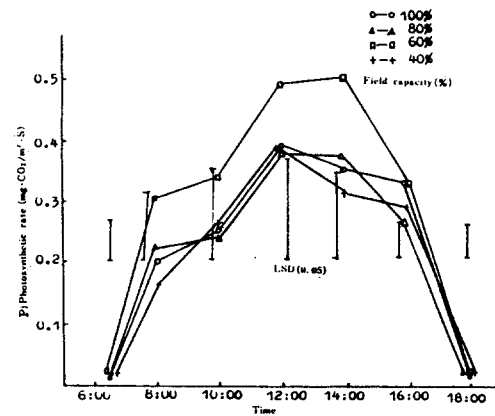


Fig. 2. Diurnal changes in photosynthetic rate of sorghum under different soil moisture.

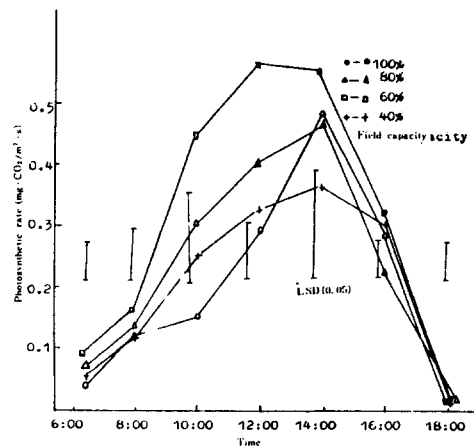


Fig. 3. Diurnal changes in photosynthetic rate of sorghum-sudangrass hybrid under different soil moisture.

3. 蒸散量

環境要因의 變化에 따른 光合作用과 蒸散量은 서로 反對하게 反應하며, 光合作用과 蒸散量間에는 高度의

正의 相關關係를 나타내었다(수수: $r=0.72^*$, 수수×수단교잡종: $r=0.81^{**}$). 蒸散量의 日中變化와 日射量 및 葉溫의 日變化 사이에는 密接한 關係가 있었다(表 1).

Table 1. Correlation coefficients between photosynthesis and environmental factors

Variable	TR		QU		RH		LT		RS	
	S	S.S	S	S.S	S	S.S	S	S.S	S	S.S
QU	0.80**	0.80**	-	-	-	-	-	-	-	-
RH	0.06	0.41	0.11	0.15	-	-	-	-	-	-
LT	0.87**	0.84**	0.90**	0.91**	0.17	0.09	-	-	-	-
RS	0.03	0.14	0.49	0.54	0.01	-0.58	0.40	0.38	-	-
PH	0.72*	0.81**	0.68*	0.83**	0.24	0.60	0.85**	0.70*	0.88**	0.86**

S : Sorghum

S.S : Sorghum-sudangrass hybrid

TR : Transpiration

QU : Quantum

RH : Relative humidity

LT : Leaf temp.

RS : Stomatal resistance

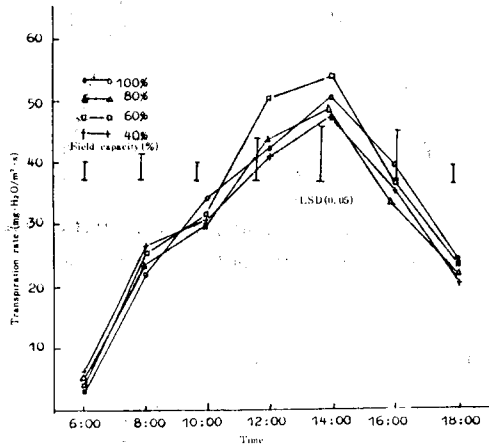


Fig. 4. Diurnal changes in transpiration rate of sorghum under different soil moisture

日照는 葉溫을 높이고(그림 1) 氣孔의 開閉에 影響을 주는 등 蒸散作用을 支配하는데 本試驗에서 蒸散量은 午前 6時부터 直線의인 增加를 보여 正午와 午後 2時에 最大值를 나타내었고 午後 2時以後에는 급격하게 減少되었다. 土壤水分條件에 따른 蒸散量은 수수의 경우 60%水分區가 가장 많았고 다른 水分區 사이에는 有意義가 없었다. 수수×수단교잡종은 수수와 마찬가지로 100%와 80% 水分區가

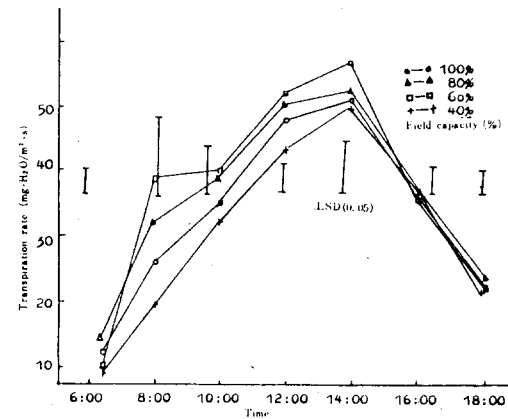


Fig. 5. Diurnal changes in transpiration rate of sorghum-sudangrass hybrid under different soil moisture.

으로 蒸散量이 많았으나 午後 2時 이후에는 水分條件에 큰 차이를 나타내지 않았다.

4. 氣孔抵抗

氣孔의 開閉에는 水分의 供給量, 잎수위의 相對濕度, 葉溫, 葉肉의 CO₂ 濃度 및 光合成 作用에 의한 日中變化가 있다. 그러나 本試驗에서 氣孔의 開閉에

中變化를 나타내지 않았고 한낮의 일시적인 氣孔閉鎖現象도 나타나지 않았다. 수수×수단그라스交雜種의 경우에는 日射量이 많고 葉溫이 높은 正午와 午後 2時頃에 氣孔抵抗이 가장 낮았는데 수수류의 경우 이 때가 生育適溫의 時間이었기 때문인 것으로 보여진다. 土壤水分含量別로는 수수의 경우 뚜렷한 경향을 나타내지 않았으나 수수×수단그라스交雜種의 경우에는 60%水分區에서 氣孔抵抗이 적고 40%水分區에서는 큰 편이었다(그림 6, 7).

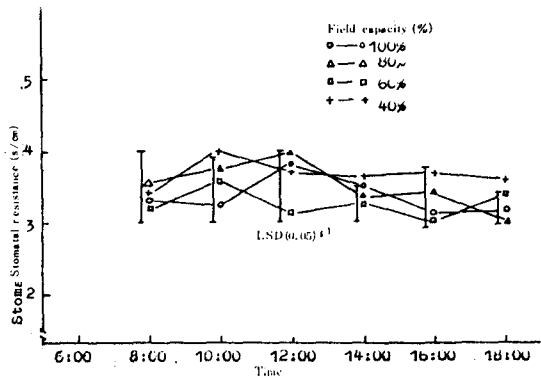


Fig. 6. Diurnal changes in stomatal resistance of sorghum under different soil moisture.

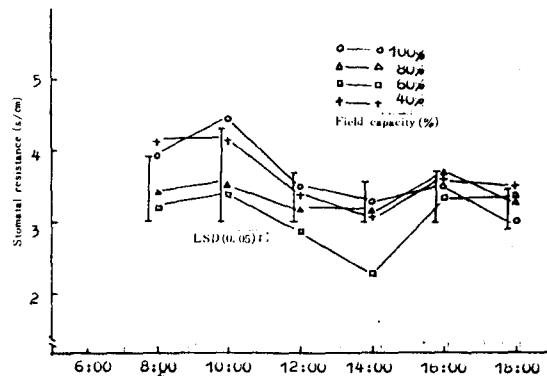


Fig. 7. Diurnal changes in stomatal resistance of sorghum-sudangrass hybrid under different soil moisture.

IV. 摘要

生育後期の 環境條件에서 土壤水分含量이 수수類의 光合成, 蒸散, 氣孔抵抗의 日變化에 미치는 影響

을 比較할 目的으로 1985年度 畜産試驗場의 圃場에서 大型 콘크리트 포트에 土壤水分을 圃場容水量의 100, 80, 60 및 40%가 유지되도록 調節하고 수수와 수수×수단그라스交雜種을 栽培한後 測定한 날을 擇하여 2時間 間격으로 光合成을 測定하였다.

1. 光合成과 蒸散量은 環境의 影響을 받아 正午와 午後 2時에 가장 높았고 午後 4時부터는 급격히 低下되었다.

2. 수수의 경우 光合成과 蒸散量은 60%水分區가 높았고 다른 水分區 사이에는 有意差가 없었으나 수수×수단그라스交雜種의 경우에는 光合成은 60>80>40>100%順이었고 蒸散量은 60>80>100>40%順이었다.

3. 氣孔抵抗은 뚜렷한 日中變化를 나타내지 않았으며 60%水分區가 氣孔의 抵抗을 가장 적게 받았다.

V. 引用文獻

- Boyer, J.S. 1970. Differing sensitivity of photosynthesis to low leaf water potential in corn and sorghum. *Plant Physiol.* 46:236-239.
- Johnson, R.R., N.M. Frey, and Dale N. Moss. 1974. Effect of water stress on photosynthesis and transpiration of flag leaves and spike of barley and wheat. *Crop Sci.* 14:728-731.
- Mahendra Singh, W.L. Ogren, and J.M. Widholm. 1974. Photosynthetic characteristics of several C₃ and C₄ plant species grown under different light intensities. *Crop Sci.* 14:563-566.
- Teare, I.D., E.T. Kanemasu, W.L. Powers, and H.S. Jacobs. 1973. Water use efficiency and its relation to crop canopy area, stomatal regulation, and root distribution. *Agron. J.* 65:207-211.
- 橋本 康·桑原典和·野中佳昭·船田周·杉二郎. 1980. 植物生育のプロセス 同定とその最適御制 (IX). 葉溫と光合成との關係. *生物環境調節*. 18 (3): 85-91.
- 石原 邦·石田幸·水倉忠治. 1971. 水稻葉における氣孔の開閉と環境條件との關係. 第2報. 氣孔開度の日變化について. *日作紀*. 40. 497-512.
- 石原 邦·江原宏昭·平澤 正·小倉忠治. 1978. 水稻葉における氣孔開閉と環境條件との關係. 第7報. 葉身のチツク:濃度と氣孔開度の關係. *日作紀*. 47(4): 664-673.

8. 李浩鎭, 尹進一, 李光會. 1981. 麥類의 氣孔擴散抵抗의 日中變化와 葉位別 氣孔의 分布. 韓作誌. 26(1) : 45 - 50.
9. 韓興傳, 金正甲, 安壽奉. 1985. 土壤水分含量이 수수屬作物과 옥수수의 生育 및 乾物蓄積에 미치는 影響. 第Ⅱ報. 乾物蓄積 및 成分含量의 變化. 韓草誌. 5(2) : 152 - 161.
10. 韓興傳, 柳鍾遠. 1986. 土壤水分이 수수類의 光合成, 蒸散量 및 氣孔抵抗에 미치는 影響. 第Ⅰ報. 光合成과 蒸散量의 季節間變化. 韓草誌. 6(1) : 53 ~ 59.