

水分供給調節이 질경이(*Plantago asiatica* L.)의 생장에 미치는影響

李 浩 俊·金 順 子·姜 惠 遠

(建國大學校 文理科大學 生物學科)

Effects of Different Soil Moisture on the Growth of *Plantago asiatica* L.

Lee, Ho Joon, Soon Ja Kim and Hae Won Kang

(Dept. of Biology, Kon-Kuk University)

ABSTRACT

This research was made over drought resistance and optimum soil moisture needed with *Plantago asiatica* L. as the material by means of making out the process of its growth under different soil moisture contents. The soil used for the experiment was a mixture of vermiculite and c-layer soil, and the process of growth was compared with each other controlling its soil moisture as: 7%, 15%, 30%, 45%, and 60%. In 7% range of soil moisture which was of low content, the increase of growth was neither significantly indicated nor any permanent seeding done. In view of this phenomenon, *Plantago asiatica* L. appeared to be highly drought-resistant. It was found rising at 30% range and reaching the optimum state at 45% range and falling down at 60% range. In view of this fluctuation indicated above, the optimum soil moisture content needed for the growth of *Plantago asiatica* L. is thought to be between 30% and 60%. It is thought the number of seed per capsule is not affected by the soil moisture content. It is expected that an ecotypic variation by the soil moisture content will bring forth upon *Plantago asiatica* L.

緒 論

植物의 生長과 生存에 미치는 물의 重要性, 특히 土壤水分과 植物의 生長에 관해서는 많은 研究가 되어 왔으나 充分하다고는 할 수 없다.

이에 관한 研究로는 1962年 Madrid에서 UNESCO 主權로 開催되었던 Symposium에서 乾燥와 半乾燥 氣候下에서 植物과 水分과의 均衡關係, 僅少한 土壤含水量에 대한 植物의 耐乾性에 관한 問題, 植物이 利用할 수 있는 水資源에 관한 問題 等 多方面에 걸친 報告가 있었다. 이 報告에서 Asana(1962)는 Wheat의 耐乾性 分析을, Gardner(1962)는 뿌리가 利用할 수 있는 水分의 樣相을 支配하는 要因에 關해서, Ahmad(1962)는 West Pakistan의 Quetta Vally에 있어서 植物의 水分 要求에 대해서, Petinov(1962)는 數種植物의 耐乾性과

生産力에 關해서, Wheaver等(1930)은 土壤含水量의 增減이 植物生長과 生長類型에 미치는 影響에 關해서 報告한 바 있다. Totsuka等(1964)은 制限된 水分供給에 의한 生理生態的인 適應問題를, Kurosaki(1974)는 日本産 *Rabdosia*屬을 材料로 土壤含水量을 調節했을 때의 伸長生長, 葉數, 葉의 크기에 미치는 影響 等を 調査한 바 있다. 最近 國內의 境遇는 Yim(1971)이 土壤含水量 調節에 對한 *Glycine max* 人工群集의 成長과 總窒素量의 變動에 關하여, Lee等(1975)은 *Lespedeza bicolor*에 있어서 水分供給量이 生長에 미치는 影響에 關해서, Kim等(1976)은 水分供給量이 *Celastrus orbiculatus*의 生長에 미치는 影響에 關해서, Kim(1977)도 *Robinia pseudoacacia*의 耐乾性과 生長에 關해서, Lee(1978)는 *Sorbus alnifolia*의 耐乾性에 關해서 研究한 바가 있다. 그러나 土壤含水量이 *Plantago asiatica* L.의 生長과 生態型에 미치는 影響에 關해서는 報告된

바가 없다. *Plantago asiatica* L.에 관한 研究를 보면, Park(1949, 1974), Ohwi(1953), Makino(1969), Kitamura(1969), Kim(1973, 1975)이 韓國에 分布하고 있는 *Plantago asiatica* L.의 分類와 形態的인 面에 關해서 報告한 바 있으나, 生態的인 面을 取扱한 것은 環境條件에 의한 “*Plantago asiatica* L.의 生態型的變異”에 關한 Lee(1979)의 研究 外에는 찾아볼 수가 없었다. 이에 따라, Lee(1979)의 實驗에서 *Plantago asiatica* L.는 耐乾性이 강한 것이라고 推論된 바 있어 이를 立證하기 위해 本 實驗을 實施하였다.

材料 및 方法

本 實驗은 耐乾性이 강한 질경이(*Plantago asiatica* L.)를 材料로 하여, 이의 水分供給量 調節에 의한 生長을 分析하였다.

實驗區의 설정은 實驗期間中 雨水의 流入을 防止하기 위해서 가로 2 m, 세로 1 m, 높이 1 m의 Frame을 만들어 Vinyl로 싸우고 土壤含水量을 1 plot(7%), 2 plot(15%), 3 plot(30%), 4 plot(45%), 5 plot(60%)으로 各 各 설정하고 每日 水分供給을 위하여 Boysen-Jensen Solution을 秤量하여 所定의 含量이 維持되도록 供給하였다.

供試土壤은 Vermiculite와 C層土壤을 採土하여 風乾시킨 後 土壤의 重量比가 4:3이 되도록 混合하여 使用하였다.

1981年 6月 8日, 本葉이 2~3個인 均一한 個體를 Wagner pot에 3個體씩 移植하였으며, sampling은 7月 15일부터 15日 間격으로 實施하였고 每回마다 無作爲의 處理하였다.

結果 및 考察

土壤水分含量에 따른 蒴果, 花梗, 花穗의 變化

土壤含水量 調節에 따른 蒴果 및 蒴果內의 種子數는 Table 1과 같다. 蒴果의 數는 30%, 45%, 60%區가 類似性을 나타내었고, 15%區는 80.83, 7%區는 30.17의 順으로 減少 傾向을 나타내었다.

蒴果內의 種子數는 水分供給量의 增加에 따라 60%區에서 6.24의 最高值를 나타내지 하였으나 各 區間에 큰 差이는 없었다. Lee(1979)는 *Plantago asiatica* L.의 境遇 capsule當 種子의 數는 環境에 의한 變異가 甚하지 않다고 指摘하였다. 本 實驗의 境遇 土壤水分含量

Table 1. Capsule and seed number of *Plantago asiatica* L. under different soil moisture content

Soil moisture content (%)	Capsule No. (per spike)	Seed No. (per capsule)
1 p (7)	30.17 ± 5.76	4.10 ± 0.50
2 p (15)	80.83 ± 13.01	5.10 ± 0.42
3 p (30)	116.83 ± 15.23	5.33 ± 0.84
4 p (45)	101.00 ± 13.80	5.53 ± 0.34
5 p (60)	113.00 ± 16.81	6.24 ± 0.63

에 따라 큰 差이가 나타나지 않는 것은 Lee의 實驗結果와 同一한 것으로 생각된다.

花穗 및 花梗의 數는 Table 2와 같고 그 傾向은 Fig. 1과 같다. 최초로 花穗와 花梗은 30%區에서부터 나타났으며, 一次 sampling時를 除外하고는 二次 sampling에서 六次 sampling까지 30%區와 45%區에서 높은 값을 보였다. 一般的으로, capsule과 種子의 數 (Fig. 1), 花梗과 花穗의 數 (Table 2)는 水分含量이 높은

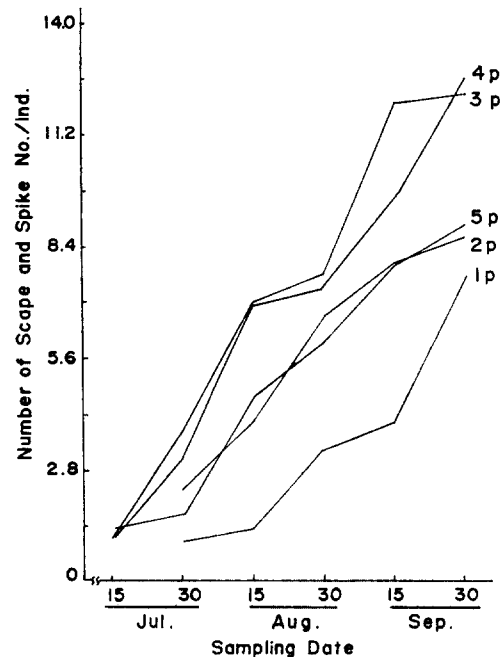


Fig. 1. The relation between number of scape, spike and soil moisture content. 1p: 7% plot, 2p: 15% plot, 3p: 30% plot, 4p: 45% plot, 5p: 60% plot

Table 2. The scape and spike number per individual of *Plantago asiatica* L. under different soil moisture

Soil moisture content (%)	Sampling date (1981)					
	Jul. 15	Jul. 30	Aug. 15	Aug. 30	Sep. 15	Sep. 30
1 p (7)	—	1.00 ± 0.00	1.33 ± 0.46	3.33 ± 0.94	4.00 ± 2.15	6.67 ± 1.22
2 p (15)	—	2.33 ± 1.24	4.00 ± 1.63	6.67 ± 1.68	8.00 ± 1.41	8.67 ± 1.41
3 p (30)	1.00 ± 0.00	3.67 ± 0.46	7.00 ± 2.15	7.67 ± 1.22	12.00 ± 0.81	12.30 ± 1.63
4 p (45)	1.00 ± 0.00	3.00 ± 0.81	7.00 ± 2.15	7.33 ± 0.46	9.80 ± 0.41	12.67 ± 3.75
5 p (60)	1.33 ± 0.93	1.67 ± 1.24	4.67 ± 0.43	6.00 ± 1.63	8.00 ± 1.63	9.00 ± 1.63

45%와 30%區, 60%와 15%區, 7%區의 3類型으로 生長傾向이 나타났다. 이로써, 花梗과 花穗는 過多한 土壤含水量에 대해 生長이 影響을 받는 것으로 나타났으며, 土壤含水量이 낮은 7%區에서는 生長初期부터 계속 生長이 增加하는 것으로 보아, 이보다 낮은 土壤含水量에서도 生長이 可能할 것으로 思料된다.

잎, 葉柄, 뿌리의 伸長生長

Plantago asiatica L.의 器官別 伸長生長은 Fig. 2~

5와 같다. 一般的으로, 土壤含水量이 增加함에 따라 伸長生長이 增加하여 45%區에서 最高値를 나타냈다. 앞(Fig. 2, 3)의 境遇 7%區에서는 一次 sampling時부터 五次 sampling時까지 僅少한 生長의 增加를 보이며, 15%區는 一次 sampling부터 五次 sampling까지 7%區보다는 生長의 增加를 보였으나 30%, 45%, 60%區보다는 낮은 값을 보였다. 土壤含水量이 많은 45%, 30%, 60%의 順으로 區間別로 僅少한 生長 차이는 있으나, 類似한 生長 傾向을 나타내고 있다.

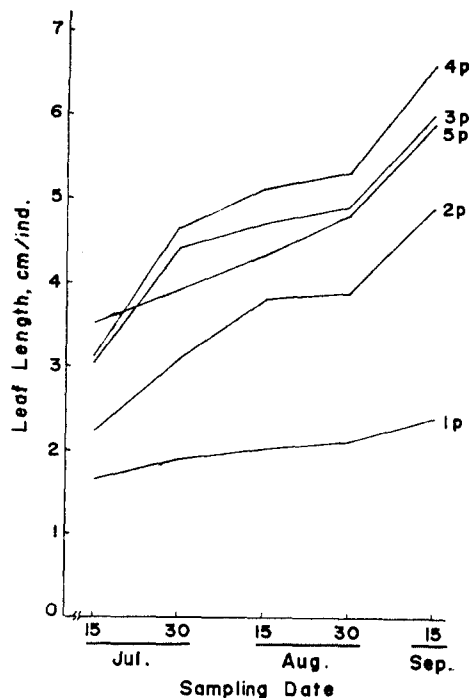


Fig. 2. The relation between leaf length and soil moisture content.

1p : 7 % plot, 2p: 15 % plot, 3p: 30 % plot, 4p: 45 % plot, 5p: 60 % plot

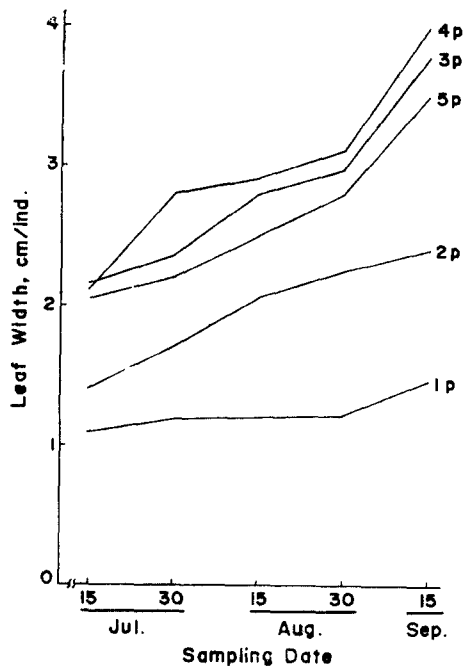


Fig. 3. The relation between leaf width and soil moisture content.

1p : 7 % plot, 2p: 15 % plot, 3p: 30 % plot, 4p: 45 % plot, 5p: 60 % plot

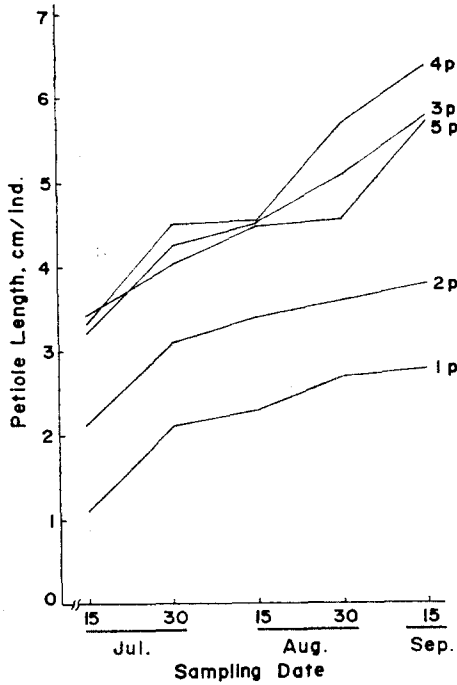


Fig. 4. The relation between petiole length and soil moisture content.
1p: 7 % plot, 2p: 15 % plot, 3p: 30 % plot, 4p: 45 % plot, 5p: 60 % plot.

一般的으로, 잎의 生長 類型은 7%區, 15%區, 30%—45%—60%區의 3 類型으로 區分되었다. 葉柄(Fig. 4)도 잎의 境遇와 類似한 生長傾向을 보였다. 7%區와 15%區에 있어서는 生長의 차이는 있었으나 二次 sampling 이후 時間의 經過에 따른 生長의 增加는 僅少하였으며, 특히 7%區는 四次 sampling 以後 더 以上の 生長이 나타나지 않았고 7%區, 15%區, 30%—45%—60%區의 3 生長類型으로 나타났다. 뿌리(Fig. 5)도 잎의 境遇와 類似한 傾向을 보였으며, 30%와 45%, 60%區가 비슷한 生長을 나타내며, 7%區는 四次 sampling 時까지 거의 生長을 나타내지 못했다. 一般的으로, 7%區, 15%區, 30%—45%—60%區의 3 生長類型을 나타냈고, 一次 sampling 時에는 뿌리털의 發生도 低調하였으나 時間이 經過함에 따라 30%, 45%, 60%區에서 뿌리털의 發達이 良好하였다. Lundegardh (1931)는 土壤含水量이 낮은 區에서 根系은 貧弱하게 發達했으며, 土壤含水量이 增加함에 따라 根系의 發達이 良好했고 줄기의 數와 뿌리털의 數도 역시 增加하였다고

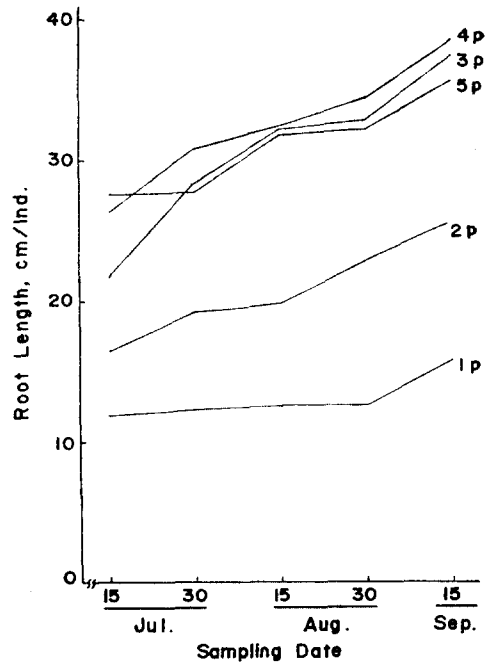


Fig. 5. The relation between root length and soil moisture content.
1p: 7 % plot, 2p: 15 % plot, 3p: 30 % plot, 4p: 45 % plot, 5p: 60 % plot

한다.

本 實驗의 *Plantago asiatica*는 역시 土壤含水量의 增加에 따라 根系의 生長이 호전됨을 보여 주었다. Khudairi 等(1962)은 土壤含水量을 12.5%, 25%, 50%, 75%, 90%로 하고 Sesame, Green-gram, Cotton의 伸長生長을 分析하였는데 土壤含水量이 90%인 곳에서 가장 많은 生長을 보였으며, 土壤含水量이 낮은 12.5%에서도 많은 生長을 볼 수 있다고 하였다. Lee(1975) 等도 *Lespedeza bicolor*의 境遇 土壤含水量이 15%인 곳에서 뿌리가 24.3 cm, 줄기가 36.2 cm로 많은 生長을 했다고 報告했으며, Kim 等(1976)에 의하면 *Celastrus orbiculatus*도 土壤含水量이 10%인 곳에서 뿌리가 19.21 cm, 줄기는 3.71 cm로 역시 많은 生長을 報告했다. Kim(1977)은 *Robinia pseudoacacia*도 土壤含水量이 낮은 5%의 境遇, 五次 sampling 時 줄기와 뿌리도 높은 값을 보였고, 그 後는 枯死하였으며, 10% 境遇 줄기와 뿌리는 많은 生長을 보였다고 했고, Lee(1978)는 *Sorbus alnifolia*의 實驗에서 土壤含水量 10%의 境

週 五次 sampling 時 잎이 3.0 cm, 줄기 4.0 cm, 뿌리가 20.8 cm로 土壤含水量이 낮은 곳에서도 많은 생장을 하였다고 報告하였다. 本 實驗의 *Plantago asiatica* 도 土壤含水量이 낮은 7%의 境遇 五次 sampling 時 잎이 2.48 cm, 葉柄이 2.79 cm, 뿌리가 15.93 cm로 위의 報告에서와 같이 土壤含水量이 낮은 7% 含水量에서 生長이 이루어진 것으로 보아 *Plantago asiatica* L. 는 土壤含水量이 낮은 곳에서도 生長이 可能한 것으로 思料된다.

花穗 및 花梗의 伸長生長

土壤含水量 調節에 따른 花穗 및 花梗의 伸長生長은 Fig. 6, 7과 같다. 花梗과 花穗는 土壤含水量이 낮은 7%, 15%區에서 一次 sampling 時 發生하지 않았으며, 二次 sampling 時부터 測定이 되었다. 土壤含水量이 낮은 7%區와 15%區에 있어서는 二次 sampling 時부터 生長이 계속 增加하여 잎, 葉柄, 뿌리의 生長과는 많은 차이를 보이고 있었다. 그러나, 土壤含水量이 높은 45%, 30%, 60%區의 花梗과 花穗의 伸長生長은 잎, 葉柄, 뿌리의 生長과 같은 生長傾向을 나타내어 7%

區, 15%區, 45%—30%—60%區의 3 生長類型으로 나타났다. 대체적으로, 全區間이 꾸준한 生長을 나타냈다.

葉數의 變化

葉數의 發生은 Table 3 및 Fig. 8과 같다. 葉數의 發生은 一次 sampling 時부터 各 區別로 차이가 나타나기 始作하였으며, 土壤含水量이 낮은 7%, 15%區의 境遇는 三次 sampling 時까지 葉數의 發生이 增加하였으나 三次 sampling 以後부터 六次 sampling까지는 葉數의 發生이 꾸준히 增加하였다. 그러나, 土壤含水量이 높은 30%, 45%, 60%區에 있어서는 四次 sampling 까지 葉數가 增加하였으나, 그 後 葉數의 增加는 僅少하였다. 一般的으로, 葉數의 增加도 7%區, 15%區, 45%—30%—60%區의 3 生長類型으로 區別되었다. Kurosaki(1974)는 日本産 *Rabdosia* 屬 植物을 材料로 하여 土壤含水量을 100%, 80%, 60%, 40%, 20%로 調節했을 때 伸長生長, 葉의 數와 크기는 60%와 80%區가 最適이었고 80% 以上 또는 60% 以下가 되면 減少現象이 나타나며, 20%나 100%가 되면

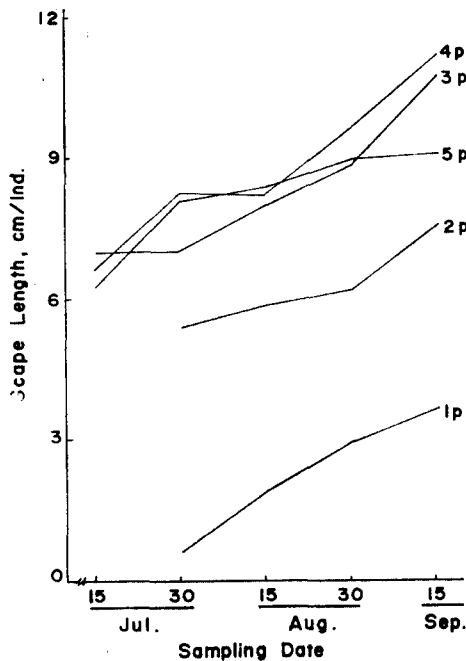


Fig. 6. The relation between scape length and soil moisture content.
1p: 7% plot, 2p: 15% plot, 3p: 30% plot,
4p: 45% plot, 5p: 60% plot

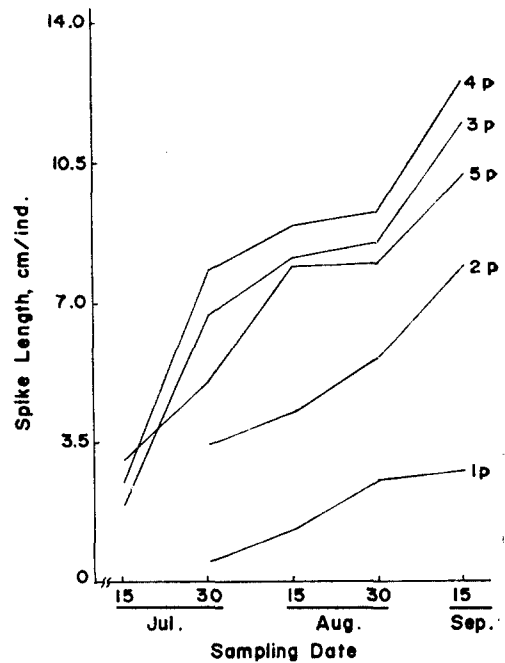


Fig. 7. The relation between spike length and soil moisture content.
1p: 7% plot, 2p: 15% plot, 3p: 30% plot,
4p: 45% plot, 5p: 60% plot

Table 3. The leaf number per individual of *Plantago asiatica* L. under different soil moisture content.

Soil moisture content (%)	Sampling date (1981)				
	Jul. 15	Jul. 30	Aug. 15	Aug. 30	Sep. 15
1 p (7)	3.00 ± 0.00	5.67 ± 0.93	7.00 ± 1.41	7.33 ± 0.96	8.00 ± 0.82
2 p (15)	5.67 ± 1.69	8.67 ± 1.24	11.00 ± 1.41	11.33 ± 2.50	12.67 ± 4.49
3 p (30)	8.25 ± 0.93	13.33 ± 3.31	15.67 ± 3.39	17.03 ± 2.07	18.25 ± 5.66
4 p (45)	7.00 ± 1.63	14.67 ± 0.92	18.00 ± 0.82	20.33 ± 0.97	21.33 ± 5.00
5 p (60)	10.00 ± 3.27	12.33 ± 1.98	13.93 ± 4.93	16.00 ± 2.45	17.00 ± 0.82

生長이 不良하거나 枯死한다고 하였으며, Kim(1977)의 水分供給에 따른 *Robinia pseudoacacia*의 耐乾性과 生長에 관한 研究에서는, 가지와 葉數의 發生은 土壤含水量의 增加에 따라 增加하는 傾向이 있어 土壤含水量이 70%인 plot에서 最大를 나타냈다고 하였다. 本實驗의 *Plantago asiatica*도 土壤含水量의 增加에 따른 葉數의 增加는 45%區, 30%區, 60%區의 順으로 差異를 보여 30%區~60%區의 범위가 最適으로 생각된다.

잎, 葉柄, 뿌리의 乾物量

各 器官別 乾物量 增加를 보면 Fig. 9~11과 같다. 잎, 葉柄, 뿌리의 伸長生長과 같이 生長의 傾向이 7%區, 15%區, 45%~30%~60%區의 3生長類型으로 區分되나 잎(Fig. 9)과 葉柄(Fig. 10)의 境遇 土壤含水量이 낮은 7%, 15%區에 있어서는 四次 sampling時까지 增加하였으나 그 後부터는 약간 減少現象이 나타났으며, 뿌리(Fig. 11)의 境遇는 生長 初期(一次 sampling)부터 最終 sampling時까지 계속적인 增加傾向이 나타

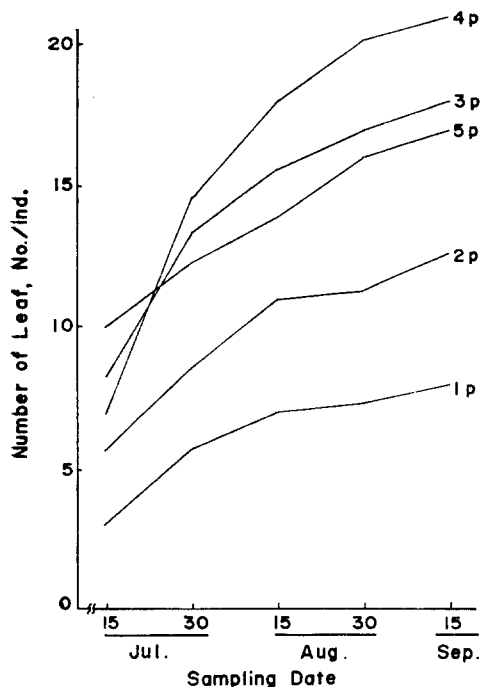


Fig. 8. The relation between number of leaf and soil moisture content.
1p: 7 % plot, 2p: 15 % plot, 3p: 30 % plot, 4p: 45 % plot, 5p: 60 % plot

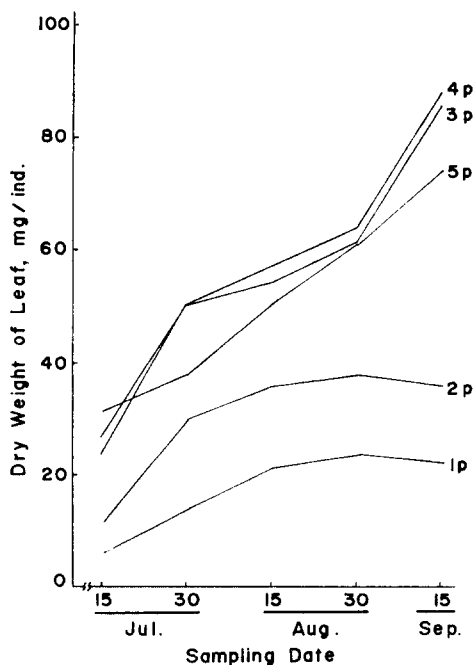


Fig. 9. The relation between dry weight of leaf and soil moisture content.
1p: 7 % plot, 2p: 15 % plot, 3p: 30 % plot, 4p: 45 % plot, 5p: 60 % plot.

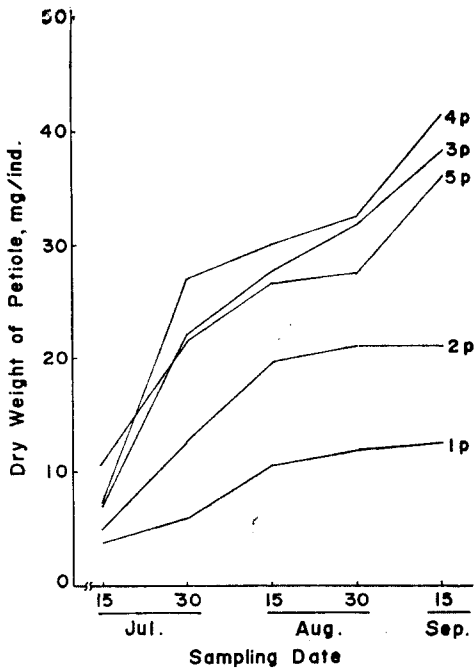


Fig. 10. The relation between dry weight of petiole and soil moisture content. 1p: 7% plot, 2p: 15% plot, 3p: 30% plot, 4p: 45% plot, 5p: 60% plot.

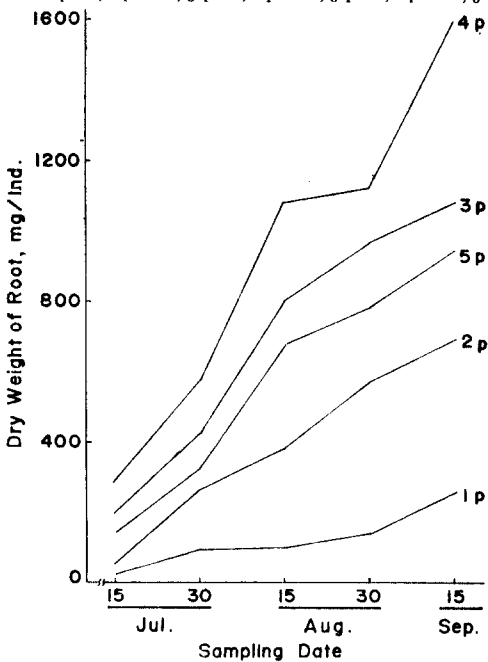


Fig. 11. The relation between dry weight of root and soil moisture content. 1p: 7% plot, 2p: 15% plot, 3p: 30% plot, 4p: 45% plot, 5p: 60% plot.

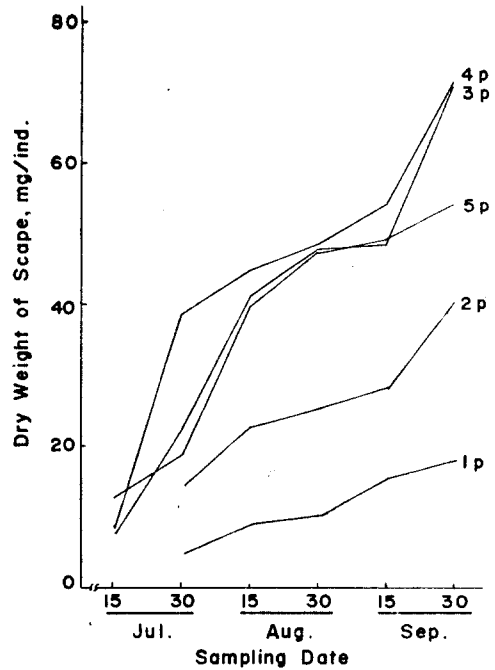


Fig. 12. The relation between dry weight of scape and soil moisture content. 1p: 7% plot, 2p: 15% plot, 3p: 30% plot, 4p: 45% plot, 5p: 60% plot.

났다. 이런 점으로 보아 土壤含水量이 낮은 區에 있어서는, 뿌리보다는 地上部인 잎과 葉柄이 土壤含水量에 더 큰 影響을 받는 것으로 생각된다.

花穗 및 花梗의 乾物量

花穗 및 花梗의 乾物量 增加를 보면 Fig. 12, 13과 같다. 花穗 및 花梗의 乾物量 生長도 花穗와 花梗의 伸長 生長과 같이 7% 區, 15% 區, 45%—30%—60% 區의 3 生長類型으로 區分되며 花梗의 境遇 土壤含水量이 높은 45%, 30%, 60% 區는 一次 sampling 時 類似한 값을 보였으나, 二次 sampling 時부터 45% 區의 生長이 30%, 60% 區보다도 많은 差異로 增加하였으며, 三次 sampling 時부터 五次 sampling 時까지는 45%—30%—60% 區가 類似한 生長을 보였고 生長速度는 緩慢하였다. 花穗의 境遇, 土壤含水量이 높은 30%—45%—60% 區는 一次 sampling 時부터 六次 sampling 時까지 花梗의 境遇와 같이 生長이 急增하였으며 生長傾向이 類似하였다. 또한, 土壤含水量이 낮은 7% 區는 五次 sampling 時까지, 15% 區는 三次 sampling 時까지 生長의 增加가 緩慢하였으나, 각기 그 後부터도 계속 增

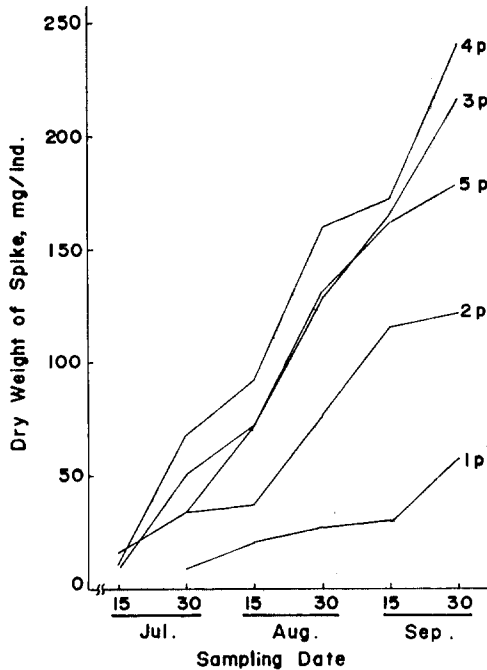


Fig. 13. The relation between dry weight of spike and soil moisture content.
1p: 7 % plot, 2p: 15 % plot, 3p: 30 % plot, 4p: 45 % plot, 5p: 60 % plot.

加하는 傾向이 나타났다. 花梗과 花穗의 境遇, 生長後期(六次 sampling)까지 生長이 急増하는 것은 種子의 增加에 따른 것으로 생각된다.

摘 要

耐乾性 植物로 推定되는 *Plantago asiatica* L. 를 材料로 하여 水分供給에 따른 生長關係를 밝혔다.

供試土壤은 Vermiculite 와 C 層 土壤을 混合한 것으로, 土壤含水量을 7%, 15%, 30%, 45%, 60%로 調節하여 生長過程을 比較하였다.

土壤含水量이 낮은 7%區에서는 生長의 增加가 별로 없었고 永久萎凋를 일으키지 않는 것으로 보아 *Plantago asiatica* L. 는 耐乾性이 강한 植物로 생각된다.

土壤含水量에 따른 *Plantago* 의 生長類型은 7%, 15%, 45%—30%—60%의 3 類型으로 區分되었으며 30%區에서부터 增加하기 시작하여 45%區에서 最大値를 나타내고 60%區에서 다시 減少하는 것으로 보아 30%—60%의 土壤含水量이 질경이의 生長에 必要

한 最適含水量이라고 생각된다.

土壤含水量에 따른 capsule 當 種子의 數는 影響을 받지 않는 것으로 생각된다.

土壤含水量에 의한 質경이의 生態型的 變異가 生길 것으로 期待된다.

參 考 文 獻

- Ahmad, M. S., 1962. Water requirement of plants in the Quetta Valley, West Pakistan. Proceedings of the Madrid Symposium, UNESCO. 155~161.
- Bierhuizen, J. F., 1962. Plant growth and soil moisture relationships. Proceedings of the Madrid Symposium, UNESCO. 309~312.
- Gardner, W. R., 1962. Factors governing the pattern of water utilization in a plant root zone. Proceeding of the Madrid Symposium, UNESCO. 93~94.
- Ivanov, L. A., 1923. The present state of the question of drought resistance. Bull. Appl. Bot. Plant Breed. 13: 1~32.
- Khudairi, A. K., A. Sh. Abdul Wahab and A. J. Thewani, 1962. Plant response to different soil moisture levels. Proceedings of the Madrid Symposium, UNESCO. 265~269.
- Kim, K. J., H. J. Lee, W. Kim and I. K. Lee, 1976. Effects of different soil moisture on the growth of *Celastrus orbiculatus*. Nature and Life (Kyungpook J. Biol. Scis.) 6: 73~81.
- Kim W., 1977. Studies on the drought resistance and the growth of *Robinia pseudoacacia* L. under the control of water supply. Research Review of Kyungpook Nat. Univ., 16: 39~71.
- Kim, Y. S., 1973. A morphological study on genus *Plantago* in Korea. The Sciences and Technologies, Korea Univ., 14: 53~69.
- Kim Y. S., 1975. Taxonomic study on genus *Plantago* in Korea. The Sciences and Technologies, Korea Univ., 16: 39~71.
- Kitamura, S., C. Murata, and T. Koyama, 1969. Coloured illustration of herbaceous plants of Japan. Hoikusha, Ohsaka.
- Kurosaki, N., 1974. Effect of soil moisture on growth of Japanese *Rabdosia*. Acta phytotax. Geobot., 26 (3~4): 89~95.
- Lee, H. J., W. Kim and I. K. Lee, 1975. Influence of water supply on the growth of *Lespedeza bicolor*. Kor. Jour. Bot., 18(4): 143~149.
- Lee, H. J., 1978. Studies on the drought resistance in *Sorbus alinifolia* Plant. Nature and Life (Kyungpook J. Biol.

- Scis.), 8(1): 41~56.
- Lee, H. J., 1979. A study on the ecotype of *Plantago asiatica* L. Thesis. Hyosung Women's Univ., 21: 3~45.
- Lundegardh, H., 1931. Environment and plant development. Edward Arnold and Coy., London.
- Montasir, A. H. and H. A. Foda, 1955. Effect of soil moisture, water table and soil structure on the development of "*Zygophyllum album* L." Bull. Inst. Desert Egypt., 5(1): 16~34.
- Ohwi, J., 1953. Flora of Japan. Shibund, Tokyo.
- Park, M. K., 1954. An enumeration of Korean plants. Seoul, Korea.
- Park, M. K., 1974. Keys to the herbaceous plants in Korea (Dicotyledoneae), Seoul.
- Petinov, N. S., 1962. Physiological principles of raising plants under irrigated agriculture. Proceeding of the Madrid Symposium, UNESCO. 81~92.
- Toisuka, T., 1963. Theoretical analysis of the relationships between water supply and dry-matter production of plant communities. Jour. Fac. Sci. Univ. Tokyo, 8(9): 341~375.
- Totsuka, T. and M. Monsi, 1964. An analysis of the eco-physiological adaptation of Tobacco plant to a limited water supply. Bot. Mag. Tokyo, 77: 206~255.
- Wheaver, H. A. and W. T. Himmel, 1930. Relation of increased water content and decreased aeration to root development in hydrophytes. Plant Physiol., 5: 62~92.
- Yim, Y. J. and Y. D. Rim, 1971. On the growth and total nitrogen changes of *Glycine max* artificial plant communities, grown in sandy loam soil with a controlled moisture content. Kor. Jour. Bot., 14: 21~28.

(1983年 9月 3日 接受)