

土壤環境勾配에 따른 植物的 形態 및 生産性 變異

李 喜 銑

서원대학 생물교육과

1. 序論

土壤이란 地殼의 最上部에 위치하고, 주로 大氣圈의 영향을 받아 生成된 岩石의 分解物을 主體로 하여 動植物 및 微生物의 遺體와 그 分解生成物이 混合되어 이루어진 膨軟한 物質로서 이루어져 있다. 大部分의 植物들은 이곳에 뿌리를 두고 있으며, 이 뿌리를 통해 生育에 필요한 물과 無機鹽類 등을 이곳으로부터 얻는다.

生態系의 에너지흐름의 基本이 되는 生産者 大部分의 생활의 터전이 土壤이기 때문에 土壤을 生命의 胎盤이라고도 부른다.

土壤 속에 들어있는 水分과 無機鹽類는 植物의 生長과 生存에 영향을 주는 主要 環境因子들 중의 하나이며 또한 生命體의 主要 構成成分이다. 그러므로, 土壤이란 다른 어떤 環境因子들 보다는 植物의 生存에 매우 중요한 因子이다.

여기에서는 遷移初期種으로 밝혀진 1년생 초본인 *Polygonum pensylvanicum* L. 와 遷移後期種으로 밝혀진 다년생 초본인 *Polygonum virginianum* L. (Parrish & Bazzaz, 1982; Zangerl & Bazzaz, 1983; 李, 1985; Lee et al., 1986)를 利用하여 土壤含水量과 無機營養素 含量을 각 5 段階의 勾配를 두어 花盆栽培 실험을 실시하여 종의 形態 및 生産性 등의 變化를 調査하여 그들을 비교하고자 한다.

이 때에 調査된 形質은 7 群 37 形質로서 Table 1과 같다.

2. 土壤含水量에 따른 變異

土壤含水量 勾配에 따른 生存率은 두 種 모두 100%였다. 含水量 勾配에 따라 각 形質의 變異가 일어났으며 각 形質별 차이가 있었다. 또한 種間에도 차이가 있었다(Fig.1-3).

個體의 體長은 *P. pensylvanicum*은 過濕과 過乾土壤에서 작았고 含水量 中の土壤에서 가장 컸으며, *P. virginianum*은 過濕에서 가장 작았고 乾燥土壤에서 가장 컸으며, 다른 勾配에서는 差의 有意性이 낮았다(Fig.1). 體長 生長은 *P. pensylvanicum*이 빨랐으며, 全 勾配에서 移植後 8週 이내에 끝이 났으나 *P. virginianum*은 12週까지도 계속되었다.

*P. pensylvanicum*의 週別 生存葉數와 生存枝數는 生育初期에는 過乾土壤에서 가장 적었으나, 後期에는 過濕土壤에서 가장 적었다. 生存葉數는 過濕土壤을 제외하면 濕한 土壤에서 많았으나, 生存枝數는 乾燥土壤에서 가장 많았다. 그러나 生存枝數의 勾配別 차이는 生存葉數에 비해 낮았다(Fig.2).

*P. virginianum*의 生存葉數는 生育初期에서 부터 過濕土壤에서 가장 적었고, 乾燥土壤에서 가장 많았다. 生存枝數는 過濕土壤에서는 거의 分枝되지 않았으며 含水量 中과 乾燥土壤에서 많았다(Fig.2).

다른 각 形質의 含水量 勾配에 따른 相對的 反應의 變異는 Fig.3과 같다. 土壤含水量 勾配에 따른 各 形質別 變異는 매우 多樣하게 나타나고 있으며, *P. virginianum*이 *P. pensylvanicum*보다 더 뚜렷하였다. *P. virginianum*은 낮은 土壤 含水量에서 生育이 良好하였으므로 이 種은 낮은 含水量에 적응된 種으로 判斷된다. *P. virginianum*은 잎의 뒷면에는 氣孔이 없어 乾燥에 적응된 種은 잎의 뒷면에는 氣孔이 없거나 分布密度가 낮다는 報告(Gindel, 1969)와도 일치한다.

形質別 反應의 차이는 잎의 形態群과 生産性에서 컸으며 이는 Boyer(1970)의

植物이 水分스트레스를 받을 때 잎의 生長이 예민한 反應을 나타낸다는 報告와 Lee et al.(1986)의 土壤含水量 차이를 따라서 反應의 큰 차이를 나타내는 形質은 잎의 形態와 生産性이라는 報告와도 일치한다.

3. 土壤無機營養素 勾配에 따른 變異

土壤無機營養素 勾配에 따른 生存率은 各 勾配에서 2 種 共히 100 %이었다. 大部分의 形質이 無機營養素의 增加에 따라 增加했으며, 勾配別 變異도 두 種 모두 土壤含水量에서 보다 심했다. 個體의 伸長生長은 *P. pensylvanicum*이 *P. virginianum*보다 빨랐으며 伸長의 勾配別 變異는 *P. virginianum*이 더 심하였다.(Fig.4).

個體의 體長, 生存葉數 및 生存枝數는 모두 無機營養素의 增加에 따라 增加하였으며, 勾配別 差도 뚜렷하였다(Fig.4,5).

다른 各 形質의 土壤無機營養分 勾配에 따른 相對的 反應의 變異는 Fig. 3과 같다.

大部分의 形質은 無機營養分의 增加에 따라 增加하였으나 그 變異의 정도는 形質別, 種別 차이를 나타냈다.

土壤含水量에서는 勾配에 따라 잎의 形態群에서 變異가 컸으나 無機營養分에서는 낮았으며 生殖群과 物質生産性群에서 變異가 컸다.

含水量과 無機營養分 勾配에 따른 變異가 거의 없는 形質은 種子의 平均 重量과 葉幅 : 葉長의 比였다.

葉幅과 葉長의 比가 一定한 것은 生長時 幅과 長이 같은 비율을 유지하기 때문이라고 思料된다.

4. 遷移 段階에 따른 種의 變異

遷移 初期種 또는 開放된 環境에서 生育하는 種은 形態 및 生理的인 可塑性이 커서 環境變化에 對한 적응력이 強하며(Bradshaw,1972), 土壤含水量 (Mueller-Dombis and Shims,1966 ;Pickett and Bazzaz,1978), 土壤肥沃度 (Mahmoud and Grime, 1976 ;Austin and Austin, 1980) 등의 環境變化에 對해 비교적 빨리 順應하여 유연하게 대처한다. 그러므로 遷移段階가 빠른 種은 다른 種에 比해 環境變化에 對한 生態的 變異가 적어 生態的地位幅(Niche breath) 이 넓다.

本 調查에서도 遷移 初期種인 *P. pensylvanicum*이 遷移 後期種인 *P. virginianum*에 比하여 土壤含水量 勾配 및 土壤無機營養素 勾配에 따른 變異가 적었다. 이는 環境勾配에 따른 各種의 形態 및 生産性的 相對的인 反應比를 구하여 Levin(1968)의 方法에 따라 各種의 生態的地位幅을 얻어 該 種의 遷移 段階를 判斷할 수 있으며, Schoener(1970)의 方法에 따라 種間의 生態的 地位 重複域을 얻어 種間의 競爭力の 判斷에 利用할 수 있으리라 思料된다.

5. 結 論

遷移 初期種인 *Polygonum pensylvanicum*과 遷移 後期種인 *Polygonum virginianum*을 材料로 土壤含水量과 土壤無機營養素를 各 5가지로 조절하여, 各 環境의 變化에 對한 反應의 變異를 調查하였다.

環境 變化에 따른 種別 形質別 反應의 變異는 多樣하였다.

土壤含水量 勾配에 따른 變異는 앞의 形態群과 生産性群에서 컸으며, 土壤 無機營養素 勾配에서는 生殖生長群과 生産性群에서 컸다.

各 環境 勾配에 따른 變異는 遷移 後期種인 *P. virginianum*이 遷移 初期種인 *P. pensylvanicum*보다 컸으며, 이는 生態的 地位幅이 좁기 때문이다.

6. 참고문헌

- Austin, M.P. and B.O. Austin. 1980. Behavior of experimental plant communities along a nutrient gradient. *J. Ecol.*, 68:891-918.
- Boyer, J.S. 1970. Leaf enlargement and metabolic rates in corn, soybean and sunflower at various leaf water potentials. *Plant Physiol.*, 46:233-235.
- Bradshaw, A.D. 1972. Evolutionary significance of phenotypic plasticity in plants. *Adv. Genetics*, 13:115-155.
- Gindel, I. 1969. Stomatal number and size as related to soil moisture in tree xerophytes in Israel. *Ecol.*, 50:263-267.
- Lee, Hee Sun. 1985. Studies on the niche for several plants along the environmental gradient. Ph. D. Thesis, Seoul National Univ. (in Korean)
- Lee, Hee Sun, A.R. Zangerl, K. Garbutt and F.A. Bazzaz. 1986. Within and between species variation in response to environmental gradients in *Polygonum pensylvanicum* and *Polygonum virginianum*. *Oecologia*, 68:606-610.
- Levin, R. 1968. Evolution in changing environments. Princeton Univ. Press. Princeton, NJ.
- Mahmoud, A. and J.P. Grime. 1976. An analysis of competitive ability in three perennial grasses. *New Phytol.*, 77:431-435.
- Mueller-Dombois, D. and H.P. Shims. 1966. Response of three grasses to two soils and a water table depth gradient. *Ecol.*, 47:644-648.
- Parrish, J.A.D. and F.A. Bazzaz. 1982. Response of plants from three successional communities on nutrient gradient. *J. Ecol.*, 70:233-348.
- Pickett, S.T.A. and F.A. Bazzaz. 1978. organization of an assemblage of early successional species on a soil moisture gradient. *Ecol.*, 59:1248-1255.
- Schoener, T.W. 1970. Non-synchronous spatial overlap of lizards in patchy habitats. *Ecol.*, 51:408-418.
- Zangerl, A.R. and F.A. Bazzaz. 1983. Responses of an early and a late successional species of *Polygonum* to variations in resource availability. *Oecologia*, 56:397-404.

Table 1. The list of studied groups and characters

Group	Character
Vegetative	Number of leaves
	Number of dead leaves
	Rate of leafing
	Rate of dead leafing
	Number of living leaves
	Number of branches
	Number of dead branches
	Number of living branches
Reproduction	Total seed weight
	Weight of reproductive organs(flowers, seeds etc.)
	Reproductive ratio(total seed wt./total plant wt.)
	Mean seed weight
	Number of seeds
	Number of inflorescences
Leaf feature	Leaf length
	Leaf width
	Leaf weight
	Leaf thickness
	Leaf width/length ratio
	Petiole angle(relative to main stem)
	Petiole length
	Petiole diameter
Plant architecture	Shoot length
	Stem diameter
	Internode length
	Number of nodes
	Root/shoot ratio
	Leaf weight ratio
Production	Shoot dry weight
	Root dry weight
	Total dry weight
Water economy	Gross water loss(water loss/individual/30 min.)
	Water loss rate A(water loss/total plant wt./min.)
	Water loss rate B(water loss/above ground wt./min.)
	Water loss rate C(water loss/ leaf wt./min.)
Stomata	Stomatal density of lower epidermis
	Stomatal density of upper epidermis

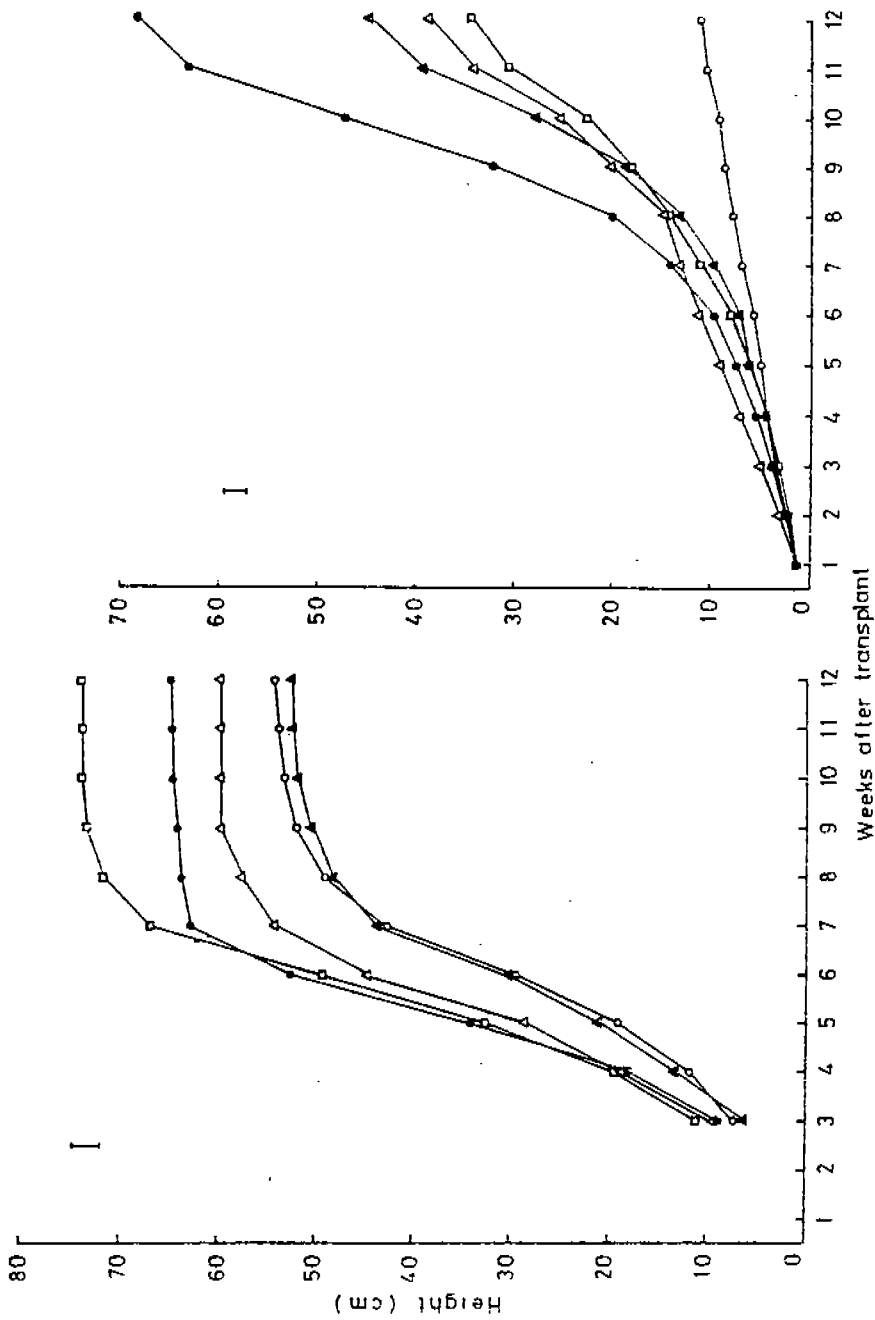


Fig. 1. Changes of growth in height on soil moisture gradient. Vertical vars indicate L.S.D. at 5% level. Left; *Polygonum pennsylvanicum*. Right; *Polygonum virginianum*. O; Wettest: Δ ; Wet: \square ; Medium: \bullet ; Dry: \blacktriangle ; Driest.

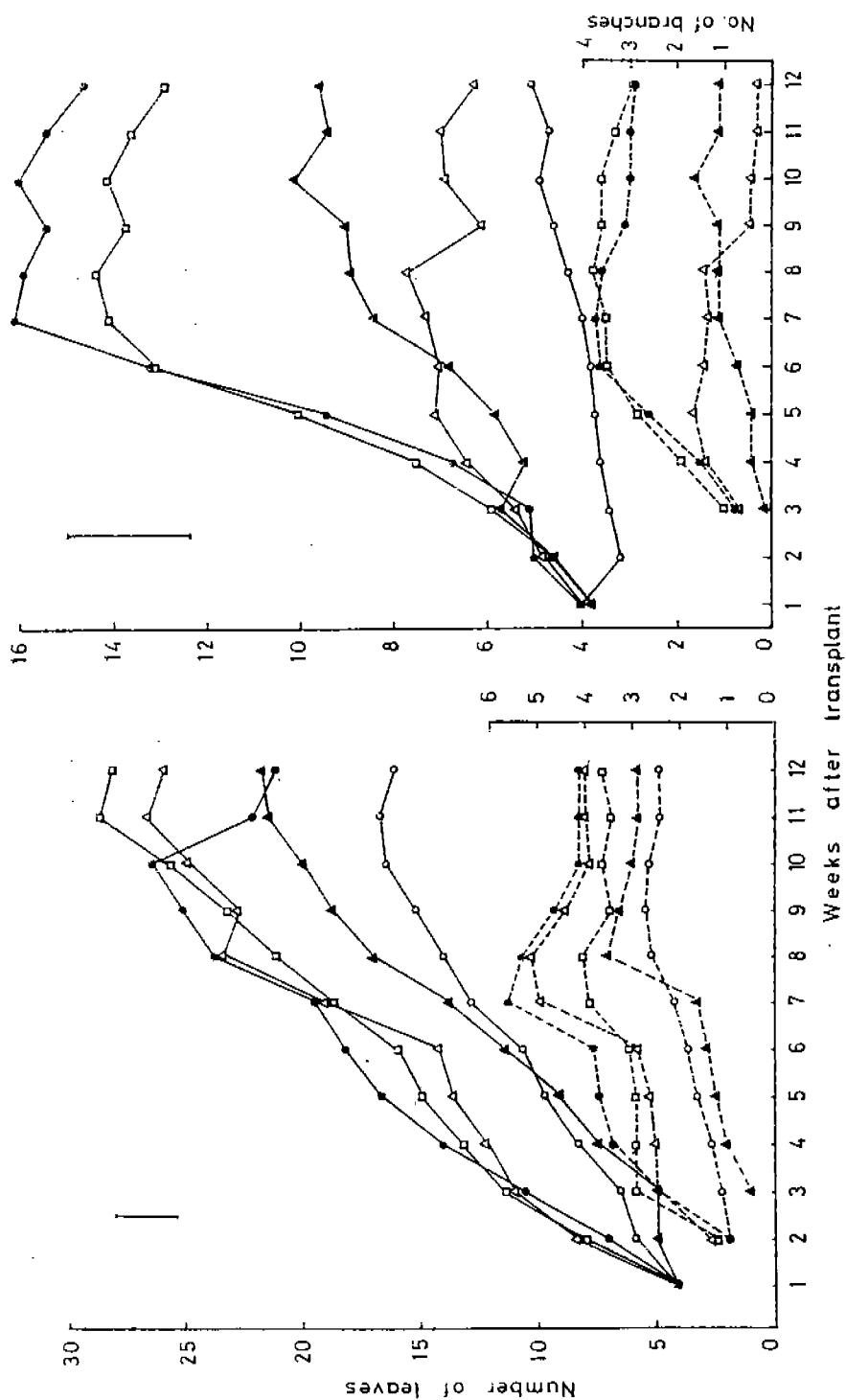


Fig. 2. Changes of number of living leaves (solid line) and number of living branches (broken line) on soil moisture gradient. Vertical bars indicate L.S.D. at 5% level. Left; *Polygonum pensylvanicum*. Right; *Polygonum virginianum*.
 ○; Wettest; ▲; Wet; △; Medium; ●; Dry; ▲; Driest.

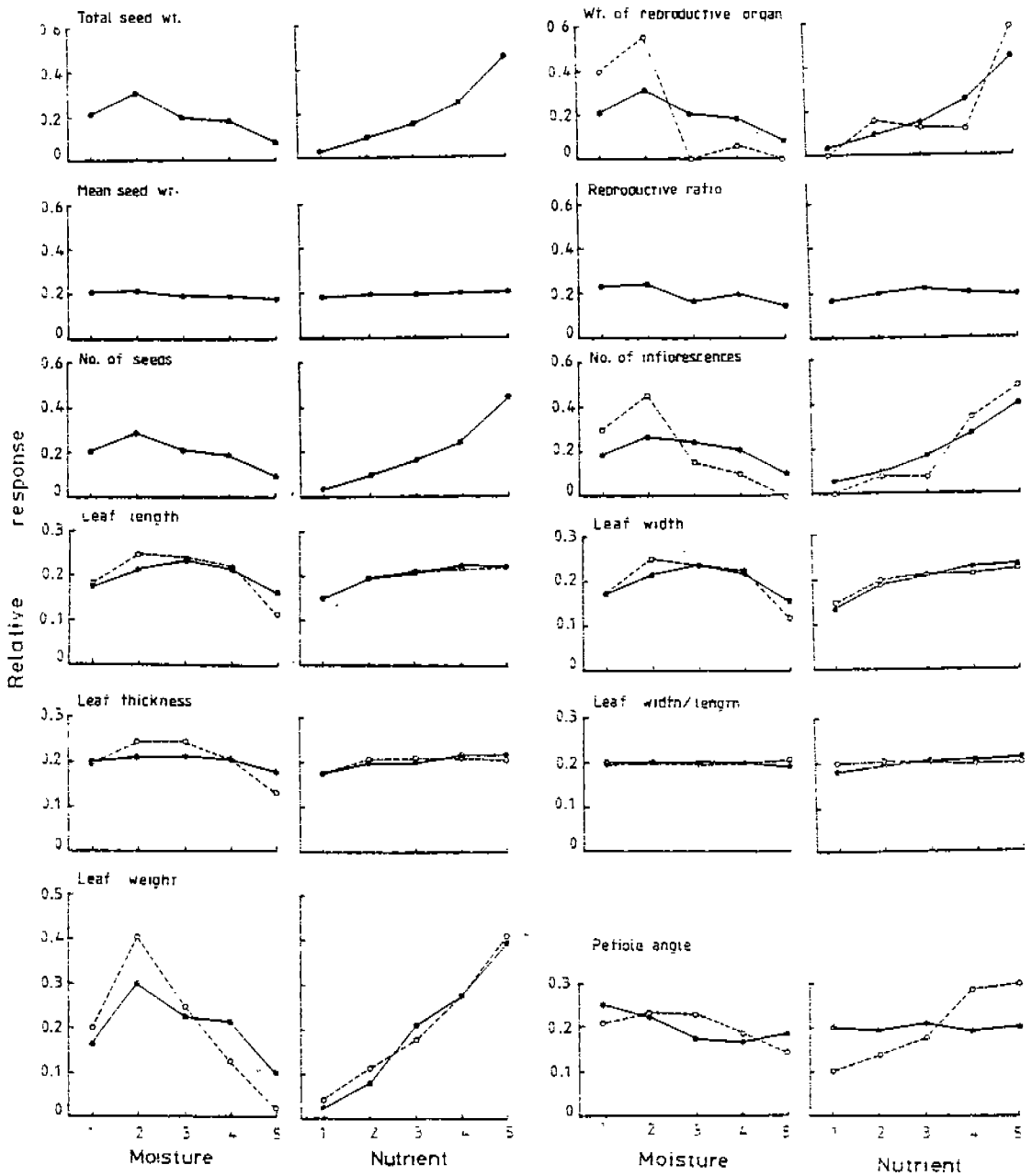


Fig. 3. Relative response of each character for *Polygonum pensylvanicum* (solid line) and *Polygonum virginianum* (broken line) along the gradients. Gradient 1 stands for the lowest level and gradient 5 the highest level.

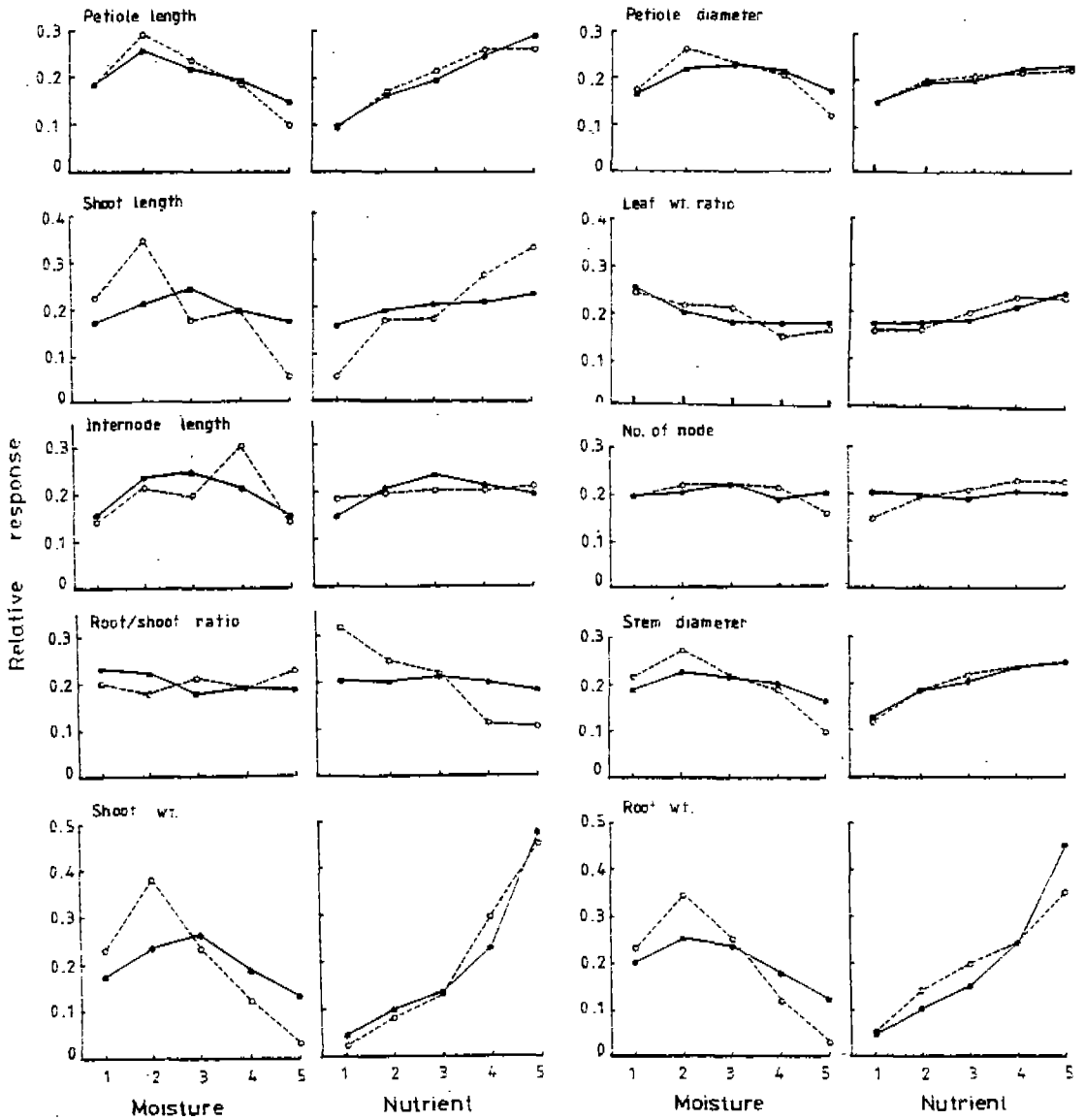


Fig. 3. (Continued)

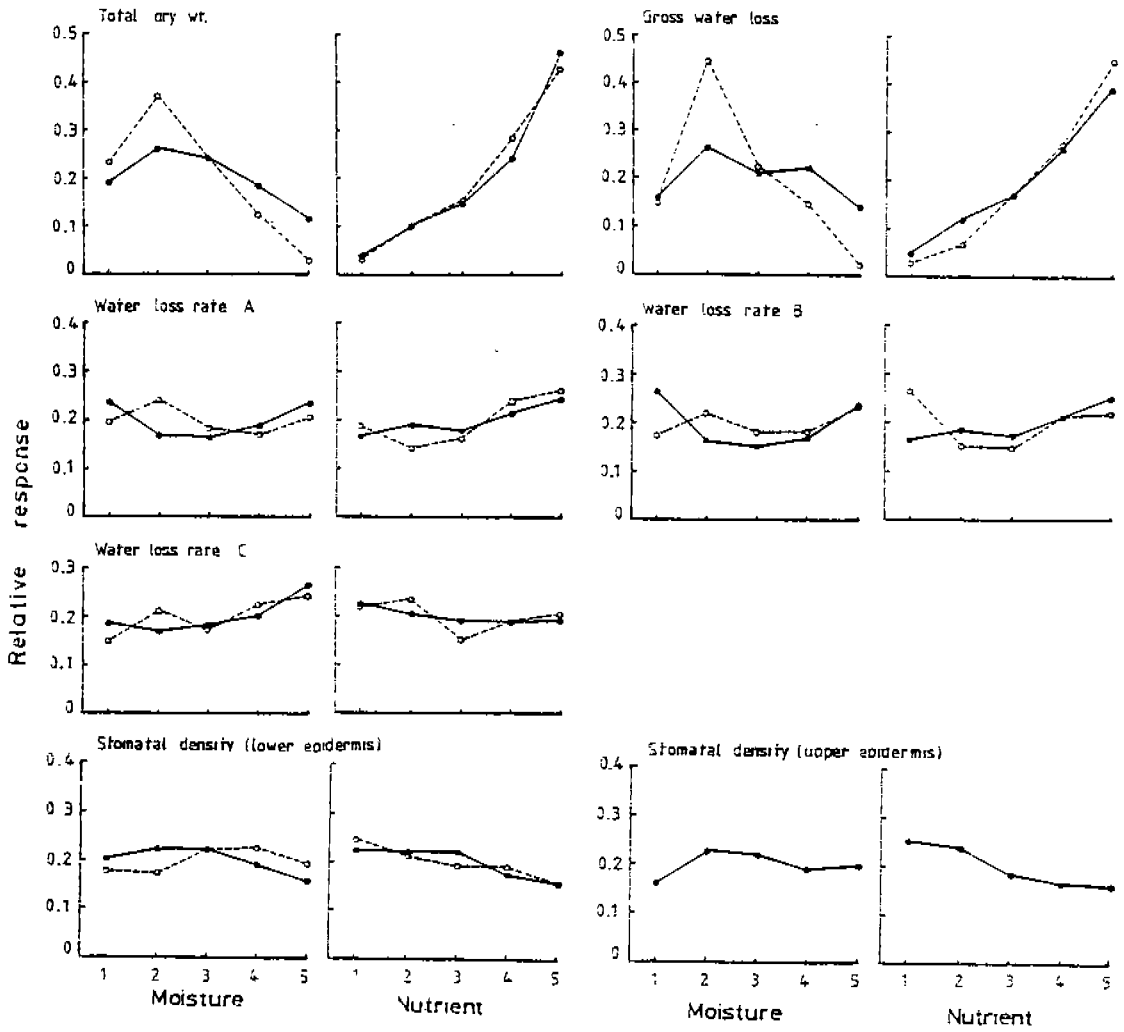


Fig. 3. (Continued)

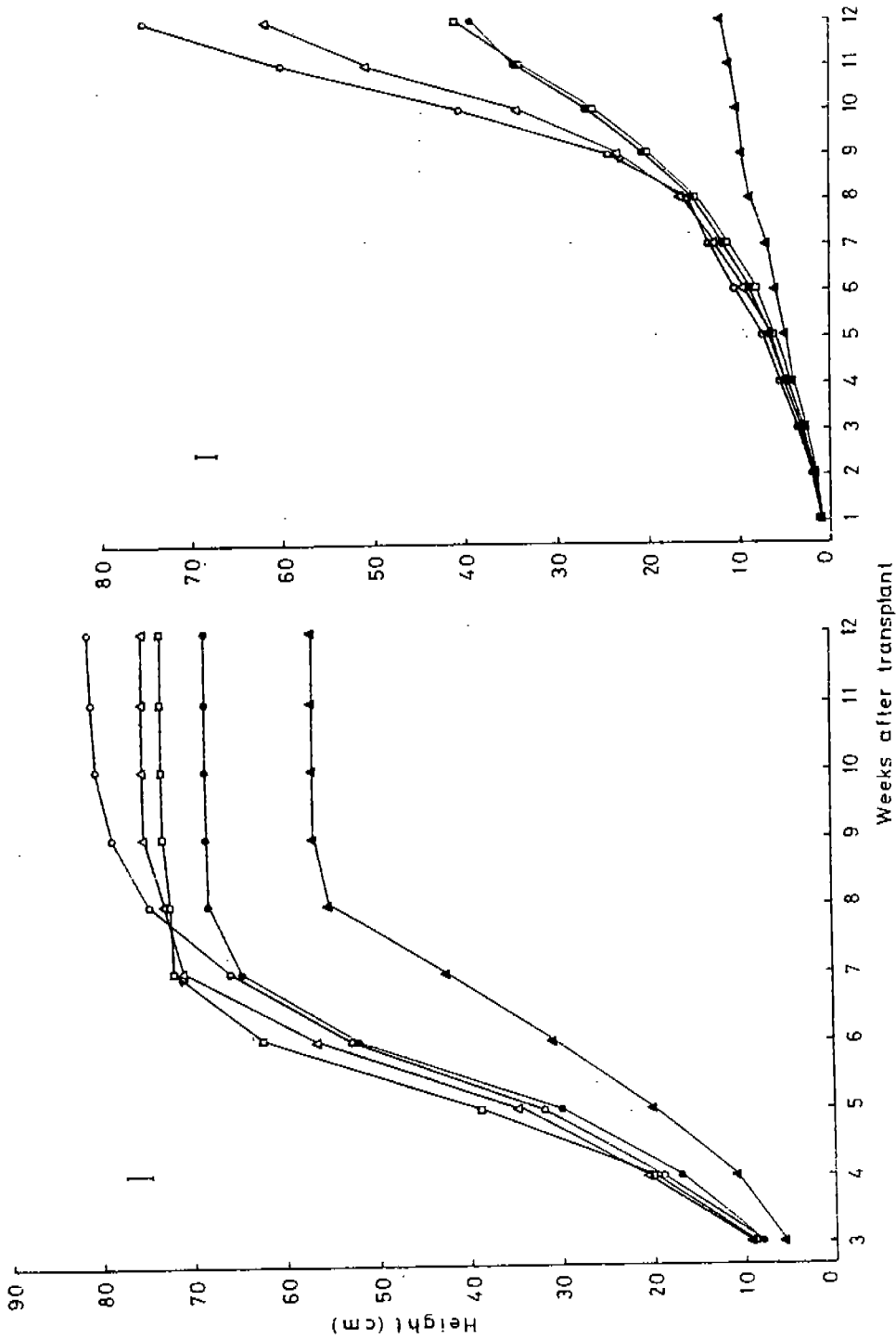


Fig. 4. Changes of growth in height on soil nutrient gradient. Vertical vars indicate L.S.D. at 5% level. Left; *Polygonum pensylvanicum*. Right; *Polygonum virginianum*.

○ ; Highest; ▲ ; High; □ ; Medium; ● ; Low; ▲ ; Lowest.

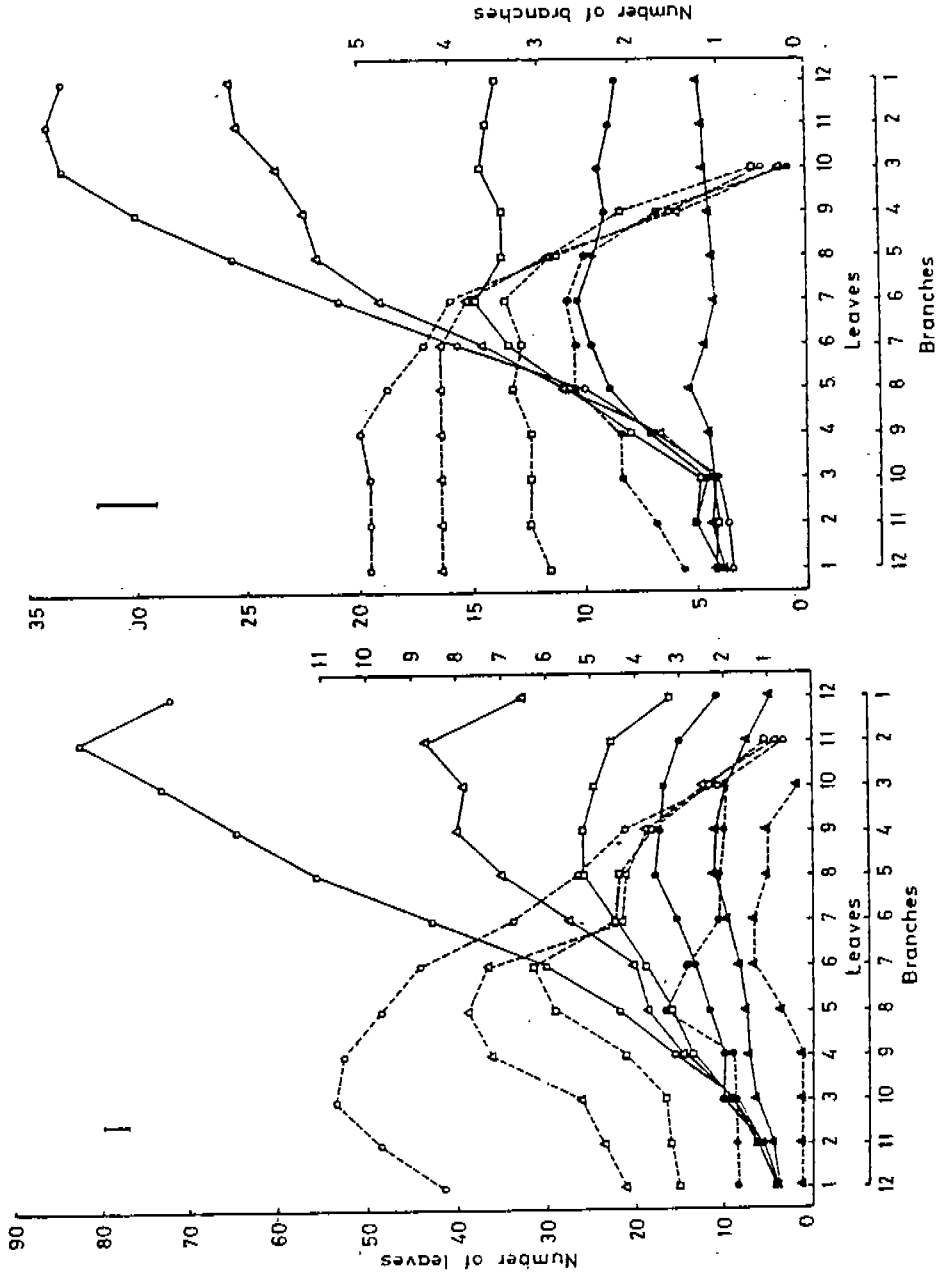


Fig. 5. Changes of number of living leaves (solid line) and number of living branches (broken line) on soil nutrient gradient. Vertical vars indicate L.S.D. at 5% level. Left; Polygonum pensylvanicum. Right; Polygonum virginianum. ○; Highest; △; High; □; Medium; ●; Low; ▲; Lowest.