

억새草地에 있어서 土壤水分勾配에 따른 物質의 生産과 分配에 관한 研究

張楠基 · 金炯基*

서울大學校 師範大學

A Study on the Dry Matter Production and Allocation by the Water Gradient in *Miscanthus sineusis* Grasslands

Nam-kee Chang and Hyung-ki Kim*

College of Education, Seoul National University, Seoul

Summary

The allocation of the dry-matter yield in *Miscanthus sineusis* grasslands on soils of different water contents was investigated. The results obtained in this study can be summarized as follows;

1. The standing crops of *Miscanthus sineusis* grassland A (soil water content; 22.54%) and B (soil water content; 9.22%) were 2,267.12 and 943.44 g/m², respectively.
2. The productivity curves of the *Miscanthus sineusis* grassland A and B were the bell-shape and the productivity peak values were showed in September.
3. In *Miscanthus sineusis* grassland A and B, the reproductive allocation was represented by characteristics of production structure and dry-matter yields.
4. Allocation rates of dry-matter yields to panicle and rhizomes in *Miscanthus sineusis* grassland A and B were 0.6 and 1.4% and 35.4 and 46.6% respectively.
5. In these results, allocation of dry-matter yield to reproductive organs was increased in the condition of water-stress.

I. 緒論

最近 植物의 生命活動에 있어서 外界에서 無機養分을 吸收하여 同化한 energy와 物質을 吸收器管, 通導器管, 物質生産器管 및 生殖器管에 어떻게 分配하는가에 관한 많은 研究가 遂行되고 있다(Harper 및 Ogden, 1970; Odgen, 1974; Kawano, 1975; Werner, 1977; Shon, 및 Policansky, 1977; Stearns, 1977; 張 및 崔, 1982).

高密度獨立性(high density independent)을 나타내는 生物은 限定된 物質과 energy를 될 수 있는한 生殖器管에 分配하려는 傾向이 있으며 이것을 r-selection이라고 하였다(Stearn, 1977).

한편 高密度從屬性을 나타내는 植物에서는 生殖器管보다도 잎, 줄기, 뿌리등 榮養器管에 보다 더 많은 energy와 物質을 分配한다는 것이며, 이것을

k-selection이라고 하였다(Hickman, 1975; Abrahamson 및 Hershey, 1977).

本 研究에서는 억새草地를 대상으로 하여 土壤水分의 勾配에 따라 어떻게 物質이 生産되며 이 物質이 뿌리, 지하경, 줄기, 잎 및 꽃에 어떻게 分配되는가를 밝히고자 하였다.

II. 材料 및 方法

1. 供試材料

供試草地는 서울特別市 冠岳區에 所在하는 冠岳山의 西北斜面에 位置하고 土壤含水量만이 差異가 있는 두 억새(*Miscanthus sinensis*)의 純群落이다.

2. 物質生産

두 억새 草地의 物質生産을 調査하기 위하여

*三育大學(Korean Union College, Seoul)

1983年 4月부터 10월에 이르기까지 每月 10일에 1 m² quadrat을 사용하여 刈取하고 現存量을 調査하여 物質生産力을 調査하였다.

3. 生産物質의 分配

1983年 10月 4日 結實이 完成되었을 때 1m² quadrat을 設置하여 억새 群落의 地上部와 地下部를 採取한 後 實驗室로 運搬하여 잎, 줄기, 뿌리, 生殖器官別로 區分하여 物質의 分配量을 조사하였다. 이때 生殖器官의 區別은 Howthorn 및 Cover(1978) 의 方法에 따랐다.

4. 物質生産構造

억새 草地의 生産構造를 比較하기 위하여 1 m² 的 quadrat을 設置하고 20cm 間격으로 層別 刈取(mon-si 및 Saeki, 1953) 하여 物質生産을 調査하고 이에 따른 比較光度를 測定하였다. 이 때 地上部는 非光合成部分과 光合成部分으로 分離하여 調査하였다.

地下部는 20cm 의 길이로 區分하여 地下莖과 뿌리로 分類하여 乾量을 調査하였다.

5. 土壤分析

土壤試料는 調査 quadrat 別로 0~30cm 部位의 土壤을 採取하여 비닐봉지에 넣은 다음 實驗室에 運搬하여 土壤含水量을 測定하고 나머지는 氣乾하여 2 mm mesh 的 체로 쳐 土壤分析에 使用하였다.

모든 測定値는 3回 反復한 平均値로 하였으며 土壤分析은 AOAC(1978) 法에 의하여 다음과 같이 分析하였다.

① 土壤 pH는 土壤試料에 蒸溜水를 1:2.5 的 比로 加한 後 Beckman pH meter로 測定하였다.

② 全窒素는 micro-kjeldal 法에 의하여 分析하였다.

③ 有効磷酸은 pH7.0 的 1N NH₄OAC(ammonium acetate)로 추출한 다음 standard ammonium molybdate 法에 의하여 發色시킨 後 Spectrophotometer를 使用하여 660nm에서 比色定量하였다.

④ 置換性 K와 Ca는 pH 7.0, 1N NH₄OAC로 抽出한 다음 flame photometer를 使用하여 定量하였다.

III. 結果 및 論議

1. 억새 草地의 立地條件

冠岳山의 西北斜面에 位置하고 있으며 Table 1에서 보는 바와 같이 土壤含水量 22.54% 的 억새草地 A와 9.22% 的 억새草地 B로 區分하여 調査하였다.

Table 1. Characteristics of soils in *Miscanthus sineusis* grassland A and B in Mt. Kwanak

<i>Miscanthus sineusis</i> grasslands	A	B
Soil pH	5.81	5.40
Water content (%)	22.54	9.22
Organic matter (c%)	12.8	12.6
Total N (‰)	0.66	0.64
Available P (ppm)	6.7	6.9
Exchangeable K (‰)	0.188	0.175
Exchangeable Ca (‰)	2.32	2.41

이들 억새草地의 土壤 pH, 全窒素, 有効磷酸, 置換性 K와 Ca 的 水準은 金(1967)과 張 및 崔(1982)에 의하여 보고된 낙엽활엽수림이나 침엽수림에 비하여 별 差異가 없었다. 이는 억새草地의 周邊에는 참나무類, 리기다松, 雜木等의 森林이 發達하여 있기 때문인 것으로 思料된다.

이와같이 土壤含水量만이 差異가 있는 自然環境 下에서 群落을 이루고 있을 때 生産한 物質을 어느 器官에 보다 더 分配하는가 하는 問題는 흥미로운 일이 아닐 수 없다.

2. 物質生産

冠岳山에 存在하는 土壤含水量 22.54% 的 억새草地 A와 9.22% 的 억새草地 B의 物質生産을 調査하기 위하여 1983年 4月 10日부터 1983年 10月 10日 까지 1個月 間격으로 現存量을 地上部와 地下部로 나누어 調査하고 그 結果로 月別物質生産力을 計算한 結果는 Fig. 1 에서 보는 바와 같이 억새는 C₄ 型으로 本 研究結果로는 夏枯現象이 없이 張 및 李(1983) 的 보고와 一致한 鍾型의 物質生産力을 나타내어 9月에 最大를 이루었다.

土壤含水量이 높은 立地條件을 가진 억새草地 A 에서 地上部 現存量의 極大値는 2,267.12 g/m² 였고, 土壤含水量이 낮은 억새草地 B 에서는 943.44 g/m² 였다.

土壤水分狀態가 좋은 冠岳山의 억새草地의 物質生産量은 張等(1968), 康(1971), 金等(1969), 朴

(1971) 및 任(1975) 등이 調査한 結果보다 大端히 많았다. 그러나 張 및 鄭(1976)이 調査한 갈대群落의 生産量보다는 훨씬 떨어짐을 알 수 있었다.

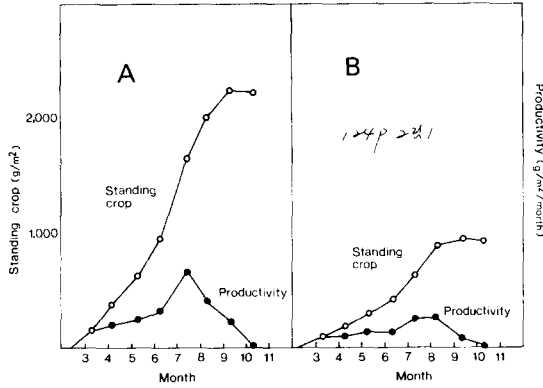


Fig 1. Monthly change of standing crop and productivity of *Miscanthus sineusis* grassland A and B. The productivity curve shows one peak in summer.

3. 養分の貯藏과 越冬

生育期인 3月末부터 11月初旬까지 억새는 싹이 트고 자라서 꽃이 피고 열매를 맺지만 物質生産面에서 考察하여 보면 7~9月間에 物質生産力이 가장 높았다. 그러므로 物質生産力의 極大期부터는 앞에서 光合成으로 合成된 物質이 억새의 경우에는 지하경으로 移動하여 貯藏된다고 생각된다.

Fig. 2에서 보는 바와 같이 昨年, 今年, 來年の 榮養器管의 發達을 地下莖에서 볼 수 있다. Iwaki 등. (1969)은 *Solidago altissima*를 材料로 하여 지하경에서 同一한 現象을 觀察하였다.

이러한 物質生産力의 極大期和 來年을 위한 새로운 榮養器管으로서 地下莖이 發達하는 것은 植物의 再生에 있어서 刈取適期の 選定과 植物의 永續性和 깊은 關係를 가지고 있다고 思料된다.

4. 物質生産構造

1983年 10月初旬에 억새草地A와 B의 物質生産構造를 層別刈取法에 依하여 調査한 結果는 Fig. 3에서 보는 바와 같다.

억새草地의 草冠으로 入射되는 光energy는 Lambert-Beer의 法則에 따라 吸收되거나 透過된다. 吸收된 光energy의 大部分은 熱energy로 되어 葉溫

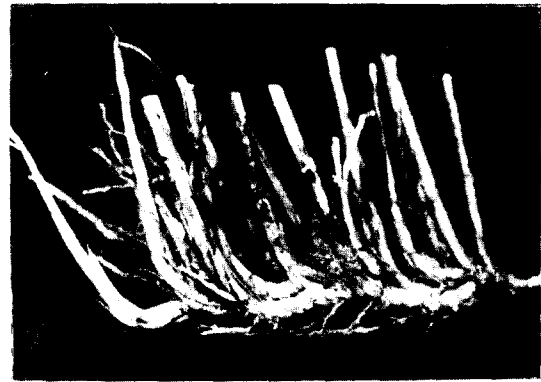


Fig 2. Photograph showing the vegetative development of the next year's (right), current year's (middle), and last year's rhizomes of *Miscanthus sineusis*.

을 높여주고 空氣의 溫度를 높여 준다. 特別히 注意하여야 할 것은 줄기에도 光의 一部가 吸收된다는 점이며 (張等, 1979) 實際로 測定한 光度는 이와 같은 光energy의 消失이 모두 考慮된 結果이다.

Fig. 3에 依하면 억새草地A와 B에서는 各各 100~140cm와 40~80cm의 草高에서 가장 葉量이 많았다. 이것은 光合成率도 이 葉層에서 가장 높다는 것을 암시하고 있다. 이 結果는 李 및 張(1983)이 調査한 結果와 그 型이 一致하는 것으로 생각된다.

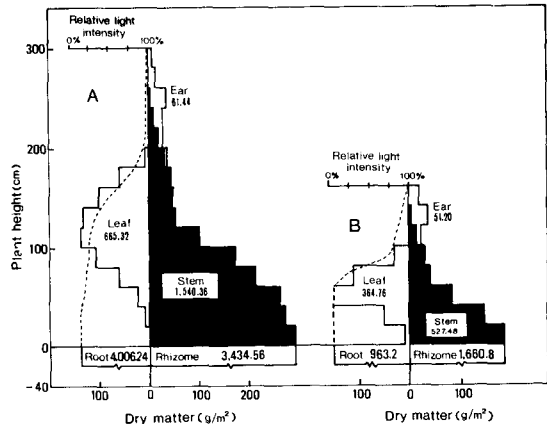


Fig 3. Productive structure of *Miscanthus sineusis* grassland A and B on October 4, 1983 in Mt. Kwanak

5. 生産物質의 分配

立地條件에 있어서 土壤水分이 22.54%인 억새草

地A와 9.22%인 억새草地B의 全物質生産量은 Table 2에서 보는 바와 같이 억새草地A가 9,707.92 g/m²로 억새草地B의 3,567.44 g/m²보다 大端히 많았다. 그러나 잎, 줄기, 이삭, 地下莖 및 뿌리로 나누어 生産한 全物質의 分配를 考慮하면 현재히 그配分率이 다르다는 것을 알 수 있다(Table 2).

生殖器에 대한 生産物質配當量은 억새草地A에서는 0.6%에 불과하나 억새草地B에서는 1.4%였다. 地下莖을 舍하여 생각한다면 前者에서는 36.0%이나 後者の 경우는 48.0%에 이르고 있었다. 잎과 줄기에 配當하는 量의 比率은 前者가 22.8% 後者가 25.0%로 두 억새草地間에 有意한 差異가 없음을 알 수 있었다.

그러므로 억새草地는 立地條件이 乾燥하면 할수록 榮養器管보다는 生殖器管에 生産物質을 보다 더

많이 配當한다는 것을 나타낸다. 이 物質의 分配原理는 植物의 部位別 增産을 위해 必要한 水分管理의 重要性을 提示하는 結果라고 생각된다.

張 및 崔(1982)에 依하여 調査된 結果에 따르면 나래미역취는 針葉樹林下에서 生殖器管에 對한 分配率이 2~14%였으나 落葉闊葉樹林下에서는 5~11%였다. 동자꽃의 경우는 生殖器管에 對한 分配率이 針葉樹林下에서는 2.5~9.5%였고 落葉闊葉樹林下에서는 1.0~5.5%였다. 이와같이 林型에 따라 그 森林下에서 下草로 자라는 동자꽃과 나래미역취도 生産한 物質을 生殖器管에 할당하는 分配率이 다르다는 것을 나타내고 있다. 이 結果도 土壤含水量과 깊은 關係가 있는 것으로 思料되나 이에 對한 論議는 없었다.

Table 2. Allocation of the dry matter production to leaves, stems, panicles, rhizomes and roots of *Miscanthus sinensis* under the different conditions of soil water contents.

<i>Miscanthus sinensis</i> grassland	A (water content: 22.54%)		B (water content: 9.22%)	
	Dry matter (g/m ²)	Allocation (%)	Dry matter (g/m ²)	Allocation (%)
Leaves	665.32	66.9	364.76	10.2
Stems	1,540.36	155.9	527.48	14.8
Panicles	61.44	00.6	51.20	1.4
Rhizomes	3,434.56	35.4	1,660.8	46.6
Roots	4,006.24	41.2	963.2	27.0
Total	9,707.92	100.0	3,567.44	100.0

IV. 摘要

本 研究는 土壤含水量이 다른 2個의 억새草地를 對象으로 하여 억새가 生産한 物質을 어떻게 植物의 各 器管에 分配하는가를 研究하였다. 그 結果를 要約하면 다음과 같다.

1. 土壤含水量이 22.54%인 억새草地A와 9.22%인 억새草地B間에 現存量의 極大値는 各各 2,267.12 g/m²와 943.44 g/m²로 大端히 有意한 差가 있었으며 物質生産力의 peak는 9月로 鍾型曲線을 나타내었다.

2. 억새가 合成한 養分은 地下莖에 저장하여 次年度의 生長을 준비하며 地上部에서는 열매를 맺어 種子를 生産하였다.

3. 物質生産構造를 比較한 結果 全體的인 型에 있어서는 禾木科植物의 特徵을 나타내나 土壤含水量

이 적은 억새草地B에서 이삭의 乾物生産量이 他器管의 것에 比하여 많았다.

4. 地上部の 生殖器管에 生産物質을 分配하는 比率은 억새草地A에서 0.6%, 억새草地B에서 1.4%였다.

5. 地下莖의 生産物質의 分配率은 억새草地A에서 35.4%, 억새草地B에서 46.6%였다.

6. 地上부와 地下部の 生殖器管의 生産物質 分配率은 억새초지A에서 36.0%, 억새초지B에서 48.0%였다. 이 結果로 억새는 乾燥하면 生産物質을 生殖器管에 보다 많은 量을 分配한다는 것을 알 수 있다.

引用文獻

1. Abramhamson and B. Hershey, 1977. Resource allocation and growth of *Impatiens capensis* (Bal-

- saminaceae) in two habitats. Bull. Torrey Bot. Club 104: 160-164.
2. AOAC. 1978. Association of Official Analytical Chemists, Official methods of Analysis (10th ed), AOAC Washigton D.C.
 3. 張楠基, 尹益錫, 金炳泰. 1978. 鐵原地区 草地 的 構造와 生産性에 관한 研究. 韓國植物学会誌 11: 30~36.
 4. 張楠基, 鄭玩鎬. 1976. 仁川古棧洞 沼沢地 植物群落의 連續變化와 物質生産의 季節的 變化. 韓國生物教育学会誌. 8~9: 49~57.
 5. 張楠基, 林文喬, 尹益錫. 1976. 억새草地的 炭素代謝에 관한 研究. 韓國畜産学会誌. 18: 231~236.
 6. 張楠基, 崔道烈. 1982. 林型에 따른 동자꽃과 나래미역취의 生殖器管에 투여되는 乾量과 無機塩類의 割當에 대한 研究. 師大論叢 25: 87~102.
 7. 張楠基, 李性圭. 1983. 韓國의 植生에 있어서 C₃, C₄ 및 CAM植物의 分類, 生産力 및 分布에 관한 研究. I. C₃型과 C₄型 植物. 韓國生態学会誌 6(1): 62~69.
 8. Harper, J.L. and J. Ogden. 1970. The reproductive strategy of higher plants. I. The concept of strategy with special reference to *Senecio vulgaris*. L.J. Ecol. 58: 681-698.
 9. Hickman, J.C. 1975. Environmental unpredictability and plastic energy allocation strategies in the annual *Polygonium cascadense* (polygonaceae). J. Bot. 64: 1003-1007.
 10. Iwaki, H.K. Takada and M. Monsi. 1969. Studies on the dry matter production of *Solidago altissima* Community I. The plant biomass and annual net production. The Botanical magazine, Tokyo 82(972): 215-225.
 11. Kawano, S. 1975. The productive and reproductive biology of flowering plants II. The concept of life history strategy in plants. J. Coll. of liberal Arts. Toyama Univ. 8: 51-86.
 12. 康祥俊. 1971. 草地의 構造 및 生産性에 미치는 산불. 韓國植物学会誌 14: 96~101.
 13. Kim, C.M. and N.K. Chang. 1967. Growth of the chestnut tree, *Castanea crenata*, in relation to soil nutrients in Korea. Jap. J. Ecol. 17(4): 143-148.
 14. 金遵敏, 李一球, 朴奉奎, 張楠基. 1969. 韓國草地의 植生과 分布. 서울師大學報 6: 178~183.
 15. 李性圭, 張楠基. 1983. 韓國의 植生에 있어서 C₃, C₄ 및 CAM植物의 分類, 生産力 및 分布에 관한 研究. II. C₃와 C₄型 植物의 物質生産과 生産力. 韓國生態学会誌 6(2): 114~127.
 16. Monsi, M. und T. Saeki. 1953. Über den Lichtfactor in den Pflanzengesellschaften und seine Bedeutung für die Stoffproduktion. J. Bot. 14: 22-52.
 17. Ogden, J. 1974. The reproductive strategy of higher plants II. The reproductive strategy of *Tassilago farfara*. L.T. Ecol. 62: 291-324.
 18. 朴奉圭. 1971. 韓國野草地의 現存量과 生産構造의 季節的 變化에 관한 研究. J. K. R. I. B. L. 6: 53~67.
 19. Sohn, J.J. and D. Policansky. 1977. The cost of reproduction in the mayapple *Podophyllum peltatum* (Berberidaceae). Ecol. 58: 1366-1377.
 20. Stearns, S.C. 1977. The evolution of life history traits: A critique of the theory and a review of the data. Annu. Rev. Ecol. Syst. 8: 145-171.
 21. Werner, P.A. 1976. Ecology of plant populations in successional environments. Syst. Bot. 1: 246-268.
 22. 任良華. 1975. 中部 韓國에서 葉面積指數와 草本植物의 乾物生産에 관한 研究. 韓國植物学会誌. 18(3): 87~91.