

White clover 混播草地에서 植生比率(競争)에 影響을 미치는 諸要因에 關하여

鄭 連 圭*

Various Factors Influencing on the Botanical Composition (Competition) in the Mixed Sward of Temperate Grasses and White clover

Yeun-Kyu JUNG

I. 緒 言

混播草地에서 N 肥料의 增施는 苜科牧草를 抑止시키다는 많은 報告들이 있다. 그러나 우리나라에서 White clover와 北方型 禾本科 牧草의 混播草地 試驗에서 34KgN/10a/年의 多少 높은 窒素施肥에도 不拘하고 初年度 夏枯期以後 繼統으로 White clover의 優占化傾向을 보였고 이때 氣候的 諸環境 要因이 더 크게 影響을 미쳤다고 報告하였다¹⁾. White clover 또는 苜科牧草와 北方型 禾本科 牧草間의 植生比 또는 競争에 影響을 미치는 여러 要因들을 綜合的으로 論議하므로써 草地造成 技術開發과 生産力 增進을 爲한 參考가 되기를 바란다.

II. 植生比率(競争)에 影響을 미치는 諸要因

1. 牧草의 形態學的 特性

가. 細根量 및 根表面積: 根表面積은 養分을 吸收하는데 매우 重要한 役割을 하는데 이는 主로 根毛를 形成하는 細根(0.5mm 直徑)量에 左右된다. 苜科牧草는 禾本科牧草에 比해 細根量 및 根表面積이 越等히 낮다⁵⁾. 禾本科牧草의 뿌리生育에 適合한 肥培管理(특히 N肥料)는 密集된 細根을 形成하여 營養素 Ion 吸收競争에 相對的으로 有利한 形態學的 特性을 갖고있다.

나: 葉型에 따른 光利用率: 水平의 葉型(例 White clover)은 斜角의 葉型(例 Orchardgrass)에 比해 入射된 光의 利用率이 50% 以下이다⁶⁾.

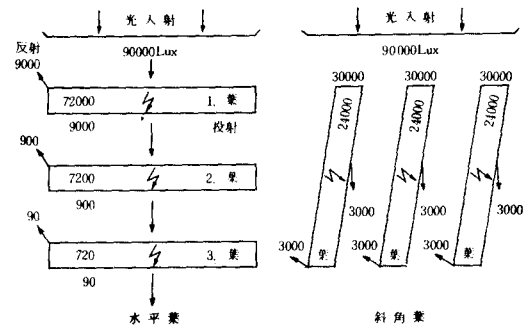


그림 1. 葉型에 따른 光利用(Geisler, 1971)⁶⁾

그림 1은 理相의 條件下에서 葉型에 따른 光利用率을 說明하는 것으로써 여름 밝은 날의 光度는 普通 90,000Lux인데 斜角葉은 3葉이 全部 光合成利用을 爲한 飽和值인 20,000Lux에 達하나 水平葉은 第1葉만 飽和值보다 높고 第2葉부터는 낮은 光度를 보인다. 이와 같은 斜角葉型을 갖는 禾本科牧草의 相對的으로 높은 光利用率(光合成率)은 禾本科牧草에 適合한 生育條件에 따라 生長空間 占有率이 높아진다.

* 韓獨草地研究事業所, 畜産試驗場(Korean-German Grassland Res. Project, LES)

다. 分蘖莖과 匍匐莖: White clover의 匍匐莖을 이루는 形態學的 特性은 生長空間 占有率을 높여 가는데 長점이 된다. 그에 比해서 禾本科牧草의 分蘖莖에 依한 土壤表面積 占有率은 相對的으로 낮다. 禾本科牧草의 不利한 生育條件(例 夏枯期)에 따른 空間許容은 곧 White clover의 占有率을 높여 줄 수 있다.

2. 生態生理學的 特性

가. 水分管理: 한여름에 Orchardgrass의 水分要求量은 White clover에 比해 거의 倍에 達했다⁹⁾. Orchardgrass와 같은 斜角葉型은 White clover의 水平葉型보다 土壤에 햇빛을 받는 程度가 強하고 또한 Orchardgrass의 多발型 植生分布는 牧草다발사이 到 햇빛이 White clover의 密集된 植生分布에 比해 相對的으로 強하게 쏘인다. 따라서 Orchardgrass 部位는 地溫上昇에 依한 水分蒸發이 相對的으로 높고, 또한 葉面積이 크므로 蒸散作用이 커서 水分要求量 또는 水分消耗量이 높다. 特히 地溫上昇에 따른 뿌리의 活動阻害는 養分 뿐만 아니라 水分供給均衡이 깨트려져 더욱 夏枯現象의 被害를 입기 쉽다. 이는 한여름 刈取后 初期再生育期の 植生密度가 疏密할때 더욱 甚한 것으로 생각된다. 따라서 한여름 가뭄에는 禾本科牧草의 生育不良(夏枯現象)이 甚하여 White clover의 占有率을 높여 줄 수 있는 原因이 될 수 있다.

나. 夏枯現象: 줄기가 많은 牧草는 夏枯現象이 甚하다¹¹⁾. 우리나라와 같은 한여름의 高溫과 降雨分布의 不均衡(가뭄)은 北方型 禾本科牧草에 더욱 夏枯現象을 높여주는 條件이 된다.

夏枯期에는 N-Mineralization 減退, 水分不足 및 養分有効性 減退現象이 招來^{11, 12)} 된다. 이때에 禾本科牧草의 分蘖生長이 弱해지고 葉/莖比가 크게 떨어져^{12, 20)} 禾本科牧草의 營養價 特히 粗蛋白質 含量이 크게 떨어진다. 여러 要因에 依한 北方型 牧草의 夏枯現象 即 生育阻害는 곧 White clover의 光利用率 및 生育空間 占有率을 相對的으로 높일 수 있는 좋은 機會가 된다.

다. 內因子 Rhythm의 變化: 牧草의 季節的 取量 曲線(Seasonal yield curve, Summer depression curve)의 特性은 夏枯現象에 따른 環境要因에 基因된

것 일 뿐만 아니라 牧草의 內因子의 Rhythm 變化에도 基因된 것이다^{12, 18)}. 北方型 禾本科牧草의 봄의 旺盛한 生育, 한여름의 低下, 가을의 多少 回復勢의 生育Rhythm에 比해서 White clover는 봄에 緩慢하고 여름에도 크게 變化없는 內因子 生育Rhythm은 夏枯期에 北方型 禾本科牧草보다 相對的으로 旺盛한 生育相을 보여 競合에 有利한 條件이 되는 것으로 보인다. 이러한 內因子 Rhythm은 氣候條件과 密接한 關聯이 되어 있다¹⁸⁾.

라. 陰地形成과 雜草侵入率: 葉型 및 植生分布型(叢生型)과 關聯된 特性으로 White clover는 禾本科牧草보다 더 짙은 陰地를 地表面에 이복하므로써 雜草의 侵入率이 낮다. 이러한 特性은 夏枯期에 禾本科牧草의 生育空間에 南方型 雜草의 侵入를 높여 牧草의 競合力을 떨어뜨리고 가을과 次年度에 裸地를 만들어 여기에 White clover가 匍匐莖에 依한 퍼짐으로 生育空間 占有率 및 植生比를 높이는 條件이 된다.

마. 뿌리의 陽ion 交換容量(Cation Exchange Capacity of Roots): 苜科牧草는 禾本科牧草보다 뿌리의 陽ion 交換容量(苜科 40~60me/100g, 禾本科 20~40me/100g⁵⁾)이 높다. 이것이 높으면 높을수록 養分吸收力이 大體로 強하다^{5, 16)}. 이와같은 뿌리의 C. E. C의 差異는 苜科牧草가 原子價가 높은 陽ion(例 Ca⁺⁺)을 더 많이 吸收하고 禾本科牧草가 原子價가 낮은 陽ion(例 K⁺)을 더 強하게 吸收할 수 있는 特性의 原因이 되고 있다. 이것은 混播에서 養分의 不足에 따른 競合力에 큰 差異를 보여주어 植生比變化를 招來하는 要因이 된다. 뿌리의 C. E. C는 Uron酸含量에 依해 左右되는 것으로 牧草의 草種, 年令, stage別 및 諸環境要因에 따라 變化한다.

3. N肥料 施肥와 草地利用

가. 草地의 放牧 및 採草利用: 混播草地에서 乾草 또는 Silage를 爲한 刈取利用時는 少量의 N施肥에도 苜科牧草의 植生比를 줄이고 放牧利用時에는 禾本科牧草가 繼續 먹히게 되므로 비록 높은 N施肥에도 苜科牧草가 더 有利하여 진다¹⁹⁾. 또한 多肥를 通集約的 利用과 많은 刈取는 禾本科牧草의 優占을 招來한다¹⁴⁾. 이와같은 여러 研究報告에도 不拘하고 우리나라 草地試驗에서 N多肥(34KgN/10a), 6

回刈取/年에도 White clover의 植生比 增加即 優占化 現象¹⁰⁾은 다른 生理, 生態學的 特性이 더 影響을 미쳤다는 것을 뜻하고 있다.

나. N肥料 施肥: 一般的으로 N肥料의 增施는 禾本科牧草를 增加시키고 荳科牧草는 抑壓된다는 많은 報告^{4, 13, 15, 21)}들이 있다. N施肥는 荳科牧草의 根毛 및 根瘤菌莖數의 輕減¹⁷⁾, N-固定菌 生育阻害⁷⁾, 遊離N 固定의 阻害^{7, 23)}, 根瘤菌塊의 무게減少⁸⁾를 가져오고 直接的으로 N固定에 必要한 酵素인 Nitrogenase 合成을 阻害하므로써 N固定率을 떨어뜨린다¹¹⁾.

특히 초봄의 N施肥는 禾本科牧草의 初期生育을 急激히 促進함에 따라 地上部에서 荳科牧草에 그늘을 形成하므로써 光利用率 低下 및 葉面積指數의 相對的 增加와 關連된 純同和率(Net assimilation rate)을 低下시켜 結局 根 및 地上部位의 生長을 阻害하는 結果를 招來하고 또한 養分競合(특히 P, K)에 不利한 條件이 된다¹⁵⁾. 이때에 禾本科牧草의 旺盛한 內因子生育Rhythm과 關連되어 봄에 White clover의 植生比가 相對的으로 낮아지는 것으로 보인다.

White clover는 N多肥에도 草種特性으로 感應度가 弱하여 N肥料에 大體로 抑壓되지 않는다^{2, 3)}. 이는 우리나라의 混播草地에서 White clover의 優占化 要因중의 하나로 보인다.

4. 草地土壤肥沃度

가. 土壤pH: 많은 荳科牧草는 土壤pH에 敏感하다. 南方型 荳科牧草는 酸性土壤에 適應力이 높은 反面에 北方型 荳科牧草는 주로 中性~弱酸性 土壤에 잘 適應되어 있다²⁴⁾. 우리나라 土壤의 酸性化는 混播草地에서 荳科牧草의 競合力을 弱화시키는 要因이 된다. 따라서 養分有効度 增進, 土壤物理性 改良, 微生物 活動增進, 過多한 Al 및 Mn에 依한 毒作用을 防止하는 調節者로서 石灰施肥는 곧 荳科牧草의 植生比를 增加시키는 基本要因이 된다.

石灰施肥를 하지않고 繼續的인 N施肥는 土壤pH를 더욱 떨어뜨려 荳科牧草의 生育不良을 招來하게 된다. 實例를 들면 尿素를 20KgN/10a 基準하여 施肥하고 N利用率이 50%일 境遇 36Kg CaCO₃/10a를 流失하는 것과 같은 結果를 招來한다. 이는 해가 거

듭해 감에 土深이 깊은 곳까지 pH가 떨어져 特히 草地와 같은 耕耘이 不可能 또는 困難한 條條하에서는 pH 矯正이 어렵고 土壤中 CO₂가 相對的으로 많아 H₂O와 反應하여 HCO₃⁻+H⁺가 生成되어 더욱 pH가 떨어진다. 따라서 荳科牧草의 生育이 不良化 된다.

나. 多量要素 施肥: 一般的으로 P, Ca, Mg, S, 그리고 K의 充分한 供給을 통해 荳科牧草는 좋은 品質과 收量을 올릴 수 있다. 混播草地에서 이들의 不足은 荳科牧草의 競合力 低下를 가져오고 特히 K 不足時는 禾本科 및 荳科牧草의 뿌리의 CEC 差異에 따른 K 競合에서 荳科牧草는 不利하므로 K 不足에 따른 生育不振을 가져온다.

다. 微量要素 施肥: 一般的으로 荳科牧草가 禾本科牧草보다 Fe, Cu, Zn, Mo, B 含量이 높고 Mn은 낮다^{11, 22)}. 荳科牧草가 禾本科牧草보다 微量要素에 對한 要求度가 大體로 높다. JUNG (1979)⁹⁾에 依하면 Orchardgrass와 White clover 混播試驗에서 微量要素 陽ion(Fe, Mn, Cu, Zn)間, 陰ion(Mo, B)間 및 이들 全體 微量要素間에 總濃度(施肥量) 및 相對比가 調化될수록 White clover 收量이 높아지고 Orchard grass는 떨어진다. 이는 微量要素들의 量과 相對比의 不調和는 White clover의 植生比(競合力)를 低下시킨다. 特히 B施肥는 White clover 收量增加에 큰 影響을 미친다.

以上 論議된 牧草의 形態學的 生態, 生理學的 諸要因以外에 各草種의 特性, 混播組合 및 다른 環境 變化等に 植生群落의 特性은 끊임없이 變化된다.

III. 結 論

混播草地에서 禾本科 및 荳科牧草의 植生比(競合)에 影響을 미치는 諸要因들은 相互間에 直接 그리고(또는) 間接으로 相互關連되어 있어 어느 한 特性에 따라 植生比의 變化는 드물고 多數要因들이 複合的으로 關連되어 있다.

우리나라의 混播草地에서 White clover 優占化의 基本要因은 N 增施에 對한 感應도가 낮은 草種特性과 既述한 形態學的 生態, 生理學的 諸要因들과 複合的으로 關連된 것으로 보인다. 여러環境 要因과 더불어 더욱 研究되어 待야할 課題로 생각된다.

IV. 引用文献

1. Amberger, A. 1979. Pflanzenernährung. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart. 132.
2. Arens, R. 1965. Stickstoffdüngung auf der Weide und Futterqualität. Der Stickstoff, 4: 21~25.
3. Barbier, S. 1964. Einfluß der Stickstoffdüngung auf Ertrag, Artzusammensetzung und Qualität einer Kleegrasmischung im Gefäßversuch. Z. f. Pflanzenernähr., Bodenkd., 107: 32~40.
4. Carter, P. and J.M. Scholl. 1962. Effectiveness of inorganic nitrogen as a replacement for legumes grown in association with forage grasses. I. Dry matter production and botanical composition. Agron. J., 54: 161~165.
5. Finck, A. 1969. Pflanzenernährung in Stichworten, 1 Aufl., Verlag Ferdinand Hirt, Kiel, 37.
6. Geisler, G. 1971. Pflanzenbau in Stichworten. II. Die Ertragsbildung. Verlag Ferdinand Hirt, Kiel, 40~45.
7. Griffith, W.K. 1974. Satisfying the nutritional requirements of established legumes. In: Mays, D.A. Forage fertilization. ASA, CSSA, SSSA, USA¹ 147~167.
8. Hallsworth, E. G., E. A. N. Greenwood, and M. G. Yates. 1964. Studies on the nutrition on forage legumes. III. The effects of copper on nodulation of *Trifolium subterraneum* L. and *Trifolium repens*. Plant and Soil, 20: 17~33.
9. Jung, Y.K. 1979. Der Einfluß variierteter Angebote von Eisen, Mangan, Kupfer, Zink, Molybdän und Bor auf Wachstum, Ertrag und Nährstoffgehalt bei Knaulgras und Weißklee in Rein- und Mischkultur. Dissertation TU Berlin, D 83, Nr. 95.
10. Jung, Y.K. and v. Borstel. 1975. Nitrogen distribution on temperate leys. Annual Report, Korean-German Grassland Research Project, 53~61.
11. Klapp, E. 1971. Wiesen und Weiden. Verlag Paul Parley, Berlin und Hamburg. 434~440. 157.
12. Knauer, N. 1968. Grundlagen der Grünlanddüngung. Schriftenreihe der Landw. Fakultät der Universität Kiel, Heft 42: 39~76.
13. Kresge, C.B. 1964. Nitrogen fertilization of forage mixtures containing differential legume percentages. Agron. J., 56: 325~328.
14. Menke, K. H., and W. Huss. 1975. Tierernährung und Futtermittelkunde. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart. 161.
15. Mouat, M. C. H., and T. W. Walker. 1959 a. Competition for nutrients between grasses and White clover. I. Effect of grass species and nitrogen supply. Plant and Soil, 11: 30~40.
16. Mouat, M. C. H., and T. W. Walker. 1959 b. Competition for nutrients between grasses and white clover. II. Effect of root cation-exchange capacity and rate of emergence of associated species. Plant and Soil, 11: 41~52.
17. Munns, D.N. 1968. Nodulation of *Medicago sativa* in solution culture. III. Effects of nitrate on root hairs and infection. Plant and Soil, 29: 33~47.
18. Rappe, G. 1963. A yearly rhythm in production capacity of gramineous plant. AI. Oikos, 14: 44~84.
19. Robinson, R. R., and V. G. Sprague. 1947. The clover populations and yields of a Kentucky bluegrass sod as affected by nitrogen fertilization, clipping treatments and irrigation. Agron. J., 39: 107~116.
20. Rudzitis, A. 1954. Die Veränderung des Halm- und Blatt- anteils und des Ertragszuwachses auf verschiedenen Weiden im Laufe der Vegetationsperiode unter dem Einfluß der Beweidung. Z. Acker- und Pflanzenbau, 98: 343~368.
21. Templeton, W. C., and T. H. Taylor. 1966. Some effect of nitrogen, phosphorus, and potassium

- fertilization on botanical composition of a tall fescue-white clover sward. *Agron. J.*, 58: 569~571.
22. Wöhlbier, W., und M. Kirchgessner. 1957. Der Gehalt von einzelnen Gräsern, Leguminosen und Kräutern an Mengen- und Spurenelementen. *Landw. Forschung*, 10 : 240~251.
23. Woodhouse, W.W. Jr., and D. S. Chamblee. 1958. Nitrogen in forage production. North Carolina Agri. Exp. Station, Bull 383 (revised).
24. Woodhouse, W.W. Jr., and W.K. Griffith. 1976. Soil fertility and fertilization of forages. In: *Forages* (Heath et al.), 3rd Ed. The Iowa State University Press, Ames, Iowa, U. S. A.