

窒素 및加里 給源이 들잔디(*Zoysia japonica* Steud.)의 生育 및 品質에 미치는 影響

黃圭錫 · 李龍範 · 韓東旭
서울市立大學校 環境園藝學科

Effects of Nitrogen and Potassium Sources on the Growth and Quality of
Zoysia japonica Steud.

Hwang, Kyu-Seog · Yong-Beom Lee · Dong-Wook Han
Dept. of Environmental Horticulture, Seoul City University

SUMMARY

The purpose of the experiment was to determine the effect of nitrogen sources(urea, ammonium sulphate, ammonium nitrate) and potassium sources(potassium chloride, potassium sulphate) on the growth and quality of *Zoysia japonica* Steud. This experiment was conducted at Seoul City University turf field from 1988 to 1989. The results of this experiment were summarized as follows:

1. Urea and Ammonium sulphate resulted in superior clipping yield compared to ammonium nitrate. The growth of rhizome and stolon increased significantly with urea forms, but ammonium sulphate treated plots exhibited the highest the growth rate of root.
2. Ammonium sulphate showed best turf color rating while ammonium nitrate resulted in the poorest. Prolongation of the green period showed longer in ammonium sulphate and urea treated plots than ammonium nitrate.
3. Urea and ammonium sulphate exhibited superior visible quality and shoot density compared to ammonium nitrate.
4. The uptake of mineral nutrient showed the highest concentration with urea plots. Surface soil pH was allowed to become slightly acid with the ammonium sulphate and potassium sulphate treatments, while the application of N and K sources did not cause significant differences in mineral element content in soil.

I. 序 論

韓國잔디(*Zoysia japonica* Steud.)는 우리 나라에서 널리 自生하는 地被植物로서 瘠薄한 土壤에서도 生育이 良好하고 또한 乾燥와 病蟲害 및 踏壓에 강하므로 그 用途가 多樣하여 漸次的으로 利用이 增加되고 있는 實情이다.

잔디는 푸른 잎의 유지를 목적으로 하기 때문에 특히 窒素의 供給이 重要な 要因이 되며, 잘라낸 잎에는 약 4%의 窒素와 2%의 加里가 含有되어 있어 (Beard, 1973) 그만큼 窒素와 加里가 損失되기 때문에 이를 供給하여야만 良好한 生育을 유지할 수 있다. 肥料成分이 적어지면 生長은 늦어져 管理努力이 줄지만 良好한 잔디의 品質을 유지할 수 없을 뿐만 아니라 病에 걸리기 쉽고 雜草가 旺盛하여 荒廢해 버린다. 그러나 너무 過剩으로 供給되면 生長이 促進되어 管理努力이 많이 들고 病發生의 原因이 되기도 하므로 適時에 適量의 施肥가 重要な 要因이 된다. 따라서 이에 알맞는 肥種을 選擇하고 어떻게 管理하는 것이 잔디의 品質을 높일 수 있는가가 重要的 課題이다.

그러나 아직까지 窒素와 加里 給源에 대한 잔디의 生育과 品質에 미치는 影響에 관한 研究報告는 거의 없었다.

그동안 외국에서 寒地型 잔디를 中心으로 窒素, 磷酸, 加里 등의 肥料成分이 잔디의 生長에 미치는 效果는 이미 오래전부터 研究되어 왔다. Juska 등 (1955)의 발표에 의하면 窒素肥料의 效果的인 施用으로 잔디에 있어서 地上 및 地下部의 生長이 顯著히

增加하며, 아울러 磷酸과 加里肥料를 混用함으로써 큰 效果를 볼 수 있었다고 하였으며, Madison과 Anderson(1963)은 窒素肥料가 잔디의 葉色을 푸르게 하는데 직접적인 效果가 있었다고 보고하였고, Powell 등(1967)은 施肥量의 增加에 따른 잔디의 地上部 生長의 增加와 葉綠素含量의 增加, 그리고 可視的 評價度가 높아지는 것과 깊은 相關關係를 보이고 있다는 사실을 밝힌 바 있다.

따라서 本 實驗은 들잔디를 대상으로 窒素 및 加里의 給源에 따른 들잔디의 生育과 品質의 變化 追移를 觀察하여 이에 알맞는 適定管理法을 紮明하기 위하여 遂行하였다.

II. 材料 및 方法

本 實驗은 校內 既存의 잔디밭을 이용하여 1988년부터 1989년까지 實施하였다. 圃場은 그동안 管理를 제대로 하지 않은 狀態의 잔디밭을 試驗圃場으로 設定하였으며, 土壤條件은 埴壤土로서 化學的 特性은 Table 1에서 보는 바와 같다.

本 實驗은 窒素와 加里의 給源에 따라 試驗區 面積을 處理當 2m²로 하였으며 3反復의 要因試驗으로 實施하였다. 年中 施肥計劃은 現在 서울시立大學校 環境園藝學科에서 慣行的으로 實施하고 있는 것을 基準으로 하여 施肥量은 10a 당 N, P, K를 각각 16 kg, 10kg, 14kg으로 하였다. 施肥間隔은 4월 15일에 첫 施肥하고 30일을 週기로 하여 9월 15일까지 6回 分施하였다 (Table 2).

生育量은 施肥하기 바로 前에 刈草하여 刈芝物 무게를 測定하였고 乾物重은 80℃에서 熱風乾燥後 무게를 달았다. 色相(color rating)과 可視的 評價

Table 1. Chemical properties of experimental field.

pH	Organic matter (%)	Available		Extractable Cations			CEC
		P ₂ O ₅ (ppm)	SiO ₂ (ppm)	K	Ca	Mg	
6.9	1.17	108	19	0.26	9.24	0.89	8.09

Table 2. Schedule of fertilizer application in a year.

Fertilizer	Apr.	May	Jun.	Jul. (g/m ²)	Aug.	Sep.	Total
(NH ₂) ₂ CO	8.7	2.9	6.3	7.0	7.0	2.9	34.8
(NH ₄) ₂ SO ₄	20.0	6.7	14.5	16.1	16.1	6.7	80.0
NH ₄ NO ₃	11.4	3.8	8.3	9.2	9.2	3.8	45.7
KCl	7.8	-	5.6	5.0	5.0	-	23.4
K ₂ SO ₄	8.6	-	6.3	5.5	5.5	-	25.9
Fused-phosphate	25.0	-	10.0	7.5	7.5	-	50.0

(visible quality)는 實驗期間中 定期的으로 5명의 觀察者가 測定한 것을 綜合하였다.

잔디密度(shoot density)와 뿌리, 葡萄莖과 地下莖은 1次로 1988年 11月 5日 直徑 10cm 되는 hole cutter 로 파내어 測定하였고 2次는 1989年 10月 20日에 같은 方法으로 測定하였다.

土壤은 1次로 1988年 11月 30日에, 2次는 1989年 10月 20日에 採取하여 分析하였다.

試料의 無機分析은 葉과 뿌리, 地下莖別로 分析하였는데 시기는 위와 同一하며, 分析方法은 80°C에서 熱風乾燥한 後 Wiley cutting mill 로 粉碎하여 分析試料로 使用하였다. 窒素分析은 試料 0.5g 에 conc. H₂SO₄와 Selenreakliansgemish(K₂SO₄ 9: CuSO₄ 1)를 넣은 後 360°C~410°C의 hot plate 에서 加熱한 後 窒素分析機(Buch 1322)로 測定하였으며, 加里, 칼슘 및 마그네슘은 atomic absorption spectrophotometer(AA)로 측정하였고, 磷酸은 磷酸發色試藥을 넣은 後 UV spectro photometer(Gilford 260)로 測定하였다.

土壤分析은 農業技術研究所 標準法¹⁷⁾에 準하여 實施하였다.

實驗期間中에 發生된 雜草는 거의 손으로 直接 除去하였으며 選擇性 除草劑(MCPP)를 3回 撒布하여 클로버를 除去하였다. 또한 灌水는 週期的으로 하여 萎凋狀態가 되지 않도록 管理하였으며, 기타 殺菌劑나 殺蟲劑는 撒布하지 않았다.

實驗期間 中에 4월 15일과 5월 15일 2차례에 걸쳐

5mm 두께로 覆土하였으며 即時 충분한 灌水를 하였다.

III. 結果 및 考察

1. 總生育量

全 生育期間 동안의 乾物重은 尿素와 硫安 施用區가 窒安 施用區보다 越等히 높은 生育量을 보였으며, 尿素 施用區에서의 加里 施用效果는 鹽化加里 施用區가 黃酸加里 施用區보다 약간 높게 나타났다. 또한 硫安 施用區에서도 尿素 施用區에서의 마찬가지로 鹽化加里 施用區에서 效果가 높게 나타났으며, 窒安 施用區에서는 거의 類似하게 나타났으나 加里 施用에 따른 統計의 有意性은 없었다(Table 3).

Brauen과 Nus(1989)의 發表에 의하면 creeping bentgrass를 대상으로 速效性 窒素 肥料와 緩效性 窒素 肥料의 實驗에서 速効性 肥料의 하나인 硫安이 가장 높은 生育量을 보였고 窒安이 낮은 生育量을 나타냈는데, 이처럼 硫安이 다른 窒素 肥料보다 生育量이 높은 것은 硫安이 酸性肥料로써 뿌리의 發達을 促進시키며 雜草의 發生을 抑制시켜 주어 잔디가 활발히 生長할 수 있기 때문이라고 하였다.

月別 生育量은 溫度가 낮은 5월에는 硫安이 尿素 施用區보다 生育이 높았으나 여름의 高溫期에 접어들면서 尿素 施用區가 生育이 높았다. 따라서 봄에는 硫安을 施用하고 여름에는 尿素를 施用하는 것이 宜

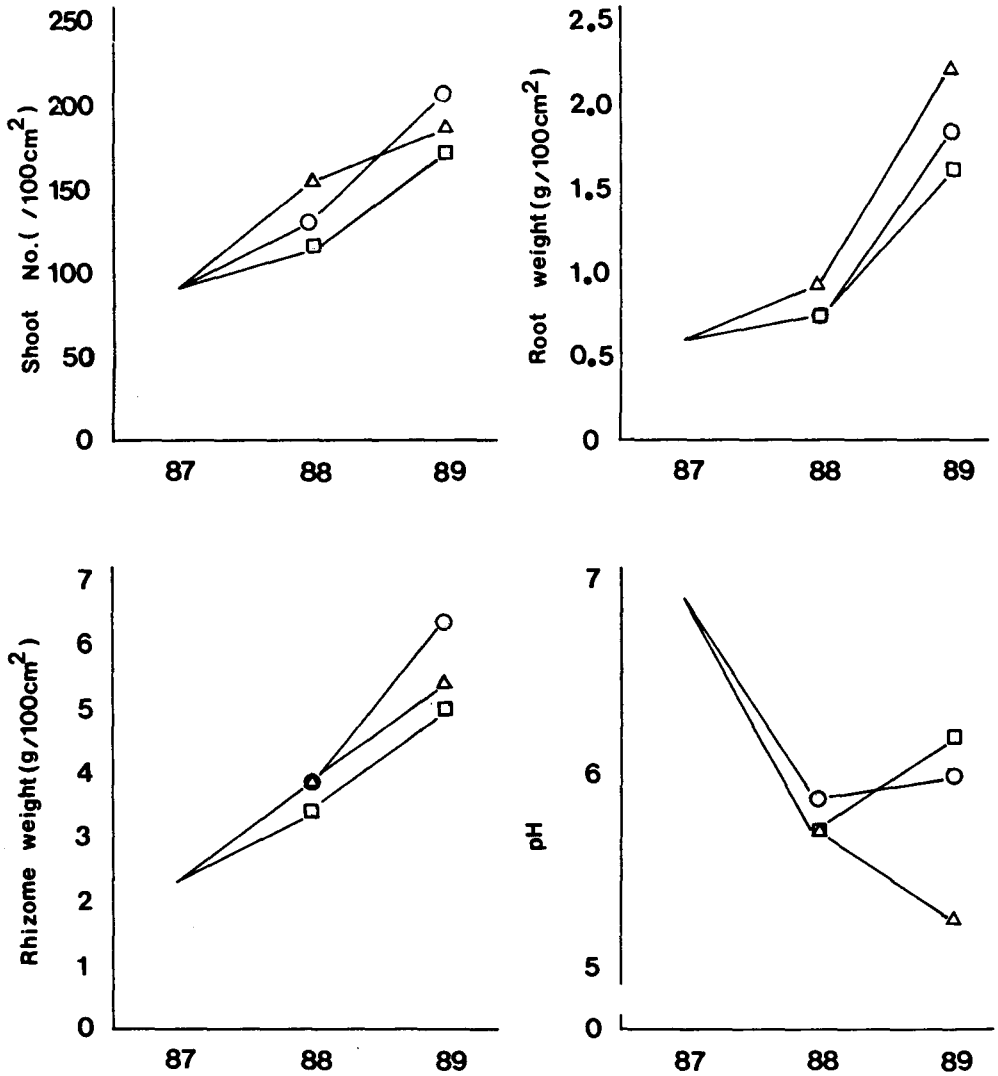


Fig. 1. Change of shoot density, rhizome and root weight, pH during the experiment period.

○—○ : Urea
 △—△ : Ammonium sulphate
 □—□ : Ammonium nitrate

디 生育에 좋은 것으로 나타났으며, 硫酸을 施用할 때는 鹽化加里, 尿素를 施用할 때는 黃酸加里를 混用하는 것이 바람직할 것으로 생각되었다.

Brauen 과 Nus(1989)의 發表에 의하면 尿素의

肥效가 낮은 것은 溫度가 낮기 때문이라고 報告하였다. 全體 生育期間中 잔디 生育은 7, 8월에 가장 높게 나타났고 9월부터는 生育이 떨어져 10월에는 거의 生育이 정지되었다.

葡萄莖, 地下莖의 生育은 尿素 施用區가 월등히 높았으며, 硫安 施用區나 窒安 施用區에서는 類似한 傾向을 나타냈다. 加里 給源에 의한 차이는 鹽化加里 施用區보다 黃酸加里 施用區가 높게 나타나는 傾向을 보였으나 有意性은 없었다(Table 3). 年次別 葡萄莖과 地下莖의 增加는 1年次에는 약 80% 정도 增加하였고 2年次에는 약 50% 정도 더 增加되었다(Fig. 1).

뿌리 生育은 硫安 施用區에서 有意性 있게 높았으며 窒安 施用區에서 낮았으나 加里 給源에 의한 뿌리 生育은 統計的 有意性이 없었다(Table 3).

年次別 뿌리의 生育은 1年次에는 약 30% 정도 增加되었고 2年次에는 약 200% 정도나 더 증가되었다(Fig. 1).

Escritt 과 Legg(1969)의 발표에서도 *Agrostis* 와 *Festuca* 屬은 弱酸性 土壤에서 最上의 生長을 하였으며, 窒素給源中 酸性肥料인 硫安은 잔디의 生育을 促進시키며, 이에 따른 土壤의 弱酸性化는 뿌리의 發達이 促進되어 잔디의 品質을 더 높일 뿐만 아니라, 짧게 자르는 잔디에서의 雜草(포아풀)를 減少시키고 벌레류를 防除할 수 있는 最上의 肥料로 보고되어 왔

다.^{3,4,7,8,12)}

刈草된 植物體의 總 乾物重은 葉內의 窒素 含量과 正의 相關이 있었으며 色相, 可視的 評價, 잔디 密度 增加에 影響을 미치는 것으로 나타났으며, 地下莖과 葡萄莖은 葉內의 磷酸 및 마그네슘 含量과 正의 相關을 보였다(Table 6).

2. 잔디의 色相, 密度 및 可視的 評價

各 處理區에 있어서 잔디色相은 硫安 施用區가 尿素나 窒安 施用區보다 짙게 나타났으며, 특히 8月中·下旬頃에 가장 짙게 나타났고 窒安은 가장 낮았다. 그러나 加里施用에 있어서는 加里의 種類에 따른 色相의 變化는 影響을 받지 않은 傾向이었다(Table 4).

Escritt 과 Legg(1969)도 *Agrostis* 와 *Festuca* 屬을 대상으로 實驗한 結果, 窒素源中 酸性肥料인 硫安은 잔디의 色相, 品質 및 均一度를 促進시키며, 이에 따른 土壤의 弱酸性化는 뿌리의 發達이 促進되어 잔디의 品質을 더 높일 수 있다고 報告되어 왔다.

施肥後 시간이 흐름에 따른 色相變化는 尿素는 15일에서 20일 정도 지나야 가장 짙게 나타났고, 硫安

Table 3. Clipping yield, rhizome, stolon and root weight of *Zoysia japonica* according to nitrogen and potassium source.

Treatment	Clipping yield (g/m ²)	Rhizome + Stolon (g/100cm ²)	Root (g/100cm ²)
N source			
(NH ₂) ₂ CO	575.7 ^a	6.4 ^a	2.0 ^b
(NH ₄) ₂ SO ₄	556.5 ^a	5.7 ^b	2.2 ^a
NH ₄ NO ₃	425.2 ^b	5.4 ^b	1.8 ^c
K source			
KCl	524.7	5.7	1.9
K ₂ SO ₄	513.5	5.9	2.0
Main effects and interactions			
Nitrogen(N)	*	*	*
Potassium(K)	NS	NS	NS
N×K interaction	NS	NS	NS

NS, *, Nonsignificant or significant at P=0.05, respectively.

DMRT at 5% level.

Table 4. Visible quality, color rating and shoot density with nitrogen and potassium sources.

Treatment	Visible quality ^{x)}	Color rating ^{y)}	Shoot density (No./100cm ²)
N source			
(NH ₂) ₂ CO	8.1 ^a	7.0 ^b	213 ^a
(NH ₄) ₂ SO ₄	8.4 ^a	7.3 ^a	204 ^a
NH ₄ NO ₃	6.7 ^b	6.6 ^c	170 ^b
K source			
KCl	7.6	7.0	197
K ₂ SO ₄	7.8	7.0	194
Main effects and interactions			
Nitrogen (N)	*	*	*
Potassium (K)	NS	NS	NS
N×K interaction	NS	NS	NS

^{NS} , * , Nonsignificant or significant at P=0.05, respectively.

DMRT at 5% level.

^{x)}Visible quality : 9 : Very good, 7 : Good, 5 : Poor

^{y)}Color rating : 9 : Dark green, 7 : Green, 5 : Light green

은 대체로 10일에서 15일정도 지나면 가장 질게 나타났는데, 이것은 硫酸이 尿素보다 速效性 肥料임을 나타낸다. 또한 窒安은 20일 이상 지나야 色相이 질게 나타났다.

특히 綠色期間 延長에 있어서는 施肥區에서 無肥區보다 월등히 길어져 9월 20일경에 無肥區에서 褐變되기 시작한 반면 施肥區에서는 10월 20日 以後까지도 푸른색을 維持하였고, 窒安 施用區에서는 尿素나 硫酸 施用區보다 약간 일찍 褐變되기 시작하였다.

잔디 密度는 施肥區가 無肥區보다 월등히 높았으며, 施肥區에 있어서는 窒安 施用區가 제일 낮았고 尿素와 硫酸 施用區에서 높게 나타났으며, 加里 給源間에는 有意性이 없었다 (Table 4).

年次別 增加 傾向은 1年次에는 약100% 정도 增加되었고 2年次에는 약 60%정도 더 增加되었다 (Fig. 1).

可視的 評價(visible quality)는 대체로 處理區에서 無處理區보다 월등히 좋았으며, 處理區에 있어서는 尿素나 硫酸 施用區가 窒安 施用區보다 높게 나타

났다. 加里 施用에 의한 可視的 評價는 전체적으로 黃酸加里 施用區가 鹽化加里 施用區보다 약간 높게 나타났으나 統計的 有意性은 認定되지 않았다 (Table 4).

可視的 評價는 乾物重, 色相, 잔디 密度 및 根重과 有意性 있는 正의 相關을 나타냈으며, 色相은 根重과 正의 相關을, 잔디 密度는 葉內的 窒素와 加里의 含量과 正의 相關을 보였다 (Table 6).

Brauen과 Nus(1989)의 實驗에서도 creeping bentgrass를 대상으로 實驗한 結果 窒安이 다른 窒素 肥料보다 品質面에서 優秀함을 보여주고 있는데, 이것은 刈草物에서 檢出되는 窒素의 含量으로서 알 수 있다고 하였다. 즉 窒安에서는 窒素含量中 60% 以上이 再檢出되는 反面 기타 窒素肥料은 40~50% 정도를 나타냈다.

Christians 등(1979)의 發表에 의하면 加里는 잔디 品質을 維持하는데 가장 重要한 役割을 擔當하며, 또한 加里와 窒素의 均衡이 특히 重要하다고 하였다. 특히 最近 研究에 따르면 加里는 排水가 잘 되는

sand green에서는 過去에 研究되었던 것보다 훨씬 더 重要的 것으로 報告되었다. Shearman(1985)은 加里가 *A. stolonifera*의 耐踏壓性, 뿌리生長과 耐乾性을 增加시킨다고 發表하였고, Hawes(1984)는 golf green의 耐踏壓性, 耐乾性 및 耐病性을 向上시키는데 있어서 窒素의 양보다 加里의 양이 훨씬 더 重要하다고 提示하였다.

3. 無機養分의 吸收 및 土壤 分析

葉內의 無機養分 含量은 전체적으로 尿素 施用區에서 높고 硫安과 窒安 順으로 낮아졌다.

窒素와 磷酸의 含量은 尿素 施用區에서 높게 나타나 有意性이 인정되었으며 窒安이 가장 낮은 傾向을 나타냈다.

加里吸收는 尿素 施用區와 鹽化加里 施用區에서 약간 높은 傾向을 보였으나 統計的 有意性은 없었으며, 칼슘과 마그네슘의 吸收에 있어서도 有意性이 없었다(Table 5).

Waddington 등(1972)의 發表에 의하면 加里의 施用은 植物體內 칼슘, 마그네슘, 망간 및 나트륨의 양을 감소시킨다고 하였고, 만일 많은 양의 窒素가 施肥된다면, 좀 더 많은 加里가 刈草物로 損失될 것

이고 加里缺乏이 發生할 것이라고 하였다.

土壤의 pH 變化는 '88년에는 각 處理間 有意性이 없었으나, 2年次인 '89年度에는 窒素 給源中 硫安과 黃酸加里 施用區에서 pH가 낮아졌다. 이것은 硫安과 黃酸加里가 모두 酸性肥料이기 때문에 판단된다.

그러나 硫安과 다른 酸性肥料의 適用에 다른 土壤의 지나친 酸性化는 잔디 活性을 減少시키고, 耐乾性 減少, 傷害, 雜草 및 이끼류의 侵入을 容易하게 하고 지나친 댓취(thatch)가 造成되며, 이런 問題點을 해결하기 위하여 有機物을 섞어서 施肥하는 것이 좋다고 Escrit와 Lidgate(1964)는 報告하였다.

土壤內 無機元素의 含量은 窒素와 加里給源間에 큰 差이는 없었지만 生育이 좋았던 硫安 施用區에서 有機物 含量이 다소 떨어지는 傾向을 보였고, 磷酸의 含量은 尿素나 窒安 施用區보다 감소하였다.

硫安 施用區에서 有機物 含量이 떨어진 것은 잔디 生育과 品質이 좋았던 만큼 吸收가 많이 이루어진 것으로 보이며 좋은 잔디品質을 維持하려면 適切한 追肥가 이루어져야 할 것으로 보이며, 칼슘과 마그네슘도 追肥가 필요할 것으로 보인다. 그러나 磷酸은 이

Table 5. Mineral nutrient content of clippings grown under nitrogen and potassium source.

Treatment	N	P	K (%)	Ca	Mg
N source					
(NH ₂) ₂ CO	1.59 ^a	0.28 ^a	1.66	0.22	0.043
(NH ₄) ₂ SO ₄	1.53 ^{ab}	0.21 ^b	1.55	0.22	0.035
NH ₄ NO ₃	1.45 ^b	0.21 ^b	1.47	0.23	0.037
K source					
KCl	1.54	0.23	1.60	0.22	0.036
K ₂ SO ₄	1.50	0.23	1.52	0.22	0.038
Main effects and interactions					
Nitrogen (N)	*	*	NS	NS	NS
Potassium (K)	NS	NS	NS	NS	NS
N×K interaction	NS	NS	NS	NS	NS

^{NS}, *, Nonsignificant or significant at P=0.05, respectively.

DMRT at 5% level.

Table 6. Correlation coefficients between assessments of quality and analysis of leaf tissue.

	O.M. (soil)	pH (Soil)	Leaf tissue					Root weight	Clipping weight	Shoot density	Color rating
			N	P	K	Ca	Mg				
Clip- ping weight	-0.455	-0.426	0.906*	0.595	0.807	-0.574	0.355	0.721	-	0.954**	0.814*
Shoot density	-0.239	-0.250	0.912*	0.603	0.818*	-0.645	0.374	0.679	0.954	-	0.763
Color rating	-0.652	-0.725	0.549	0.034	0.416	-0.756	0.172	0.948**	0.814*	0.763	-
Visible quality	0.594	-0.636	0.723	0.346	0.575	-0.600	0.161	0.907*	0.941**	0.895*	0.934**

*, **Significant at P=0.05, 0.01, respectively
DMRT at 5% level.

Table 7. Chemical properties of soil after experiment under nitrogen and potassium source.

Treatment	Soil		O.M (%)	N (%)	P (ppm)	K	Ca	Mg
	'88	'89						
N source								
(NH ₂) ₂ CO	6.0	6.2 ^a	2.06 ^a	1.03	196 ^a	0.49	4.95	1.23
(NH ₄) ₂ SO ₄	5.9	5.7 ^b	1.76 ^b	1.00	169 ^b	0.49	5.30	1.23
NH ₄ NO ₃	5.9	6.3 ^a	2.12 ^a	1.06	213 ^a	0.60	5.97	1.56
K source								
KCl	5.9	6.1	1.99	1.06	182	0.54	5.77	1.34
K ₂ SO ₄	5.9	5.9	1.97	1.00	203	0.51	5.03	1.33
Main effects and interactions								
Nitrogen (N)	NS	*	*	NS	*	NS	NS	NS
Potassium (K)	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
N×K interaction	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

^{NS}, *, Nonsignificant or significant at P=0.05, respectively.
DMRT at 5% level.

미 造成된 잔디밭에서는 施用量을 줄여야 할 것으로 보인다.

無肥區와 비교해 볼 때 窒素含量에는 變化가 없었으나 磷酸含量은 增加가 뚜렷하여 土壤內 集積되는

傾向을 보였다. 加里는 無肥區와 차이가 없었으나 칼슘은 施肥區에서 減少되었고, 반대로 마그네슘은 증가되었다. 그러나 有機物 含量은 硫安 施用區에서만 떨어졌고 尿素, 窒安 施用區에서는 차이가 없었다. (Table 7)

IV. 摘 要

本 實驗은 窒素(尿素, 硫安, 窒安)와 加里給源(鹽化加里, 黃酸加里)에 따른 잔디의 生育과 品質의 變化推移를 觀察하여 이에 알맞는 適正管理法을 糾明하고자 1988年 부터 1989년까지 實驗하였던 바 얻어진 結果는 다음과 같다.

1. 總 生育量은 尿素와 硫安 施用區가 높았다. 地下莖과 葡萄莖의 生育은 尿素 施用區가 有意性 있게 높았으나 뿌리의 生育은 硫安에서 높았다.
2. 色相에 있어서는 硫安 施用區가 가장 높게 나타났고 窒安이 가장 낮았다. 특히 綠色期間 延長에 있어서는 尿素나 硫安 施用區가 窒安 施用區보다 길었다.
3. 可視의 評價와 잔디密度에 있어서는 尿素와 硫安 施用區가 窒安 施用區보다 높았다.
4. 無機養分 吸收는 尿素에서 많았으며, 土壤의 pH는 硫安+黃酸加里 施用區에서만 有意性있게 減少하였고, 處理間 土壤內 無機元素의 含量에는 차이가 없었다.

V. 參考文獻

1. Beard, J.B. 1973. Turfgrass; Science and culture. Prentice Hall, Inc. Englewood Cliffs, N.J., USA. pp. 408-465, 658.
2. Beard, J.B. 1982. Turfgrass management for golf courses. The United States Golf Association. pp. 138-219.
3. Bradshaw, A.D., R.W. Lodge, D.Jowett & M.J. Chadwick. 1960a. Experimental; investigations into the mineral nutrition of

- several grass species. Part II. pH and calcium level. *J. Ecol.* 48. pp.143-150.
4. Bradshaw, A.D., R.W. Lodge, R.W. Snaydon & M.J. Chadwick. 1960b. Experimental; investigations into the mineral nutrition of several grass species, Part III. Phosphate level. *J.Ecol.* 48. pp. 631-637.
5. Brauen, S.E. and J.L. Nus. 1989. Influence of nitrogen source on nitrogen recovery and quality of creeping bentgrass. The 6th International Turfgrass Research Conference. pp.205-207.
6. Christians, N.E., D.P. Martin & J.F. Wilkinson. 1979. Nitrogen, phosphorus and potassium effects on quality and growth of Kentucky bluegrass and Creeping bentgrass. *Agron. J.* 71. pp.4, 546-567.
7. Excritt, J.R. & H.J. Lidgate. 1964. Report on fertilizer trials. *J. Sports Turf Res. Inst.* 40. pp.7-42.
8. Excritt, J.R. & D.C. Legg. 1969. Fertilizer trials at Bingley. *Proc. 1st Int. Turfgrass Res. Conf.*, Harrogate, England (Ed. STRI). pp.185-190.
9. Gardner, F.P., R.B. Pearce & R.L. Mitchell. 1985. Physiology of crop plants. The Iowa State University Press. pp. 98-131.
10. Hawes, D.T. 1984. The secrets of championship greens revealed. *Greenmaster* 21. pp.5: 17-19.
11. Juska, F.V., J. Tyson & C.M. Harrison. 1955. The competitive relationship of Merion bluegrass as influenced by various mixtures, cutting heights and levels of nitrogen. *Agron. J.* 47. pp. 513-518.
12. 金東岩, 金丙鎬. 1975. 窒素, 磷酸 및 加里施肥

- 와窒素施肥水準이牧野地の收量 및 植生比率에 미치는影響. 韓畜會誌 17. pp.84-89
13. 권순기, 金容國, 金文圭. 1979. 草地改良에 미치는加里施肥의效果에關한研究(제1보). 韓草研報. pp.17-25.
 14. 권순기, 金容國, 金文圭, 李仁德. 1983. 山地에 있어서 主要 牧草草種의 最大生産을 위한 N-P-K 施肥水準에 關한 試驗. 韓草誌: 4(2). pp. 98-107.
 15. Madison, J.H. and A.H. Anderson. 1963. A chlorophyll index to measure turfgrass response. *Agron. J.* 55. pp. 461-464.
 16. Murphy, J.W. 1983. Effect of top dressing medium and frequency on thatch accumulation by Penncross bentgrass in golf greens. *J. Sports Turf Res. Inst.* 59. pp.46-50.
 17. 農業技術研究所. 1978. 土壤化學分析法.
 18. 吳旺根, 申建哲. 1989. 과수원 토양관리와 비료. 제삼기획. pp.223-299.
 19. Pepper, I.L. & W.R. Kennbone. 1984. Growth of bentgrass as affected by nitrogen, soil pH and age of stand. *USGA Green Section Record* 22. pp.3, 10-12.
 20. Powell, A.J., R.E. Blaser and R.E. Schmidt. 1967. Physiological and color aspects of turfgrass with fall and winter nitrogen. *Agron. J.* 59. pp.303-307.
 21. Robinson, G.S., K.K. Moore & J. Murphy. 1977. Effects of a number of standard and slow-release nitrogenous fertilizers on the quality of fine turf. *J. Sports Turf Res. Inst.* 53. pp.74-84.
 22. Robinson, G.S. 1980. Effects of type of nitrogenous fertilizer, its rate of application and the rate of application of phosphate and lime on the quality of a Penncross creeping bentgrass(*Agrostis palustris* Huds.) Turf. *J. Sports Turf Res Inst.* 56. pp.70-84.
 23. Sherman, R.C. 1985. Turfgrass cultural practice and their interactive effects on rooting. Annual Turfgrass Research Report(USGA/GCSAA). pp. 9.
 24. Waddington, D.V., E.L. Moberg & J. M. Duich. 1972. Effects on N source, K source and K rate on soil nutrient levels and the growth and elemental composition of penncross creeping bentgrass. *Agrostis palustris* Huds. *Agron. J.* 64. pp.5, 562-566.