

濟州 火山灰土壤에 石灰 및 磷酸施用이 牧草의 無機成分 含量에 미치는 影響

高 瑞 逢

Effects of Lime and Phosphate Application on Mineral Content of Pasture Species in Volcanic Ash Soil of Cheju Island

Seo Bong Ko

Summary

This study was carried out to determine the effects of lime(0, 300 kg/10a) and phosphate application(0, 20, 40, 80 kg/10a) on mineral contents in herbage when 5 pasture species(orchardgrass, tall fescue, perennial ryegrass, redtop and ladino clover) were grown in pot of black(B) and very dark brown (VDB) volcanic ash soil of Cheju island, respectively.

P content of orchardgrass and perennial ryegrass were higher in VDB than in B ($P < 0.01$), but other grasses were not different between two soil types. Also, Ca and Mg contents of ladino clover were higher in VDB than in B, but other grasses were not different between two soil types. P and K contents were not affected by lime but Ca and Mg contents were increased by lime application in most of the pasture species.

P, Ca, Mg and Na contents of all pasture species were increased by phosphate application($P < 0.01$) except for Ca content of tall fescue. K and Fe content were decreased with increasing phosphate application but Zn content was not changed by phosphate application.

(Key words : volcanic ash soil, lime, phosphate, mineral in herbage)

I. 緒 論

濟州 中山間 地域은 대부분 黑色 및 濃暗褐色 火山灰土壤으로 構成되고 있다. 이들 火山灰 土壤은 非火山灰 土壤에 비해 有機物 含量은 많으나 대부분 Allophane 形態로 利用이 거의 不可能할 뿐 아니라, 有效磷酸 含量이 부족되고 施用된 磷酸도 土壤과 結着되어 利用率이 매우 낮다(愼 등, 1975; 李 등, 1975; 柳 등, 1978). 또한 火山灰 土壤에서는 石灰 및 磷酸이 매우 부족되기 때문에 이들의 適切한 施用없이는 대부분 作物生育이 어려운 것으로 指摘되고 있다(愼 등, 1964; 柳 등, 1978). 한편 嚴 등(1977)은 火山灰 土壤에 適切한 牧草生産을 위해서는 磷酸肥料를 每年 10a當 20~40kg 施用해야 된다고

하였다. 또한 石灰施用 效果는 禾本科牧草에 비해 荳科牧草에서 높다고 하였으며(Haynes 등, 1981; McLean과 Ssali, 1977), 鄭 등(1982)은 石灰施用으로 牧草내 N, Ca, Mg, Na 등이 增加됨을 報告한 바 있다. 磷酸施用은 牧草의 뿌리 發達을 促進시키고(Caradus, 1981), 또한 Edmeades 등(1985) 및 Davis (1981) 등은 磷酸施用은 禾本科에 비해 荳科牧草의 生育을 더욱 促進시킨다고 報告하였다.

따라서 本 試驗은 濟州 火山灰 土壤에서 石灰 및 磷酸을 單播牧草에 施用했을 때 牧草內 無機成分 含量의 變化를 究明하기 위하여 遂行하였다.

II. 材料 및 方法

1. 試驗區 處理

本 試驗은 無加溫 溫室內에서 PVC pot(직경 21 cm)를 利用하여 五種類의 火山灰 土壤(黑色, 濃暗褐色)에 石灰 2水準(0, 300 kg/10a)과 磷酸 4水準(0, 20, 40, 80 kg/10a)으로 禾本科 4草種(orchardgrass; Potomac, tall fescue; Fawn, perennial ryegrass; Reveille, redtop; Von Kameks)과 荳科 1草種(ladino clover; Ladino Regal)을 供試하여 要因試驗으로 遂行하였다.

供試土壤인 黑色火山灰 土壤(Black volcanic ash soil; B)은 朝天面 橋來里 海拔 400m의 坪垆統에 속하는 土壤이고, 濃暗褐色 火山灰 土壤은(Very dark brown volcanic ash soil; VDB)은 濟州市 梧羅洞 海拔 250m 野草地의 濟州統 土壤을 採取, 利用하였다.

2. 牧草播種 및 收量調查

牧草播種은 1986년 4월 1일에 播種하였으며 播種 當時 施肥量은 石灰와 磷酸은 全量 處理別로 施用하

였고 窒素와 加里는 10a당 各各 8 kg, 7 kg을 處理 別로 同一하게 施用하였다. 追肥는 10a당 窒素 6 kg, 加里 5 kg씩을 1回와 2回 收量 調查後 全處理 同一하게 施用하였다. 收量調查는 1回(5/19), 2回(6/7), 3回(7/22), 4回(9/16)에 刈取하여 熱風 乾燥機內에서 乾燥後 乾物量으로 算出 調査하였다.

III. 結果 및 考察

1. 土壤別 牧草內 無機成分

土壤別 牧草內 無機成分 含量은 Table 1에서 보는 바와 같다. 5草種 平均 P의 含量은 黑色土壤 0.196 %인데 비해 濃暗褐色 土壤은 0.211%로 11%가 높은 含量을 나타냈다. 草種別 P含量은 orchardgrass와 perennial ryegrass는 黑色土壤에 비해 濃暗褐色土壤에서 높은 含量(P<0.01)을 나타냈으나 tall fescue, redtop, ladino clover 등의 P含量은 土壤間 큰 差異가 없었다. 한편 K, Ca 含量은 모든 草種이 黑色土

Table 1. Macro and micro elements of 5 pasture species between two soil types

| Soil | Species | Content (%) | | | | Zn (ppm) | Fe (ppm) |
|----------------------|--------------------|-------------|-------|-------|-------|----------|----------|
| | | P | K | Ca | Mg | | |
| Black soil | Orchardgrass | 0.178 | 2.828 | 0.397 | 0.476 | 120.1 | 219.0 |
| | Tall fescue | 0.175 | 2.618 | 0.403 | 0.496 | 107.7 | 266.3 |
| | Perennial ryegrass | 0.177 | 2.659 | 0.396 | 0.384 | 104.1 | 327.6 |
| | Redtop | 0.224 | 3.005 | 0.391 | 0.328 | 131.1 | 395.5 |
| | Ladino clover | 0.224 | 2.803 | 1.227 | 0.672 | 133.3 | 511.6 |
| | Mean | 0.196 | 2.781 | 0.573 | 0.471 | 119.3 | 344.1 |
| Very dark brown soil | Orchardgrass | 0.218 | 3.605 | 0.427 | 0.473 | 107.3 | 213.3 |
| | Tall fescue | 0.165 | 3.642 | 0.408 | 0.472 | 87.7 | 279.2 |
| | Perennial ryegrass | 0.200 | 3.348 | 0.434 | 0.394 | 103.3 | 331.5 |
| | Redtop | 0.250 | 3.775 | 0.400 | 0.292 | 117.2 | 403.5 |
| | Ladino clover | 0.221 | 2.805 | 1.366 | 0.568 | 132.2 | 474.8 |
| | Mean | 0.211 | 3.435 | 0.607 | 0.440 | 109.6 | 340.4 |
| Significance | Orchardgrass | ** | ** | * | NS | NS | NS |
| | Tall fescue | NS | ** | NS | NS | NS | NS |
| | Perennial ryegrass | ** | * | NS | NS | NS | NS |
| | Redtop | NS | NS | NS | * | * | NS |
| | Ladino clover | NS | NS | * | * | NS | NS |

*; P<0.05, **; P<0.01, NS; not significant.

壤에 비해 濃暗褐色土壤에서 높았으나 Mg, Zn, Fe 등의 함량은 모든 草種이 土壤間 큰 차이가 없었다. 이와같이 牧草內 P, K, Ca 등의 함량이 濃暗褐色土壤에서 높은 것은 濃暗褐色土壤이 黑色土壤에 비해 磷酸吸收 係數가 낮고 置換性鹽基 含量이 높아 (嚴 등, 1977; 柳 등, 1978; 李 등, 1983) 施用된 肥料의 效率를 增加시킨 때문에 생각된다.

2. 石灰施用에 의한 牧草의 無機成分 含量

石灰施用과 無施用間의 牧草內 無機成分 含量 (Table 2)은 無石灰區의 5草種 平均 P의 含量은 0.202%인데 비해 石灰區는 0.203%로 뚜렷한 增加가 없는 것으로 나타나 Kowalenko 등(1980)이나 鄭 등(1982)이 보고한 石灰施用으로 牧草內의 P含量이 增加되었다는 結果와는 多少 相反되었다. 또한 牧草內 K含量도 모든 草種이 石灰施用과 無施用間에 뚜렷한 差異가 없었다.

또한 Ca, Mg의 含量은 대부분 草種이 石灰施用區에서 높은 含量을 보여($P < 0.01$) 이들 成分은 苦土石

灰內에 含有된 CaO, MgO 등이 크게 作用한 것으로 推定된다. 그러나 石灰施用으로 牧草의 K, Fe 含量에는 큰 影響이 없었으며 Zn 含量에서는 perennial ryegrass와 ladino clover에서는 오히려 石灰施用으로 減少되는 傾向을 보여 Juo 및 Ballaux(1977)의 結果와 類似하였다.

3. 磷酸施用에 의한 牧草의 P, Ca 및 Mg 含量

磷酸施用 水準에 따른 草種別 P, Ca 및 Mg 含量은 Table 3에 나타난 바와 같다. Orchardgrass의 P含量은 無磷酸區에서는 0.1023%에 不過했으나 磷酸 20, 40, 80 kg/10a에서는 각각 0.177, 0.223, 0.266%로 현저히 增加되었으며($P < 0.01$) 이런 結果는 tall fescue, perennial ryegrass, radtop, ladino clover 등에서도 비슷한 傾向을 보였다. 이런 結果는 Stanford 등(1955), Terman 등(1960), Shenk와 Barber(1979), Cassman 등(1981)이 磷酸水準이 增加됨에 따라 牧草內 P含量이 增加되었다는 結果와도 一致되고 있다.

草種別 P含量은 redtop이 0.237%로 가장 높았고

Table 2. Effects of lime application on the macro and micro elements of 5 pasture species

| Lime | Species | Content (%) | | | | Zn (ppm) | Fe (ppm) |
|--------------|--------------------|-------------|-------|-------|-------|----------|----------|
| | | P | K | Ca | Mg | | |
| Non-lime | Orchardgrass | 0.196 | 3.225 | 0.364 | 0.427 | 119.1 | 221.8 |
| | Tall fescue | 0.175 | 3.076 | 0.372 | 0.447 | 95.8 | 277.8 |
| | Perennial ryegrass | 0.182 | 3.058 | 0.360 | 0.363 | 106.2 | 335.5 |
| | Redtop | 0.229 | 3.485 | 0.342 | 0.292 | 124.4 | 397.6 |
| | Ladino clover | 0.229 | 2.840 | 1.153 | 0.630 | 135.2 | 468.8 |
| | Mean | 0.202 | 3.137 | 0.518 | 0.432 | 116.1 | 340.3 |
| Lime | Orchardgrass | 0.201 | 3.208 | 0.460 | 0.522 | 107.6 | 210.1 |
| | Tall fescue | 0.164 | 3.178 | 0.439 | 0.521 | 99.7 | 267.7 |
| | Perennial ryegrass | 0.189 | 2.948 | 0.448 | 0.641 | 101.1 | 323.9 |
| | Redtop | 0.245 | 3.289 | 0.448 | 0.327 | 123.9 | 401.3 |
| | Ladino clover | 0.216 | 2.769 | 1.490 | 0.610 | 130.3 | 517.6 |
| | Mean | 0.203 | 3.080 | 0.662 | 0.479 | 112.5 | 344.1 |
| Significance | Orchardgrass | NS | NS | * | ** | NS | NS |
| | Tall fescue | NS | NS | * | ** | NS | NS |
| | Perennial ryegrass | NS | NS | ** | ** | ** | NS |
| | Redtop | NS | NS | ** | ** | NS | NS |
| | Ladino clover | NS | NS | ** | NS | ** | NS |

*; $P < 0.05$, **; $P < 0.01$, NS; not significant.

Table 3. Effects of phosphate application on P, Ca and Mg concentration (%) of 5 pasture species

| Mineral | Species | Phosphate (kg/10a) | | | | Mean | Significance |
|---------|--------------------|--------------------|-------|-------|-------|-------|--------------|
| | | 0 | 20 | 40 | 80 | | |
| P | Orchardgrass | 0.102 | 0.177 | 0.228 | 0.286 | 0.198 | ** |
| | Tall fescue | 0.092 | 0.164 | 0.198 | 0.225 | 0.170 | ** |
| | Perennial ryegrass | 0.094 | 0.171 | 0.209 | 0.266 | 0.185 | ** |
| | Redtop | 0.122 | 0.205 | 0.279 | 0.342 | 0.237 | ** |
| | Ladino clover | 0.104 | 0.228 | 0.264 | 0.295 | 0.223 | ** |
| | Mean | 0.103 | 0.200 | 0.236 | 0.283 | — | — |
| Ca | Orchardgrass | 0.319 | 0.425 | 0.468 | 0.436 | 0.412 | ** |
| | Tall fescue | 0.380 | 0.419 | 0.429 | 0.394 | 0.406 | NS |
| | Perennial ryegrass | 0.343 | 0.407 | 0.456 | 0.455 | 0.395 | ** |
| | Redtop | 0.350 | 0.399 | 0.432 | 0.400 | 0.395 | * |
| | Ladino clover | 1.021 | 1.442 | 1.438 | 1.368 | 1.322 | ** |
| | Mean | 0.483 | 0.618 | 0.645 | 0.614 | — | — |
| Mg | Orchardgrass | 0.382 | 0.475 | 0.503 | 0.538 | 0.475 | ** |
| | Tall fescue | 0.358 | 0.463 | 0.515 | 0.601 | 0.484 | ** |
| | Perennial ryegrass | 0.263 | 0.372 | 0.431 | 0.491 | 0.484 | ** |
| | Redtop | 0.246 | 0.277 | 0.324 | 0.393 | 0.310 | * |
| | Ladino clover | 0.355 | 0.602 | 0.714 | 0.808 | 0.620 | ** |
| | Mean | 0.321 | 0.438 | 0.479 | 0.566 | — | — |

*, P<0.05, **, P<0.01, NS; not significant.

그 다음이 ladino clover, orchardgrass, perennial ryegrass, tall fescue 순위로 나타났다. 이와같이 redtop에서 磷酸含量이 높았던 것은 他草種에 비해 磷酸이 부족된 土壤에서도 적응성이 強하다는 結果로도 볼 수 있으나(Jackman과 Mouat, 1972; Mouat, 1983), Tanaka 등(1984)은 이들 초종이 P吸收力이 강한 草種중의 하나라고 指摘하고 있어 redtop의 P含量은 다른 草種보다 높았던 것으로 推定된다. 또한 Ca, Mg含量도 磷酸施用 水準이 增加됨에 따라 모든 草種에서 增加한 것은 溶成磷肥에 含有된 CaO (30%), MgO(12%) 등의 效果에 의한 것으로 思料된다.

4. 磷酸施用에 의한 牧草內 K, Na, Zn 및 Fe 含量

磷酸施用 水準에 따른 種別 K, Na, Zn, Fe 含量은 Table 4에 나타난 바와 같다. 牧草內 K含量은 草種間에 큰 差異가 없었으나 대부분 草種이 磷酸施用 水準이 增加함에 따라 K含量이 減少되는 傾向을 나타냈다. 이와같은 結果는 Shoop 등(1961)이 tall fescue, redtop, ladino clover에 磷酸을 施用했을 때 低磷酸 施用 水準에서 K含量이 높아졌다는 結果와는 類似하지만 Langlands 등(1979)이 混播草地에서 磷酸施用이 增加함에 따라 K含量이 增加되었다는 結果와는 다소 差異가 있었다. 한편 Na含量은 모든 草種에서 P施用量이 增加됨에 따라 顯著히 增加(P<0.01

Table 4. Effects of phosphate application on K, Na, Zn and Fe concentration of 5 pasture species

| Mineral | Species | Phosphate (kg/10a) | | | | Mean | Significance |
|----------|--------------------|--------------------|-------|-------|-------|-------|--------------|
| | | 0 | 20 | 40 | 80 | | |
| K (%) | Orchardgrass | 3.600 | 3.473 | 3.141 | 2.562 | 3.216 | * |
| | Tall fescue | 3.075 | 3.414 | 3.151 | 2.869 | 3.127 | NS |
| | Perennial ryegrass | 3.890 | 2.970 | 2.626 | 2.527 | 3.004 | ** |
| | Redtop | 3.328 | 3.807 | 3.454 | 2.977 | 3.390 | NS |
| | Ladino clover | 2.851 | 3.475 | 2.779 | 2.112 | 2.804 | * |
| | Mean | 3.349 | 3.428 | 3.030 | 2.627 | — | — |
| Na (%) | Orchardgrass | 0.048 | 0.111 | 0.150 | 0.194 | 0.126 | * |
| | Tall fescue | 0.063 | 0.090 | 0.118 | 0.164 | 0.109 | ** |
| | Perennial ryegrass | 0.083 | 0.211 | 0.246 | 0.280 | 0.206 | ** |
| | Redtop | 0.068 | 0.144 | 0.176 | 0.248 | 0.160 | ** |
| | Ladino clover | 0.076 | 0.223 | 0.249 | 0.261 | 0.202 | ** |
| | Mean | 0.068 | 0.156 | 0.189 | 0.229 | — | — |
| Zn (ppm) | Orchardgrass | 116.4 | 107.0 | 106.1 | 125.5 | 113.7 | NS |
| | Tall fescue | 87.7 | 102.8 | 93.8 | 106.5 | 97.7 | NS |
| | Perennial ryegrass | 96.6 | 98.7 | 113.1 | 106.2 | 103.7 | NS |
| | Redtop | 139.2 | 123.5 | 117.1 | 116.2 | 124.2 | NS |
| | Ladino clover | 124.6 | 128.6 | 143.5 | 134.3 | 132.7 | NS |
| | Mean | 112.9 | 112.1 | 114.9 | 117.7 | — | — |
| Fe (ppm) | Orchardgrass | 305.8 | 209.8 | 182.2 | 166.0 | 216.0 | * |
| | Tall fescue | 433.1 | 235.6 | 222.9 | 219.3 | 272.7 | ** |
| | Perennial ryegrass | 514.0 | 271.8 | 285.2 | 247.9 | 329.7 | ** |
| | Redtop | 891.6 | 270.7 | 235.3 | 200.5 | 399.5 | ** |
| | Ladino clover | 968.3 | 377.8 | 328.6 | 298.0 | 493.2 | ** |
| | Mean | 622.6 | 273.1 | 250.8 | 226.3 | — | — |

*, P<0.05. **, P<0.01. NS; not significant.

) 되어 Kashirad 등(1978)의 결과와 類似하였다. 그러나 Zn含量은 모든 草種에서 P施用에 따른 뚜렷한 差異가 없었으나, Fe含量은 대부분 草種이 磷酸施用量이 增加됨에 따라 뚜렷한 減少(P<0.01)를 나타냈다.

IV. 摘 要

濟州 火山灰土인 黑色 및 濃暗褐色 土壤에 石灰 2水準(0, 300 kg/10a)과 磷酸 4水準(0, 20, 40, 80 kg/10a)으로 달리하여 5草種(orchardgrass, tall fescue,

perennial ryegrass, redtop, ladino clover)을 播種하여 牧草內의 無機成分 含量을 比較 調査한 結果를 要約 하면 다음과 같다.

Orchardgrass 및 perennial ryegrass의 P含量은 濃暗 褐色 土壤에서 높았으며($P < 0.01$), tall fescue, redtop 및 ladino clover의 P含量은 土壤間 큰 差異가 없었다. 또한 Ca 및 Mg含量은 ladino clover 만이 濃暗褐色 土壤에서 높은 含量을 보였다. 石灰施用에 의한 P 및 K 含量은 모든 草種에서 差異가 없었으나 Ca와 Mg 含量은 石灰施用으로 현저히 增加되었다($P < 0.01$). 磷酸水準이 增加됨에 따라 대부분 草種이 P, Ca, Mg 및 Na 含量은 增加되었으나($P < 0.01$), tall fescue의 Ca含量은 磷酸施用間에 큰 차이가 없었다. K含量은 대부분 草種이 磷酸施用區보다 無施用 區에서 높았으며 Fe 含量은 磷酸이 增加됨에 따라 顯著히 減少($P < 0.01$) 되었으나 Ze含量은 施用水準間에 큰 差異가 없었다.

V. 引用文獻

1. Caraduce, J.R. 1980. Effect of root hair length on white clover growth over a range of soil phosphorus levels. N. Z. J. Agric. Res. 24:353-358.
2. Cassman, K.G., A.S. Whitney and R.E. Fox. 1981. Phosphorus requirements of soybean and cowpea as affected by mode of N nutrition. Agron. J. 73:155-162.
3. Davis, M.R. 1981. Growth and nutrition on a high country yellow-brown earth subsoil. N. Z. J. Agric. Res. 24:321-332.
4. Edmeades, D.C., D.M. Wheeler and J.E. Waller. 1985. Comparison of methods for determining lime requirements of New Zealand soil. N. Z. J. Agric. Res. 29:49-53.
5. Haynes, R.J. and T.E. Ludecke. 1981. Effects of lime and phosphorus application on concentrations of available nutrients on P, Al and Mn uptake by two pasture legumes in an acid soil. Plant and Soil. 62:117-128.
6. Juo, A.S.R. and J.C. Ballaux. 1977. Retention and leaching of nutrients in a lime ultisol under cropping. Soil Sci. Soc. Am. J. 41:756-761.
7. Kashirad, A., A. Bassiri and M. Kheradnam. 1978. Responses of cowpeas to applications of P and Fe in calcareous soil. Agron. J. 70:67-70.
8. Kowalenko, C.G., E.F. Mass and C.I. Vanlearhoven. 1980. Residual effects of high rates of limestone, P, K and applications: Evidence of induced Mn and Zn deficiency in oats. Can. J. Soil Sci. 60:757-761.
9. Langlands, J.P., J.E. Bowles and G.E. Donald. 1979. The nutrition of ruminants grazing native and improved pasture. Aust. J. Agric. Res. 30: 565-575.
10. McLean, E.O. and H. Ssali. 1977. Effects of phosphorus rate and form in combination with lime and gypsum on yields and compositions of german millet and alfalfa from highly weathered soil. Soil Sci. 123(3):155-164.
11. Mouat, M.C.H. 1983. Phosphate uptake from extended soil solutions by pasture plants. N. Z. J. Agri. Res. 26:483-487.
12. Schenk, M.K. and S.A. Barber. 1979. Root characteristics of corn genotypes as related to P uptake. Agron. J. 71:921-924.
13. Shoop, G.J., C.R. Brooks., R.E. Blaser and G.W. Tomas. 1961. Differential responses of grasses and legumes to liming and phosphorus fertilization. Agron. J. 53:111-115.
14. Stanford, G., J. Hanway and H.R. Meldrum. 1955. Effectiveness and recovery of initial and subsequent fertilizer application on oats and the succeeding meadows. Agron. J. 47:25-31.
15. Tanaka, A., K. Hitsuda and Y. Tsuchihashi. 1984. Tolerance to low pH and low available phosphorus of various field and forage crops. Soil Sci. Plant Nutr. 30(1):39-49.
16. Terman, G.L., E.C. Doll and J.A. Lutz. 1960. Rate, source, time, and method of applying phosphates for alfalfa and legume-grass hay and pasture. Agron. J. 52:261-264.
17. 慎鏞華, 金滢玉. 1975. 火山灰土의 特性에 關하

- 여. 韓土肥誌. 8(3):113-119.
18. 愼鏞華, 李炯兌, 金明華, 蔡庠錫. 1964. 濟州道 概略 土壤調查報告. 農試研報 7(1):49-62.
 19. 嚴基泰, 朱永熙, 李景洙, 愼鏞華. 1977. 濟州道 綜合開發計劃을 위한 土壤特性的 研究. 農試研報 22(土肥, 作保, 菌茸篇):7-12.
 20. 柳寅秀, 尹禎熙, 金仁卓. 1978. 火山灰土壤에서의 磷酸施用量과 施肥法 및 硅灰石의 效果. 韓土肥誌. 11(1):25-30.
 21. 李相奎, 車圭錫, 金仁卓. 1983. 濟州道 火山灰土壤의 理化學的 特性 및 有機物 性狀에 關한 研究. 韓土肥誌. 16(1):20-27.
 22. 李鍾基, 李根常. 1975. 濟州道 草地開發에 있어서 土壤學的 問題點. 韓土肥誌. 8(3):153-160.
 23. 鄭連圭, 尹祥基, 金正甲. 1982. 石灰 및 3要素 施用水準이 걸쭉림 山地草地에 미치는 影響. II. 收量構成要素, 植生構成比率 및 牧草率의 變化. 韓畜誌. 24(6):499-503.