

傾斜 瘠薄地에서 牧草定着에 미치는 液肥施用效果

崔善植 · 金英鎮 · 尹世炯 · 陸完芳*

Effects of Cattle Slurry Applications on the Establishment of Grasses in Infertile Sloped Land

Seon-Sik Choi, Young-Jin Kim, Sei-Hyung Youn and Wan-Bang Yook*

Summary

This experiment was carried out to determine the effects of cattle slurry and zeolite application for the improvement of germination and establishment of grasses in infertile sloped land.

The best establishment and winter survival of grasses were observed in the plot of cattle slurry application. The dry matter yield of grasses was increased by 12% in the plot of compaction + cattle slurry application when compared with control. Alteration effect of soil pH was very high and the content of organic matter was increased by addition of the soil conditioner.

I. 緒 言

急速한 成長과 더불어 國民所得이 向上됨에 따라 畜産物의 需要가 急激히 增加되어 양적으로만 膨脹하여 오던 畜産業은 飼料用 輸入穀類 依存度에서 粗飼料의 生産과 利用에 대하여 재인식하게 되었고 늘어나는 高級 畜産物의 需要를 擴充하기 위해서는 粗飼料의 安定的 供給이 좁은 國土의 效率인 利用과 開發 및 國家 安保의 次元에서 山地開發에 의한 粗飼料의 生産은 必需的이라 하겠다. 이러한 粗飼料의 生産基盤을 擴充하기 위하여 國土의 66%를 차지하고 있는 山地를 效果의으로 利用하는 方法이 講究되어져 왔으며 그 중의 한 가지가 山地 草地造成인데 技術의 未備로 初期段階에서 不實化되는 傾向이 있었으며 이는 開發對象地의 土壤條件, 氣候條件, 造成技術 水準 등 이들 各各의 要因들의 상호작용에 草地開發의 成敗가 左右되어 造成直後 牧草定着의 成功與否가 곧 草地造成의 成功與否와 直結되어 악한 幼植物期에 不良한 環境이 주어지면 幼植物期에 枯死되어 결국 草地造成을 失敗하게 되는 根本的인 原因이 되고 있으므로(金等, 1989) 草地造成時 牧草의 定着을 向上시킬 수 있는 技術의 開發은 매우 重要하다.

한편 草地造成 以後의 家畜의 飼養은 糞尿의 生産이 必然的이며 生産된 糞尿는 水質 및 環境汚染의 原因이 될 수 있는데 이러한 糞尿의 效果的인 利用이나 處理施設 缺이는 畜産經營 生産性을 向上시킬 수 없게 되었으며 畜産經營이라는 면에서 단순한 糞尿의 處理는 많은 經費가 所要되는데 비하여 이를 效果的으로 活用할 경우에는 金肥의 節約(金等, 1990) 뿐만 아니라 土壤改良의 效果도 거둘 수 있다.

瘠薄地 土壤에 연속해서 堆厩肥를 施用하면 土壤 有機物이 풍부해지고 物理 化學的인 性質이 改善되지만 시간이 經過되어야 서서히 效果가 나타나는 包括的이고도 복잡한 면이 있으나(Inko, A.; 1984, 崗島秀夫; 1976) 新開墾地 土壤 및 有機物 含量이 낮은 土壤에서는 堆厩肥의 施用이 必需的이므로 金肥 대신 堆厩肥나 有機質 肥料의 施用이 점차 增加하고 있다(Foth; 1978, 態田慕一; 1982).

土壤에 蓄積된 無機質 肥料 및 家畜糞尿에 의한 水質과 土壤汚染에 대한 심각성이 날로 增加되고 있는 이때에 많은 農家에서는 金肥의 施用량을 줄이고 家畜糞尿의 效果的인 利用을 위해서 液狀厩肥를 적절하게 施用하는 方法이 研究되고 있는데 Buchner (1985)에 의하면 1回 施用량은 20m³/ha를 超過해서는

畜産試驗場(Livestock Experiment Station, RDA, Suweon 441-350, Korea)

* 建國大學校 畜産大學(College of Animal Husbandry, Kun-Kuk University, Seoul, Korea)

안되며 年間施用量은 40m³/ha까지로 液狀厩肥의 施用시키는 作物生長이 시작되기 전이나 作物의 키가 작은 상태에서 고루 散布하여야 하며 液肥의 施用限界는 ha당 成分量으로 窒素는 2,150kg, 磷酸 200kg, 加里는 270kg이라 하여 그 이상 施用할 때는 作物에 피해가 온다고 밝힌 바 있고, 草地에 대하여 液肥施用에 관한 研究에서 申等(1986)은 家畜糞尿를 메탄 가스 醱酵試驗後 廢液을 利用한 肥料試驗에서 廢液 施用量이 增加할수록 牧草收量은 고도로 유의성있게 增收되었고 牧草中 養分含量도 높았으며 土壤中 化學成分도 동일한 傾向으로 높았다고 하였으며 崔(1988)는 草地造成에서 液狀厩肥의 施用이 牧草의 定着 및 初期生育에서 效果가 높다고 보고한 바 있는데 許等(1989), 崔等(1983), 安等(1990)은 堆肥, Zeolite, Polyacrylamide 등을 포함한 土壤改良劑의 添加는 土壤構造의 改善과 莖土에서 뿌리 發育을 위한 좋은 여건을 조성해 준다고 하였다.

따라서 本 研究는 播種時 地表處理와 液狀厩肥의

施用이 牧草의 定着과 土壤의 利化學的 變化 및 牧草의 收量에 미치는 影響을 究明하여 家畜糞尿의 效果의인 利用과 牧草의 定着率을 向上시킬 수 있는 方法을 모색하고자 실시하였다.

II. 材料 및 方法

1. 試驗期間 및 場所

가. 試驗期間

本 試驗은 1989年 8月부터 1992年 10月까지 遂行하였다.

나. 試驗場所

試驗場所는 京畿道 水原市 畜産試驗場內 試驗圃場의 切土地와 京畿道 驪州郡 驪州邑 上巨里 驪州 山地開發 示範團地內로 土壤의 特性은 表 1에 나타낸 바와 같다.

Table 1. Soil conditions in the experimental area

| Location | Sowing time | pH (1:5H ₂ O) | OM (%) | Avail P ₂ O ₅ (ppm) | Slope (%) | Soil series | Remark |
|----------|-------------|--------------------------|--------|---|-----------|-------------|-------------|
| Suweon | '89. 8. 30 | 4.9 | 0.6 | 35 | 60 | Songjeong | single seed |
| Yeoju | '90. 9. 14 | 4.7 | 0.4 | 20 | 30 | Yesan | mixed seed |
| Yeoju | '91. 9. 4 | 4.7 | 0.4 | 20 | 36 | Samgag | mixed seed |
| Yeoju | '91. 9. 4 | 4.7 | 0.4 | 20 | 36 | Samgag | single seed |

試驗期間中 水原地域의 降雨量은 '89年 8月 下旬에 200mm가 넘었으나 피해는 없었고(그림 1), '90 秋播 直後 驪州地域의 降雨量은 9月 10日에 340mm의 暴雨로 9月 14日에 다시 播種하였으(그림 2), '91 秋播後 驪州地域의 降雨量은 9月 初旬에 많아 補播를 실시하였다(그림 3).

2. 試驗方法

試驗區의 處理內容은 表 6과 같다. 處理內容은 慣行區는 걸뿌림, 液狀厩肥는 걸뿌림 + 液狀厩肥, 갈퀴질 鑛壓區는 걸뿌림 + 갈퀴질 + 鑛壓, 液狀 갈퀴 鑛壓區는 걸뿌림 + 液狀厩肥 + 갈퀴질 + 鑛壓,

갈퀴 改良區는 걸뿌림 + 갈퀴질 + Zeolite, 그리고 液狀種子區는 걸뿌림 + 液狀厩肥의 6個 處理를 亂塊法 3反復으로 配置하였으며 試驗區의 面積은 12m²(4m×3m)로 하였다.

混播組合 및 播種量은 Orchardgrass(*Dactylios glomerata* L., var. Potomac) 20, Tall fescue (*Festuca arundinacea* Schreb., var. Fawn) 7, Perennial ryegrass(*Lolium perenne* L., var. Reveille) 3, Kentucky bluegrass(*Poa pratensis* L., var. Kenblue) 2, 그리고 Alfalfa(*Medicago sativa* L., var. Vernal) 2kg/ha를 混合(禾本科 : 豆科 = 94:6)하여 播種하였다. 오차드그라스 單播時는 25kg/ha를 液狀厩肥에 種子를 섞어 播種하였다.

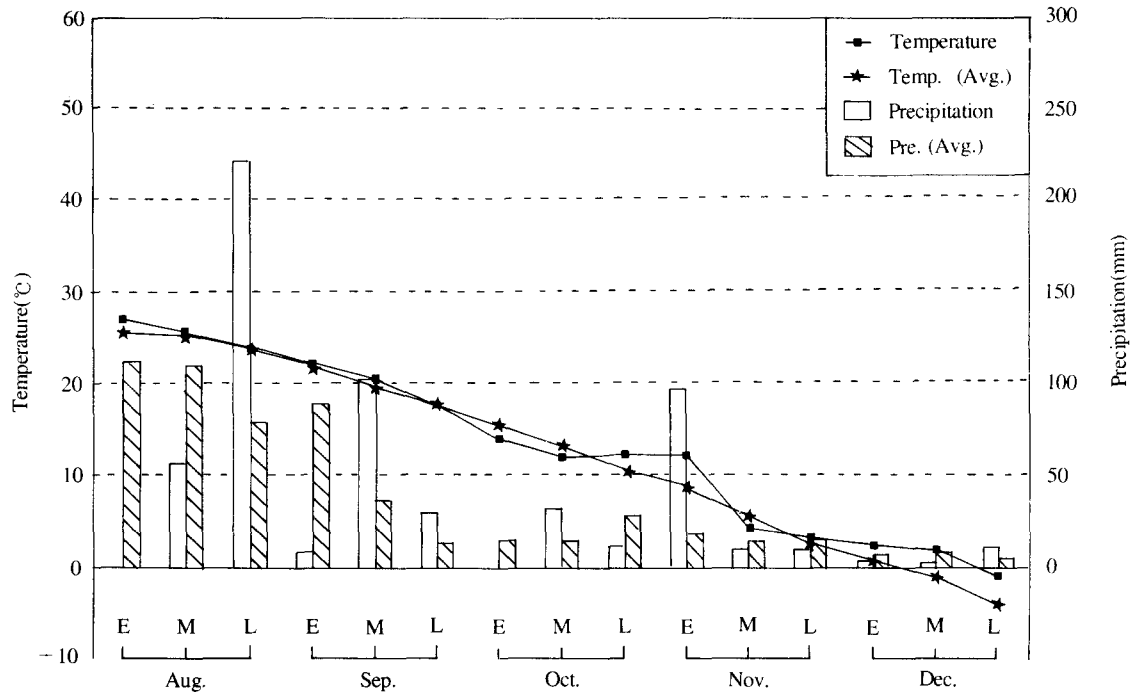


Fig. 1. Environmental condition during the experiment (1989)

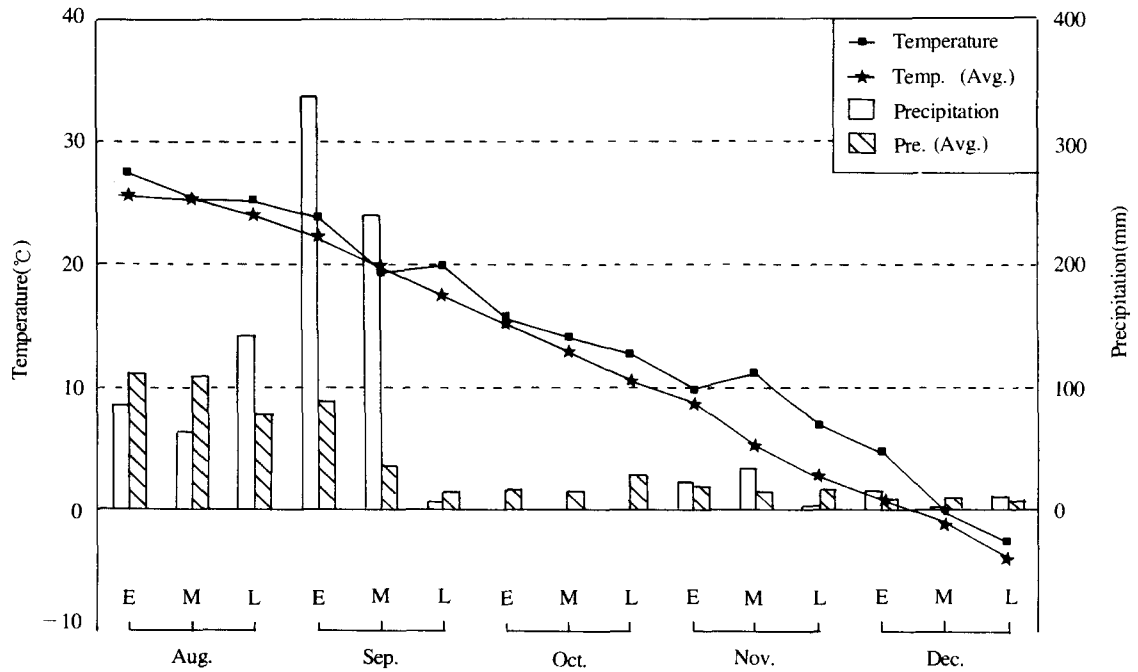


Fig. 2. Environmental condition during the experiment (1990)

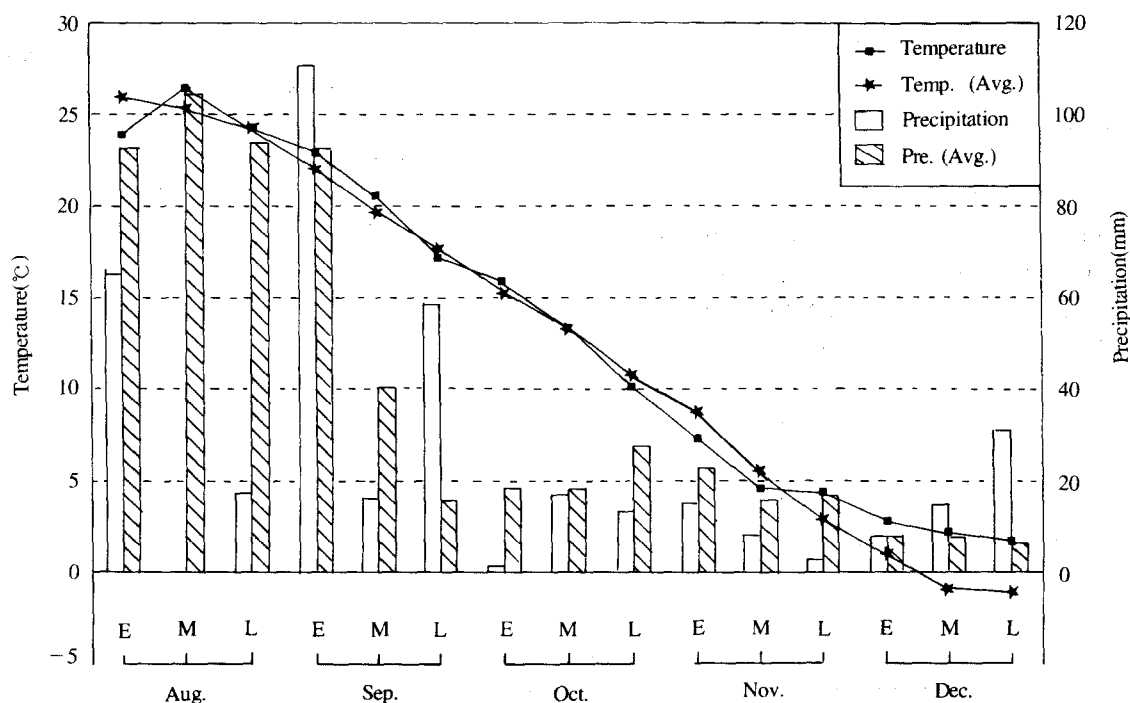


Fig. 3. Environmental condition during the experiment (1991)

Table 2. Application at different treatment

| Treatment | Application |
|-------------------|---|
| Control | Mixed fertilizer after over sowing(MFAS) |
| Control + LM | MFAS with liquid manure of 4 k/10a |
| Control + RA + CO | MFAS with raking and compaction |
| Control + RA + CO | MFAS with raking and liquid manure of 4 k/10a |
| Control + RA + ZE | MFAS with raking and zeolite of 100kg/10a |
| Control + LM + SE | MFAS with liquid manure and Seed |

Table 3. Component for liquid manure used

| Sowing time | Moisture (%) | Chemical characteristics | | | | | |
|-------------|--------------|--------------------------|-------------------------------|------------------|-----|-----|-----|
| | | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O | CaO | MgO | Na |
| | | kg/m ³ | | | | | |
| '89 | 95 | 3.3 | 0.4 | 3.8 | 0.6 | 0.3 | 0.7 |
| '90 | 93 | 3.4 | 0.4 | 3.8 | 0.6 | 0.3 | 0.7 |
| '91 | 94 | 3.4 | 0.4 | 3.7 | 0.5 | 0.3 | 0.6 |

液狀厩肥의採取場所는 1989年에도 畜産試驗場 牛舍 그리고 1990年度와 1991年度 驪州에서 使用한 液狀厩肥는 驪州農高에서 採取하였으며, 液狀厩肥의 成分은 表 7과 같다. Zeolite은 蔚山에 있는 王表分體 會社製품을 使用하였다.

既肥는 草地造成用 複合肥料 8-20-7-3-0.2(N-P₂O₅-K₂O-OM-B)를 施用하였으며, 草地管理肥料는 草地管理用 複合肥料 28-20-24-3-0.2(N-P₂O₅-K₂O-OM-B)를 初봄과 每刈取後에 5回 분할 施用하였다.

牧草의 出現數는 播種 30日後 그리고 牧草의 定着 個體數, 草長, 根長, 分蘖數, 葉面積 等은 播種 60日 後에 調査하였다. 調査方法은 牧草의 出現 및 個體數는 農事試驗 調査基準(農振廳; 1983)에 의거 그리고 植生構成은 達觀法으로 調査하였다. 收量은 試驗處理別 3反復으로 1m² 四角方形틀을 利用하였고, 乾物

收量은 300g씩을 3回 反復 採取하여 100℃ 乾燥機에서 48時間 乾燥後 坪量하여 換算하였다.

III. 結果 및 考察

1. 牧草의 定着

播種 60日後 牧草의 定着率은 表 4와 같이 오차 드그라스 單播에서 牧草의 定着率은 平均 慣行區 63.7, 液肥區 71.1, 갈퀴 鎮壓區 75.8, 갈퀴 鎮壓 + 液肥區 87.5, 液肥 種子混合區 78.7%였으며, 混播에서 牧草의 定着率은 慣行區의 65.1%에 비해 地表處理에 의해 78.7~80.4%로 單播나 混播에 관계없이 土壤改良劑의 處理에 의해 높은 定着效果를 나타내고 있다. 이와 같이 높은 定着效果는 試驗 1의 結果와 같이 土壤의 理化學的 性質의 改善效果로 思料된다.

Table 4. Establishment for pasture species on different post-sowing treatment

| Treatment | Single seed | | | Mixed seed | | |
|-----------------------------|---------------|------|------|------------|------|-------|
| | '89 | '91 | Mean | '90 | '91 | Mean* |
| | % | | | | | |
| Control | 74.7 | 52.7 | 63.7 | 65.9 | 64.9 | 65.1 |
| Control + LM | 75.0 | 67.2 | 71.1 | 79.1 | 73.0 | 76.1 |
| Control + RA + CO | 84.6 | 67.1 | 75.8 | 80.3 | 79.0 | 79.7 |
| Control + RA + LM | 92.4 | 82.9 | 87.5 | 84.3 | 85.4 | 84.8 |
| Control + (RA + ZE/LM + SE) | 75.4 | 82.1 | 78.7 | 81.4 | 79.5 | 80.4 |

2. 牧草의 初期生育

播種 60日後 牧草의 生育狀態는 表 5에서와 같이 水原 單播草地에서의 草長이 慣行區 8.5cm이었고 液肥區 9.0, 갈퀴 鎮壓區 9.3, 갈퀴 鎮壓 + 液狀區 10.6, 液肥 + 種子 混合區 9.3cm였으며 驪州 單播에서 各各 4.5, 7.9, 5.4, 8.6, 5.1cm로 地表處理가 慣行區에 비하여 初期生育이 良好하였는데 이러한 結果는 液肥의 綜合的인 改善效果 그리고 갈퀴질, 鎮壓, Zeolite의 物理性 및 耕土性 改善效果에 의한 것으로 判斷된다(金等; 1981, 安等; 1990, 李等; 1989, 崔等; 1983, 許等; 1989, 許等; 1986).

根長, 分蘖數, 葉面積 역시 草長과 같은 傾向이었다.

물론 本 試驗 結果에서 나타난 液肥의 效果가 液肥

에 包含된 肥料成分에 의한 것인지 또는 液肥에 包含된 水分效果에 의한 것인지는 不透明하며 追後 繼續 檢討 되어져야 할 것이다.

한편 混播에서 草長도 處理區가 慣行區에 비하여 1~9cm 길었으며 이와 동시에 根長, 分蘖數 및 葉面積 역시 混播에서 初期生育은 單播와 같은 경향을 나타내었다.

3. 牧草의 越冬

牧草의 越冬率은 表 6과 같이 單播에서 牧草의 越冬率은 平均 慣行區 79.7, 液肥區 82.7, 갈퀴 鎮壓區 82.4, 갈퀴 鎮壓 + 液肥區 89.0, 液肥 + 種子混合區 85.0% 이었으며, 混播에서는 慣行區 77.7, 液肥區 81.4, 갈퀴 鎮壓區 86.3, 갈퀴 鎮壓 + 液肥區 88.4이

었다.

이와 같이 牧草의 越冬率은 土壤處理에 의해 慣行 區보다 單播에서 3~6% 그리고 混播에서 3~11% 向上

되었는데 이러한 이유는 液狀廐肥의 綜合的인 改善 效果, 갈퀴질, 鎮壓, Zeolite의 物理性 및 耕土性 改善 效果에 의한 것으로 思料된다.

Table 5. Growth status at 60 days after sowing for pasture species on different post-sowing treatment

| Treatment | A. Single seed | | | | | | | |
|-----------------------|----------------|-----|-------------|------|---------------|-----|-----------------------------|------|
| | Plant length | | Root length | | No. of tiller | | Leaf area | |
| | '89 | '91 | '89 | '91 | '89 | '91 | '89 | '91 |
| | (cm) | | (cm) | | (No/plant) | | (cm ² /10 plant) | |
| Control | 8.5 | 4.5 | 11.8 | 6.6 | 2.3 | 3.1 | 9.9 | 7.3 |
| Control+LM | 9.0 | 7.9 | 12.7 | 8.8 | 3.4 | 3.2 | 17.2 | 13.2 |
| Control+RA+CO | 9.3 | 5.4 | 12.2 | 9.1 | 3.4 | 2.7 | 16.3 | 14.0 |
| Control+RA+LM | 10.6 | 8.6 | 12.3 | 10.5 | 3.4 | 4.6 | 15.8 | 14.2 |
| Control+(RA+ZE/LM+SE) | 9.9 | 5.1 | 12.3 | 10.8 | 3.4 | 3.1 | 14.1 | 14.7 |

| Treatment | B. Mixed seed | | | | | | | |
|-----------------------|---------------|-----|-------------|------|---------------|-----|-----------------------------|------|
| | Plant length | | Root length | | No. of tiller | | Leaf area | |
| | '90 | '91 | '90 | '91 | '90 | '91 | '90 | '91* |
| | (cm) | | (cm) | | (No/plant) | | (cm ² /10 plant) | |
| Control | 9.5 | 4.5 | 7.3 | 6.6 | 3.4 | 3.1 | 22.2 | 7.3 |
| Control+LM | 10.7 | 7.8 | 8.9 | 8.8 | 3.8 | 3.2 | 23.2 | 13.2 |
| Control+RA+CO | 11.6 | 5.4 | 6.8 | 9.1 | 3.9 | 2.7 | 20.1 | 14.0 |
| Control+RA+LM | 22.6 | 8.6 | 6.9 | 10.5 | 2.4 | 4.6 | 33.1 | 14.2 |
| Control+(RA+ZE/LM+SE) | 18.5 | 5.1 | 7.2 | 10.8 | 3.1 | 3.1 | 30.5 | 14.7 |

* study was done in Yeosu.

Table 6. Cold tolerance maintenance for pasture species on different post-sowing treatment

| Treatment | Single seed | | | Mixed seed | | |
|-----------------------------|---------------|------|------|------------|------|------|
| | '90 | '92 | Mean | '90 | '92 | Mean |
| | % | | | | | |
| Control | 85.2 | 74.1 | 79.7 | 85.4 | 70.0 | 77.7 |
| Control + LM | 89.0 | 76.3 | 82.7 | 87.2 | 75.6 | 81.4 |
| Control + RA + CO | 81.7 | 83.0 | 82.4 | 89.3 | 83.3 | 86.3 |
| Control + RA + LM | 87.9 | 90.0 | 89.0 | 91.2 | 85.8 | 88.4 |
| Control + (RA + ZE/LM + SE) | 86.7 | 84.0 | 85.4 | 86.9 | 77.0 | 82.0 |

4. 草地的 植生構成

草地造成後 1, 2, 3次 刈取時 草地的 식생비율은

表 7과 같다. 禾本科 牧草 構成比는 1次 刈取時 慣行 區 98.0, 液肥區 97.3, 갈퀴 鎮壓區 99.0, 갈퀴 鎮壓區

+ 液肥區 99.0, 갈퀴 改良區 99.0%, 2次 刈取時 各各 99.0, 99.0, 100.0, 99.0, 99.0%로 土壤處理에 의한 影響을 거의 받지 않았다. 荳科牧草의 構成比 역시 禾本科 牧草와 같은 傾向을 보였다.

雜草의 構成比는 1次 刈取時 慣行區 1.0, 處理區 1.3% 이었는데 이와 같은 結果는 土壤 改良劑의 效果보다는 改良原地形에 의해 試驗圃가 造成되어 雜草 및 山野草의 侵入이 없었던 것으로 思料된다.

Table 7. Botanical composition for pasture species on different post-sowing treatment ('89 Fall)

| Treatment | 1st cut | | | 2nd cut | | | 3rd cut | | |
|---------------------------|---------------|--------|------|---------|--------|------|---------|--------|------|
| | Grass | Legume | Weed | Grass | Legume | Weed | Grass | Legume | Weed |
| | % | | | | | | | | |
| Control | 98.0 | 1.0 | 1.0 | 99.0 | 1.0 | -- | 97.3 | 1.0 | 1.3 |
| Control+LM | 97.3 | 1.0 | 1.7 | 99.0 | 1.0 | -- | 98.0 | 1.0 | 0.7 |
| Control+RA+CO | 99.0 | 1.0 | -- | 100.0 | -- | -- | 98.4 | 1.3 | 1.3 |
| Control+RA+LM | 99.0 | 1.0 | -- | 99.0 | 1.0 | -- | 97.7 | 1.3 | 1.3 |
| Control+(RA+ZE/ LM+SE) | 99.0 | 1.0 | -- | 99.0 | 1.0 | -- | 99.0 | 1.0 | -- |

5. 乾物收量

牧草의 乾物收量은 表 8에서 보는 바와 같이 單播草地에서의 年間 牧草收量은 慣行區 1,010, 液肥區 1,090, 갈퀴 鎮壓區 1,129, 갈퀴 鎮壓 + 液肥區 1,130 및 液肥種子混合區에서 1,047kg/10a이었고 混播草地에서의 牧草收量은 慣行區 1,040, 液肥區 1,130, 갈퀴 鎮壓區 1,079, 갈퀴 鎮壓 + 液狀區 1,192 및 갈퀴 改

良區 1,047kg/10a이었다.

이와 같이 높지는 않지만 土壤處理에 의해 牧草收量은 약간 增加하였는데 이러한 이유는 傾斜瘠薄地라는 立地條件 외에도 液狀厩肥 그리고 土壤改良劑인 Zeolite 處理(金 等; 1981, 安 等; 1990, 嚴 等; 1983, 李 等; 1989, 鄭; 1984, 許 等; 1989)에 따른 土壤物理性的 複合的인 改良에 의한 것으로 思料된다.

Table 8. Dry matter yield for pasture species on different post-sowing treatment

| Treatment | Single seed | | Mixed seed | | Mean |
|-------------------------------|--------------------|--------|------------|--------|-------|
| | 1st cut | Annual | 1st cut | Annual | |
| | kg/10a | | | | |
| Control | 463 | 1,010 | 457 | 1,070 | 1,040 |
| Control + LM | 542 | 1,090 | 478 | 1,107 | 1,130 |
| Control + RA + CO | 561 | 1,129 | 467 | 1,029 | 1,079 |
| Control + RA + LM | 550 | 1,130 | 530 | 1,254 | 1,192 |
| Control + (RA + ZE / LM + SE) | 488 | 1,047 | 535 | 1,219 | 1,047 |

6. 試驗後 土壤의 變化

地表處理에 의한 土壤의 化學的 特性은 表 9에서와 같이 pH는 試驗前 4.7~4.9에서 試驗後 6.0~6.6으로 有機物은 0.4~0.6%에서 2.3~2.4로 현저한 增加를 보였다. 이것은 石灰要求量의 施用과 草地 造成과 管理時에 施用된 肥料效果와 牧草에서 發生한 有機物

이 增加되었기 때문이며 草地造成 管理用 復肥에 含有된 成分에 影響으로 생각된다.

또한 有效磷酸의 含量 역시 현저한 增加를 보였지만 有效磷酸을 포함 置換性 양이온들인 K, Ca, Mg 및 Na 모두 牧草의 生育에 필요한 충분한 양에는 미달하였다.

Table 9. Soil properties of the soil after experiment

| Sowing time | pH (1:5H ₂ O) | OM (%) | Avail. P ₂ O ₅ (ppm) | Each. cations | | | | LR* (kg/10a) |
|-------------|--------------------------|--------|--|---------------|------|------|------|--------------|
| | | | | K | Ca | Mg | Na | |
| '90 | 6.0 | 2.3 | 109 | 0.37 | 4.78 | 0.54 | 0.18 | 65 |
| '91 | 6.6 | 2.4 | 96 | 0.39 | 4.92 | 0.73 | 0.19 | 0 |
| '92 | 6.0 | 2.3 | 102 | 0.36 | 4.80 | 0.62 | 0.17 | 0 |

* LR, lime requirement.

IV. 摘要

本試驗은 傾斜 瘠薄地에서 草地造成時 養畜 農家에서 부수적으로 生産되는 液狀廐肥를 施用하여 牧草의 定着과 初期生育을 圓滑하게 하고 同時에 腐熟된 液狀廐肥를 草地에 還元하여 草地土壤의 肥沃度를 增進시키고자 水原과 驪州地方에서 3年間 遂行하였다.

1. 牧草의 定着率은 오차드그라스 單播區와 混播區 共히 無處理區보다 處理區가 좋았다(無處理區에 비해 鎭壓, 液肥, 施用區, 지오라이트區에서 5% 有意性)

2. 初期生育에서 草長은 無處理보다 處理區가 0.5cm~2.1cm 길었다.

3. 越冬率은 液肥施用區, 鎭壓區, 鎭壓 + 液肥區 順으로 많았으며 液肥處理區의 平均值도 3~4% 많았다.

4. 收量은 鎭壓 + 液肥區, 지오라이트區에서 無處理에 비하여 10~15% 增收되었다.

5. 土壤 pH의 矯正效果가 컸으며, 有機物 含量이 현저히 增加하였다.

V. 參考文獻

- Buchner, A. und H. Sturm. 1985. Gerielter dungen. BLV-verlag sgesellschaft. Munchen. 56-71.
- Foth, H.D. 1978. Fundamentals of soil science(6th ed.) p. 157-326. John Wiley & Sons, New York.
- Inoko, A. 1984. Compost as a source of plant nutrient in organic matter and rice. p. 137-146. IRRI. Manila.
- 岡島秀夫. 1976. 土壤 肥沃度論. p. 175-202. 農文

協. 東京.

- 熊田慕一. 1982. 土壤 環境. p. 125-168. 學會出版. 東京.
- 金東岩, 李成哲, 李種京. 1990. 播種量과 播種床 處理方法이 길쭉린한 牧草의 定着과 收量에 미치는 影響. 韓草誌 10(2):65-69.
- 金正甲, 李相範, 韓敏洙. 1989. 花崗岩, 赤黃色 土壤의 新開墾地에서 靑刈 飼料作物 栽培 및 利用에 관한 研究. 1. 家畜堆肥 施用에 따른 土壤의 物理的 特性 變化와 作物生育. 韓畜誌 31(12):792-797.
- 申載珣, 李柄錫, 申基準, 李孝源. 1986. 티머시 優占草地에서 刈取頻道와 最終 刈取時期가 牧草의 再生 및 生産性에 미치는 影響. 韓草誌 6(2):84-90.
- 安相培, 松山忠克, 趙成鎭. 1990. Zeolite 試用이 荳의 生育 및 窒素 固定에 미치는 影響. 韓土肥誌 23(3):227-231.
- 崔善植, 金英鎭, 黃石重, 李鍾烈. 1988. 春播 草地造成에 관한 研究 1. 雜觀木 優占地에서 播種期와 刈取頻道가 植生構成 및 建物收量에 미치는 影響. 農試論文集(畜産篇) 30(3):35-40.
- 崔柱鉉, 曹康鎭, 文乙鎬, 鄭鍊泰. 1983. 沙質壤踏에 대한 Zeolite 施用效果. 農試研報 25:103-108.
- 許奉九, 趙仁相, 嚴基泰. 1989. 新開墾 傾斜地 土壤改良과 作物生育에 관한 研究. I. 靑刈 옥수수에 대한 비닐 被覆 및 Zeolite 施用效果. 韓土肥誌 22(1):25-30.
- 許奉九, 趙仁相, 嚴基泰. 1989. 新開墾地 傾斜地 土壤改良과 作物生育에 관한 研究. 靑刈옥수수에 대한 비닐 被覆 및 zeolite 施用效果. 韓土肥誌 22:226.