

新開墾地에서 廐肥 및 三要素施用이 青刈飼料作物의 生育 및 乾物蓄積에 미치는 影響

韓敏洙 · 朴種先*

Effect of Cattle Compost and NPK Application on Growth and Dry Matter Accumulation of Selected Forage Crops on Newly Reclaimed Uplands

Min Su Han · Jong Sun Park*

Summary

A field experiment was conducted to evaluate the effects of cattle compost application on the change of soil physical properties and their relationship to yield performance of selected main forage crops.

Maize(CV. Suweon 19) and sorghum hybrids(CV. Pioneer 931) as a summer crops and winter rye were grown on newly reclaimed red yellow soils(Fine loamy, Typic Hapludults) under different application rate of cattle compost associated with chemical NPK fertilization, from Oct. 1986 to Sept. 1989. Experimental field was laid down as a split plots design with four replications. The results obtained are summarized as follows:

1. Cattle compost application reclaimed soil physical properties, such as formation of granular structure and water holding capacity, and it result in a great increase of plant growth and the rate of dry matter accumulation.
2. While cattle compost treatment reduced the portion of soil phase of the three phase constituents of soils, it increased the portion of air phase and liquid phase comparatively.
3. Organic matter, N, P, K, and mineral content in soil were markedly increased in the plot treated with compost.
4. Cattle compost application increased fodder production both in maize-rye and sorghum hybrids-rye cultivation. Annual dry matter yield of maize-rye cropping was 2183(NPK only), 2425(NPK + compost 3000 kg) and 2800kg/10a(NPK + compost 6000kg/10a).

I. 緒 論

現在 우리나라에는 밭으로서의 開墾이 可能的인 低丘陵 및 緩傾斜 山地面積만도 40萬ha 以上에 達할 것으로 推定된다.^{1,6)} 이와 關聯하여 最近 몇년동안에 遊休 山地의 耕地化를 통한 많은 研究가 遂行중에 있으며 特히 近間에는 畜産農家의 急增으로 粗飼料의 需要가 增加됨에 따라 이들 遊休山地에서의 粗飼

料生産 및 利用方法에 關한 研究가 繼續되고 있다.^{1,2,10,13)}

그러나 開墾이 可能的인 우리나라 山地土壤은 全面積의 約 60%에 該當되는 地域이 花崗岩 및 花崗片麻岩에서 生成된 赤黃色 土壤에 屬하여 土壤의 肥沃度가 낮은 뿐만 아니라 土壤의 物理的 및 化學的 特性이 作物生育에 不適合한 곳이 많아 이들 山地를 開墾, 耕地化하는데 많은 어려움이 뒤따르는 것으로

畜産試驗場(Livestock Experiment station, RDA, Suwon 441-350, Korea)

* 尚志大學校 大學院(Graduate School, Sangji University, Weon-Ju, 220-702, Korea)

報告되어 있다. 慎,¹⁸⁾ 任等²⁴⁾은 우리나라에 가장 많은 分布面積을 갖고 있는 赤黃色 土壤의 境遇 土壤 有機物을 비롯한 地力이 매우 낮고 土壤의 3相 調查報告에서 固相比率이 높아 土壤이 단단하고 緻密하여 이를 改良하지 않는限 正常的인 作物生育이 어려운 것으로 報告하였다. 그리고 許等,²⁷⁾ Gerard等³¹⁾은 新開墾地 옥수수 栽培試驗에서 廐肥와 土壤改良劑를 使用하므로써 土壤 硬度, 保水力 및 土壤構造等이 改善되어 옥수수의 正常的인 生育이 可能하다고 하였다.

또한 慎¹⁸⁾ 및 蔡等²⁶⁾의 調查結果 우리나라 花崗岩 赤黃色 土壤 新開墾地는 土壤酸도가 매우 낮은 強酸性 土壤으로 土壤의 無機成分중 特히 有效磷酸含量이 極히 낮아 이들 開墾地 土壤에서 石灰 및 磷酸, 施肥效果가 큰 것으로 報告한 바 있다. 그리고 中等²¹⁾은 新開墾地에 對한 옥수수 栽培에서 이들 作物에 適合한 有效磷酸을 200ppm, 置換性加里를 63me/100g으로 推定하고 있는데 反하여 吳等²²⁾은 우리나라 山地 土壤의 대부분이 이에 크게 未達되는 것으로 報告하였다.

以上 우리나라 山地土壤을 고려할때 遊休山地에서 粗飼料의 安定的 生産을 위해서는 조기 숙진화를 위해 구비등과 같은 有機物시용으로 지력증진 方案이 先決되어야 할 것이다. 本研究은 花崗岩 모재의 赤黃色土壤을 對象으로 廐肥施用이 土壤의 物理的 및 化學的 特性改良과 주요 飼料作物의 收量에 미치는 影響을 究明하여 新開墾경사지의 粗飼料 生産 基盤化를 위한 基礎資料를 얻고자 수행되었다.

II. 材料 및 方法

1. 圃場試驗

本 試驗은 1986年 10月 부터 1989年 9月까지 3年 間 畜産試驗場 飼料作物 試驗圃 新開墾地에서 遂行

하였다. 處理內容은 廐肥 施用方法(NPK 標準施肥, NPK 標準+廐肥 3,000 및 6,000kg/10a)을 主處理區, 3要素施肥量(N-P₂O₅-K₂O=20-15-15, 10-15-15, 20-7.5-15, 20-15-7.5, 10-7.5-7.5, 30-22.5-22.5kg/10a)을 細區로 하여 分割區 4反復으로 圃場配置 하였다.

이때 使用된 廐肥중의 主要 成分은 窒素 0.48%, 磷酸 0.3%, 加里 0.52%, 石灰 0.51% 및 마그네슘 0.21% 등으로 構成되어 있었다. 供試作物은 夏作物로서 옥수수(水原 19號)와 수수 交雜種(Pioneer 931), 後作物은 胡麥(八堂)을 使用하여 옥수수-胡麥 및 수수 交雜種-胡麥의 2個 作付體系로 栽培한 後 生育 및 年間 乾物收量을 調查하였다.

作物의 播種方法은 옥수수를 胡麥 收穫直後인 5月 10日에 栽植距離는 畦幅 60cm×株間 20cm(8,000本/10a)로 播種, 수수交雜種은 옥수수와 同一時期에 種子 3.5kg/10a을 50cm 間隔으로 條播하였다.

한편 後作物인 胡麥은 夏作物 收穫後인 10月 10日에 種子 18kg/10a을 25cm 間隔으로 條播하였다. 播種後 除草作業 및 其他 管理는 各 作物別 標準耕種法에 準하여 實施하였다.

2. 土壤分析

供試土壤을 農技研 土壤分析 方法에 準하여 分析한 結果 化學的 特性은 表1와 같다.

그리고 廐肥 施用에 따른 土壤 溫度變化는 夏作物인 옥수수와 수수交雜種 播種直後의 5月 20日 부터 이들 作物의 出穗期인 7月 30日까지 表土(0~15cm)內 深土(16~30cm)의 溫度變化를 10時와 14時 및 21時 3차례에 걸쳐 調查하였다.

3. 作物生育 및 收量評價

作物別 草長, 同化葉面積, 葉中比率 및 葉面積比率 등 生長指標를 Vanderlip等,⁵⁾ Voigtlander 및 Voss等⁶⁾의 分析方法에 따라 調查하였고, 作物別 最終 收穫

Table 1. Soil characteristics of the experimental field before trial.

Soil horizon	pH (1 : 5)	OM (%)	Av. P ₂ O ₅ (ppm)	Exc. cation(me/100g)			
				N	Ca	Mg	Na
Surface soils	5.74	1.59	28.4	0.21	1.65	0.65	0.10
Subsoils	5.04	0.82	10.6	0.18	1.50	0.43	0.11

은 옥수수 Silage 利用 適期인 黃熟期 부터 完熟期 初期에, 수수交雜種의 1次 收穫은 出穗期인 7月 15日~20日 사이에, 2次 收穫은 10月 5日에 實施하였다. 또한 冬作物인 胡麥은 出穗期에 收穫하였다.

III. 結果 및 考察

1. 土壤의 理化學的 特性

1) 土壤의 物理的 特性

花崗岩 赤色 土壤의 新開墾地에 對한 廐肥 施用은 表2에 제시된 바와같이 土壤의 物理的 特性 改良에 보다 큰 效果가 있는 것으로 나타났다. 이것은 任²¹⁾ 및 金等¹²⁾의 報告와 一致하였다. 또한 土壤의 3相 構造는 固相比率이 試驗前 56.4%에서 廐肥 施用 3年後 廐肥 3,000kg區는 47.0%, 廐肥 6,000kg區는 43.1%로 減少되었다. 이에 反해 氣相比率은 試驗前 13.4% 試驗後 廐肥 3,000kg區는 25.8%, 廐肥 6,000kg는 27.0%로 增加되어 試驗前의 단단한 土壤構造에서 유연한 形態로 改善되었음을 알 수 있다.

이것은 廐肥 施用으로 作土戶의 單粒構造 形成이 促進된 것으로 愼¹⁸⁾ 및 許等²⁷⁾의 報告와 같이 土壤의 3相構造比率이 作物 生育에 適合한 條件으로 改善되는데 큰 效果가 있는 것으로 생각된다.

土壤의 硬度는 試驗前의 22mm에서 試驗後 廐肥 3,000kg區는 17.1mm, 廐肥 6,000kg區는 16.5mm로 減少되었다. 3要素만을 施用한 無廐肥區에서도 試驗前에 비해 土壤의 物理的 特性이 多少 改善된 것으로 나타났는데 이는 단순히 耕作에 따른 土壤 構造의 變化에 起因된 것으로 그 效果는 廐肥 處理에서와 같이 顯著하지 못하였다. 또한 赤黃色 土壤의 新

開墾地에 對한 廐肥의 處理에 따른 土壤 溫度와 乾物收量과의 關係를 보면 그림1과 같은데 外部 溫度가 낮은 生育 初期인 5~6月에는 옥수수의 乾物 測定量이 無廐肥區에서 0.7kg, 廐肥處理區에서는 1.4kg으로 增加하였고, 高溫期인 7月에는 無廐肥區에서 26.9kg, 廐肥處理區는 32.9kg으로 各各 나타났다. 이러한 結果는 外部 溫度가 낮을때에는 土壤溫度를 上昇시키고 反對로 高溫일때는 오히려 地溫 上昇을 抑制함으로써 植物을 正常的으로 生育할 수 있게 하는 土壤溫度 變化에 緩充效果가 있기 때문인 것으로 생각된다.

2) 土壤의 化學的 特性

花崗岩 母材의 赤黃色 新開墾地 土壤에 對한 廐肥를 施用한 結果는 表4와 같다.

表3에서 본 바와 같이 廐肥 3,000kg/10a 以上을 3年間 連用한 경우 土壤중의 有機物 및 有效磷酸含量은 廐肥區에서 크게 增加되었다.

土壤의 化學的 成分중 特히 有效磷酸含量이 큰 幅의 增加를 보인것은 花崗岩을 母材로 하는 開墾地 土壤의 경우 土壤중의 有效磷酸이 極히 낮은 特性을 갖고 있어 廐肥로 부터 많은 量의 磷酸이 供給된데 起因된 것이라는 報告²⁰⁾와 같았다.

또한 各 處理區의 pH는 5.2~5.9 範圍로 나타났는데 이것은 土壤 pH와 廐肥 施用 間에는 改善 效果가 없었다. 따라서 土壤의 地力增進을 爲해서는 金等,¹⁰⁾ 金等,¹²⁾ 金等,¹³⁾ 農振廳,¹⁷⁾ 李等²³⁾ 및 KGGRP⁴⁾의 報告에서와 같이 廐肥 以外에 別途의 石灰 施用이 要求된다고 思料된다.

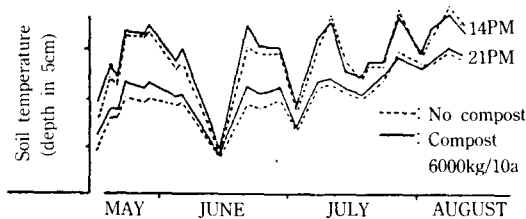
한편 土壤중의 置換性 陽이온에서도 廐肥의 影響은 化學 成分에 따라 다르게 나타났는데 Ca, K 및

Table 2. Effect of cattle compost application on soil structure, 3 phase composition and other soil physical characteristics in newly reclaimed upland soils.

Cattle compost (kg/10a)	Soil texture	Soil structure	3 phase composition(%)			Av. water holding capacity	Bulk weight (kg/10a)	Soil hardness (mm)
			Solid phase	Liquid phase	Air phase			
0	L-SiL	Massive	51.0	25.4	23.6	18.7	134	19.0
3,000	L-SiL	Granular	47.0	27.2	25.8	24.4	124	17.1
6,000	L-SiL	Granular	43.1	27.9	29.0	23.4	115	16.5
Before trial	L-SiL	Massive	56.4	30.3	13.4	18.1	145	22.0

* L=loam texture, SiL=silt loam texture

* Sample was taken from the surface layer of maize-rye cultivation



No compost				
Plant length(cm)	32	136	218	247
Abs. GR(cm/day)	1.1	6.9	3.9	1.0
dry matter(kg/10a)	23.3	155	721	1,231
Abs. GR(kg/10a)	0.7	8.8	26.9	17.6
Compost 6000kg				
Plant length(cm)	48	195	264	270
Abs. GR(cm/day)	1.6	9.8	3.3	0.2
dry matter(kg/10a)	42	288	980	1,591
Abs. GR(kg/10a)	1.4	16.4	32.9	21.1

Fig. 1. Change in the soil temperature and its relationship to crop growth(maize) under different cattle compost application on newly reclaimed red-yellow soils.

Mg 등의 대부분이 厩肥處理區에서 顯著한 增加를 보인데 반해 Na 및 全窒素含量은 큰 變化를 보이지 않았다.

以上の 結果를 볼때 本 試驗에서 厩肥에 依한 地力增進 效果가 큰 것은 1次的으로 厩肥 自體에 依한 有機物 및 無機成分의 供給에 起因된 것으로 生覺되며 特히 우리나라에 分布하고 있는 花崗岩 赤黃

色 土壤의 경우 無機成分을 비롯하여 土壤肥沃도가 낮아 厩肥의 效果가 相對的으로 높게 나타났기 때문 이라고 思料된다.

2. 作付體系別 生育 및 收量

1) 옥수수-胡麥 作付體系

花崗岩 赤黃色 土壤의 新開墾地에서 靑刈 飼料作物 栽培時에는 表4에서와 같이 3要素 以外에 厩肥를 3,000~6,000kg/10a 以上 施用하므로서 正常的인 生育 및 乾物收量을 얻을 수 있었다. 그러나 3要素만을 施用할 경우 黃熟期 옥수수의 乾物收量은 1,598kg/10a인데 比해 3要素+厩肥處理區에서는 厩肥 3,000kg에서 1,781kg, 厩肥 6,000kg에서 2,081kg으로 無厩肥區 對比 11.2% 및 30.2%의 增收 效果가 있었다. 이같은 結果는 胡麥에서도 類似한 傾向으로 나타나 3要素區 585kg에 比해 3要素+厩肥施用區에서는 厩肥 3,000kg에서 10.0kg, 厩肥 6,000kg區에서 22.9%의 乾物收量 增加가 있었다. 옥수수-胡麥, 作付 體系의 年間 乾物收量은 3要素 標準施肥區의 2,344kg에 比해 厩肥 3,000kg에서 2,542kg, 厩肥 6,000kg에서 2,845kg을 生産, 無厩肥區보다 各各 8.4% 및 21.4%가 增收되었다(그림2). 이것은 金¹¹⁾ 및 愼等¹²⁾이 厩肥 施用으로 作物 生育 및 收量을 71~73%로 크게 向上시킨것과 本 試驗의 結果와 一致하였다. 이는 厩肥를 통한 有機物 및 無機成分의 供給에서 影響이 있겠으나 本 試驗에 利用된 花崗岩 赤黃色 土壤의 경우에는 이들 厩肥 施用에 따른 土壤 物理의 特性, 特히 土壤의 3相 構造 改善(表2)이 크게 寄與했던 것으로 解譯된다. 한편 이들 3要素 施用量과 厩肥와 의 關係를 보면 厩肥 3,000~6,000kg/10a을 3年間

Table 3. Changes in the soil reaction, organic matter(OM), available phosphate and exchangeable cations of the experimental fields under different level of cattle compost application.

Cropping system	Compost (kg/10a)	pH (1:5)	OM (%)	Av. P ₂ O ₅ (ppm)	Exc. cation(me/100g)				CEC (me/100g)	T-N (%)
					K	Ca	Mg	Na		
Maize-Rye	0	5.27	1.68	50.8	0.30	1.82	0.90	0.11	9.31	0.065
	3,000	5.80	1.85	87.6	0.32	2.87	1.27	0.11	9.41	0.071
	6,000	5.72	2.05	89.6	0.39	2.72	1.36	0.13	9.46	0.093
Sorghum-Rye	0	5.58	1.97	51.9	0.29	2.01	0.89	0.11	9.10	0.096
	3,000	5.90	2.32	68.0	0.31	2.57	1.07	0.12	9.65	0.084
	6,000	5.58	2.38	69.6	0.38	2.49	1.34	0.12	10.14	0.057

*Soil sample was taken from the surface layer depth in 0-15cm.

Table 4. Changes in the dry matter yield, plant length, absolute growth rate assimilable leaf area and other growth parameters of maize and rye as affected by cattle compost application on newly reclaimed uplands.

Cattle compost (kg/10a)	DM (kg/10a)	PL (cm)	Abs. GR (kg/10a. day)	Leaf length (cm)	Leaf wide (cm)	LAI (m ² /m ²)	Spec. LA (g/cm ²)	LWR (g/g)	LAR (cm ² /g)
Maize 0	1,598	276	13.90	94.3	10.1	3.76	159.0	0.148	23.53
3,000	1,781	292	15.49	93.3	10.0	4.31	165.8	0.146	24.14
6,000	2,081	297	18.10	92.3	11.0	4.47	140.4	0.153	21.48
Rye 0	585	90	6.22	23.2	1.15	4.78	238.2	0.343	81.71
3,000	644	96	6.85	23.4	1.14	5.81	300.7	0.300	90.22
6,000	719	98	7.65	26.6	1.15	7.08	304.9	0.323	98.47

* N-P₂O₅-K₂O=20-15-15kg/10a in all plots

leaf length and leaf wide were evaluated with 5th of the plant

DM=dry matter, PL=plant length, Abs. GR=absolute growth rate,

LAI=leaf area index, Spec. LA=specific leaf area, LWR=leaf weight ratio,

LAR=leaf area ratio

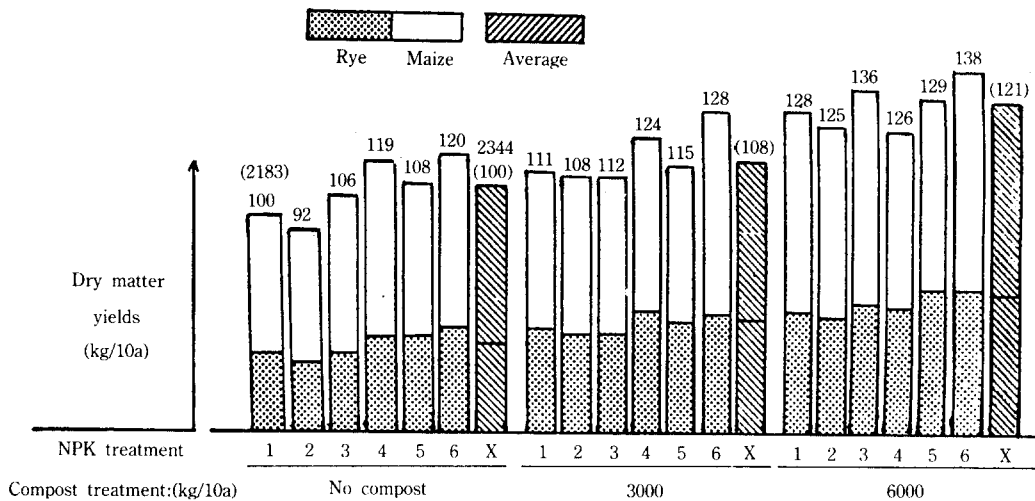


Fig. 2. Effect of cattle compost application on dry matter yield of maize-rye cultivation under different level NPK treatment

施用할 경우 3要素 肥料 標準施用量の 1/2量만을 施用하여도 年間 乾物收量이 厩肥 3,000kg에서 2,356 kg, 厩肥 6,000kg에서 2,921kg의 生産이 可能하였는 바 이때의 收量은 3要素 標準施用區 2,002kg에 비해 各各 17.7 및 35.9%가 增收된 結果를 보였다.

2) 수수-胡麥 作付體系

花崗岩 赤黃色 土壤의 新開墾地에 對한 厩肥와 3

要素 施用 結果는 수수交雜種-胡麥作付 體系에서도 옥수수-胡麥 栽培에서의 類似한 傾向으로 나타났다 (表5), 厩肥를 年間 3,000~6,000kg/10a 施用할 경우 수수交雜種의 同化葉面積指數는 3要素 單一處理區의 2.17에서 厩肥 3,000kg일때 4.53, 厩肥 6,000kg 일때 13.4로 크게 增加되었다. 그리고 植物體의 乾物 蓄積率도 3要素 單一處理區 6.28kg/10a에서 厩肥 3,

Table 5. Changes in the dry matter yield, plant length, absolute growth rate assimilable leaf area and other growth parameters of sorghum-rye cultivation as affected by cattle compost application on newly reclaimed uplands.

Cattle compost treatment(kg/10a)	DM (kg/10a)	PL (cm)	Abs. GR (kg/10a. day)	LAI (m ² /m ²)	Spec. LA (g/cm ²)	LWR (g/g)	LAR (cm ² /g)
Sorghum hybrid	0	948	223	6.28	2.17	78.39	0.292
	3,000	1,238	299	8.20	4.53	101.64	0.360
	6,000	1,708	331	11.31	13.41	183.87	0.427
Rye	0	523	85	5.56	3.84	236.1	0.311
	3,000	669	93	7.12	5.70	311.0	0.274
	6,000	766	95	8.15	7.23	357.0	0.264

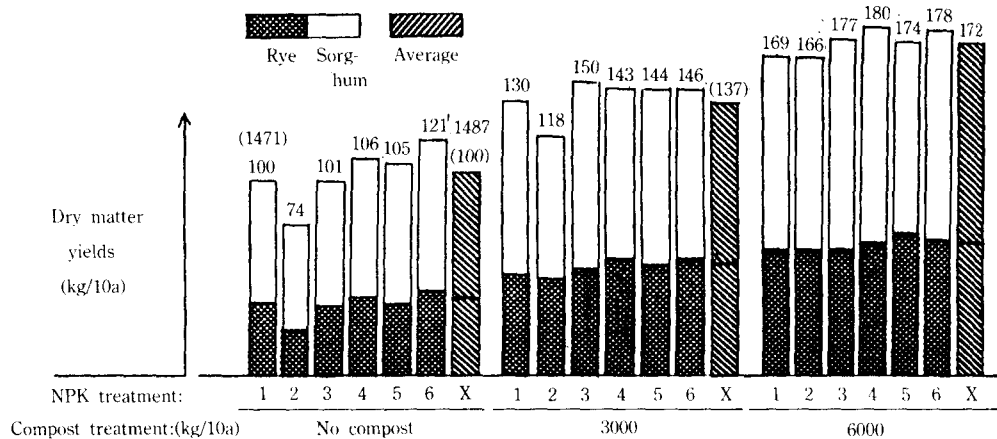


Fig 3. Effect of cattle compost application associated with nitrogen, phosphate and potassium fertilization on dry matter yield of sorghum hybrid-rye cultivation under different level NPK treatment

000kg일때 8.20kg, 厩肥 6,000kg일때 11.31kg으로 顯著的增加를 보였다. 이와같은 厩肥의 效果는 수수交雜種의 後作物인 胡麥栽培에서도 同一한 結果를 보여 年間 수수交雜種+胡麥에서 純乾物收量은 3要素 單·施用區의 1,471kg/10a에 比해 3要素+厩肥 3,000kg 및 6,000kg/10a 處理區는 各各 1,907kg 및 2,474kg을 生産하여 29.6%~68.2%의 增收效果가 있었다. 또한 3要素 施用 效果는 無厩肥區의 경우 各 處理間에 큰 差異가 있으나 厩肥處理區에서는 이들 化學肥料 施用方法에 따른 差異가 매우 적은 것으로 나타났다. 따라서 수수交雜種+胡麥의 聯間 收量은 厩肥 6,000kg을 施用할 경우 3要素 標準施肥量의 50% 水準만을 施用하여도 2,446kg/10a을 生産, 3要素 標準施肥 單一處理區의 1,471kg에 比해 66.3%가 增

收되었다(그림3). 이와같은 結果는 厩肥가 作物 生育에 미치는 影響을 考察하여 볼때 丹比等,⁷⁾ 白石等⁸⁾ 松崎,⁹⁾ 金¹¹⁾ 및 許等²⁷⁾의 많은 研究 結果와 같이 厩肥가 供試作物의 收量 增産에 많은 影響을 주는 것이라고 할 수 있다.

IV. 摘 要

本 試驗은 厩肥 施用이 土壤의 物理的, 化學的 特性 改良과 青刈 飼料作物의 乾物收量에 미치는 影響을 究明코자 花崗岩에서 生成된 赤黃色 土壤을 供試 土壤으로 하고 옥수수(CV. 水原 19號), 수수交雜種 (CV. P. 931)을 夏作物로 그리고 胡麥(八堂)을 後作物로 하여 1986年 10月부터 1989年 9月까지 3年間

遂行하였는데 그 결과는 다음과 같다.

1. 花崗岩 赤黃色 土壤에 對한 廐肥施用으로 土壤의 單粒 構造 形成이 促進, 土壤保水力이 크게 向上 되었다. 以上の 結果로써 作物의 生育이 크게 促進 되었으며 乾物收量이 增加하였다.

2. 廐肥 施用으로 土壤의 3相 構造에서는 固相比率이 減少된 反面 氣相 및 液相比率은 相對的으로 增加를 보였다.

3. 廐肥施用에 의해 土壤의 有機物含量, NPK, Ca, Mg 含量이 크게 增加되었다.

4. 옥수수-胡麥 作付의 年間 乾物收量은 3要素區 (無廐肥區) 2,183kg에 비해 3要素+廐肥區에서는 廐肥 3,000kg일때 2,425kg/10a, 廐肥 6,000kg區 2,800kg을 生産하여 無廐肥區에 비해 各各 11.1% 및 28.3%가 增收되었다.

V. 引用文獻

1. Avkel, H. va. 1978. Fertilizer response of cold-tolerant sorghums under semiarid high-altitude conditions. Netherlands J. Agr. Sci. 63(3): 312-325.
2. Campbell, A. R. and R. C. Pickett. 1968. Effect of nitrogen fertilization on protein quality and quantity and certain other characteristics of 19 strain of sorghum bicolor(1) Moench. crop sci. 8(5): 545-547.
3. Gerard, C. J., P. sexton and G. Shaw. 1982. Physical factors influencing soil strength and root growth. Agron. J. 74: 949-953.
4. KGGRP. 1975. Effect of liming and N-P-K levels on the establishment and the productivity of a pasture on uplands where cultivation is not possible. KGGRP. annual Rep. 130-134.
5. Vanderlip, R. L. and H. E. Reeves. 1972. Growth stages of sorghum [Sorghum bicolor (L) Moench]. Agron. J. 64: 13-16.
6. Voigtlander, G. und N. Voss. 1980. Methoden der Grunlanduntersuchung und-bewertung. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart: 85-97.
7. 丹比邦保, 株原秀文, 熊井清雄, 栗原昭三. 1977. 廐肥施用水準が作物の化學成分と飼料價值におよぼす影響. 日草誌 23(2): 159-165.
8. 白石太郎, 森大工, 小澤清一郎, 古川陽一, 尾崎厚一, 誠之. 1979. 飼料作物の種類, 品種の選定と家畜ふん尿の飼料作物ほ場への還元に関する調査. 岡山酪試研報 16: 26-78.
9. 松崎敏英. 1976. 家畜ふん尿の農作物への施用技術. 畜産の研究, 31(1): 205-210.
10. 金永九, 洪種雲, 吳永澤. 1976. 酸性新開墾地 土壤에서 石灰 및 磷酸이 옥수수의 養分吸收에 미치는 營養. 2. 土性과 亞鉛의 吸收 및 部位別分布. 韓土肥誌 9(2): 77-88.
11. 金元寧. 1987. 家畜糞尿와 廐肥의 施用이 混播草地의 植生構成, 收量 및 品質에 미치는 影響. 忠北大學校學位論文.
12. 金鯉烈, 任正男, 朴路洙, 嚴基泰, 許範亮. 1985. 赤黃色(烏山統) 新開墾地土壤의 作物別 土壤改良效果. 農試論文集(植環, 菌이 農加) 27(2): 1-8.
13. 金正甲. 1977. 길뿌림 山地草地에서 石灰, 窒素, 磷酸 및 加里施用이 牧草의 定着, 收量 및 植生構成에 미치는 影響. 忠北大學校 碩士論文.
14. 金正甲, 愼齊晟, 林東圭. 1987. 혼과초지에서 메탄醱酵液의 施用이 植生構成, 收量 및 牧草 品質에 미치는 影響. 韓草誌 7(2): 103-108.
15. 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 關한 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.
16. 農業技術研究所. 1971. Official Soil Series Description.
17. 農村振興廳. 1975. 土壤調查資料6. 開墾地土壤관리법.
18. 愼鏞華. 1973. 우리나라 田土壤의 特性. 低丘陵, 山麓 및 臺地에 分布된 赤黃色土를 中心으로. 韓土肥誌 6(1): 35-52.
19. 愼齊晟, 金正甲, 林東圭, 韓기학. 1987. 메탄醱酵液의 肥料化에 關한 研究. 2. 液液施用이 牧草의 化學成分, 可消化 乾物 및 NET energy에 미치는 影響. 韓土肥誌 20(2): 147-152.
20. 申喆雨, 김연제, 尹禎熙, 趙丙玉. 1983. 土壤肥沃度와 品種에 따른 옥수수의 3要素 施肥反應, 韓土肥誌 16(3): 242-249.
21. 申喆雨, 김연제, 許範亮, 尹禎熙. 1984. 土壤의 化

- 學性이 옥수수 收量에 미치는 影響. 韓土肥誌 117(2): 173-178.
22. 吳旺根, 柳寅秀, 安然佑. 1973. 田土壤의 地力維持와 農地保全. 韓土肥誌 6(1): 53-60.
23. 李春秀, 柳寅秀. 1977. 相異한 作付體系下에서 新開墾地土壤의 改良劑效果. 農試研報(土壤肥料, 作物保護, 畝이편) 19(1): 67-73.
24. 任正男, 趙永吉, 金東漢, 愼鏞華. 1978. 野山開發地의 土壤流失防止에 關한 研究. 1. 物理的 改善이 土壤保全 및 作物收量에 미치는 效果. 農試研報. 第20集(農業技術編): 11-20.
25. 任正男, 趙永吉, 金東漢, 愼鏞華. 1984-1985. 糞尿 殘渣 施用에 의한 밭 土壤 物理化學性 改良. 農技研報.
26. 蔡庠石, 張榮宣, 李化壽, 洪種雲. 1974. 湖南野山에 分布하고 있는 赤黃色土에 關한 研究—土壤 肥沃度 增進에 關하여— 韓土肥誌 7(1): 29-34.
27. 許奉九, 金武成, 趙仁相, 嚴基泰. 1989. 新開墾傾斜地 土壤改良과 作物生育에 關한 研究. 2. 土壤改良이 物理性 改善과 靑刈 옥수수 生育에 미치는 影響. 韓土肥誌 22(2): 86-92.