

山地草地開發을 爲한 多量要素의  
適正施肥比率 및 施肥量 決定에 關한 研究  
II. 混播草地에서  $\Sigma$ 陰이온 :  $\Sigma$ 陽이온 適正施肥比率 및 適正總養分施肥量  
鄭連圭 · 金性采\*

The Optimal Combination and Amount of Major Nutrients  
Computed by the Homés Systematic Variation Technique  
for the Hilly Pasture Development

II. Determination of the optimal combination of  $\Sigma$ anion:  
 $\Sigma$ cation and the optimal application rate of total ions

Yeun Kyu Jung and Seong Chae Kim\*

Summary

This pot experiments were conducted to find out the optimal fertilization ratios of  $\Sigma$  anion :  $\Sigma$  cation,  $\Sigma$  A/ $\Sigma$  C, and the optimal application rates of total major nutrients in an orchardgrass/ladino clover mixed sward. The optimum ratios and concentrations in equivalent basis were computed by the Homes systematic variations technique.

The results were summarized as follows;

1. The optimum fertilization ratios of  $\Sigma$  A :  $\Sigma$  C and the optimum application rates of total nutrients for the high yields by forage species in a mixed sward were obtained (Table 6 in detail);  $\Sigma$  A :  $\Sigma$  C = 2 : 1 at 80 and 320 meq/pot, and 3 : 2 at 560 and 800 meq for grass and grass plus legume, and  $\Sigma$  A :  $\Sigma$  C = 1 : 2 for legume in general.
2. The optimum application rates of total nutrients for the high yields of grass and grass plus legum were increased by decreasing the  $\Sigma$  A/  $\Sigma$  C ratio, whereas these for legume showed a valible range without significance.
3. The yields of grass and grass plus legume were generally increasing by increasing both the  $\Sigma$  A/  $\Sigma$  C ratio and total concentration, but they were significantly higher at the  $\Sigma$  A/  $\Sigma$  C = 1.273 than at the 2.125 under the high total ion concentration. The legume yields were proportional to  $\Sigma$  C ratio and increased by increasing the total ion concentration under the condition of high  $\Sigma$  C ratio.
4. The efficiencies of  $\Sigma$  A and  $\Sigma$  C in relation to the grass and grass plus legume yields were highest with the low ratios of each other and the low rates of total nutrients.  $\Sigma$  A efficiency in the legume yield tended to be similar to that of  $\Sigma$  A in the grass yield noted above. The  $\Sigma$  C efficiency in the legume yield, however, was generally proportional to the  $\Sigma$  C ratio except at the low rate of 80 meq/pot.
5. The yields of grass plus legume, yield components and botanical compositions in a mixed sward were greatly influenced by the  $\Sigma$  A/  $\Sigma$  C ratios, the fertilization rates of total nutrients, and the interaction of

---

本研究은 '86年度 文敎部 學術造成 自由課題 研究事業으로 遂行하였음.

順天大學(Sunchon National University, Sunchon 540-070, Korea)

\*全南農村振興院(Chonnam Provincial Rural Development Administration, Kwangju 502-200, Korea)

ratio and rate noted above. These effects were generally different and opposite according to grass and legume. In addition, the soil chemical properties and mineral contents of forages were partially influenced by these systematic variations.

## 緒言

作物의 높은 수량과 좋은品質은 施肥問題와 聯關하여 볼때 養分施用量과 養分間의 相對比率의 調和에 따라 크게 影響을 받으며 養分施肥量 못지않게 成分比率의 重要性이 報告되고 있다.<sup>2,5,21,22)</sup> 一般的으로 養分間 適正比率는 되었으나 總施肥量이 적을 때는 作物은 健康하나 矮小하여 收量이 떨어지고, 反面에 總施肥量의 多少, 適合에 相關없이 養分間 相對比率이 不適合하면 養分欠乏 또는 過多症이 나타나며 이에따라 收量 및 品質低下를 가져오고, 但只 適正比率 및 施肥量 條件에서 좋은 收量 및 品質을 期待할 수가 있다.<sup>1,3,4,5,9)</sup>

多量要素의 適正施肥比率 및 施肥量을 決定하는 Systematic variation 方法에서 3段階 試驗過程中 1段階인 N:S:P anion 및 K:Ca:Mg cation 適正施肥比率는 I 報<sup>21)</sup>에서 다루었고, 本結果를 導入한 2段階 및 3段階인  $\Sigma anion : \Sigma cation$  適正施肥比率 및 總施肥量 結定試驗을 本報에서 다루었다.

## 材料 및 方法

### 1. 供試土壤

山地草地 開發地에 많이 分布되어 있는 “安龍 잔돌이 있는 壤土”의 表土를 採取하여 Pot 土壤으로 供試하였고, 本土壤의 一般特性은 I 報<sup>21)</sup>에 詳述하였다. 供試土壤의 化學的 特性은 Table 1 과 같다.

### 2. 供試草種 및 試驗遂行

Pot當 Orchardgrass(*Dactylis glomerata*, var.

Potomac) 150mg과 Ladino clover(*Trifolium repens*, var. Ladino regal) 100mg을 混播하였다. 1/2,000a Wagner pot (white)를 使用하였고, 土壤作業, 施肥, 播種, 刈取, 處理別 分施基準 및 一般管理方法은 I 報<sup>21)</sup>와 같다. 生育 및 收量調查, 土壤 및 牧草試料의 化學分析은 農村振興廳 調查基準<sup>20)</sup>에 따랐다.

### 3. 處理 및 施肥內容

多量要素  $\Sigma anion : \Sigma cation$  施肥比率 總養分( $\Sigma A + \Sigma C$ ) 施肥量을 變異로한 處理內容은 Table 2와 같다. 本處理中 anion N:S:P와 cation K:Ca:Mg 施肥比率는 I 報<sup>21)</sup>에서 얻어진 混播牧草의 最高收量을 얻기위한 N:S:P=59.4:18.0:22.6 및 K:Ca:Mg=34.7:32.5:32.8 適正施肥比率(當量基準%)을 共通으로 導入하였다.

各處理別 施肥를 爲해 使用된 肥料試藥들은  $KH_2PO_4$ ,  $K_3PO_4$ ,  $KNO_3$ ,  $Ca(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$ ,  $Mg(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$ ,  $K_2CO_3$ ,  $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ ,  $Mg(OH)_2$ ,  $Ca(OH)_2$ ,  $HNO_3$ ,  $H_2SO_4$ 이었다. 各處理別 肥料試藥의 施用量

Table 2. Treatments for the determination of optimal  $\Sigma anion(A) : \Sigma cation(C)$  ratios and optimal application rates of total ions (A+C)

Ratios <sup>1)</sup> $\Sigma A / \Sigma C$ (%)	Ion concentration (meq/pot)				
	$\Sigma A : \Sigma C$	$\Sigma A : \Sigma C$	$\Sigma A : \Sigma C$	$\Sigma A : \Sigma C$	
2.125	68:32	54:26	218:102	381:179	544:256
1.273	56:44	45:35	179:141	314:246	448:352
0.786	44:56	35:45	141:179	246:314	352:448
0.471	32:68	26:54	102:218	179:381	256:544

1) Ratio based on equivalent

Table 1. Chemical characteristics of the pot soils before experiment

Pot soils <sup>1)</sup> used	pH (1:5 H <sub>2</sub> O)	OM (%)	Avail. P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (ppm)	Ca	Mg	K	CEC	K/ $\sqrt{Ca+Mg}$ Ratio <sup>2)</sup>
Upper part	5.5	3.77	72	2.30	1.35	0.35	10.6	0.18
Bottom part	5.4	3.39	68	2.28	1.19	0.33	10.4	0.18

1) Pot soils derived from natural surface soils

2) Ratio based on equivalent value

**Table 3. Application rates and combinations of various fertilizer substances related to the treatments (table 2). For example, the treatment of factor I (80 meq/pot) and factor II ( $\Sigma$  anion :  $\Sigma$  cation=68 : 32)**

	Anions (54.4 meq)			Cations (25.6 meq)		
	NO <sub>3</sub>	SO <sub>4</sub> /2	PO <sub>4</sub> /3	K	Ca/2	Mg/2
Opt. ratio <sup>1)</sup> (%)	59.4	18.0	22.6	34.7	32.5	32.8
meq/pot	32.3 <sup>2)</sup>	9.8	12.3	8.9	8.3	8.4
Substance						
KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	—	—	12.3	4.1	—	—
KNO <sub>3</sub>	4.8	—	—	4.8	—	—
Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> · 4H <sub>2</sub> O	8.3	—	—	—	8.3	—
Mg(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> · 6H <sub>2</sub> O	8.4	—	—	—	—	8.4
HNO <sub>3</sub>	10.8	—	—	—	—	—
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	—	9.8	—	—	—	—

1) Ratio obtained from the trial I<sup>2)</sup>

2) NO<sub>3</sub> meq/pot=80×0.68×0.594=32.3

**Table 4. Dry matter yields<sup>1)</sup> as affected by the systematic variations of  $\Sigma$  anion :  $\Sigma$  cation ratios and total ion concentrations in a grass-clover mixed sward**

Ratios $\Sigma A : \Sigma C$ <sup>2)</sup>	(g/pot)											
	Total ion concentration (meq/pot)											
	80	320	360	800	80	320	560	800	80	320	560	800
	Grass (G)				Legume (L)				Total (G+L)			
68 : 32	14.49	33.92	35.64	37.45	4.06	3.2f	2.85	2.19	18.55	37.18	38.47	39.64
56 : 44	13.23	30.24	39.09	41.45	4.86	4.47	4.77	4.59	18.09	34.71	43.86	46.04
44 : 56	11.41	25.04	33.64	33.72	5.87	6.27	6.99	7.87	17.28	31.31	40.63	41.59
32 : 68	9.65	19.94	29.15	31.82	6.58	7.54	8.55	8.79	16.23	27.48	37.70	40.61
F-test <sup>3)</sup>	C**	R**	C×R**		C <sup>ns</sup>	R**	C×R**		C**	R**	C×R**	
LSD 5%	1.55	0.52	C <sub>2</sub> R <sub>2</sub> -C <sub>1</sub> R <sub>1</sub> =1.10		—	0.18	C <sub>2</sub> R <sub>2</sub> -C <sub>1</sub> R <sub>1</sub> =0.35		1.63	0.19	C <sub>2</sub> R <sub>2</sub> -C <sub>1</sub> R <sub>1</sub> =0.97	
			C <sub>2</sub> R <sub>1</sub> -C <sub>1</sub> R <sub>1</sub> =1.82				C <sub>2</sub> R <sub>1</sub> -C <sub>1</sub> R <sub>1</sub> =0.52				C <sub>2</sub> R <sub>1</sub> -C <sub>1</sub> R <sub>1</sub> =1.83	

1) Total yields of all(4) cuts in 1988

2)  $\Sigma$  anion :  $\Sigma$  cation ratios, percent based on equivalent

3) \*, \*\* significant at 5 and 1% levels, respectively, ns none significance

(R= ratio, C= concentration)

을 환산하면 Table 3 과 같다. 본 Table 3 은 Factor I 總養分濃度에서 80meq/pot 와 Factor II  $\Sigma$  anion :  $\Sigma$  cation 比率에서 68 : 32 (%) 處理水準에 局限된 例이다. 본 內容을 보면 總施肥量 80meq 中 68% 인 54.4meq 은  $\Sigma$  anion 施肥量이며, 實驗 1 (第 I 報)<sup>2)</sup> 에서 얻어진 混播牧草 最高收量을 얻기 위한 適正施肥比率 N:S:P=59.4:18.0:22.6 (當量基準%) 을 導入 (K:Ca:Mg=34.7:32.5:32.8) 하여 Pot 當 N=

32.3, S=9.8, P=12.3meq/pot 施用量을 換算할 수 있다. 본 施用量을 肥料試藥으로 換算하여 水溶液 形態로 施用하였다. 이러한 方法으로 다른 處理도 換算하였다.

## 結果 및 考察

### 1. 乾物收量

本 混播栽培에서 乾物收量은  $\Sigma anion : \Sigma cation$  施肥比率과 이들의 總施肥量( $\Sigma A + \Sigma C$ ) 變化에 따라서 各構成草種別 對照의이며 多様な 變化를 보였다 (Table 4).

構成草種中 禾本科牧草인 Orchardgrass의 收量 變化를 보면 一般의으로  $\Sigma A / \Sigma C$  比率이 커질수록, 總養分濃度가 增加할수록 收量이 增加하였으나, 높은 養分濃度(560, 800 meq/pot)에서는  $\Sigma A$  比率이 가장 높은  $\Sigma A / \Sigma C = 2.125$  處理가 오히려  $\Sigma A / \Sigma C = 1.273$ 보다 有意性있는 收量減少를 보였다. 이는  $\Sigma A$ 와  $\Sigma C$ 間的 不均衡과  $\Sigma C$ 에 比해서 相對的인  $\Sigma A$ 過多에 基因하여 收量減少가 된것으로 生覺된다. 禾本科牧草의 收量提高를 爲해서는 一般的으로  $\Sigma A$ 가  $\Sigma C$ 보다 더큰 影響을 미쳤으며<sup>2)</sup> 이 중에서도 N 效果가 더 큰것으로 生覺되는데 이는 禾本科牧草의 收量決定에 N 效果가 第一 높게 나타나는 特性<sup>6, 12, 15, 18)</sup>에 基因된 것으로 보인다. 混合牧草의 收量變化는 構成草種中 荳科牧草의 收量이 禾本科牧草의 收量보다 相對的으로 적었기 때문에 前述한 禾本科牧草의 變化特性과 비슷한 傾向을 보였다.

荳科牧草의 收量-  $\Sigma A / \Sigma C$  比率이 낮아질수록 即  $\Sigma C$  比率이 높아질수록 有意性 있게 收量增加를 보였는데 이는 禾本科牧草와는 相反되는 傾向이었다. 總養分濃度의 增加에 따른 平均的인 荳科牧草의 收量變化는 有意性이 없었다. 그러나  $\Sigma A / \Sigma C = 2.125$ 의 높은 比率에서의 收量減少와  $\Sigma A / \Sigma C$

= 0.786 및 0.471의 낮은 比率에서 總養分濃度의 增加에 따라 收量이 增加되는 交互效果가 有意性이 있었다. 이는  $\Sigma C$  比率이 높은 條件에서만 總養分濃度의 增加에 따라 荳科牧草의 收量增加를 期待할 수 있음을 보여준 것이다.

$\Sigma A / \Sigma C$  比率이 높아짐에 따른 荳科牧草의 收量減少 原因을 보면, N 增加에 따른 禾本科牧草의 生育促進과 荳科牧草의 抑壓效果<sup>6, 12, 15, 18)</sup> 荳科牧草는 禾本科牧草보다 뿌리의 CEC(陽ion置換容量)가 높아 原子價가 높은 Ca, Mg 吸收力이 強함<sup>7, 16)</sup> 反面에 이들의 要求度가 높으나, Ca, Mg이 相對的으로 不足한 條件이 되었고, 混播栽培에서 뿌리의 C-EC와 聯關된 K競合에서 荳科牧草는 K不足時 禾本科牧草보다 吸收競合이 不利하므로<sup>7, 14, 16)</sup> K不足을 招來하기 쉽다. 따라서  $\Sigma C$  比率의 增加와 本條件에서 總養分濃度의 增加로 荳科牧草의 收量이 增加되는 것은 N減少에 따른 禾本科牧草의 相對的인 減退, Ca, Mg의 充分한 量과 더불어 K絕對量 增加로 荳科牧草가 充分한 K吸收가 可能하게되어 收量增加를 가져온다는 報告<sup>14)</sup>와 附合된다고 볼수 있다.

## 2. $\Sigma anion$ 과 $\Sigma cation$ 의 效率

本試驗과 處理條件에서  $\Sigma A$  및  $\Sigma C$ 의 初率(乾物收量/10 meq  $\Sigma A$  또는  $\Sigma C$ )은 Table 5와 같이 多樣性을 보였으며 構成草種에 따라 差異를 보였다.

$\Sigma anion$ 의 效率은 各草種 共히 總養分濃度가 적

Table 5. Efficiencies of  $\Sigma anion$  and  $\Sigma cation$  in a grass-clover mixed sward

Ratio $\Sigma A : \Sigma C$ <sup>1)</sup>	Efficiency of $\Sigma anion$ (g DM/10 meq $\Sigma anion$ )								Total ion concentration (meq/pot)			
	Grass (G)				Legume (L)				Total (G+L)			
	80	320	560	800	80	320	560	800	80	320	560	800
68 : 32	<u>1.33</u> <sup>2)</sup>	0.78	0.47	0.34	<u>0.37</u>	0.08	0.04	0.02	<u>1.71</u>	0.85	0.51	0.36
56 : 44	<u>1.48</u>	0.84	0.62	0.46	<u>0.54</u>	0.13	0.08	0.05	<u>2.02</u>	0.97	0.70	0.51
44 : 56	<u>1.62</u>	0.89	0.68	0.48	<u>0.83</u>	0.22	0.14	0.11	<u>2.46</u>	1.11	0.82	0.59
32 : 68	<u>1.89</u> !	0.97!	0.81!	0.62!	<u>1.29</u> !	0.37!	0.24!	0.17!	<u>3.17</u> !	1.34!	1.05!	0.79!
Efficiency of $\Sigma cation$ (g DM/10 meq $\Sigma cation$ )												
68 : 32	<u>2.83</u> !	1.66!	0.99!	0.73!	<u>0.79</u> !	0.16	0.08	0.04	<u>3.62</u> !	1.82!	1.07!	0.77!
56 : 44	<u>1.88</u>	1.07	0.79	0.59	<u>0.69</u>	0.16	0.10	0.07	<u>2.57</u>	1.23	0.89	0.66
44 : 56	<u>1.27</u>	0.70	0.54	0.38	<u>0.66</u>	0.18!	0.11	0.09!	<u>1.93</u>	0.88	0.65	0.47
32 : 68	<u>0.89</u>	0.46	0.38	0.29	<u>0.60</u>	0.17	0.12!	0.08	<u>1.49</u>	0.63	0.50	0.37

1)  $\Sigma anion : \Sigma cation$  ratio, percent based on meq.

2) Underline (the highest value of efficiency at the same  $\Sigma A : \Sigma C$  ratio; row comparison), ! (the highest value of efficiency at the same total ion concentration; column comparison)

을수록,  $\Sigma A/\Sigma C$  比率이 낮을수록 높았다.  $\Sigma cation$ 의 効率は 各草種 共히 總養分濃度가 낮을수록 높았고,  $\Sigma A/\Sigma C$  比率이 높을수록 禾本科牧草 및 混播總收量에서는 높았다. 그러나 荳科牧草에서는 總養分濃度에 따라서  $\Sigma C$ 의 最高効률을 내는  $\Sigma A/\Sigma C$  比率이 달랐다. 即 總濃度가 낮을때는  $\Sigma A/\Sigma C$  比率이 높은 條件에서 最高効률을 보였으나, 總濃度가 增加하면  $\Sigma C$ 가  $\Sigma A$  보다 높을때 最高効률을 보였다. 이러한  $\Sigma C$  比率이 높은 條件에서  $\Sigma C$  効率が 增加되는 特性은 곧 混播草地에서 荳科牧草의 增收과 植生比率의 調和를 爲한 施肥管理에 考慮될 수가 있겠다.

### 3. $\Sigma Anion : \Sigma cation$ 適正施肥比率 및 適正總養分濃度

混播草地에서 各構成草種의 收量提高를 위한  $\Sigma A/\Sigma C$  適正施肥比率 및 適正總養分濃度は Table 6 과 같이 草種과 相對處理條件에 따라서 差異를 보였다.

混播草地에서 禾本科牧草인 Orchardgrass의 最高收量を 얻기위한  $\Sigma A/\Sigma C$  適正施肥比率은 總施肥量이 낮은 水準(80, 320meq/pot)에서는  $\Sigma A/\Sigma C = 2.08$  ( $\Sigma A : \Sigma C = 2 : 1$ ) 水準을 보였으며, 總施肥量이 높은 水準(560, 800)에서는  $\Sigma A/\Sigma C = 1.52$  ( $\Sigma A : \Sigma C = 3 : 2$ ) 比率을 보였다. 本結果는 禾本科牧草의 收量提高를 爲해서는  $\Sigma A$ (특히 N) 施肥比率이  $\Sigma C$ 보다 越等히 많이 要求되는 草種特性和 6,12,15,18) 附合되는 것으로 生覺된다. 總施肥量이 높아질수록  $\Sigma C$ 의 均衡이 더 要求되는 特性은 養分

吸收利用時  $\Sigma C/\Sigma A$  恒數方程式에<sup>7)</sup> 따른  $\Sigma A$ 와  $\Sigma C$ 間의 均衡施肥의 必要性和 附合된다고 볼수 있다.

荳科牧草인 L. clover만의 收量提高를 爲한 適正  $\Sigma A/\Sigma C$  比率은  $\Sigma C$  比率이  $\Sigma A$ 보다 높은 條件인데 一般的으로 總濃度水準에 큰 差異없이  $\Sigma A = \Sigma C = 32 : 68$  ( $\Sigma A : \Sigma C = 1 : 2$ ) 水準을 보였고, 禾本科牧草의 境遇와는 거의 相反되는 適正施肥比率을 나타내었다. 總混播收量(禾本科+荳科牧草)은 禾本科牧草보다 相對적으로 낮은 荳科牧草의 收量에 基因되어 大體로 前述한 禾本科牧草에서 보여준 特性和 비슷하였으나, 약간  $\Sigma A$  比率이 낮고  $\Sigma C$  比率이 높은 傾向을 보였다. 禾本科牧草와 荳科牧草間 適正施肥比率의 相異한 要求特性은 混播草地의 收量, 植生比率, 牧草品質 問題들과 聯關한 施肥管理에 導入應用될수 있겠다.

適正總養分濃度は 混播收量(主로 禾本科牧草의 收量)에서는  $\Sigma A/\Sigma C$  比率이 낮아질수록 適正濃度가 높아지는 傾向을 보였다. 이는  $\Sigma A/\Sigma C$  比率이 낮아지면  $\Sigma A$ 의 絶對量이 적어지므로,  $\Sigma A$ (특히 N) 要求度가 높은 禾本科牧草의 收量提高를 爲해서는 總養分濃度가 增加되어야만 必要한  $\Sigma A$  絶對量이 充足되는것에 基因된 것으로 보인다. 構成草種에서 禾本科牧草의 境遇는 混播收量과 비슷한 傾向( $\Sigma A/\Sigma C = 1.273$  例外)을 보였다. 荳科牧草에서는 多少 變異幅이 넓었다.

以上の 特性들을 볼때 混播草地에서 두草種間 養分要求特性의 差異와 이에따른 相互影響을 미치는 競合條件에서의 適正施肥比率과 總養分濃度の 特性

Table 6. Optimum  $\Sigma anion/\Sigma caion$  ratio<sup>1)</sup> and total ion concentration in a grass-clover mixed sward under different concentrations and ratios, respectively

Total ion conc. (meq/pot)	Opt. $\Sigma A/\Sigma C$ ratio			Ratio $\Sigma A/\Sigma C$	Opt. total ion conc. (meq/pot)		
	Grass (G)	Legume (L)	Total (G+L)		Grass(G) (G)	Legume(L) (L)	Total (G+L)
80	2.076	0.457	1.891	2.125	627	(<80) <sup>2)</sup>	613
320	2.081	0.437	2.032	1.273	908	<sup>3)</sup>	739
560	1.511	0.467	1.338	0.786	670	(>800)	733
800	1.531	0.534	1.289	0.471	897	927	898

1) Ratio based on equivalent

2) Estimated opt. value

3) Flexible within 80-800

들은 各單播草地에서의 特性과는 差異가 있을 것으로 生覺되므로 單播에서의 特性들과 比較하여 綜合的인 施肥管理를 爲한 檢討가 必要하다고 본다.

#### 4. 植生構成比率

$\Sigma A/\Sigma C$  比率 및 總養分濃도에 따른 混播草地的 植生比率은 Table 7 과 같다.  $\Sigma A$  比率과 總濃도가 높아질수록 禾本科/荳科比率이 높아지는 特性이 뚜렷하였다. 또한 總濃도와는 無關하게  $\Sigma C$  比率이 높아질수록 荳科比率이 相對的으로 높아졌다. 이는 施肥管理에서 本特性의 導入으로 混播草地에서 適合한 植生構成比率의 維持管理가 可能함을 보여준다.

#### 5. 土壤의 化學的 特性

各處理別 試驗後 土壤의 化學的 特性의 變化를 보면 Table 8 과 같다. 各處理別 平均變化를 보면 總

養分濃도가 增加함에 따라서(比率은 平均) 有效  $P_2O_5$ , 置換性 Ca, Mg, K 含量, CEC, 塩基飽和度(%) 및  $K/\sqrt{Ca+Mg}$  當量比가 增加하는 傾向을 보였으나, pH 및 有機物含量은 變化가 거의 없었다.

Table 7. Grass/clover ratios<sup>1)</sup> in their mixed sward as affected by the  $\Sigma A/\Sigma C$  ratio and total ion concentration in fertilization

Ratio $\Sigma A/\Sigma C$ <sup>2)</sup>	Total ion concentration (meq/pot)				
	80	320	560	800	Avg.
2.125	3.57	10.41	12.51	17.10	9.79
1.273	2.72	6.77	8.20	9.03	6.64
0.786	1.94	3.99	4.81	4.28	3.84
0.471	1.47	2.64	3.41	3.62	
Avg	2.28	5.07	5.94	6.16	

1) Ratio based on the total dry matter yields

2) Ratio of  $\Sigma anion/\Sigma cation$  based on equivalent

Table 8. Soil chemical characteristics of the surface soils<sup>1)</sup> of pots after experiment

Treatments Ratio conc. <sup>2)</sup> $\Sigma A/\Sigma C$ (meq/pot)	pH (1:5 H <sub>2</sub> O)	OM (%)	Avail. $P_2O_5$ (ppm)	Ca	Mg	K	CEC	Base sat. <sup>3)</sup> (%)	K / $\sqrt{Ca+Mg}$ <sup>4)</sup>
Control	5.4	3.37	64	2.16	1.08	0.21	10.1	34.2	0.117
80 2.125	5.4	3.45	128	2.28	1.27	0.22	10.4	36.3	0.117
1.273	5.5	3.48	90	2.30	1.36	0.24	10.6	36.8	0.125
0.786	5.5	3.31	86	2.33	1.39	0.25	10.6	37.5	0.130
0.471	5.5	3.31	76	2.38	1.45	0.30	10.7	38.6	0.153
320 2.125	5.3	3.19	271	2.30	1.81	0.22	11.4	38.0	0.109
1.273	5.4	3.43	249	2.47	2.02	0.40	11.6	42.2	0.189
0.786	5.5	3.41	240	2.57	2.23	0.46	11.8	44.6	0.210
0.471	5.7	3.57	226	2.72	2.60	0.64	12.6	47.3	0.277
560 2.125	5.0	3.35	411	1.79	1.58	0.47	11.5	33.4	0.256
1.273	5.3	3.50	389	3.06	2.95	0.56	13.2	49.8	0.228
0.786	5.6	3.35	361	3.32	3.41	1.07	13.3	58.7	0.412
0.471	6.0	3.62	361	3.62	4.15	1.23	14.5	62.1	0.441
800 2.125	4.9	3.72	535	1.40	1.34	0.75	11.2	31.2	0.453
1.273	5.4	3.77	514	2.72	2.85	0.93	13.1	49.6	0.394
0.786	5.8	3.60	475	3.52	3.96	1.46	14.4	62.1	0.534
0.471	6.1	3.50	437	3.96	4.88	1.77	15.0	70.7	0.595

1) Surface soil in 0~10cm in depth

2) Total ion concentration(meq/pot)

3) Base saturation except Na

4) Ratio based on equivalent

Table 9. Mineral contents<sup>1)</sup>, Ca/P and K/(Ca+Mg) ratios of mixed forages in a grass-clover mixed sward as affected by the systematic variations of  $\Sigma$ anion/ $\Sigma$ cation ratio and total ion concentration

Treatments		minerals(%)					Ratio <sup>3)</sup>		
Total ion	Ratio <sup>2)</sup>	N	P	K	Ca	Mg	Na	Ca/P	K/ (Ca+Mg)
conc.									
$\Sigma A/\Sigma C$	(meq/pot)								
Control		2.62	0.60	2.01	0.29	0.19	0.08	0.48	1.70
80	2.125	3.05	0.62	2.68	0.24	0.23	0.08	0.39	2.21
	1.273	2.90	0.57	3.16	0.24	0.23	0.09	0.42	2.61
	0.786	2.84	0.56	3.12	0.26	0.23	0.09	0.46	2.49
	0.471	3.28	0.49	3.04	0.26	0.21	0.10	0.53	2.55
320	2.125	2.95	0.47	3.42	0.22	0.25	0.08	0.47	2.76
	1.273	2.71	0.48	3.78	0.20	0.25	0.07	0.42	3.15
	0.786	2.62	0.48	3.71	0.21	0.24	0.06	0.44	3.12
	0.471	2.71	0.51	3.57	0.22	0.25	0.06	0.43	2.88
560	2.125	3.13	0.48	3.76	0.24	0.26	0.07	0.50	2.87
	1.273	2.80	0.49	3.89	0.23	0.26	0.06	0.47	3.01
	0.786	2.86	0.50	3.82	0.21	0.26	0.07	0.42	3.05
	0.471	2.59	0.51	3.75	0.20	0.25	0.06	0.39	3.12
800	2.125	3.19	0.48	4.03	0.22	0.25	0.06	0.46	3.25
	1.273	3.12	0.44	4.17	0.21	0.26	0.05	0.48	3.33
	0.786	3.20	0.49	3.95	0.24	0.28	0.07	0.49	2.87
	0.471	3.33	0.52	3.91	0.22	0.28	0.06	0.42	2.92

1) Averaged over all(4) cuts in 1988

2) Based on equivalent

3) Ca/P ratio based on percent content, K/(Ca+Mg) ratio based on equivalent

$\Sigma A/\Sigma C$  比率에서  $\Sigma C$  比率이 높아질수록 (濃度は平均) pH, Ca, Mg, K, CEC, 塩基飽和度 및  $K/\sqrt{Ca+Mg}$  當量比가 높아졌고, 有効  $P_2O_5$  含量은 낮아졌다. 그리고 有機物含量은 變化的이 없었다.

## 6. 牧草의 無機養分 含量

混播牧草中 無機養分の 平均含量(刈取 및 草種을 平均)은 Table 9 와 같다. 總養分濃度가 增加함에 따라서 K 및 Mg 含量과  $K/(Ca+Mg)$  當量比만 多少 增加되었고,  $\Sigma A/\Sigma C$  比率에 따른 變化는 뚜렷하지 않았다. 이는 構成草種인 禾本科牧草와 荳科牧草의 草種間 差異가 큰 養分含量 特性<sup>8,10,19)</sup>과 處理間 相反된 收量變化에 따른 植生構成比率의 變化로 混播牧草의 無機養分 含量差異가 鈍化된 것이 主要한 原因으로 生覺된다.

지금까지의 試驗結果(I, II 報)를 볼때 Systematic variation 方法을 草地試驗研究에 活用하는것은 有益한 것으로 生覺되나 一部 學術的으로 修正補完 되어야 할 것으로 본다. 慣行的인 3 要素(NPK) 試驗의 不充分한 問題點의 提示<sup>11,13,17)</sup>에 對應해서 相對的으로 本方法의 妥當性和 必要性이 認定되며, 이러한 基本原理를 應用하여 多樣한 草地特性들의 研究에 擴大發展시켜야 할 것으로 生覺된다.

## 摘 要

山地草地開發과 聯關된 草地土壤改良 및 施肥法 改善을 爲하여, Homès의 Systematic variations 方法으로 多量要素  $\Sigma Anion : \Sigma Cation$  適正施肥比率 및 適正總養分( $\Sigma A + \Sigma C$ ) 施肥量을 決定코자 Gra-

ss-clover 混播栽培條件에서 山地土壤을 供試한 Pot 試驗으로 遂行한 結果는 ;

1. 混播條件에서 各構成草種別 收量提高를 爲한  $\Sigma A/\Sigma C$  適正施肥比率 및 適正總養分濃度를 換算하였다(Table 6). 禾本科 및 混合牧草의 適正  $\Sigma A/\Sigma C \approx 2:1$  (80, 320 meq/pot時) 와 3:2 (560, 800 meq時)를 보였고, 荳科牧草는 禾本科牧草의 境遇와는 相反되게 供試 約 1:2比率을 보였다.

2. 適正總養分濃度는 混合牧草 및 禾本科牧草에서는  $\Sigma A/\Sigma C$  比率이 낮아질수록 一般的으로 높은濃度를 보였으나, 荳科牧草는 一慣性이 없이 多少變異幅이 컸다.

3. 禾本科 및 混合牧草에서는  $\Sigma A/\Sigma C$  比率이 커질수록, 總養分濃度가 增加할수록 乾物收量이 增加하였으나, 높은濃度(560, 800 meq/pot)에서는  $\Sigma A/\Sigma C=2$ , 125 보다 1.273 處理에서 有意性 있게 높은收量을 보였다. 反面에 荳科牧草의 收量은  $\Sigma C$  比率이 높아질수록 收量增加를 보였고,  $\Sigma C$  比率이 높은條件에서만 總濃度 增加에 따르는 收量增加를 보였다.

4. 荳科牧草에서는  $\Sigma C > \Sigma A$  比率에서 乾物收量에 對단  $\Sigma C$  効率が 높은것을(80 meq 例外) 除外하고는 各構成草種 供試  $\Sigma A$  및  $\Sigma C$  比率이 낮을때, 總養分濃度가 낮을때 各  $\Sigma A$  및  $\Sigma C$  効率が 높았다.

5. 各構成草種의 收量 및 植生構成比率이  $\Sigma A/\Sigma C$  比率 및 總養分濃도와 이들의 相互作用에 크게 影響을 받았고, 禾本科와 荳科牧草間은 大體로 相反된 特性을 보였다. 또한 土壤의 化學的 特性 및 牧草中 無機養分の 含量이 處理에 따라 部分的으로 變化되었다.

## 引用 文 獻

1. Bussler, W. 1963. Nährstoffverhältnisse und Mangelsyptome. Landw. Forschung, 16: 153-162.
2. Bussler, W. 1966a. Die Bestimmung eines Nährstoffgleichgewichtes auf Grund systematischer Nährstoffvariationen nach Homes. Kali-Briefe, Fachgebiet 2, 2 Folge, 1-10.
3. Bussler, W. 1966b. Erfahrungen mit der "Methde der systematischen Variationen nach Homes" zur Ermittlung eines optimalen Nährstoffverhältnisses für die Düngung der Pflanzen. Z.f. Pflanzenernähr., Düng., Bodenkd., 113: 236-246.
4. Bussler, W. 1966c. Optimale Nährstoffverhältnisse für die Pflanze. Z.f. Pflanzenernähr., Düng., Bodenkd., 113: 247-252.
5. Bussler, W. 1973. Die Bedeutung "Ausgeglichener Nährstoffangebote" mit 12 Nährstoffen für die Erzeugung hoher Ernten von bester Qzalität. Pontificiae Academiae, Scientiarum Scripta varia No. 38: 1283-1313.
6. Carter, P. and J.M. Scholl. 1962. Effectiveness of in-organic nitrogen as a replacement for legume grown in association with forage grasses. I. Dry matter production and botanical composition. Agron. J., 54: 161-165.
7. Finck, A. 1969. Pflanzenernährung in Stichworten, 1 Aufl. Verlag Ferdinand Hirt, Kiel, 120-121.
8. Griffith, W.K. 1974. Satisfying the nutritional requirements of established legumes. In: Mays, D.A.(ed.). Forage fertilization. Ame. Soc of Agron. 147-166.
9. Jung, Y.K. 1979. Der Einfluß variierter Angebote von Eisen, Mangan, Kupfer, Zink, Molybdän und Bor auf Wachstum, Ertrag und Nährstoffgehalt bei Knautgrass und Weißklee in Rein-und Mischkultur. Dissertation TU Berlin, D83, Nr. 95.
10. Klapp, E. 1971. Wiesen und Weiden, 4 Aufl. Verlag Paul Parley, Berlin und Hamburg. 147-239.
11. Klasink, A. 1965. Das optimale Verhältnisses sechs Massennährstoffe nach Homes für Hafer und Tomaten in Gefäß-und Feldversuchen. Dissertation, TU Berlin D 83, Nr. 184.
12. Kresge, C.B. 1964. Nitrogen fertilization of forage mixtures containing differential legume percentages. Agron. J., 56: 325-328.
13. Leser, T. 1965. Einfluß des Verhältnisses von Stickstoff, Schwefel, Phosphor, Kalium, Calcium und Magnesium auf den Ertrag, die Transpiration und den Befall durch Erreger Erreger von Pflanzenkrankheiten bei Tabak. Dissertation, TU Berlin D 83, Nr. 183.
14. MacLeod, L.B. 1965. Effect of nitrogen and potas-



- sium fertilization on the yield, regrowth, and carbohydrate content of the storage organs of alfalfa and grasses. *Agron. J.*, 57: 345-350.
15. Mouat, M.C.H. and T.W. Walker. 1959a. 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. 1959b. 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. Rauterberg, E. und W. Bussler. 1960. Die Ermittlung der optimalen Nährstoff-Zusammensetzung für die Pflanze nach Homes. *Z.f. Pflanzenernähr., Düng., Bodenkd.*, 90: 5-18.
  18. Templeton, W.C. and T.H. Tayler. 1966. Some effect of nitrogen, phosphorus, and potassium fertilization on botanical composition of a tall fescue-white clover sward. *Agron. J.*, 58: 569-571.
  19. Woodhouse, W.W. and W.K. Griffith. 1973. Soil fertility and fertilization of forages. In: *Forages* (ed. Heath, M.E.). The Iowa State Uni. Press, 403-436.
  20. 農村振興廳. 1983. 農事試驗研究調查基準, 改正第一版.
  21. 鄭連圭·金性采. 1989. 山地草地開發을 爲한 多量要素의 適正施肥比率 및 施肥量 決定에 關한 研究. I. 混播草地에서 陰이온 N:S:P 및 陽이온 K:Ca:Mg 適正施肥比率. *韓草誌* 9(1): 34 ~ 42 .
  22. 鄭連圭·尹祥基·金相喆. P. Weinberger. 1981. Homès 方法에 依한 多量要素의 適正施肥比率 決定에 關한 研究. I, II 報. *韓土肥誌* 14(1): 31~43, III 報, 15(3): 178-187.