

Orchardgrass 및 White Clover의 單播 및 混播 재배에서  
미량요소(Fe, Mn, Cu, Zn, Mo, B)의 組合施肥가 牧草의 여러  
특성에 미치는 영향

Ⅲ. 목초 중 질소화합물(조/순단백질 및 수용성 질소화합물)의 함량 및  
수량 변화

鄭 連 圭

Effects of Combined Micronutrient(Fe, Mn, Cu, Zn, Mo and B)  
Application on Forage Traits in Pure and Mixed Swards of  
Orchardgrass and White Clover

Ⅲ. Changes in the contents and yields of N-compounds(crude/pure  
protein and soluble N-compounds) in forage plants

Yeun Kyu Jung

**ABSTRACT**

This pot experiment was conducted to investigate the effects of combined micronutrient application(T<sub>1</sub>; control, T<sub>2</sub>; Fe, T<sub>3</sub>; Fe+Mn, T<sub>4</sub>; Fe+Mn+Cu, T<sub>5</sub>; Fe+Mn+Cu+Zn, T<sub>6</sub>; Fe+Mn+Cu+Zn+Mo, T<sub>7</sub>; Fe+Mn+Cu+Zn+Mo+B) on forage performance of pure and mixed cultures of orchardgrass and white clover. The third part was concerned with the changes in the contents and yields of N-compounds (crude/pure protein and soluble N-compounds) in forages. The results obtained are summarized as follows:

1. The contents of N-compounds(crude/pure protein and soluble N-compounds) were generally different according to the forage species, whether it was a pure or mixed culture, and additional fertilization, especially N. In orchardgrass, these contents were relatively low at the T<sub>3</sub> and T<sub>6</sub> in both pure and mixed cultures. In white clover, these contents were relatively decreased by the T<sub>1</sub>, T<sub>3</sub>, and T<sub>6</sub> in mixed culture.
  2. The treatments influenced relatively more on the yields of crude/pure protein than on the dry matter yields of forages, and this tendency was more significant in white clover than in orchardgrass.
  3. In white clover, the great differences in the yields of crude protein by the treatments occurred especially in mixed culture and at 5th cut without no additional fertilization. In white clover, the positive effects of optimum treatments on the yields of crude protein seemed to be decreased by the additional fertilization, especially N. In mixed culture, the favorable growth of white clover by the optimum treatments tended to be positively related to the favorable contents and yields of N-compounds. The changes in the yields of pure protein were similar to the tendency of crude protein
- (Key words : Combined micronutrients, Orchardgrass, White clover, Pure and mixed swards, Contents and yields of N-compounds<crude and pure protein>)

## I. 서 론

필수 微量要素는 植物이나 家畜에 중요한 생리기능을 하지만 과다 시에는 해롭기도 하며, 또한 부족 시에는 活性 결핍증상이 나타나기 전에 수량감소가 일어나기도 한다(Klapp, 1971). 근대농업에서는 農産物 증수를 위하여 편향된 3要素 중심의 화학비료가 과다 사용되고 있으며 이에 따라서 作物/飼料 및 家畜에 미량요소 결핍이 자주 발생되고 微量要素 시비의 필요성이 증대되고 있다.

多量 및 微量要素 양분의 조화된 시비는 飼料作物의 수량과 품질의 향상을 이루고 이로써 畜産物 증산에 기여할 것이며, 이들의 부족화는 飼料와 家畜에게 미량요소의 결핍을 초래할 것이다(Nieschlag, 1966). 草地에서 질소와 다량요소의 시비에는 미량요소의 공급문제와 결부되어야 한다. 이는 飼料의 수량증수 문제와 더불어 家畜의 미량요소 요구도와 연관되기 때문이다.

草地에서 orchardgrass + white clover는 기본적으로 적합한 混播組合(Jung and Baker, 1973; Fischbeck et al, 1975)이다. 그러나 이들 混播栽培의 특성은 시비, 이용방법, 파종량, 기후조건 등에 따라서 크게 영향을 받는다. Orchardgrass는 조기생육, 상번초/장초장, 빠른 재생육, 半陰地에 강한 특성을 보이며, white clover는 늦은 생육, 하번초/중초장, 보통정도의 재생육의 특성을 갖는다. 또한 두 草種간 根系, 根深, 根量이 다르고 이는 混播 특성에 큰 의미를 갖고 있다.

또한 두 草種간 양분흡수 특성차이에서는 草種 특성상 뿌리의 CEC가 달라 양분 전유능력에 크게 차이점을 보인다. 두 草種별 양분 함

량과 요구도에 차이가 있으며 또한 생육리듬(N-고정 등)도 다르다. 이러한 여러 재배 및 관리방법과 草種 특성에 따라서 牧草의 生育, 收量 및 品質 등이 큰 영향을 받는다.

植物體 내 모든 양분이온은 각 이온의 농도뿐만 아니라 이들간 相互作用도 중요한 생리기능의 특성이다. 이 경우 養分의 흡수, 이동 및 생리기능에 상호간 길항적 또는 상조적 기능을 보인다(Finck, 1969). 필수 미량요소 간 상호 拮抗作用의 가능성은 Fe/Mn, Fe/Cu, Mn/Cu, Mn/Mo, B/Mo 등을 들 수 있다(Bergmann and Neubert, 1976). 이러한 微量要素들의 특성과 연관하여 Fe, Mn, Cu, Zn, Mo 및 B의 순차적인 組合施肥가 草種(grass-clover) 및 재배방법(單播/混播)별 목초의 다양한 생육특성에 미치는 시비효과를 구명하고자 하였다. I報(생육), II報(수량)에 이어서 본 III報에서는 조/순단백질의 함량 및 이들의 수량에 미치는 영향을 검토하였다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 공시배지 및 재료

공시배지는 함유양분이 매우 척박한 섬유질 peat soil(품질규격<독일>: 17S DIN 11540)을 사용하였으며 pot에 가볍게 누르면서 담았다. 培地인 peat soil의 pH를 조정하기 위해서 20g의 CaCO<sub>3</sub>를 pot당 혼합하여 원래의 pH 3.0 수준을 6~7 수준으로 改良하였다. 사용된 배지 용기는 플라스틱 제품으로 높이 19cm, 직경 20cm인 크기를 갖는 pot를 사용하였다. 供試草種은 orchardgrass(*Dactylis glomerata* L. var. Potomac)와 white clover(*Trifolium repens* L. var.

NFG Giant)이었으며 이를 각 單播 및 混播栽培에 파종하였다.

각 처리별 동일하게 사용된 草地造成 및 유지관리 비료인 多量要素 시비양분의 종류와 시비기준은 표 1과 같다. 표 1에 상응하는 多量要素 비료의 종류와 이들 비료의 시비량은 pot 당  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  67me, epsomsalt( $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ) 23me,  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  45me,  $\text{KNO}_3$  61me,  $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  44me이었으며 이를 예취별로 나누어 分施하였다. 이들 다량요소 肥料의 예취별 分施 기준은 총 450 me/pot에서 基肥(草地造成 및 1차 예취)로 100me, 2차 예취 100me, 3차 예취 100me, 4차 예취 50me, 5차 예취는 무시비, 6차 예취는 100me로 각 前回 예취 직후 분시하였으며 多量要素 양분 총 합계 450me/pot를 시험기간 중 시비하였다. 시비 시 양분 화합물의 침전을 방지하기 위해서 3개 群; 1)  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O} + \text{KNO}_3 + \text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ , 2)  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ , 3)  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ 로 나누어 水溶液을 만들어 따로 따로 分施하였다.

播種전 석회시비로 산도를 조정하여 培地에 草地造成 및 1차 예취(수확)를 위한 다량요소 분시량과 병행하여 Fe, Mn, Cu, Zn, Mo 필수 미량요소의 組合施肥(표 2 참조) 처리별 전량을 培地와 잘 섞어서 pot에 넣었다.

파종은 발아율이 약 70%에 달하는 각 種子

를 單播栽培에선 각각 200mg/pot를 파종하였고 이들의 混播栽培에선 orchardgrass 120mg과 white clover 80mg 합계 200mg/pot를 파종하였다. 이 파종량은 단파재배와 비교한 혼파재배에서 두 草種의 경합지수 산정을 용이하게 하기 위한 적합한 파종량과 비율로 하였다. 播種은 구멍이 있는 파종 보조판을 이용하였다. 牧草栽培는 이동식 패도시설이 된 植物生長溫室(glasshouse)에서 自然光 조건에서 재배하였다. 물주는 미량요소 시험의 정밀성을 높이기 위해서 이온교환수를 이용하였다. 播種은 5/11일, 1차 예취는 6/15일(5주 생육), 2차 예취는 7/6일(3주 생육), 3차 예취는 7/27일(3주 생육), 4차 예취는 8/17일(4주 생육), 5차 예취는 9/14일(4주 생육), 6차 예취는 10/12일(4주 생육)에 각각 실시하였다. 예취는 5cm 높이로 하였다.

## 2. 처리내용

미량요소 Fe, Mn, Cu, Zn, Mo, B의 처리내용은 표 2와 같이 7단계 수준으로 하였으며, orchardgrass와 white clover의 單播栽培 및 이들의 混播栽培 모두 동일하게 施肥하였다. 微量要素 시비비료의 종류는 Fe는 fetrilon(5% Fe),  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ , Mn은  $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ , Cu는  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ , Zn은  $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ , Mo은

Table 1. Amounts of macronutrients used for establishment and maintenance of the pure and mixed swards of orchardgrass and white clover

Unit	Anions(A)				Cations(C)				Total ions (A)+(C)
	N	S	P	Σ	K	Ca	Mg	Σ	
me/pot	172	23	45	240	76	67	67	210	(240)+(210)=450
% <sup>1)</sup>	71	10	19	100	36	32	32	100	(53.3)+(46.7)=100.0

<sup>1)</sup> %, relative percent of application rates, related to the application amounts (me/pot).

Table 2. Application amount and combination of micronutrients used for establishment and maintenance of the pure and mixed swards of orchardgrass and white clover (me/pot)

Treatments <sup>1)</sup>	Cations					Anions		
	Fe	Mn	Cu	Zn	Σ	Mo	B	Σ
T <sub>1</sub>	0.025	0.025	0.0125	0.0125	0.0750	0.015	0.06	0.075
T <sub>2</sub>	0.250	0.025	0.0125	0.0125	0.3000	0.015	0.06	0.075
T <sub>3</sub>	0.250	0.250	0.0125	0.0125	0.5250	0.015	0.06	0.075
T <sub>4</sub>	0.250	0.250	0.1250	0.0125	0.6375	0.015	0.06	0.075
T <sub>5</sub>	0.250	0.250	0.1250	0.1250	0.7500	0.015	0.06	0.075
T <sub>6</sub>	0.250	0.250	0.1250	0.1250	0.7500	0.150	0.06	0.210
T <sub>7</sub>	0.250	0.250	0.1250	0.1250	0.7500	0.150	0.60	0.750

<sup>1)</sup> Treatments of combined micronutrients; T<sub>1</sub>; control, T<sub>2</sub>; Fe, T<sub>3</sub>; Fe+Mn, T<sub>4</sub>; Fe+Mn+Cu, T<sub>5</sub>; Fe+Mn+Cu+Zn, T<sub>6</sub>; Fe+Mn+Cu+Zn+Mo, T<sub>7</sub>; Fe+Mn+Cu+Zn+Mo+B.

(NH<sub>4</sub>)<sub>6</sub>Mo<sub>7</sub>O<sub>24</sub> · 4H<sub>2</sub>O, 그리고 B는 H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>을 시비하였다. 처리 수는 3 초종/재배, 7 조합시비, 4 반복으로 총 84개 pot로 실시하였다. 조단백질 함량 분석은 Kjeldahl 방법으로 그리고 순단백질은 TCA 방법(trichloroacetic acid: 건물시료를 증류수에 넣어 가열, 냉각 후 10% TCA 넣어 순단백질 응결, 여과 후 잔존물 Kjeldahl 분석)으로 분석하였으며 수용성 N-화합물은 조단백질 함량에서 순단백질 함량을 감하여 계산하였다.

### III. 결과 및 고찰

#### 1. 牧草 중 N-화합물(조/순단백질 및 수용성 N-화합물)의 함량

N-화합물(조/순단백질 및 수용성 N-화합물)의 함량은 표 3에서 보는바와 같이 일반적으로 草種(grass/clover), 재배방법(單播/混播) 및 追肥 별 뚜렷한 차이를 보였다.

Orchardgrass의 N-化合物 함량, 이들 함량은 組合施肥별 차이는 경미하였으나 그러나 T<sub>3</sub>와 T<sub>6</sub>에서는 單播 및 混播栽培 공히 이들 함량에 부정적인 영향을 보였다. 5차 예취 시에는 순단백질 함량이 無追肥(특히 N)로 인한 양분부족으로 크게 낮아졌다. 混播栽培에서 orchardgrass의 N-化合物 함량은 white clover의 영향은 확인되지 않았으나 追肥, 季節 및 生育期와 밀접한 연관성을 갖고 이들간 차이를 보였다. 이에 따라 특히 orchardgrass는 예취간 N-化合物의 함량이 크게 차이를 보였다

White clover의 N-化合物 함량, 單播栽培에서는 처리별 이들 함량의 차이는 뚜렷하지 않았으나 混播栽培에서는 T<sub>1</sub>, T<sub>3</sub> 및 T<sub>6</sub>에서는 이들의 함량이 다소 낮았으며 부정적인 영향을 보였다. 이들 함량은 追肥를 준 전반기보다 無追肥의 5차 예취 시에 다소 높아졌고, 반면에 5차 예취 시의 orchardgrass는 크게 낮아지는 경향을 보였다. 無追肥의 5차 예취에서는 순단백질 함량이 크게 낮아진 경향을 보였고 그에

Table 3. Contents of crude and pure protein, and soluble N-compounds in forages as influenced by the application of combined micronutrients(Fe, Mn, Cu, Zn, Mo, and B) (mg/g, DM basis)

Treat- ments <sup>1)</sup>	Crude protein (A+B)				Pure protein (A)				Soluble N-compounds (B)			
	..... by cuts .....											
	1	3	5 <sup>2)</sup>	6	1	3	5	6	1	3	5	6
Orchardgrass in pure culture												
T <sub>1</sub>	194	166	106	285	163	139	83	203	31	27	23	79
T <sub>2</sub>	208	166	110	286	172	139	86	207	36	27	24	79
T <sub>3</sub>	191	165	105	273	157	135	85	183	34	30	20	90
T <sub>4</sub>	207	175	107	274	171	145	87	185	36	30	20	89
T <sub>5</sub>	211	168	106	267	171	141	84	186	40	27	22	81
T <sub>6</sub>	205	165	108	270	167	135	84	173	38	30	20	97
T <sub>7</sub>	218	153	105	290	178	125	85	213	40	28	20	77
Orchardgrass in mixed culture												
T <sub>1</sub>	185	175	103	287	153	142	82	206	32	33	21	81
T <sub>2</sub>	180	174	113	288	151	138	90	194	29	36	23	95
T <sub>3</sub>	181	180	113	267	154	138	92	169	27	42	21	98
T <sub>4</sub>	179	168	108	281	151	132	88	173	28	36	20	108
T <sub>5</sub>	193	179	107	263	157	140	88	172	36	39	19	91
T <sub>6</sub>	160	178	108	267	138	137	88	173	22	41	20	94
T <sub>7</sub>	185	158	111	289	155	130	89	210	30	28	22	79
White clover in pure culture												
T <sub>1</sub>	199	199	240	298	165	151	195	204	34	48	45	94
T <sub>2</sub>	213	205	234	292	179	152	186	207	34	53	48	85
T <sub>3</sub>	206	210	240	296	172	156	192	213	34	54	48	83
T <sub>4</sub>	205	219	243	293	168	168	197	212	37	51	46	81
T <sub>5</sub>	204	222	241	291	169	170	189	203	35	52	52	88
T <sub>6</sub>	199	209	245	294	164	167	196	206	35	42	49	88
T <sub>7</sub>	207	216	244	283	174	169	195	210	33	47	49	73
White clover in mixed culture												
T <sub>1</sub>	187	173	215	299	155	136	135	210	32	37	80	89
T <sub>2</sub>	194	194	235	313	157	153	145	205	37	41	90	108
T <sub>3</sub>	194	167	241	300	158	131	155	209	36	36	86	91
T <sub>4</sub>	189	180	245	293	160	141	156	206	29	39	89	87
T <sub>5</sub>	209	196	244	297	172	160	157	207	37	36	87	90
T <sub>6</sub>	184	181	234	297	157	143	152	208	27	38	82	89
T <sub>7</sub>	200	194	257	294	164	152	159	211	36	42	98	93

<sup>1)</sup> Treatments of combined micronutrients; T<sub>1</sub>; control, T<sub>2</sub>; Fe, T<sub>3</sub>; Fe+Mn, T<sub>4</sub>; Fe+Mn+Cu, T<sub>5</sub>; Fe+Mn+Cu+Zn, T<sub>6</sub>; Fe+Mn+Cu+Zn+Mo, T<sub>7</sub>; Fe+Mn+Cu+Zn+Mo+B.

<sup>2)</sup> 5th cut without additional fertilization.

상응하여 水溶性 N-화합물 함량은 單播栽培의 경우에 비해서 높아진 경향을 보였다. 조단백질의 함량은 單播 및 混播栽培 공히 비슷한 경향을 보였다.

2. 조단백질 및 순단백질의 수량

미량요소의 조합시비별 乾物收量에 미치는 효과보다 조/순단백질의 수량(단백질 함량(%)/100 × 건물수량)에 미치는 효과가 상대적으로

더 크게 나타났고 또한 이들의 효과는 orchard-grass보다 white clover에 더 큰 영향을 주었다. 이는 미량요소의 組合施肥가 牧草의 수량에 미치는 효과보다 品質에 미치는 효과가 더 크다는 것을 나타냈다. 각 대조구(T<sub>1</sub>= 100.0%)와 비교한 처리별 조단백질의 相對收量(%)을 보면 표 4 및 5와 같다.

Orchardgrass의 조단백질 收量; T<sub>1</sub> 수량= 100.0%로 한 처리별 조단백질의 상대수량(%)은 건물수량의 변화 특성과 비슷한 경미한 차

Table 4. Percent relative yields<sup>1)</sup> of crude protein by forage plants as influenced by the combined micronutrients(Fe, Mn, Cu, Zn, Mo, and B) applied

Treatments <sup>1)</sup>	Percent relative yields of crude protein by cut							
	1	3	5 <sup>3)</sup>	6	1	3	5	6
	Orchardgrass in pure culture				Orchardgrass in mixed culture			
T <sub>1</sub>	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
T <sub>2</sub>	104.0	107.8	116.7	105.5	95.7	82.9	110.2	84.5
T <sub>3</sub>	93.9	93.6	93.4	56.0	106.2	95.8	112.5	54.5
T <sub>4</sub>	97.3	100.7	108.4	82.6	88.2	82.2	115.6	65.4
T <sub>5</sub>	97.7	99.1	113.2	80.0	97.2	79.2	102.3	57.6
T <sub>6</sub>	93.5	87.6	103.1	50.8	83.1	80.2	93.4	49.0
T <sub>7</sub>	111.9	101.0	97.4	101.2	103.3	86.7	119.5	98.6
	White clover in pure culture				White clover in mixed culture			
T <sub>1</sub>	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
T <sub>2</sub>	106.7	97.1	105.7	104.5	106.2	141.0	65.4	43.5
T <sub>3</sub>	97.8	98.6	115.5	99.4	90.3	85.5	222.4	210.9
T <sub>4</sub>	106.6	99.2	120.5	112.2	108.5	170.3	296.7	241.7
T <sub>5</sub>	104.3	106.5	130.2	113.9	112.3	159.4	334.6	201.3
T <sub>6</sub>	103.2	104.3	111.3	102.1	112.9	149.2	216.8	157.8
T <sub>7</sub>	109.6	116.2	141.2	127.8	121.3	172.0	338.6	209.6

<sup>1)</sup> Percent relative yields(%) of crude protein over each control(T<sub>1</sub>=100.0%).

<sup>2)</sup> Treatments of combined micronutrients; T<sub>1</sub>; control, T<sub>2</sub>; Fe, T<sub>3</sub>; Fe+Mn, T<sub>4</sub>; Fe+Mn+Cu, T<sub>5</sub>; Fe+Mn+Cu+Zn, T<sub>6</sub>; Fe+Mn+Cu+Zn+Mo, T<sub>7</sub>; Fe+Mn+Cu+Zn+Mo+B.

<sup>3)</sup> 5th cut without additional fertilization.

Table 5. Percent relative yield<sup>1)</sup> of crude protein in mixed forages<sup>2)</sup> as influenced by the application of combined micronutrients(Fe, Mn, Cu, Zn, Mo, and B) applied

Treatments	Percent relative yield(%) of crude protein by cut			
	1	3	5 <sup>3)</sup>	6
T <sub>1</sub> (control)	100.0	100.0	100.0	100.0
T <sub>2</sub> (Fe)	99.6	95.1	92.0	77.8
T <sub>3</sub> (Fe+Mn)	99.7	93.7	157.5	80.1
T <sub>4</sub> (Fe+Mn+Cu)	95.8	100.8	190.1	94.2
T <sub>5</sub> (Fe+Mn+Cu+Zn)	102.8	96.1	197.7	81.1
T <sub>6</sub> (Fe+Mn+Cu+Zn+Mo)	94.1	94.7	143.9	66.8
T <sub>7</sub> (Fe+Mn+Cu+Zn+Mo+B)	110.0	104.6	209.7	116.8

<sup>1)</sup> Percent relative yield(%) of crude protein over each control(T<sub>1</sub>=100.0%).

<sup>2)</sup> Mixed forages of orchardgrass and white clover in mixed culture.

<sup>3)</sup> 5th cut without additional fertilization.

이를 보였다. 그러나 조단백질 收量에 미치는 T<sub>3</sub>와 T<sub>6</sub>의 부정적인 효과는 乾物收量의 경우보다 상대적으로 더 심했다.

White clover의 조단백질 收量; T<sub>1</sub> 수량=100.0%로 한 처리별 조단백질의 상대수량(%)에 미치는 효과는 특히 混播栽培의 경우와 無追肥의 5차 예취 시에 차이가 뚜렷하였다. 이는 white clover에서 추비시용(특히 N)은 조단백질의 수량에 미치는 조합시비의 효과를 경감시키는 부정적인 영향을 준 것으로 보였다. 이와 더불어 混播栽培에서 적합한 조합시비에 따른 white clover의 양호한 생육은 양호한 조단백질의 함량/수량과 서로 밀접한 연관성이 있는 것으로 보였다. 두 草種 공히 순단백질 收量은 상술한 조단백질의 수량변화 특성과 유사한 경향을 보였다.

### 3. 組合施肥가 牧草의 N-화합물의 함량 및 이들의 수량에 미치는 종합고찰

植物體내 양분이온은 각 이온의 농도뿐만 아니라 이온간 相互作用도 중요한 생리기능을 한다. 養分の 吸收, 移動 및 生理機能 면에서 무기양분 이온은 拮抗作用과 相助作用이 이루어진다(Finck, 1969). Bergmann and Neubert (1976) 보고에 의하면 미량요소 간에는 Fe/Mn, Fe/Cu, Mn/Cu, Mn/Mo 및 B/Mo 相對比가 중요한 의미가 있고 이들 간에는 한 養分이 결핍 또는 과다조건일 경우 동시에 상대 養分の 과다 또는 결핍을 초래하는 결과를 가져온다고 하였으며 이러한 특성은 모든 경우 불균형 된 그리고 상호비율이 부적합한 양분공급 상태를 나타낸다고 하였다. 이러한 특성은 본 보에서 검토된 초종별 N-화합물(조/순단백질)의 함량과 이들의 수량과도 일반적으로 상호 연관성을 보였다. 그리고 white clover는 N-추비에도 단백질 및 미네랄 함량이 일반적으로 적게 영향을 받는다는 보고(Barbier, 1964)와 같이 무추비 5차 예취에서 orchardgrass와는 달리 조단백질 함량이 낮아지지 않는 것도 이러한 특성과

도 연관된 것으로 보였다.

Fe/Mn 비율; Fe-결핍은 微量元素의 불균형에 유발된다고 보고된 바 있으며(Brown et al. 1959), 많은 연구보고에서는 Fe/Mn 比率이 Fe 과 Mn의 결핍 또는 과다에 서로拮抗적으로 중요한 기능을 한다고 하였다(Riekels and Lingle, 1966; Osullivan, 1969; Gupta and Chipman, 1976; Cumbus et al., 1977; Moraghan and Freeman, 1978). Mn-과다는 Fe-施肥로 식물체 내 Fe 함량이 증가되면서 Mn-함량이 감소되어 Mn-과다를 경감시키거나 혹은 배제시킬 수 있다고 하였다(Kirsch et al., 1960; Hiatt and Ragland, 1963; Moraghan and Freeman, 1978). Fe과 Mn 간에는 이들의 物質代謝 기능에서 서로 交互作用을 하는 관계가 있다. 이들 養分의 생리적 기능은 상호 다른 양분간의 비율에 따라서 영향을 받는다(Somers and Shive, 1942). 또한 Brown et al.(1959)은 Fe/Mn+Cu 比率의 부족도 Fe-결핍의 요인이 된다고도 하였다. 이러한 交互作用으로 인하여 T<sub>3</sub>(Fe+Mn) 組合施肥에서 Mn의 Fe에 대한拮抗作用으로 두 초종 공히(특히 orchardgrass)에 대해서 열세한 생육과 더불어 수량감소를 가져왔고, 또한 white clover에 대해서는 낮은 植生構成比率을 보인 요인이 된 것으로 보였다. 이러한 특성은 white clover의 生育 및 收量성과 연관되었으며 이는 곧 N-化合物(조/순단백질)의 함량과 이들의 수량과도 직, 간접적으로 연관성을 보였다.

Fe/Mo 비율; Fe과 Mo 간拮抗作用이 있다고 보고된 바 있다(Singh and Steenberg, 1975; Kannan and Ramani, 1978; Massumi and Finck 1973). 그리고 NO<sub>3</sub>-N 사용은 Fe/Mo 交互作用을 심화시킨다는 보고(Moore et al., 1957) 등을 고려할 때 본 시험에서 追肥 질소(NO<sub>3</sub>-N)가 사용 되었고, T<sub>6</sub>(Fe+Mn+Cu+Zn+Mo) 처리는

Mo의 Fe에 대한拮抗作用과 음이온 붕소간의 B/Mo비의 불균형(B 부족) 등의 요인으로 두 牧草(특히 orchardgrass) 공히 生育의 열세와 더불어 收量の 감소를 가져왔고, 또한 white clover에 대해서는 낮은 植生構成比率 및 收量を 보인 요인이 된 것으로 보였다. 이러한 특성은 white clover의 生育 및 收량과 연관되었으며 이는 곧 N-化合物(조/순단백질)의 함량과 이들의 수량에도 직, 간접적으로 연관성을 보였다.

기 보고된 바와 같이 T<sub>7</sub> 완전 組合施肥에서 두 牧草 공히 양호한 생육과 收량을 보였다. 이는 B/Mo 비의 조화로 Mo 毒機能이 경감된다는 보고(Matin, 1966)와 B × Mo × N 간의 多重 交互作用(MacKay, 1964)와도 연관된 것으로 보였다. 이에 따라서 붕소를 함유한 T<sub>7</sub> 완전 組合施肥가 B의 조정자 역할이 큰 영향으로 white clover에서 양호한 收량과 N-화합물의 함량을 보였으며 이는 곧 조/순단백질의 수량제고에 큰 효과를 보였다.

#### IV. 요약

Orchardgrass 및 white clover의 單播 및 混播 재배조건에서 微量元素 Fe, Mn, Cu, Zn, Mo 및 B의 組合施肥가 牧草의 生育, 開花, 收量, 양분 함량 및 食생구성비율 등에 미치는 영향을 구명하였다. 多量要素 양분을 동일 량 시비한 조건에서 7 수준의 미량요소 조합시비는 T<sub>1</sub>; 대조구, T<sub>2</sub>; Fe, T<sub>3</sub>; Fe+Mn, T<sub>4</sub>; Fe+Mn+Cu, T<sub>5</sub>; Fe+Mn+Cu+Zn, T<sub>6</sub>; Fe+Mn+Cu+Zn+Mo 및 T<sub>7</sub>; Fe+Mn+Cu+Zn+Mo+B로 하였다. 본 III報에서는 조합시비가 牧草의 N-화합물(조/순단백질 및 수용성 N-화합물)의 함량 및 이들의 수량(함량< % >/100 × 건물수량) 등에 미치는 영



향을 검토하였다.

1. N-화합물의 함량은 일반적으로 草種 (grass-clover), 재배방법(單播/混播) 및 追肥의 시비여부별 큰 차이를 보였다. Orchardgrass에서 처리별 N-화합물의 함량차이는 경미하였으나 T<sub>3</sub>와 T<sub>6</sub>에서는 單播 및 混播栽培 공히 다소 낮은 경향을 보였다. White clover에서는 처리별 차이가 單播栽培에서는 뚜렷하지 않았으나 混播栽培에서는 T<sub>1</sub>, T<sub>3</sub> 및 T<sub>6</sub>에서 다소 낮은 부정적인 영향을 보였다.

2. 처리별 건물수량에 미치는 효과보다 조/순단백질의 수량에 미치는 효과가 상대적으로 더 컸으며 이는 orchardgrass의 경우보다 white clover에서 더 큰 영향을 보였다. 처리별 조단백질의 수량차이를 보면 orchardgrass는 건물수량의 변화특성과 상대적으로 비슷한 경향을 보였으나 조단백질의 收量에 미치는 T<sub>3</sub>와 T<sub>6</sub>의 부정적인 효과는 乾物收量의 경우보다 더 크게 나타났다.

3. White clover에서 처리별 조단백질의 수량차이는 특히 混播栽培와 無追肥 5차 예취 시에 뚜렷한 차이를 보였다. 추비(특히 N)가 조단백질의 收量에 미치는 조합시비의 효과를 경감시켰다. 또한 混播栽培에서 적합한 조합시비에 따른 white clover의 양호한 생육은 N-화합물의 양호한 함량 및 수량과 밀접한 연관성을 갖는 것으로 보였다. 두 草種 공히 처리별 순단백질의 수량변화 특성은 상술한 조단백질의 변화 특성과 비슷한 경향을 보였다.

## V. 인 용 문 헌

- Barbier, S. 1964. Einfluss der Stickstoffduengung auf Ertrag, Artenszusammensetzung und Qualitaet einer Kleeegrasmischung im Gefassversuch, Z. f. Pflanzenernaehr., Dueng., Bodenk. 107;32-40.
- Bergmann, W. and P. Neubert. 1976. Pflanzen-diagnose und Pflanzenanalyse. VEB ustav Fischer Verlag, Jena.
- Brown, J.C., R.S. Holmes and L.O. Tiffin. 1959. Hypotheses concerning iron chlorosis. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 23:231-234.
- Cumbus I.P., D.J. Hornsey and L.W. Robinson. 1977. The influence of P, Zn and Mn on absorption and translocation of Fe in watercress. Plant and Soil. 48:651-660.
- Finck, A. 1969. Pflanzenernaehrung in Stickworten, 1. Aufl. Verlag Ferdinand Hirt, Kiel.
- Fischbeck, G., K.U. Heyland and N. Knauer. 1975. Spezieller Pflanzenbau. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart. 225.
- Gupta U.C. and E.W. Chipman. 1976. Influence of iron and pH on the yield and iron, manganese, zinc, and nitrogen concentration of carrots grown on sphagnum peat soil. Plant and Soil. 44:559-566.
- Hiatt, A.J. and J.L. Ragland. 1963. Manganese toxicity of burley tobacco. Agron. J. 55:47-49.
- Jung, G.A. and B.S. Baker. 1973. Forage grasses and legumes-orchardgrass. In; Heath and Barnes: Forages, 3rd edit. The Iowa State Univ. Press, USA. 285-296.
- Kannan, S. and S. Ramani. 1978. Studies on Molybdenum absorption and transport in bean and rice. Plant Physiol. 62:179-181.
- Kirsch, R.K., M.E. Harward and R.G. Petersen. 1960. Interrelationship among iron, manganese, and molybdenum in the growth and nutrition of tomatoes grown in culture solution. Plant and Soil. 12:259-275.
- Klapp, E. 1971. Wiesen und Weiden. Verlag Paul Parley, Belin und Hamburg. 155. 191.
- MacKay, D.C., E.W. Chipman and W.M. Langille. 1964. Crop responses to some micronutrients and sodium on sphagnum peat soil. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 28:101-104.
- Massumi, A. and A. Finck. 1973. Molybdaengehalte einiger Acker- und Gruenlandpflanzen Schleswig-Holsteins in Abhaengigkeit von Boden-

- reaktion. Z. F. Pflanzenernaehr., Bodenkd. 134: 56-65.
15. Matin, A. 1966. Minderung der Molybdaen-Toxiditaet an Pflanzen durch andere Naehrstoffe. Dissertation, D 83, Nr. 200, Techn. Univ. Berlin.
  16. Moore, D.P., M.E. Harward, D.D. Mason, R.J. Hader, W.L. Lott and W.A. Jackson. 1957. An investigation of some of the relationships between copper, iron, and molybdenum in the growth and accumulations of copper and iron. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 21:65-74.
  17. Moraghan, J.T. and T.J. Freeman. 1978. Influence of FeEDDHA on growth and manganese accumulation in flax. Soil Sci Soc. Am. Proc. 42:455-460.
  18. Nieschlag, F. 1966. Versuche ueber den Einfluss einiger Spurenelemente auf die Leistung von Milchviehweiden. Landw. Forschung. 19:191-195.
  19. Osullivan, M. 1969. Iron metabolism of grasses. I. Effect of iron supply on some inorganic and organic constituents. Plant and Soil. 31:451-462.
  20. Riekels, J.W. and J.C. Lingle. 1966. Iron uptake and translocation by tomato plants as influenced by root temperature and manganese nutrition. Plant Physiol. 41:1095-1101.
  21. Shingh, B.R. and K. Steenberg. 1975. Plant response to micronutrients. III. Interaction between manganese and zinc in maize and barley plants. Plant and Soil. 40:655-667.
  22. Sommers, I.I. and J.W. Shive. 1942. The iron-manganese relation in the plant metabolism. Plant Physiol. 17:582-602.