

# Orchardgrass 및 White clover의 單播 및 混播 재배에서 붕소의 시용이 牧草의 여러 특성에 미치는 영향

## II. 草種別 건물수량 및 식생 競合指數의 변화

鄭 連 圭

# Effects of Boron Application on the Forage Traits in the Pure and Mixed Swards of Orchardgrass and White Clover

## II. Changes in the yields and concurrence index of forages

Yeun Kyu Jung

### ABSTRACTS

This pot experiment was conducted in order to find out the effects of boron application(B<sub>0</sub>; control, B<sub>1</sub>; 0.2, B<sub>2</sub>; 2.0, B<sub>3</sub>; 6.0, B<sub>4</sub>; 15.0 B me/pot) on the forage performance of pure and mixed cultures of orchardgrass and white clover. The 2nd part was concerned with the changes in the forage yields and concurrence index. The results obtained are summarized as follows :

1. The optimum boron application(B<sub>2</sub>) generally resulted in the increase of both forage yields, but the effects of boron application on them were different according to the forage species, whether it was a pure or mixed cultures, additional fertilization, and cutting order. The effects of boron application on the forage productivity were more obvious in white clover than in orchardgrass.
2. Owing to the decline of white clover as affected by the application of additional fertilizers, especially N, in the grass-clover mixed cultures, the effects of boron application on the white clover yields showed a numerical inferiority compared with the pure culture. It was recognized that the yield increase and botanical composition of white clover in grass-clover mixed cultures could be regulated by the application of additional fertilizers and boron.
3. The toxic boron application(B<sub>3</sub> and B<sub>4</sub>) resulted in a decreased yield of both forages. The yield change of orchardgrass tended to be similar between pure and mixed cultures, whereas it of white clover tended to be more negative in mixed than in pure cultures.
4. With the application of additional fertilizers, especially N, the botanical composition and concurrence index in grass-clover mixed cultures were relatively increased in orchardgrass, and decreased in white clover. The botanical composition of orchardgrass increased from 55% to 75%, whereas it of white clover decreased from 45% in the first half cutting to 25% in the second half cutting, respectively.

(Key words : Boron effect, Orchardgrass, White clover, Pure and mixed culture, Yields, Concurrence index)

### I. 서 론

생리기능을 하지만 과다 시에는 해롭기도 하며, 또한 부족 시에는 活性 결핍증상이 나타나

필수 微量元素는 植物이나 家畜에 중요한 기 전에 수량감소가 일어나기도 한다(Klapp,

순천대학교 농업생명과학대학(College of Agric. & Life Science, Suncheon Nat'l Univ., Suncheon 540-742, Korea.  
E-mail; ykjung@web.suncheon.ac.kr)

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 부조화는 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 함량과 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. 두 草種별 미량요소의 요구도/함량 차이를 보면, white clover는 Fe, Cu, Zn, Mo, B 함량이 orchardgrass보다 많으며 Mn은 적다. 그러나 草種별 큰 유동성을 갖는다(Woelbier and Kirchgessener, 1957; Klapp, 1971). 禾本科牧草인 orchardgrass는 개화기 기준 B의 적정함량이 10ppm(Fleming, 1963) 정도이고, 荳科牧草인

white clover는 31~80ppm(Vielemeyer, 1967) 수준으로 큰 차이를 보인다고 하였다.

이러한 微量要素의 특성과 관련하여 草種(grass-clover)별, 單播와 混播별 미량요소의 다양한 시비효과를 구명하고자 하였고, 우선 播소의 시비효과를 검토하였다. I報(생육특성)에 이어서 본 II報에서는 播소 사용이 草種 및 單播와 混播별 牧草의 건물수량 및 食生 競合指數 등에 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 Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> · 4H<sub>2</sub>O 67me, epsomsalt(MgSO<sub>4</sub> · 7H<sub>2</sub>O) 23me, KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> 45me, KNO<sub>3</sub> 61me, Mg(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> · 6H<sub>2</sub>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 분시 하였으며 多量要素 양분 총

Table 1. Amounts of macro-elements used for establishment and maintenance of the pure and mixture swards of orchardgrass-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).

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 만들었고 따로 따로 分施 하였다.

播種전 석회시비로 산도를 조정된 培地에 草地造成 및 1차 예취(수확)를 위한 다량요소 분시량과 병행하여 Fe, Mn, Cu, Zn, Mo 필수 미량요소(표 2 참조)의 시비 전량(전 처리구 동일량, 후술)과 그리고 표 2와 같이 붕소 처리별 시비 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 파종하였고, 이 파종량은 단파재배와 비교한 혼파재배에서 두 초종의 경합지수 산정을 용이하게 하기 위한 적합한 파종량과 비율로 하였다. 播種은 구멍이 있는 파종 보조판을 이용하였다. 牧草栽培는 이동식 階도시설이 된 植物生長溫室(glasshouse)에서 自然光 조건에서 재배하였다. 물 주기는 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) 이었다. 예취는 5cm 높이로 하였다.

2. 처리내용

붕소 처리내용은 표 2와 같이 5단계 수준으로 하였으며, 붕소외 각 처리에 공통으로 시비된 다른 微量元素의 施肥량은 Fe과 Mn은 각각 0.25me/pot, Cu와 Zn은 각각 0.125me/pot, 그리고 Mo은 0.15me/pot를 동일하게 시비하였다. orchardgrass와 white clover의 單播栽培 및 이들의 混播栽培 모두 동일하게 施肥하였다. 微量元素 시비비료의 종류는 Fe는 fertilon(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  $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ , 그리고 B는  $\text{H}_3\text{BO}_3$ 을 시비하였다. 처리 수는 3 초종/재배, 5 붕소 처리 수준, 4 반복으로 총 60개 pot로 실시하였다.

Table 2. Application amounts of boron used for establishment and maintenance of the pure and mixed swards of orchardgrass and white clover

Treatments	B <sub>0</sub>	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>3</sub>	B <sub>4</sub>
(me B/pot)	0.0	0.2	2.0	6.0	15.0

III. 결과 및 고찰

1. 草種 및 재배방법(單播/混播)별 건물수량

붕소 처리수준별 牧草의 건물수량에 미치는 시비효과는 草種, 단파와 혼파, 追肥 및 예취 차수별 큰 차이를 보였다. 일반적인 붕소 시비 수준별 收量의 변화성은 white clover가 orchardgrass보다 더 뚜렷한 차이를 보였고, 또

한 붕소의 소량-적합-과다 시비수준간에도  
확연한 차이를 보여 주었다. 草種, 單播와 混  
播 및 예취별 건물수량은 표 3과 4와 같다.

가. 單播栽培에서 草種별 건물수량

Orchardgrass의 收量은 매 예취별 B<sub>2</sub> 처리구  
에서 가장 높은 수량성을 보였다. 그러나 white  
clover에 비해서 붕소 시비수준간 차이는 상대  
적으로 적었다. 총 수량에서 B<sub>0</sub>, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub> 수준간

에는 경미한 수량차이를 보였으며 有意性이  
없었는데 이는 orchardgrass의 B 요구도가 낮은  
특성과 연관된 것으로 생각되었다. 반면에 붕  
소과다 처리구(B<sub>3</sub>, B<sub>4</sub>)의 收量 감소가 有意性  
이 있게 뚜렷하였다.

White clover의 收量은 B<sub>2</sub> 처리구에서 높은  
수량성을 보였고, 3차 예취까지는 B<sub>0</sub> 처리구에  
비해서 수량증가폭이 다소 완만하였으나 후반  
기 예취기에는 더 큰 수량증가폭을 보였다. 이  
는 培地 자체의 붕소 함량의 감퇴에 따라서 B

Table 3. Yields of orchardgrass and white clover as influenced by the rates of boron applied (g/pot, DM basis)

Treatments (me B/pot)	Dry matter yields by cuts								
	1	2	3	4	5	6	1+2+3	4+5+6	1 to 6
Orchardgrass in a pure culture									
B <sub>0</sub> (0.0)	5.95	13.49	11.91	8.05	3.05	4.47	31.35	15.57	46.92
B <sub>1</sub> (0.2)	6.02	13.43	12.23	8.21	2.88	4.52	31.68	15.61	47.29
B <sub>2</sub> (2.0)	6.17	14.03	12.43	8.72	3.02	4.71	32.63	16.45	49.08
B <sub>3</sub> (6.0)	5.77	13.50	11.73	7.97	2.79	4.33	31.00	15.09	46.09
B <sub>4</sub> (15.0)	4.78	11.90	9.65	6.61	2.69	3.79	26.33	13.09	39.42
LSD(5%) <sup>1)</sup>	0.53	0.45	0.88	0.54	NS	NS	1.29	1.31	2.37
White clover in a pure culture									
B <sub>0</sub> (0.0)	6.37	12.93	7.66	6.95	3.78	4.40	26.96	15.13	42.09
B <sub>1</sub> (0.2)	6.21	13.15	8.60	6.95	4.38	4.52	27.96	15.85	43.81
B <sub>2</sub> (2.0)	5.73	12.96	8.41	7.44	7.24	6.00	27.10	20.68	47.78
B <sub>3</sub> (6.0)	5.69	12.53	8.37	6.89	4.46	4.72	26.59	16.07	42.66
B <sub>4</sub> (15.0)	3.82	11.39	7.49	5.46	3.82	3.76	22.70	13.04	35.74
LSD(5%)	0.53	NS	NS	1.21	1.29	0.99	2.66	2.40	4.28
Orchardgrass + white clover in a mixed culture									
B <sub>0</sub> (0.0)	7.02	14.37	12.02	7.90	3.72	4.81	33.41	16.42	49.83
B <sub>1</sub> (0.2)	6.78	13.91	11.46	8.26	3.73	4.86	32.15	16.85	49.00
B <sub>2</sub> (2.0)	6.83	14.25	11.74	8.30	4.30	5.17	32.82	17.77	50.59
B <sub>3</sub> (6.0)	6.35	12.94	10.74	7.78	3.46	4.80	30.03	16.04	46.07
B <sub>4</sub> (15.0)	4.98	11.54	9.24	7.11	2.97	3.97	25.76	14.05	39.81
LSD(5%)	0.62	0.65	1.41	0.59	0.75	NS	1.81	1.53	2.52

<sup>1)</sup> NS; not significant.

Table 4. Yields and yield components of orchardgrass and white clover in a mixed culture as influenced by the rates of boron applied

(g/pot, DM basis)

Treatments (me B/pot)	Dry matter yields by cuts								
	1	2	3	4	5	6	1+2+3	4+5+6	1 to 6
Orchardgrass									
B <sub>0</sub> (0.0)	3.84	8.18	8.84	6.57	2.93	3.72	20.86	13.22	34.08
B <sub>1</sub> (0.2)	3.66	8.37	8.80	6.67	2.71	3.74	20.83	13.12	33.95
B <sub>2</sub> (2.0)	4.01	8.66	9.34	7.04	3.16	3.81	22.01	14.01	36.02
B <sub>3</sub> (6.0)	3.59	7.78	8.28	6.58	2.67	3.60	19.65	12.85	32.50
B <sub>4</sub> (15.0)	3.19	7.35	7.46	6.20	2.43	3.29	18.00	11.92	29.92
LSD(5%) <sup>1)</sup>	0.51	NS	NS	NS	0.33	NS	NS	1.11	3.53
White clover									
B <sub>0</sub> (0.0)	3.18	6.19	3.18	1.08	0.79	1.09	12.55	2.96	15.51
B <sub>1</sub> (0.2)	3.12	5.54	2.67	1.59	1.02	1.12	11.33	3.73	15.06
B <sub>2</sub> (2.0)	2.83	5.59	2.41	1.26	1.14	1.37	10.83	3.77	14.60
B <sub>3</sub> (6.0)	2.75	5.17	2.46	1.20	0.79	0.95	10.38	2.94	13.32
B <sub>4</sub> (15.0)	1.79	4.19	1.79	0.91	0.53	0.68	7.77	2.12	9.89
LSD(5%)	0.70	1.11	NS	NS	NS	NS	2.35	NS	3.01

<sup>1)</sup> NS; not significant.

시비효과가 더 뚜렷한 것으로 생각되었다. 총 수량에서 각 붕소 시비수준별 유의성 있는 수량차이를 보였다. 특히 追肥를 하지 않고 재배된 5차 예취시의 B<sub>2</sub> 시비구의 收量 증가는 가장 높았으며 B<sub>0</sub> 시비구에 비해서 거의 두 배 정도에 달하였다.

이는 white clover에서 追肥(특히 N)의 시비 유무에 따라서 붕소의 시비효과에 차이가 있고, 無追肥시(특히 N)에는 B의 적정시비(B<sub>2</sub>)의 효과가 追肥시보다는 수량성 향상에 더 큰 영향을 준 것으로 생각되었다. 즉 대조구에 비해서 붕소의 시비효과는 追肥 조건에서 보다 無追肥 조건(특히 N)에서 더 크게 나타났다. 반면에 orchardgrass의 경우는 追肥의 질소 의존도가 높고 無追肥로 인한 N-결핍으로 B 효과를 인지할 수 없었다. 이러한 처리별 특성은 통계적으로 有意성을 인정할 수 있었다.

나. 混播栽培에서 草種별 및 총 건물수량

追肥(특히 N)로 orchardgrass의 왕성한 생육에 의한 경쟁력 향상으로 white clover는 경시적으로 생육이 열세하여 가는 특성을 보였다. 이러한 특성은 單播栽培에서는 관측되지 않았다. 이러한 영향으로 white clover의 경우 單播 및 混播栽培 조건간에 붕소의 시비효과가 차이를 보였다.

두 草種의 합계수량은 예취 회수가 진행되어 감에 따라서 white clover의 열세로 構成草種 중 orchardgrass의 수량성에 크게 영향을 받았다. B<sub>0</sub>, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub> 처리수준간에는 수량차이가 경미하였으며, 반면에 붕소과다구인 B<sub>3</sub>, B<sub>4</sub> 처리구에서는 유의성 있는 수량감소를 보였다. orchardgrass의 높은 植生構成比率 형성으로 單播栽培의 orchardgrass 수량성 특성 변화와 비

슷한 경향을 보였다. 그러나 追肥 없이 재배된 5차 예취의 수량성에서는 B<sub>2</sub> 처리구에서 두 草種 공히 수량증가가 높았다. 반면에 單播栽培에서는 orchardgrass 수량 향상을 볼 수 없었다. 이는 混播栽培에서 追肥의 경우 붕소 시비효과와 N-시비간 상관관계가 있었고, 이를 고려할 때 混播栽培에서 N-追肥와 붕소 시비의 조절로 총 牧草收量の 향상과 더불어 양호한/적합한 植生構成比率을 이룰 수 있을 것으로 생각되었다.

混播栽培에서 white clover의 쇠퇴는 追肥(특히 질소)에 의한 것으로 이는 많은 보고(Mout and Walker, 1959; Carter and Scholl, 1962; Kresge, 1964; MacLeod, 1965a,b; Templeton and Taylor, 1966)와 같은 경향이였다. 이에 따라서 混播草地의 수량은 禾本科 牧草의 수량구성비에 좌우된다고 한 보고(Carter and Scoll, 1962; Barbier, 1964)와 같은 경향을 보였다.

Orchardgrass의 수량 변화 특성은 無追肥의 5차 예취 收量を 제외하고는 單播栽培시 조건과 비슷한 경향을 보였고, 5차 예취시에는 B<sub>2</sub> 처리구에서 다른 처리구보다 뚜렷한 수량의 증가를 볼 수 있었으나 單播栽培에서는 볼 수 없었다. 이는 상술한 바와 같이 N-追肥가 없을 경우 單播에서는 N-결핍이 초래되었으나 混播에서는 white clover의 영향으로 N-공급 등에 따른 유리한 생육조건으로 다소 수량성이 높아진 것으로 생각되었다. 그러나 B<sub>2</sub> 처리구에서만 좋은 효과를 볼 수 있었던 것은 적합한 B 시비(B<sub>2</sub>)는 追肥(특히 N)에도 불구하고 荳科牧草 생육(특히 뿌리 및 근류; 1報)에 효과적이었음을 나타낸 것으로 보였다. 일반적으로 單播栽培의 경우와 같이 B<sub>2</sub> 시비구에서 높은 수량성을 보였고, 붕소 과다구에서는 수량감소가 뚜렷하였다. 그러나 B<sub>0</sub>, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub> 처리구 간에는 5차 예취를 제외하고는 수량차이가 뚜렷하지 않았다.

混播栽培에서 white clover의 수량성은 追肥(특히 N)에 의한 억압된 생육특성으로 수량에

미치는 붕소 시비효과가 單播栽培 조건에 비해서 상당히 감소되었다. 이러한 收量 향상에 대한 붕소의 시비효과는 미약하였지만 후반 생육기에서는 B<sub>2</sub> 처리구에서 수량향상을 볼 수 있었다. 붕소과다로 인한 수량감소 특성은 orchardgrass는 단파조건과 비슷하였지만 white clover는 단파재배 조건에 비해서 상대적으로 더 심했다.

다. 붕소의 시비수준이 牧草의 收量성에 미치는 고찰

두 草種의 收量성은 뿌리생성(1보) 특성과 밀접하게 연관되어 있었다. 대조구(B<sub>0</sub>)에 비해서 적합한 B-시비구(B<sub>2</sub>)의 收량은 예취 차수가 진행되어 감에 따라서 크게 차이를 보였다. 이는 培地 중 B-기본 함량이 감소됨에 따라서 시비붕소(B<sub>2</sub>)의 효과가 상대적으로 높아졌기 때문으로 생각되었다. 적합한 B-시비구(B<sub>2</sub>)에서는 無追肥시에 混播栽培의 orchardgrass 生育 및 收량이 單播栽培에서 보다 월등히 좋은 특성을 보였다. 이는 荳科牧草와 混播組合을 갖는 禾本科牧草에 대한 장점으로 N-공급, 기타 생장도움효과의 결과로 보였다. 그러나 붕소부족(B<sub>0</sub>, B<sub>1</sub>) 및 과다 시비구(B<sub>3</sub>, B<sub>4</sub>)에서는 부적합한 B 施肥로 인한 약한 뿌리생성과 追肥(특히 N)로 우세해진 orchardgrass의 높은 경합력으로 인한 white clover의 열세로 이러한 장점을 거의 볼 수 없었다.

放牧地에서 B-결핍은 荳科牧草의 收량이 크게 감소되며(Gupta, 1971). alfalfa-bluegrass 혼파에서 B-시비로 alfalfa의 상대수량(%)이 크게 높아진다고 하였다(Sears and Blaser, 1957). 이러한 보고에 비해서 본 시험에서는 두 草種 공히 동시에 收량이 증가하여 두 草種간 수량증수 차이는 경미함을 보였다.

그러나 無追肥(특히 N)시 적합한 B-시비구(B<sub>2</sub>)가 B-결핍 및 과다구에 비해서 white clover의 상대수량(%)이 크게 증가하는 것을 고려할

때 N-追肥의 조절과 적합한 B-시비로 white clover의 상대수량(%)을 混播栽培에서 크게 향상시킬 수 있다고 생각되었다. 禾本科-荳科牧草 混播栽培에서 荳科牧草의 생육 및 收量에 대해서는 N와 B 시비간에는 상호 交互作用 관계가 성립된다고 볼 수 있었다. 적합한 B-시비와 부적합한 B-시비(부족 및 과다)간의 white clover의 수량 차이는 追肥(특히 N) 施用시에는 收量의 차가 적고, 無追肥시에는 높은 차이를 보였다.

雙子葉 植物은 單子葉 植物보다 더 많은 硼소를 요구하는 특성(Sommer and Sorokin, 1928; Tanaka, 1967; Shorrocks, 1974)에 따라서 본 시험에서도 white clover가 orchardgrass보다 더 많은 含量을 확인할 수 있었고(III보), 이는 적정 B 시비구(B<sub>2</sub>)에서 white clover의 생육과 수량이 양호한 것과 연관된 특성 이었다.

White clover에서 B-결핍은 우선적으로 B-부족과 적정한 B-공급간에 牧草 중 B-含量에 큰 차이가 없이 수량감소로 補正되는 특성이 있고, 그 후에 20 $\mu$ g/g(乾物)의 B-含量에도 잠복성 B-결핍이 일어나며. 荳科牧草에 보통의 B-결핍 조건에서도 자주 결핍증상이 없이 성숙지연과 잎의 손실을 통하여 飼料品質의 저하를 초래한다는 보고(Griffith, 1974)와도 같이 B<sub>0</sub>, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub> 硼소 수준간 수량차이가 적었던 요인으로 생각되었다.

B-과다증상은 雙子葉 植物이 單子葉 植物보다 더 심하다(Shorrocks, 1974)는 보고와 비교할 때 본 시험의 두 草種간 이러한 차이는 생육상에서 전반기 예취에서만 관측되었고 또한 마지막 2회 예취시에는 전반기 예취시와는 반대로 orchardgrass의 B-과다증상이 white clover보다 더 심했다. 單播栽培에서 보다 混播栽培에서 追肥(특히 질소)로 인한 white clover의 競爭力 쇠퇴와 열세한 생육상/생육강도로 B-과다증상이 單播栽培시보다 더 심하게 나타났고 이는 수량성과 연관된 것으로 보였다.

많은 연구보고는 硼소가 뿌리생육에 중요한

역할을 한다고 하였다(Sommer and Sorokin 1928; Bussler, 1960a, 1960b; Neales, 1960; Coke and Wittington, 1968; Leece, 1978). 그리고 B가 根瘤菌의 필수원소임을 확인한 바 있으며(Gerretsen and Hoop, 1954), 植物은 地上部 뿐만 아니라 뿌리생육에도 지속적인 B 공급이 필요하다고 보고된 바 있다(Berger et al., 1957; Neales, 1960; Adams, 1978). 이러한 보고들은 본 시험결과의 생육상 특성과 부합된 경향이었고 이는 곧 수량성과 연관되었다.

많은 草地研究의 결과 N 追肥는 荳科의 뿌리, 根瘤 형성 및 N-고정에 부정적인 영향을 미친다고 하였다(Mout and Walker, 1959; Carter and Scholl, 1962; Kresge, 1964; MacLeod, 1965 a,b; Templeton and Taylor, 1966). 그러나 본 시험의 單播栽培에서는 N 追肥에도 불구하고 적합한 B-시비구(B<sub>2</sub>)에서는 white clover의 뿌리, 根瘤 생성이 다소 양호한 특성을 보였다. 반면에 硼소의 결핍 또는 과다 시비조건에서는 모든 경우 뿌리/根瘤 형성이 불량하였고, 追肥가 없던 5차 예취시에는 N-결핍증상이 나타났는데 이는 약한 뿌리/根瘤 형성과 N-고정이 매우 약한 능력에 기인된 것으로 보였고 이러한 특성은 white clover의 수량성과 연관되었다.

## 2. 混播栽培에서 두 草種의 植生比率 및 競合指數

混播栽培에서 連用된 追肥(특히 N)의 사용으로 orchardgrass의 生育이 매우 왕성하였고, 이의 영향으로 white clover는 반대로 열세한 생육을 보였다. 이러한 특성과 관련하여 orchardgrass의 植生比率 및 競合指數가 높아졌으며 white clover는 낮아졌다. MacLeod(1965a)은 상대적으로 높은 orchardgrass 경합지수를 alfalfa-grass 混播栽培에서 확인한 바 있다. 많은 植物은 각기 다른 養分 요구도와 多量 및 微量要素에 대한 서로 다른 의존성/민감성과, 그리고 양분의 결핍 및 시비 특성 등에 따라서

混播栽培에서 草種別 경합력이 변화된다고 하였다(Klapp, 1971).

표 5에서 보는바와 같이 무추비의 5차 예취시 orchardgrass의 경합지수가 크게 높아졌다. 이는 單播栽培에서 orchardgrass 收量性이 질소 부족으로 매우 빈약하였던데 비해서 混播에서는 상대적으로 white clover의 양분 도움효과 등에 따라 orchardgrass의 生育이 양호하였던 특성에 기인된 것으로 보였다.

표 6에서 보는 바와 같이 追肥가 없던 5차 예취시에 적합한 B-시비구(B<sub>2</sub>)에서 orchardgrass의 경합지수가 다른 처리구보다 가장 높았고 반면에 white clover는 가장 낮았다. 이는 混播栽培에서 적합한 B 시비는 混播 white clover의 生育을 양호하게 하였고 이에 따라 직, 간접적인 도움으로 결과적으로 orchardgrass의 生長에 도움을 주었기 때문이다. 또한 이 경우 white clover가 가장 낮은 경합지수를 보인 것은 비록 無追肥 조건에서 生育/수량성이 混播에서 양호하게 되었으나 상대적으로 단파재배

의 white clover가 더 높은 수량성을 보였기 때문이었다.

混播栽培에서 예취 회수가 진행되어 감에 따라서 orchardgrass의 食生/수량구성비율(乾物 기준)이 평균적으로 55%에서 75%로 상승하였고, white clover는 45%에서 25%로 감소되어 갔다. 붕소시비 수준별 植生/收量構成比率에 미치는 영향을 보면 B<sub>0</sub>에서 B<sub>3</sub> 처리구까지는 차이가 거의 없었으며 B<sub>4</sub> 처리구에서는 orchardgrass 비율이 더 높았다. 이는 混播栽培에서 B 파다에 대한 민감성이 orchardgrass보다 white clover가 더 높다는 것을 보여준 결과였다.

施肥, 예취 높이와 빈도, 수분관리와 같은 재배방법의 차이는 植生構成比率에 영향을 미치므로 적합한 食生구성비율을 조성/유지하는 것은 실제로 어렵다(Baylor, 1974). 그리고 양분 저장과 관련하여 草種간 적합한 예취 시기가 다르기 때문에 예취시기는 사료의 품질과 混播組合 파트너의 再生育 가능성에 영향을 미치므로 이와 연관되어 食生구성비율이 결정되기도

Table 5. Concurrence index<sup>1)</sup> of orchardgrass and white clover in a mixed culture by the cutting order under the additional fertilization, averaged over all treatments of boron, respectively

Forage	Cuts					
	1	2	3	4	5 <sup>2)</sup>	6
Orchardgrass	1.06	1.01	1.23	1.39	1.73	1.30
White clover	1.23	1.06	0.77	0.45	0.45	0.55

<sup>1)</sup> concurrence index=relative ratio of the yield in mixed/yield in pure culture.

<sup>2)</sup> 5th cut without application of additional fertilizers.

Table 6. Concurrence index<sup>1)</sup> of orchardgrass and white clover in a mixed culture as influenced by the rates of boron applied at 5th cut<sup>2)</sup>

Forage	Treatments (me B/pot)				
	B <sub>0</sub> (0.0)	B <sub>1</sub> (0.2)	B <sub>2</sub> (2.0)	B <sub>3</sub> (6.0)	B <sub>4</sub> (15.0)
Orchardgrass	1.60	1.57	1.75	1.60	1.51
White clover	0.52	0.58	0.39	0.44	0.35

<sup>1)</sup> concurrence index = relative ratio of the yield in mixed/yield in pure culture.

<sup>2)</sup> 5th cut without application of additional fertilizers.



한다(Fischbeck et al. 1975)는 보고 등을 고려할 때 본 시험 결과는 단편적인 특성일 수밖에 없는 것으로 생각되었다.

#### IV. 요약

Orchardgrass 및 white clover의 單播 및 混播栽培에서 微量元素 붕소(B)의 시비수준별 牧草의 가지적 생육상, 뿌리/근류 형성, 수량성, 영양성분/무기양분 및 草種간 경합지수 등에 미치는 영향을 구명하였다. 처리내용은 多量 및 微量元素 시비를 동일하게 한 조건에서 5 수준의 붕소 처리: 1) B<sub>0</sub>; 0.0, 2) B<sub>1</sub>; 0.2, 3) B<sub>2</sub>; 2.0, 4) B<sub>3</sub>; 6.0, 5) B<sub>4</sub>; 15.0me B/pot로 하였으며, glasshouse에서 pot시험으로 수행하였다. 본 II報에서는 牧草의 收量性 및 競合指數 특성 등에 미치는 영향을 검토하였다.

1. 적합한 붕소 시비(B<sub>2</sub>)는 牧草의 收量 향상에 기여했으며 붕소의 시비효과는 草種, 單播 및 混播, 追肥 및 예취 회수별 차이를 보였다. 수량증가에 미치는 붕소의 시비효과는 orchardgrass보다 white clover가 더 크게 영향을 받았다. 單播栽培의 white clover는 B<sub>2</sub> 처리구에서 후반 예취기에 상대적으로 더 큰 수량증가를 보였으며, 특히 追肥를 주지 않은 5차 예취기의 收量은 가장 수량 증가폭이 높았다.

2. 混播栽培에서의 총 收量은 追肥(특히 N)의 連用으로 white clover가 쇠퇴함에 따라서 orchardgrass의 收量성에 더 큰 영향을 받았다. 또한 white clover의 收量성에 미치는 붕소의 시비효과는 單播 조건과 차이를 보였고 상당히 경감되었다. 混播栽培에서 N 追肥와 붕소 施肥의 조절이 white clover의 收量 향상과 더불어 조화된 植生構成比率의 향상에 영향을 줄 수 있다는 것을 확인할 수 있었다.

3. 두 草種 공히 붕소과다로 인한 수량감소를 보였고 이 특성은 orchardgrass는 單, 混播 조건 모두 비슷한 경향을 보였지만 white clover는 單播 보다 混播에서 상대적으로 더

심했다.

4. 混播栽培에서 추비(특히 N) 시용으로 orchardgrass의 식생비율 및 경합지수가 높아졌고, white clover는 낮아졌다. orchardgrass의 식생비율은 예취 회수가 진행되어 감에 55%에서 75%로 상승하였고, white clover는 45%에서 25%로 감소되었다. 追肥(특히 N) 중단시에는 orchardgrass의 경합지수가 더 높아졌고, 또한 적합한 B-시비구(B<sub>2</sub>)에서 orchardgrass의 競合指數가 다른 처리구보다 더 높았으며 반면에 white clover는 가장 낮았다.

#### V. 인용 문헌

1. Adams, C.A. 1978. Boron as a plant nutrient. Chilean Nitrate Agricultural Service Information, No. 140. Nitrate of Chile Limited, Chile House, London.
2. Barbier, S. 1964. Einfluss der Stickstoffdüngung auf Ertrag, Artenzusammensetzung und Qualität einer Klee-Grassmischung im Gefassversuch. Z. f. Pflanzenernähr., Dueng. Bodenk. 107:32-40.
3. Baylor, J.E. 1974. Satisfying the nutritional requirements of grass-legume mixtures. In: Mays, D.A.(edit); Forage fertilization. ASA, CSSA, SSSA, Madison, Wis., USA, 171-185.
4. Berger, K.C., T. Heikkinnen, E. Jube. 1957. Boron deficiency, a cause of blank stalks and barren ears in corn, Soil Sci. Soc. Am. Proc. 21: 629-632.
5. Bussler, W. 1960a. Die Abhängigkeit der Wurzelbildung vom Bor bei Sonnenblumen. Z. f. Pflanzenernähr., Dueng., Bodenk. 91:1-14.
6. Bussler, W. 1960b. Die Bedeutung des Bors fuer die Wurzelbildung der Pflanzen. Z. f. Pflanzenernähr., Dueng., Bodenk. 92:57-62.
7. Carter, P., J.M. Scholl. 1962. Effectiveness of inorganic nitrogen as a replacement for legumes grown in association with forage grasses. I. Dry matter production and botanical composition. Agron. J. 54:161-165.
8. Coke, L., W.J. Wittington. 1968. The role of boron in plant growth. IV. Interrelationships

- between boron and Indol-3Yl-Acetic Acid in the metabolism of bean radicles. *J. Experiment. Botany.* 295-308.
9. Fischbeck, G., K.U. Heyland, N. Knauer. 1975. *Spezieller Pflanzenbau.* Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart. 225.
  10. Fleming, G.A. 1963. Distribution of major and trace elements in some common pasture species. *J. Sci. Food Agric.* 14:203-208.
  11. Gerretsen, F.C., H.D. Hoop. 1954. Boron, an essential micro-element for azotobacter chroococcum. *Plant and Soil.* 5:349-367.
  12. Griffith, W.K. 1974. Satisfying the nutritional requirements of established legumes. In: Mays, D.A.(edit.); *Forage Fertilization.* ASA, CSSA, SSSA, USA. 147-167.
  13. Gupta, U.C. 1971. Boron requirement of alfalfa, red clover, brussels sprouts and cauliflower grown under greenhouse conditions. *Soil Science* 112: 280-281.
  14. Jung, G.A., B.S. Baker. 1973. Forage grasses and legumes-orchardgrass. In: Heath and Barnes: *Forages*, 3rd edit. The Iowa State Univ. Press, USA. 285-296.
  15. Klapp, E. 1971. *Wiesen und Weiden.* Verlag Paul Parley, Belin und Hamburg. 155-191.
  16. Kresge, C.B. 1964. Nitrogen fertilization of forage mixtures containing differential legume percentages. *Agron. J.* 56:325-328.
  17. Leece, D.R. 1978. Effects of boron on the physiological activity of zinc in maize. *Aust. J. Agric. Res.* 29:739-747.
  18. MacLeod, L.B. 1965a. Effect of nitrogen and potassium on the yield, botanical composition, and competition for nutrients in three alfalfa-grass associations. *Agron. J.* 57:129-134.
  19. MacLeod, L.B. 1965b. Effect of nitrogen and potassium on the yield, regrowth, and carbohydrate content of the storage organs of alfalfa and grasses. *Agron. J.* 57:345-350.
  20. Mouat, M.C.H., T.W. Walker. 1959. Competition for nutrients between grasses and white clover. I. Effect of grass species and nitrogen supply. *Plant and Soil* 11, 30-40.
  21. Neales, T.F. 1960. Some effects of boron on root growth. *Aust. J. Biol. Sci.* 13:232-248.
  22. Nieschlag, F. 1966. Versuche ueber den Einfluss einiger Spurenelemente auf die Leistung von Milchviehweiden. *Landw. Forschung.* 19:191-195.
  23. Sears, R.D., R.E. Blaser. 1957. How to grow alfalfa-orchardgrass mixture with phosphorous and potassium. *Better Crops Plant Food* 41:16-21. cit.: Mays(1974); *Forage fertilization.* ASA, CSSA, SSSA, Madison, Wis., USA, 184.
  24. Shorrocks, V.M. 1974. Boron deficiency - its prevention and cure. Borax Cobsolidated Limited, England. 1-55.
  25. Sommer, A.L., H. Sorokin. 1928. Effects of absence of boron and of some other essential elements on the cell and tissue structure of the root tips of *Pisum sativum*. *Plant Physiol.* 3:237-254.
  26. Tanaka, H. 1967. Boron adsorption by plant roots. *Plant and Soil.* 27:300-302.
  27. Templeton, W.C., T.H. Taylor. 1966. Some effect of nitrogen, phosphorous, and potassium fertilization on botanical cvomposition of a tall fescue-white clover sward. *Agron. J.* 58:569-571.
  28. Vielmeyer, H. P. 1967. Untersuchungen ueber den Einfluss der Mikronaerstoffe Eisen und Mangan auf den N-Stoffwechsel landwirtschaftlicher kulturpflanzen. Dt, Akad., Landw. -Wiss. Berlin, Diss. 71.
  29. Woelbier, W., M. Kirchgessener. 1957. Der Gehalt von einzelnen Graesern, Leguminosen und Kraeutern an Mengen- und Spurenelementen. *Landw. Forschung.* 10:240-251.