

인산 시용 및 예취관리가 알팔파의 질소고정과 사료가치에 미치는 영향

李孝遠 · 金昌護*

Effect of Phosphate Fertilization and Cutting Management on Nitrogen Fixation and Feeding Value of Alfalfa (*Medicago sativa* L.)

Hyo-won, Lee and Chang-ho, Kim*

Summary

The purpose of this research was to investigate the effect of P fertilization and cutting frequency without N fertilizer on nutritive value and nitrogen fixation activity of alfalfa. A field experiment was conducted on the experimental farm of Kongju National University at Yesan from 1994 to 1996. The experimental design was a split plot design with two P levels as main plot and two cutting frequencies as the sub-plot.

The results obtained are summarized as follows.

1. Available phosphate, exchangeable Ca and Na in the soil were slightly increased with P fertilizer and basal treatment of lime.
2. Average DM yield was 1.5 ton and 1.4 ton in second and third year. There was no significant difference within P level and cutting frequency.
3. The first cut showed highest CP value as cutting times increased the value tend to be lowered. Crude protein content in 3 and 4 cutting regimes were from 16.3 to 16.6%, 17.4 to 17.9% respectively, but no significant effect were found among the main and sub-plot.
4. ADF and NDF in 1995 were ranged from 38.2 to 39.9, 45.1 to 58.1% respectively. ADF was 2% more higher in 1996 compared to previous year and NDF was slightly higher in 1996. There was significant difference of ADF between main plot in 1995.
5. P, Ca, K and Mg of 200kg P level with 3 times cutting treatment in 1995 and 1996 were 0.32 and 0.23, 0.95 and 0.84, 3.24 and 2.87, and 0.36 and 0.26. Significant difference of K and Mg between cutting frequency was observed in 1995.
6. Nitrogen fixing activity of 400kg P fertilizer plots were higher than 200kg P level and 3 times cutting plot also showed higher acetylene reduction activity than that of 4 cutting per year. Phosphate level and cutting frequency treatment of did not significantly affect nitrogen fixation activity.

이 연구는 1994년도 한국학술진흥재단의 자유응모과제 연구비에 의한 결과임.

한국방송통신대학교(Korea National Open Univ., Seoul 110-790, Korea)

* 공주대학교 산업과학대학(College of Industrial Science, Kong-ju Univ., Yesan 340-800, Korea)

I. 緒 論

알팔파는 그 재배역사가 가장 오랜 작물로 재배되는 사료작물 중 단위면적당 TDN 생산은 옥수수 다음이고 조단백질 생산은 어느 사초보다 많다. 또한 가축이 필요로 하는 각종 영양소가 풍부할 뿐 아니라 균형있게 함유되어 있다(NRC, 1984). 또 기호성도 양호하여 청예, 건초, 그리고 사일리지용으로 이용할 수 있다.

알팔파가 가지고 있는 또 하나의 특징은 근류에 공생하는 根瘤菌에 의해 공중질소를 고정 이용할 수 있다는 점이다. 고정한 질소를 宿主植物에 공급할 뿐만 아니라 인접하여 자생하고 있는 화분과 목초가 이용하기도 한다. 이러한 작용을 통하여 土壤改良과 保畝를 동시에 할 수 있다.

이러한 여러 가지 이점에도 불구하고 양축농가가 알팔파 재배를 선호하지 않는 가장 큰 이유는 栽培 및 管理技術의 미숙에 있다 할 것이다.

국내의 알팔파 재배기술에 관한 연구는 크게 석회 및 根瘤菌 接種 및 磷酸施肥(金 等, 1969; 金 等, 1991; 閔, 1988; 金과 金, 1993)에 관한 내용이 주류를 이루고 있으며 그 밖에 알팔파-화분과 혼파초지에서 3要素施肥研究(朴 等, 1995; 朴 等, 1996¹²)가 최근에 이루어진 알팔파 연구의 주요업적이다. 그 밖에 厩素施用에 관한 연구(金 等, 1969)도 있다.

北美에서 알팔파는 가장 중요한 사료작물의 하나로 인식되고 있으며 따라서 이에 대한 다방면의 연구가 수행되었다. 刈取管理試驗의 예로 연간 3회 예취를 기본으로 하는 방식에 신품종인 오네이다R과 사략R에 재배했을 때 연구결과가 보고된 바 있다(Vaughn 等, 1990). 미국의 북중양과 북동향주에서 9월초 3회 예취하는 것이 가장 일반적인 예취관리였으나 시험결과 9월 중순 또는 10월 초순에 마지막 예취하는 것도 수량이나 지속성에 있어서 아무런 영향이 없음을 보고한 바 있다(Tesar과 Yager, 1985). 그 밖에 칼리, 灌溉 및 刈取處理가 상호 어떤 관련을 맺고 있는지에 관한 보고도 있으며(Sheaffer 等, 1986) 또 전년도 알팔파 재배가 차년도 옥수수 수량에 어떤 영향을 미치는가에 대한 시험(Hesterman 等,

1986)이 있었다. 알팔파의 질소고정에 관한 연구는 세계 각지에서 많이 행해졌으나 우리 나라는 비교적 근자에 이러한 연구가 이루어졌다. 同位元素를 이용한 실험에서 두과작물에서 질소고정량은 alfalfa > red clover > birdsfoot trefoil 순이라고 보고된 바도 있으며(金, 1983). 그 밖에 磷酸과 石灰施用時 아세틸렌 환원법에 의한 측정결과(崔, 1991)도 보고되었다. 또 인산시비 수준을 달리했을 때 생육초기의 질소고정 측정에 관한 연구결과도 발표되었다(金과 李, 1996). 그 밖에 클로버에서 질소시비 수준을 달리했을 때 유식물 및 성장한 경우 질소 고정능에 어떤 변화가 있었는지에 대한 실험결과도 이미 보고되었다(李와 金, 1993; 李와 金, 1995).

알팔파를 예취했을 때의 아세틸렌 還元能은 어떻게 변하는가에 대한 연구도 있었는데 24시간 이내에는 비예취구의 88% 수준에 지나지 않았고 18일째에 가서야 對照區와 유사한 수준으로 회복하였다는 연구결과도 있다(Carrol 等, 1979).

알팔파가 고정하는 질소량은 다양하나 한 연구에 의하면 연간 160~177kg/ha였고 4년간의 실험기간 중 최고 224kg/ha까지 고정하였다고 한다(Hiechel 等, 1984). 한편 알라스카에서 실시한 시험에 의하면 알팔파 58kg, 레드클로버 121kg, 스위트클로버 109kg, 화바콩 204kg, 렌즈콩 72kg, 완두 121kg, 루핀 162kg/ha를 고정하였는데 석회는 일반적으로 N₂ 고정에 유의적으로 영향을 미치지 않았다(Sparrow 等, 1995).

위와 같은 국내외의 다양한 실험결과에도 불구하고 대부분의 연구가 단편적 또는 1년간의 연구에만 한정되었을 뿐이며 磷酸施用과 수량과의 관계, 질소고정 나아가서 예취관리와 그리고 영양조성에 관한 연구는 전무한 편이다. 따라서 본 연구는 인산과 예취관리가 질소고정과 수량 品質 그리고 질소고정능에 어떤 영향을 미치는가를 규명하기 위하여 실시하였다.

II. 材料 및 方法

본 실험은 1994년 9월부터 1996년 10월까지 공주

대학교 산업과학대학 부속농장내에 있는 사료작물 시험포장에서 수행되었다. 공시품종은 파이오니어 5444(Pionner 5444)로 ha당 20kg을 파종하였다. 시험구 처리는 分割區配置法으로 主區로서는 인산시비 수준을 200 및 400kg/ha로 하였고 細區는 예취처리로 연 3회 및 연 4회로 하였다.

시비는 窒素는 파종시만 50kg/ha를 칼리는 연간 200kg/ha를 시용하되 기비로 50kg/ha를 나머지는 매 예취시마다 동일량을 나누어 시비하였다. 15kg/ha를 파종시에, 근부균 접종은 土壤接種을 실시하였다. 각 시험구의 면적은 2.5m×5m(10m²)로 하였고 수확은 처리에 따라 연 3회 또는 4회를 하여 ha당 수량으로 환산하였다. 목초의 乾物收量은 생초를 칭량한 후 건조기에 넣고 75℃에서 72시간 건조시킨 후 건물비를 환산하여 계산하였다.

건조시료는 Wiley mill로 분쇄하였으며 ADF와 NDF는 Goering과 Vansoest(1970), 질소 함량은 Kjeldahl법(AOAC, 1970)으로 하였고 무기물 함량은 NIRS로 하였다.

질소고정측정을 위하여 별도의 실험구를 설치하여 직경 10cm, 길이 50cm 무저포트를 설치하였으나 이듬 해 이를 파내는 데 문제가 있었을 뿐 아니라 각 포트에 골고루 파종되지 않아 직경 10cm, 길이 40cm의 토양채취기를 이용하여 질소고정능 측정 시료로 이용하였다. 그리고 이 때 같은 크기의 환원병에 채취한 시료를 넣고 밀봉한 후 10%의 공기를 빼고 여기에 같은 양의 아세틸렌을 주입하여 2시간 동안 숙성시켰다. 숙성 후 환원병에서 10ml의 공기를 뽑아 진공관인 Vacutainer(Brand Evascuated Blood Collection Tubes, Becton Dickinson, U.S.A.)에 넣어 보관하였다. 이 개스는 Hydrogen ionization detector가 장착된 GC(Hewlett 5890 packard Series II)를 이용하여 분석하였다.

III. 結果 및 考察

시험전과 시험종료시의 토양성분은 <표 1>에서 보는 바와 같다.

Table 1. Chemical properties of soil at the experimental field before and after trial.

	시비량 (kg/ha)	pH (1.5)	OM (%)	Available P ₂ O ₅ (ppm)	Exchangeable(me/100g)				Soil texture
					K	Ca	Mg	Na	
Before (1994)	0	6.59	0.80	70.0	0.19	4.90	1.50	0.08	Loam
After (1996)	200kg	6.59	0.80	89.1	0.20	5.23	1.50	0.21	Loam
	400kg	6.59	0.89	102.4	0.29	5.23	1.53	0.24	Loam

이 표에서 알 수 있는 바와 같이 산도 및 기타 성분은 크게 변화가 없으나 인산 400kg 시용구에서 유기물의 함량이 약간 증가하였음을 알 수 있으며 특히 인산을 증시함에 따라 처리구의 유효 인산함량이 최초의 70.0에서 200kg 시용구에서는 89.1 그리고 400kg 시용구에서는 102ppm으로 크게 높아졌음을 알 수 있다.

이와 같은 磷酸含量의 증가는 이 성분이 쉽게 용탈되거나 휘발되는 성분이 아니고 토양에서 이동이 적다는 점을(李와 林, 1983) 잘 반영한 결과라 생각

된다. 기타 성분에 있어서도 시험전 토양보다 증가한 것으로 나타났는데 특히 Ca가 그러한데 이는 시험개시전에 ha당 10톤을 시용하였다. 기타 Na도 0.08에서 0.21 및 0.24로 증가하였는데 이는 磷酸과 石灰의 시용 때문으로 생각된다.

각종 처리에 따른 알팔파의 草長은 <그림 1>에 제시하였다. 여기에서 볼 수 있는 것은 인산을 증시함에 따라 더 키가 커졌는데 이러한 차이는 평균적으로 400kg, 3회 예취구에서 약 8cm 그리고 400kg, 4회 처리구에서 4cm가 커졌다. '95년의 93cm 및 '96년의

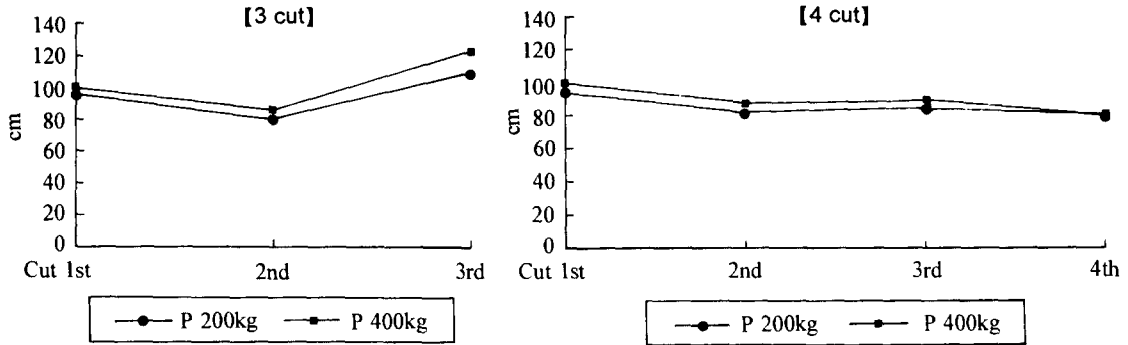


Fig. 1. Plant height at two phosphate levels and three, four cutting frequency (2 year mean).

99cm는 다른 보고(崔, 1991) 보다는 높은 값이며朴 등의 研究結果(朴 等, 1995, 1996^{ab}) 보다는 더 컸다. 통계적 유의성을 보면 磷酸 및 刈取回數間에서 각각 0.5% 수준에서 차이가 인정되었다. 다른 연구자들의 결과보다 본 실험의 결과가 더 높았던 것은 崔는 포

트시험을 그리고 朴 等은 알팔파-화분과 혼파초지로 본 실험과는 圃場條件이 다르기 때문에 나타난 결과로 생각된다.

磷酸水準 및 刈取頻度를 달리함에 따른 乾物收量의 차이는 <표 2>에서 보는 바와 같다.

Table 2. Effect of cutting frequency and phosphate level on dry matter yield of alfalfa.

P level (kg/ha)	Cutting frequency	Yield (kg/ha)		Average
		1995	1996	
200	3	15,612	15,105	15,359
	4	15,919	13,436	14,678
400	3	14,992	13,943	14,468
	4	16,529	13,557	14,043
LSD				
	P level	NS	NS	NS
	Cut. frequency	NS	NS	NS
	P × C	NS	NS	NS

위 표에서 알 수 있는 것은 인산 400kg에 4회 예취한 것이 두 번째 해에 16.5톤으로 가장 많았고 그 다음이 같은 해에 200kg P에 4회 예취한 구가 15.9톤이라는 것을 알 수 있다. 그리고 그 다음은 200kg 3회 刈取區 그리고 가장 적은 수량을 나타낸 것은 400kg을 사용하고 3회 예취한 구에서 14.9톤의 收量을 나타내었다. 파종 후 3년째 해에는 200kg에 3회 예취한 처리에서 15.1톤을 나타내었고 나머지는 13톤 정도의 건물수량으로 비슷한 양상을 보였다. 2

년 평균성적은 200kg 시용에 3회 예취한 구에서 15.3톤으로 가장 수량이 많았으며 나머지 처리는 비슷한 결과였다. 본 실험을 통해서 알 수 있는 것은 파종 3년차의 수량이 급격히 저하한다는 점이다. 처리간 統計的 有意性은 확인되지 않았으나 년차간에는 유의적으로 乾物收量의 차이가 확인되었다.

본 시험의 결과는 다른 연구자들의 試驗成績보다 수량이 약간 많은 편이었다. 그 이유는 試驗圃場이 새로 객토한 토양이고 또한 물빠짐이 좋을 뿐 아니

라 10톤의 石灰施用으로 산도가 6.8 정도로 알팔파 생육에 좋은 토양조건을 갖추었기 때문에 사료된다.

金等(1991)에 의하면 石灰, 厩肥 그리고 根瘤菌 接種劑를 단독 또는 복합적으로 처리했을 때 가장 많은 수량을 나타낸 복합처리구에서 13.5톤의 乾物 收量を 보이는 것으로 나타났다. 또 유황원으로 石膏를 사용했을 때 13.3톤, 13.9톤의 수량을 보고한 바 있다(尹等, 1990). 한편 각종 지표처리를 하였을 때 파종 이듬 해에 耕耘區에서 약 10.1톤의 수량을 보고한 바도 있다(李等, 1991). 또 金과 金(1990)은 대관령 지방에서 약 12톤의 수량을 나타냈다는 보고도 있다. 알팔파 초지에서 수량을 높이기 위해서는 자주 刈取할수록 더 많은 K의 사용이 필요한 것

로 나타났다(Sheaffer 등, 1986).

본 시험에서 두 磷酸水準間에 건물수량에 대한 통계적 유의성이 없었던 것은 鄭等(1992)의 실험결과를 반영한 것으로 생각된다. 즉 그들은 多年生 植物은 P의 土壤還元比率이 적고 생체 중 많은 P를 저장하여 다음 세대에 저장 P를 양도하여 저P 환경하에서도 P가 제한인자가 되기 어렵다고 하였다. 그러나 다른 주장도 있는데 無施用區에 비하여 磷酸을 사용한 구가 169%의 수량 증가를 가져와 증수에 결정적인 역할을 하였다고 한다(朴等, 1993). 알팔파-화분과 초지에서 인산수준을 0kg에서 150kg으로 증가시켰을 때, 91년은 11.7톤 그리고 '92년에는 9.8톤으로 감소하였다고 하여 그 감소폭은 본 실험의 결과와 유사하였다(朴等, 1996).

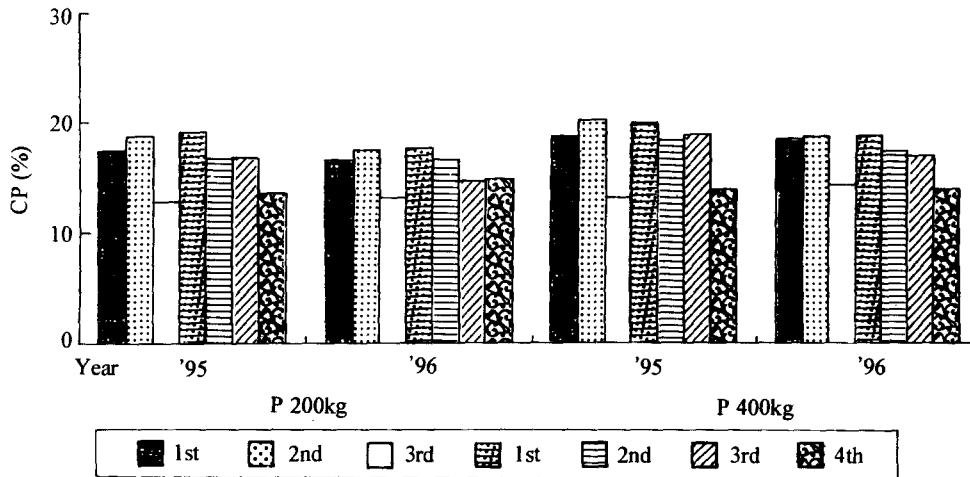


Fig. 2. Effects of P level and cutting frequency on CP content.

처리에 따른 粗蛋白質 含量의 변화는 <그림 2>에서 보는 바와 같다. '95년 200kg 시용구에 년 3회 및 4회 刈取區가 16.3% 및 16.6%였던 반면 400kg, 3회 및 4회에서는 17.4 및 17.9%를 나타내었다. '96년에는 200kg 시용구에서 3회 및 4회를 刈취했을 때 15.8% 및 17.4%를 그리고 400kg에서 3회 및 4회를 刈취했을 때 17% 내외의 단백질 함량을 나타내었다. 2개년을 비교해 볼 때 200kg 보다는 400kg구가 조단백질의 함량이 높았다. 전체적으로 1차 및 2차 刈취시에 약 18%의 조단백질을 보인 반면 3차 및 4차에서

는 13%대의 粗蛋白質 함량을 보였다.

그러나 통계적으로는 磷酸水準, 刈取回數間에는 유의차가 나타나지 않았다. 본 실험의 결과는 1차 및 2차 刈취시에 20.9 및 20.1%의 조단백질 함량을 발표했던 閔(1988)의 결과와 유사했으나 3차 및 4차시의 성적은 훨씬 낮았다. 崔(1991)는 ha당 170kg 및 340kg의 磷酸을 사용했을 때 두 처리간에는 통계적 유의차가 없었다고 하였다. 또한 본 시험의 결과는 1차에 17.3%의 조단백 그리고 2차와 3차에 13 및 14.9%의 조단백질 함량을 보고했던 金等(1991)의

Table 3. Effects of phosphate application and cutting frequency on the mineral content of alfalfa.

인 산 (kg/ha)	미량광물질 예취회수	P		Ca		K		Mg	
		'95	'96	'95	'96	'95	'96	'95	'96
200	3회예취	0.32	0.23	0.95	0.84	3.24	2.87	0.36	0.26
	4회예취	0.32	0.23	0.94	0.85	3.54	3.05	0.37	0.26
400	3회예취	0.33	0.23	0.95	0.85	3.29	2.99	0.36	0.27
	4회예취	0.33	0.24	0.94	0.88	3.61	3.05	0.37	0.27
LSD	P level	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
	Cut frequency	NS	NS	NS	NS	0.1929	NS	0.0115	NS
	P × C	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

결과와 유사하였다.

〈표 3〉은 인산과 예취회수를 달리했을 때 미량광물질의 함량을 나타낸 것이다. '95년과 '96년도에 인 200kg 시용과 3회 예취했을 때의 P, Ca, K 그리고 Mg 함량은 각각 0.32와 0.23, 0.95와 0.84, 0.95와 0.84, 3.24와 2.87 그리고 0.36과 0.26%였다. 대체적인 경향은 試驗 二年次에 비하여 三年次가 함량이 낮았다. 이들의 통계적 유의성은 '95년도 성적에서 칼륨과 마그네슘에서 採取回數 사이에서 나타났다.

본 시험의 성적은 목초지에서 200kg의 인을 사용했을 때 P 0.31, K 3.33, Ca 0.58, Mg 0.23을 보고했던 朴 等(1994)의 研究結果와 유사한 경향이었으나

본 시험의 分析値는 Fink(1982)가 발표한 적정 磷 含量이라고 한 2.0~3.0% 범위를 벗어나는 것이었다. 제주도에서 목초의 무기물 함량 변화를 연구했던 高 (1992)의 보고에 따르면 200kg의 인을 사용했을 때 라디노클로버에서 P는 0.228, Ca는 1.44 그리고 Mg는 0.60이라는 성적을 발표한 바가 있다.

處理別 窒素固定能의 변화는 〈그림 3〉에서 보는 바와 같다. 본 결과는 다양한 양태를 나타내는 것이 특징인데 '95년도에 있어서 대체로 200kg 시용구보다는 400kg 시용구가 더 많은 窒素固定能力을 가지고 있다는 점이다. 또 4회 예취구보다는 3회 예취구가 그 값이 높다는 것을 알 수 있다. 처리간에는 어

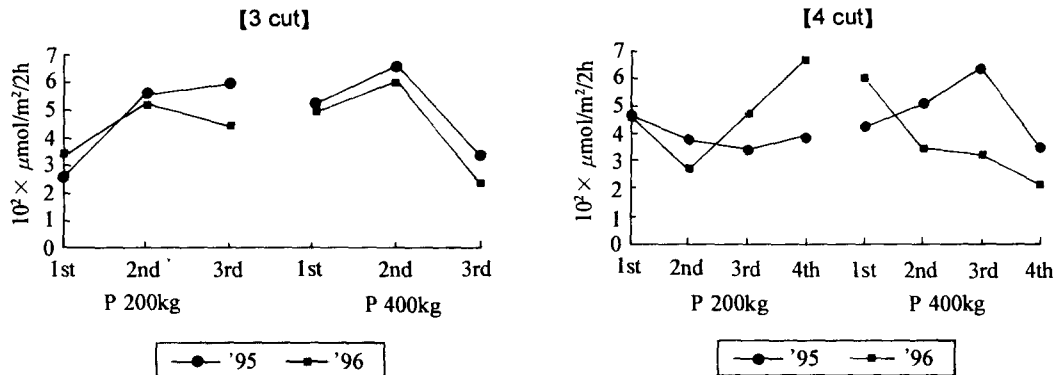


Fig. 3. Effect of phosphate application and cutting on seasonal changes of acetylene reduction activity in alfalfa pasture.

면 통계적 유의성도 발견할 수 없었다. 窒素固定量은 최저 $2.18 \times 10^2 \mu\text{mol/m}^2/2\text{h}$ 에서 6.72 범위였다. 대체로 제2회 예취시인 6월 말에 가장 높은 窒素固定活力을 나타내었다.

이러한 양은 菅原和夫와 伊健(1995)가 荳科草地에서 발표한 성적인 $10^4 \mu\text{mol/h.m}$ 보다는 적은 양이었다. 金과 李(1996)도 같은 알팔파 초지에서 초년도에 조사시기에 따라 활력의 변이가 있음을 발표하바 있다. Sparrow 등(1995)은 알팔파에는 개화기에 질소고정활력이 최고에 달했으며 한편 완두에서는 파종 후 60일경 최고의 還元力を 나타내었다고 하였다. 다른 학자에 의하면 수확 후 알팔파가 다시 나이트로게나제 활력을 회복하는 것은 10~21일 사이라고 하였다(Cralle와 Heichel, 1981).

IV. 摘 要

본 試驗은 질소 무이용상태에서 알팔파를 재배할 때 磷酸施用水準과 刈取回數가 飼料 價値 및 窒素固定活力에 어떤 영향을 미치는가를 규명하기 위하여 실시하였다. 圃場試驗은 1994년부터 1996년까지 예산에 위치한 公州大學校 實習圃場에서 수행되었다. 시험설계는 분할구 배치법으로 主區는 磷酸水準, 細區는 刈取回數였다. 얻어진 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 기비로 사용한 石灰와 磷酸施肥處理로 인하여 토양중의 인, Ca 그리고 Na의 함량이 증가하였다.

2. 平均乾物收量은 2년차에 1.5톤 내외 3년차에는 14톤 전후의 수량을 얻었으나 인산수준간 그리고 예취회수간에 통계적 유의차는 없었다.

3. 粗蛋白質 含量은 1차는 높고 그 후 예취회수를 증가시키에 따라 감소하는 경향이였다. 3회 예취구가 평균 16.3~16.6%, 4회 예취구는 17.4~17.9% 범위였으나 주구와 세구 사이에 처리간 어떤 유의적인 효과도 없었다.

4. 1995년에 ADF는 38.2~39.9%, 그리고 NDF는 45.1~58.1%를 나타내었다. 1996년에는 1995년에 비하여 ADF가 약 2% 높았고 NDF 역시 약간 높은 값을 나타내었다. 1995년도에 있어서 ADF만이 磷酸水

準間에 유의적 차이가 있었다.

5. 1995년과 1996년에 인산 200kg를 사용하고 연 3회 刈取했을 때 P, Ca, K 그리고 Mg의 함량은 각각 0.32와 0.23, 0.95와 0.84, 3.24와 2.87 그리고 0.36과 0.26%였다. 이들의 통계적 유의성은 1995년도 성적에서 칼륨과 마그네슘에서 예취회수를 달리한 처리에서 나타났다.

6. 질소고정활력은 400kg 施用區가 200kg구 보다 높았고 3회 刈取區가 4회 刈取區보다 높았다. 處理間 유의성은 없었다.

V. 引用文獻

1. 高瑞逢. 1992. 濟州 火山灰土壤에 石灰 및 磷酸施用이 牧草의 無機成分 含量에 미치는 影響. 韓草誌 12(3):138-144.
2. 金東岩, 金吉洙, 朴天緒. 1969. Alfalfa의 栽培에 關한 研究. 硼素의 施用이 Alfalfa의 生育 및 收量에 미치는 影響. 農試年報 12:75-82.
3. 金武成. 1983. 重窒素를 使用한 荳科飼料作物의 窒素固定量 測定에 關한 研究. J. Korean Soc. Soil Sci. Fert. 16(1):51-55.
4. 金昌護, 李孝遠. 1996. 磷酸施肥水準이 알팔파 (*Medicago sativa* L.)의 播種初年度 生育, 粗蛋白質 含量 및 窒素固定能에 미치는 影響. 韓草誌 16(2):113-120.
5. 金昌柱, 金炳完. 1990. 大關嶺地域에 있어서 alfalfa 생산에 關한 研究. 1. 硼素 및 石灰施用이 alfalfa의 生育 및 收量에 미치는 影響. 韓畜誌 32(6):345-355.
6. 金熙敬, 金東岩, 曹武煥. 1991. Alfalfa의 栽培에 關한 研究. 1. 石灰 및 廐肥의 施用과 根瘤菌接種이 初期生育, 뿌리혹 形成 및 乾物收量에 미치는 影響. 韓草誌 11(3):145-152.
7. 閔斗泓. 1988. 石灰施用 및 種子被覆이 알팔파 (*Medicago sativa* L.)의 初期生育, 收量 및 飼料價値와 土壤의 理化學의 特性에 미치는 影響. 서울 大學校 大學院 碩士學位論文.
8. 朴根濟, 金英鎮, 崔基準, 李弼相. 1996. Alfalfa-Grass 混播草地에 대한 3要素施肥 研究. II. 磷酸 質肥料의 施用水準이 alfalfa-grass 混播草地의 乾

- 物 및 養分收量에 미치는 影響. 韓草誌 16(1):47-52.
9. 朴根濟, 金英鎮, 崔基準, 李弼相. 1996. Alfalfa-Grass 混播草地에 대한 3要素施肥 研究. III. 加里質 肥料의 施用水準이 alfalfa-grass 混播草地의 乾物 및 養分收量에 미치는 影響. 韓草誌 16(2):122-126.
 10. 朴根濟, 金英鎮, 崔基準, 李弼相. 1995. Alfalfa-Grass 混播草地에 대한 3要素施肥 研究. I. 窒素質 肥料의 施用水準이 alfalfa-grass 混播草地의 乾物 및 養分數量에 미치는 影響. 韓草誌 13(3):169-174.
 11. 朴根濟, 崔基準, 李弼相. 1994. 草地에 대한 磷酸質 肥料의 施用에 關한 研究. IV. 磷酸質 肥料의 施用水準이 牧草의 植生構成과 無機物 含量 및 土壤化學 成分에 미치는 影響. 韓草誌 14(3):223-229.
 12. 朴根濟, 崔基準, 李弼相. 1994. 草地에 대한 磷酸質 肥料의 施用에 關한 研究. I. 草地造成 및 管理時에 磷酸質肥料의 施用이 牧草의 收量 및 에 너지 蓄積에 미치는 影響. 韓草誌 13(2):94-104.
 13. 尹淳康, 宋基雄, 金在圭. 1990. 적고시용이 Orchardgrass(*Dactylis glomerata* L.)와 Alfalfa (*Medicago sativa* L.)의 養分吸水 및 乾物數量에 미치는 影響. 韓草誌 10(3):141-146.
 14. 李種京, 徐 成, 金河種. 1991. 걸뿌림 및 다른 播種方法들이 Alfalfa의 生育과 收量 및 粗蛋白質 生産量에 미치는 影響. 韓草誌 11(2):84-89.
 15. 李春寧, 林善旭. 1983. 土壤肥料. 215-220. 韓國放送通信大學 出版部.
 16. 李孝遠. 1995. 窒素施用 水準이 牧草의 生育初期 成長 및 窒素固定에 미치는 影響. 韓國放送通信 大學校 論文集 19:359-368.
 17. 李孝遠. 1993. 荳科牧草의 窒素固定에 關한 研究. I. 窒素施肥 水準이 라디노 클로버의 窒素固定 및 生長에 미치는 影響. 韓草誌 13(1):16-22.
 18. 崔基春. 1991. 石灰와 磷酸施用이 알팔파의 生長, 窒素固定 및 炭水化物 含量에 미치는 影響. 全南大學校 大學院 碩士學位 論文.
 19. 金熙敬, 金東岩, 曹武煥. 1991. Alfalfa 栽培에 關한 研究. II. 石灰 및 厩肥의 施用과 根瘤菌 接種이 初期生育, 뿌리혹 形成 및 乾物生産에 미치는 影響. 韓草誌 11(3):145-152.
 20. 菅原和夫, 伊 健. 1995. 現地測定によるシロクロバ(*Trifolium repens* L.). 오-치-도글라스 (*Dactylis glomerata* L.)草地의 窒素固定活性의 季節變動. 日草誌 41(1):67-70.
 21. Cralle Harry T., Gray, and H. Heichel. 1981. Nitrogen fixation and vegetative growth of alfalfa and birdsfoot trefoil after successive harvests or floral debudding. *Plant. Physiol.* 67:898-905.
 22. Feeding standard. NRC 미국-캐나다 사양표준 >1982. National academy press. Washington DC.
 23. Fink, A. 1982. Pflanzenernaehrung in stichworten. Verlag Ferdinand Hirt, Kiel. 80-90.
 24. Hesterman, O.B., C.C. Sheaffer, D.K. Barnes, W.E. Lueschen, and J.H. Ford. 1986. Alfalfa dry matter and nitrogen production and fertilizer nitrogen response. *Agron. J.* 78:19-23.
 25. Heichel, C.G., D.K. Baner, C.P. Vance, and K.I. Henjum. 1984. Dinitrogen fixation and N and dry matter partitioning during four year stand. *Crop Sci.* 24:811-815.
 26. National Research Council(NRC). 1984. Nutrient requirements of beef cattle. 6th ed. National Academy of Science.
 27. Sheaffer, C.D., M.P. Russelle, O.B. Hesterman, and R.E. Stucker. 1986. Alfalfa response to potassium, irrigation and harvest management. *Agron. J.* 78:464-468.
 28. Sparrow Stephen, D., Verlan L. Cochran, Elena, and B. Sparrow. 1995. Dinitrogen fixation by seven legume crops in Alaska. *Agron. J.* 87:34-41.
 29. Tesar, M.B., James, and L. Yager. 1985. Fall cutting of alfalfa in the north central U.S.A. *Agron. J.* 77:774-778.
 30. Vance Carrol, P., Gray H. Heichel, Donald K. Teff, W. Bryan, Lois, and E. Johnson. 1979. Nitrogen fixation, nodule development of vegetative regrowth of alfalfa(*Medicago sativa* L.) following harvest. *Plant Physiol.* 64:1-8.
 31. Vaughn, D.K., D.R. Vinds, and C.C. Lowe. 1990. Nutritive value and forage yield of alfalfa synthetics under three harvest management system. *Crop Sci.* 30:699-703.