

# 刈取頻度 및 窒素施肥水準이 Reed Canarygrass의 貯藏炭水化合物含量에 미치는 影響

徐興鐘 · 陸完芳

## Effect of Cutting Frequency and Level of Nitrogen Fertilization on Carbohydrate Reserves of Reed Canarygrass

Heung Jong Seo and Wan Bang Yook

### Summary

This experiment was attempted to investigate the effects of growing stage, cutting frequency and the level of nitrogen fertilization on the change of carbohydrate reserves in reed canarygrass(*Phalaris arundinacea* L.). The results obtained were as follows:

1. The amount of carbohydrate reserves appeared to markedly decrease up to critical level after the cutting in hot and dry weather season.
2. During the growing stage, the amount of carbohydrate reserves decreased just after the cutting and also during the period of flourishing elongation of reed canarygrass. However, it began to increase sharply from the end of September for wintering.
3. Two cutting system showed the highest mean value(19.53%) of carbohydrate reserves and those of three, five and four cutting system was 15.32%, 14.73%, and 14.60% respectively. Reed canarygrass with no nitrogen fertilization resulted in 17.17% of carbohydrate reserve, however there was no significant difference among various levels of nitrogen fertilization.
4. In respect of regrowth, 3 cutting system showed the most effective cutting frequency, however 4 or 5 cutting system had a decreasing tendency of regrowth.

(Key words : carbohydrate reserves, cutting frequency, N fertilization, reed canary grass)

### I. 緒 論

Reed canarygrass는 낮은 기호성에도 불구하고 높은 乾物收量과 飼料價値 그리고 지역에 따라서는 越冬性, 永續性 및 病蟲害에 강한 특성 등으로 인하여 재배가치가 높은 草種중의 하나로 장려되고 있다. Klapp(1983)도 이 草種은 과습지대나 수자원이 풍부하고 습도가 높은 산지에서는 가장 수량이 많은 上繁草라고 했고 그 외의 지역에서도 토심만 깊고 지하수가 존재한다면 건조한 지역에서도 깊은 根圈의 형성과 함께 높은 수량을 가져온다고 했다.

Reed canarygrass는 地下莖으로 糞尿, 汚水 등에

포함된 窒素를 잘 吸收 利用할 수 있고 낮은  $\text{NO}_3\text{-N}$  水準을 유지하며(Quin, 1979), 습지에 강한 특성 때문에 배수구, 도랑, 제방에 재배하여 토양의 침식을 방지하고 環境을 보존하는데에도 사용될 수 있는 牧草이다.

이제까지 reed canarygrass가 우리나라에 도입된 後 높은 乾物收量과 飼料價値에도 불구하고 飼料資源으로 이용되지 못한 이유는 alkaloid 含量으로 인한 家畜의 嗜好性 문제였지만, 1983년에 低alkaloid 품종의 育種, 보급으로 우리나라에서도 널리 재배될 수 있을 것으로 사료된다(Hovin과 Marten, 1983). 그러나 그 중요성에 비교하여 볼 때 우리나라에서

이 草種의 利用管理에 대한 연구는 비교적 적은 실정이다.

이에 본 研究는 reed canarygrass의 刈取頻度는 물론 窒素水準에 따른 再生期間別 貯藏炭水化合物을 調査分析하여 우리나라에서 reed canarygrass의 生産性 및 飼料價値의 向上을 위한 基礎資料를 얻고자 實施되었다.

## II. 材料 및 方法

本 試驗은 경기도 미금시 소재 미금농장에서 1983년도에 Reed canarygrass(*Phalaris arundinacea* L.)중 alkaloid含量이 낮은 Venture 品種으로 造成된 초지에서 1990년부터 1991년까지 2년간 수행되었다.

처리내용은 예취횟수를 년 2, 3, 4 및 5회의 4방법과 질소시비량은 0, 100, 200 및 300kg N/ha/년의 4수준으로 하였으며 요소로 분시하였다. 관리비료로는 인산과 칼리를 각각 기비로서 200kg과 140kg/ha을, 추비로서 칼리는 100kg/ha씩을 염화加里로서 사용하였다. 시험구의 면적은 각 처리 공히 15m<sup>2</sup> (3×5m)로서 완전 임의배치법으로 3반복하였다.

貯藏炭水化合物의 분석은 2주간격으로 채취한 그루터기와 뿌리를 세척 60℃에서 48시간 건조후 貯藏된 시료를 18mesh(1mm) Wiley mill로 분쇄하고 Anthrone 法(大山嘉信, 1975)으로 Total water soluble

carbohydrate (TSC)를 분석하였다.

결과에 대한 통계분석은 SAS의 GLM을 이용하여 검정하였다(SAS, 1985).

## III. 結果 및 考察

### 1. 그루터기의 可溶性炭水化合物含量

永年 reed canarygrass草地에 있어서 刈取頻度和 窒素施肥水準에 따른 牧草의 生育기간중 그루터기에 함유된 可溶性炭水化合物의 含量은 Fig. 1~4에 나타난 바와 같이 刈取頻도에 따라 그 변화에 있어 많은 차이를 보여주고 있으나 刈取頻도간에 공통적인 것은 刈取後에 급격한 감소를 나타내고 있다. 各 刈取頻도별 N水準에 따른 변화를 보면 먼저 Fig. 1은 2회 刈取區로서 N施肥水準이 높을수록 可溶性炭水化合物의 含量은 전반적으로 낮게 나타났고 이른 봄 잎의 증가와 함께 증가된 貯藏炭水化合物含量은 4月 28日 이후 급격한 감소를 보였는데 이는 牧草가 생리적으로 왕성하게 성장하는 營養生長期로서 초기의 신장을 위해 貯藏된 炭水化合物의 소모에 의해 감소되었으며 이는 N施肥水準의 증가와 함께 reed canarygrass의 신장을 촉진 더 많은 貯藏炭水化合物의 감소를 나타냈는데 이러한 결과는 Smith(1968), Moritz (1988) 등의 연구 결과와 비슷한 경향을 나타내었다. 6月 9日의 감소는 出穗期로서 McCarty (19

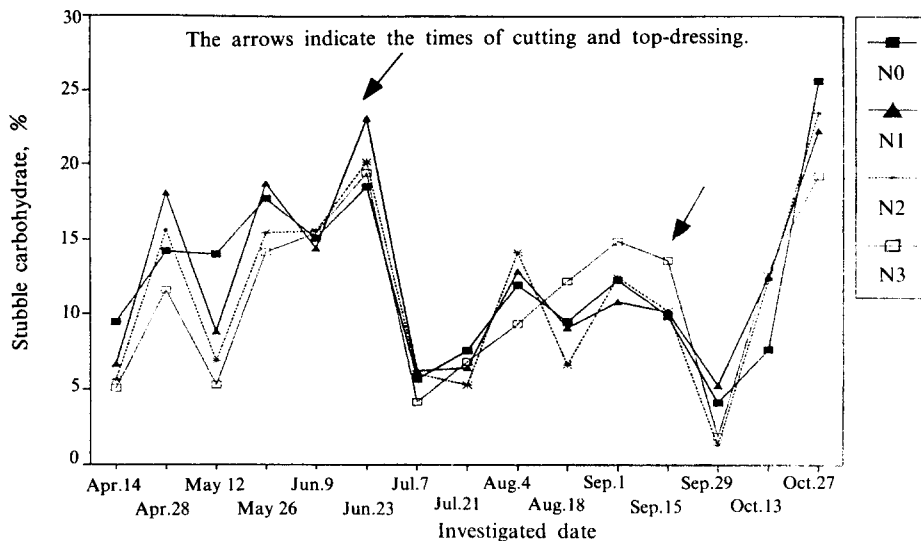


Fig. 1. Effect of different N levels on the water soluble carbohydrate in stubble at 2 cutting system.

38)의 연구에서 他牧草에서는 이와같은 감소를 보이지 않았으나 bromegrass에서 出穗初期에 감소하고 화서의 출현후 다시 증가한다는 것과 비슷한 경향이 있었다. 그러나 봄철 營養生長期以後 貯藏炭水化合物의 감소는 Okajima 등(1964)의 연구 결과와 같이 언제나 刈取 직후에 가장 크게 나타났는데 이때의 감소는 N 施肥水準이 높을수록 더 많은 감소를 보였다.

刈取後 회복에서 6주간은 고온에 의한 하고기와 겹쳐서 그 회복에 더 많은 기간이 소요되었다고 사료된다. 특히 고온건조기에 있어 과다한 窒素施用은 貯藏炭水化合物의 含量을 저하시킨다고 하였으나 (Sprague 등, 1950) 본 시험 결과에 있어서 2회 刈取區에서는 刈取 4~6주후 부터는 오히려 더 증가하는 경향을 보여주었다.

이러한 결과는 Burns 등(1964)의 연구에서와 같이 증가된 窒素施肥의 결과 증가된 잎에 의한 光合成能力의 증가로 사료되나 이 역시 窒素施肥가 貯藏炭水化合物의 水準을 증가시키거나 영향을 미치지 못한다고 하였다. 그러나 이러한 증가도 다시 2番草 수확직 후에는 다시 급격한 저하를 보여 높은 水準의 窒素施肥는 無窒素나 낮은 窒素水準에서 보다 더 많은 감소를 보였지만 9월 29日 이후 모두 窒素水準에서 매우 높은 貯藏炭水化合物의 증가를 나타냈는데 이는 越冬을 위한 貯藏炭水化合物의 증가로 사료된다.

3회 刈取區 역시 刈取직후에 급격한 감소는

2회 刈取區와 비슷한 경향을 보여주고 있다(Fig. 2). 4月 28日 이후의 감소는 2회 刈取區에서와 같이 營養生長期에 의한 영향으로 사료되며 5月 26日 이후의 1番草 수확 직후의 감소는 다른 연구자들(全, 1983; Gonzalez 등, 1989)의 刈取後 4주후에 炭水化合物의 含量이 刈取 직전으로 회복된다는 것과 달리 본 시험의 결과에서는 4주후에 더욱 감소하고 6주에 회복되었다. 2番草 收穫後의 再生은 완전 회복에 8주가 소요되었지만 1番草와 거의 비슷한 水準까지 회복하였다. 그러나 1番草 刈取後 4주째가 되는 7月 7日에 그루터기 貯藏炭水化合物 含量이 거의 비슷함으로 乾物量이 충분하게 생산될 수 있다면 2番草 수확을 7月 7日로 하는 것이 하고기의 再生과 관련하여 더욱 바람직하다고 사료된다. 9月 15日 이후 刈取전에도 감소한 것은 하고기 이후의 營養生長을 위한 소모와 관련지어 생각할 수 있을 것이다. 窒素水準간의 차이는 2회 刈取區와 유사하게 4月 28日, 5月 12日에서 나타나는데 無窒素區가 가장 높은 炭水化合物含量이고 窒素施肥水準이 증가할수록 감소를 보여주고 있다. 5月 12日과 각 1, 2番草 수확 후 貯藏炭水化合物은 감소를 나타내었고 하고기인 7~8月에는 N 施用量간에 뚜렷한 차이를 보여주지 않고 있다. 3番草 수확후의 再生은 다른 연구자들이 刈取 직후에 감소함을 보였다고 하였으나(Okajima 와 Smith, 1964). 本 試驗에서는 줄어들지 않고 있는

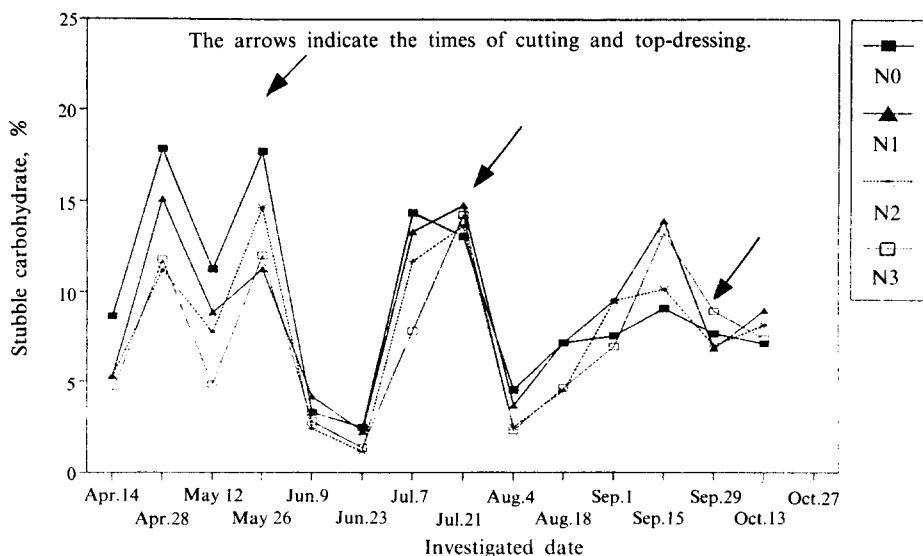


Fig. 2. Effect of different N levels on the water soluble carbohydrate in stubble at 3 cutting system.

데 이것은 2회 刈取區와 같이 越冬을 위한 貯藏炭水化合物의 증가라고 사료된다.

Reynold 등(1962)의 smooth bromegrass와 timothy에 대한 貯藏炭水化合物의 연구에서는 3회 刈取시에 貯藏炭水化合物 含量은 各 6주경 마다 일정하게 유지가 된다고 보고하였는데 본 시험 결과 reed canary-grass의 刈取時 再生期間은 8주정도가 소요된다고 사료된다.

4회 刈取區 역시 Fig. 3에서 보여주는 바와 같이 앞의 2, 3회 刈取區와 비슷하게 刈取 직후에 급격한 감소를 나타냈다. 2番草 再生에는 貯藏炭水化合物의

소모기임에도 불구하고 15%까지 회복되는데 6주, 3番草 再生에는 8주가 소요되었고, 4番草 역시 8주가 소요되었다. 3番草 수확직후의 臨界水準에 이를 때까지의 감소는 夏枯期 이후의 적당한 생육조건에 기인되었다고 사료된다. N 施肥에 대한 영향은 생육 전반기에는 2, 3회 刈取區에서와 같이 無窒素區가 貯藏炭水化合物의 含量이 제일 높고 그 이후로는 N 施肥區간에 거의 차이를 나타내지 않았다.

5회 刈取區는 Fig. 4에 나타난 바와 같이 無窒素區와 多肥區의 窒素施肥水準간의 거의 차이가 없었지만 無窒素區에서 약간 높은 炭水化合物含量을 보여

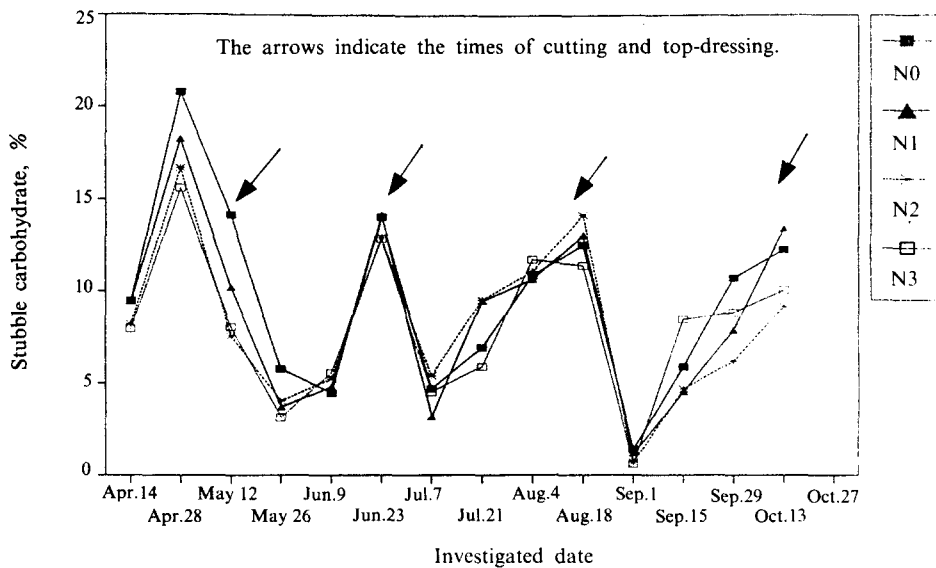


Fig. 3. Effect of different N levels on the water soluble carbohydrate in stubble at 4 cutting system.

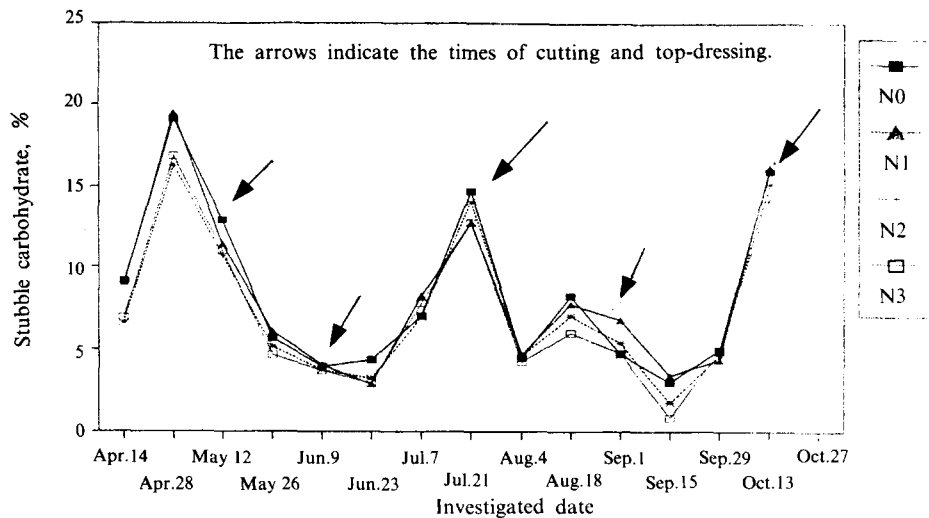


Fig. 4. Effect of different N levels on the water soluble carbohydrate in stubble at 5 cutting system.

주었을 뿐이다. 5회 刈取區에서의 특이한 점은 刈取 횟수의 증가로 1番草 刈取後 貯藏炭水化合物이 아직 회복되지 못한 6月 9日의 2차 刈取에도 불구하고 적은 감소와 함께 2주이후 회복되기 시작하여 6주에는 그 함량이 15%에 달하였다. N 施肥水準간의 차이는 서로간에 큰 차이를 보여 주지는 못하였으나 단지 봄철 生育初期와 夏枯期 이후의 再生 기간에 N<sub>3</sub>(300kg N/ha)에서 약간 낮은 것으로 나타내었다. 이상의 결과에서 年間 5회 刈取는 貯藏炭水化合物이 회복된 시기가 아닌 식물생리상 감소되는 시기에도 刈取를 해야 하는 문제가 결부되어 貯藏炭水化合物 含量을 臨界水準까지 감소시킴으로서 결국 牧草의 생산성을 감소시키는 요인이 되기 때문에 年 5회 刈取는 어렵다고 사료된다.

窒素施肥水準을 평균한 刈取頻度간의 貯藏炭水化合物의 含量은 Table 2에서와 같다. 刈取 頻度간의 貯藏炭水化合物 含量의 차이는 2회 刈取區에서 11.83%로, 3회(8.35%), 4회(8.64%) 및 5회(7.90%)에 비해 현저히 높아 유의성 있는(P<0.05) 차이를 나타내었고 3회 刈取區가 4회 刈取區에 비하여 약간 낮았으며 刈取횟수의 증가에 의해 감소하는 경향을 보여주었다. 刈取頻度を 평균한 窒素施肥水準간의 貯藏炭水化合物의 변화는 Table 2에 나타난 바와 같이 無窒素區가 제일 높은 9.90%였고 N 100kg 水準이 9.62%, 200kg은 8.67%, 300kg에서 8.53%로 N 施肥의 증가와 함께 貯藏炭水化合物의 확실한 감소를 보여 주었다. 이것은 窒素施肥가 貯藏炭水化合物含量을 억제

Table 1. Water-soluble carbohydrate concentration in stubble and root of reed canarygrass with various cutting frequency.

Cutting times	TSC concentration		
	Stubble	Root	Total
	..... (% DM) .....		
2	11.83 <sup>a</sup>	7.70 <sup>a</sup>	19.53 <sup>a</sup>
3	8.35 <sup>b</sup>	6.97 <sup>a</sup>	15.32 <sup>b</sup>
4	8.64 <sup>b</sup>	5.96 <sup>b</sup>	14.60 <sup>b</sup>
5	7.90 <sup>b</sup>	6.84 <sup>ab</sup>	14.73 <sup>b</sup>
LSD(0.05)	1.00	0.99	1.84

\* Different superscripts for each treatment indicated that means differ significantly.

Table 2. Water-soluble carbohydrate concentration in stubble and root of reed canarygrass with various N levels.

N level (kg/ha)	TSC concentration		
	Stubble	Root	Total
	..... (% DM) .....		
0	9.90 <sup>a</sup>	7.27 <sup>a</sup>	17.17 <sup>a</sup>
100	9.62 <sup>a</sup>	7.22 <sup>a</sup>	16.84 <sup>a</sup>
200	8.67 <sup>a</sup>	6.66 <sup>a</sup>	15.35 <sup>a</sup>
300	8.53 <sup>b</sup>	6.18 <sup>a</sup>	14.80 <sup>a</sup>
LSD(0.05)	2.74	1.28	3.66

\* Different superscripts for each treatment indicated that means differ significantly.

한다는 다른 연구자의 보고와 일치한다(Matthes, 1986; Moritz, 1988). 貯藏炭水化合物含量에서 施肥水準간의 약간의 차이는 있었지만 통계적 유의차는 없었다.

## 2. 뿌리의 可溶性炭水化合物含量

Smith(1962)는 alfalfa나 red clover의 뿌리에서 貯藏炭水化合物含量이 35%까지 이른다고 하였으나 Fig. 5~8에 나타난 바와 같이 reed canarygrass 뿌리의 炭水化合物含量은 2~5%의 범위를 보이고 전반적으로 그루터기에 비교해서 可溶性炭水化合物의 含量이 낮음을 보여주고 있다. 그루터기부분에서는 刈取後에 커다란 감소를 보인 반면 뿌리에서는 그루터기에 비해 현저히 적은 감소를 보였을 뿐이다.

뿌리의 2회 刈取區에서의 변화는 그루터기의 2회 刈取區와 다른 양상을 보이는데 그루터기에서는 줄기가 왕성한 성장을 하는 營養生長期에 감소했다가 5月 12日 이후 다시 증가를 하지만 뿌리내의 貯藏炭水化合物含量의 변화는 지속적으로 감소하다가 2주후인 6月 9日에 증가함을 보여준다. 그루터기에서는 6月 23日에 20% 이상의 최고치를 나타낸 반면 뿌리는 감소를 보여주고 있어 1番草에 있어서 뿌리에서의 貯藏炭水化合物의 변화는 그루터기보다 약 2주 늦은 경향을 나타내고 있다(Fig. 5). 2番草 수확 역시 그루터기와는 상이한 경향을 보여주고 있어 증가와 감소가 2주 간격으로 서로 교차되는 것을 나타내었다.

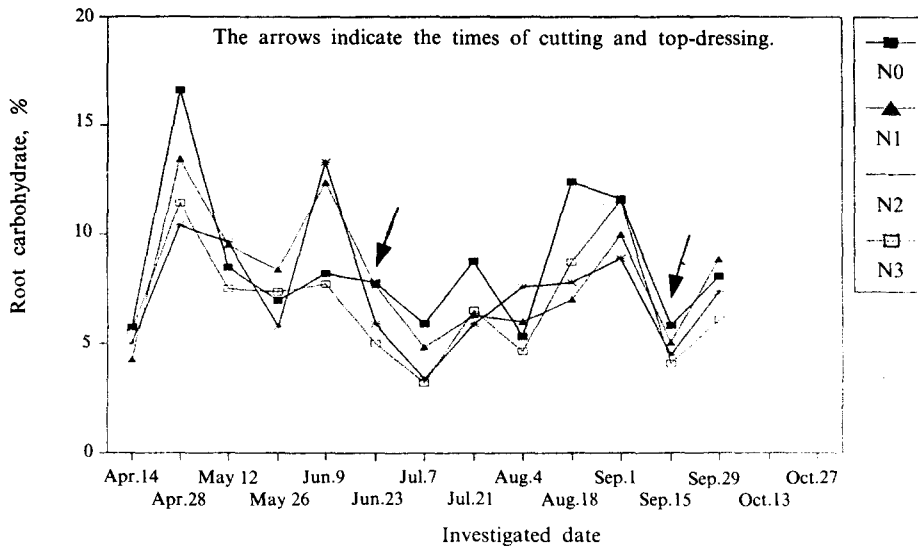


Fig. 5. Effect of different N levels on the water soluble carbohydrate in root at 2 cutting system.

N 施肥에 대한 영향은 특히 夏枯期에 無窒素區가 가장 높은 炭水化物含量을 나타내었고 이러한 경향은 夏枯期에 過다한 N 施用은 오히려 牧草의 炭水化物含量을 저하시킨다는 것과 일치하였다(尹, 1986). 그루터기에서의 2番草 수확의 감소와는 달리 뿌리에서는 약간의 증가를 보여주는 것은 越冬을 위한 준비라고 사료된다. 窒素施肥에 대한 영향은 일정한 반응을 나타내지는 않았지만 전체적으로 N2(200kg N/ha)에서 가장 낮았고 無 N區에서 가장 높았다.

3회 刈取區는 4月 28日에 그루터기에서의 貯藏炭水化物含量과 비슷하게 無肥區에서 15.74%로 가장 높고 多肥區에서 낮게 나타났고, 5月 12日 이후의 窒素施用에 대한 반응은 전반적으로 N3(300kg N/ha)에서 가장 낮았고, 가장 높은 貯藏炭水化物的 含量은 無窒素區가 아닌 N1(100kg/ha)에서 나타나고 있다. 또한 3회 刈取時 1番草의 刈取時期가 貯藏炭水化物的 회복시기가 아닌 가장 낮은 시기(Fig. 6)에 함으로서 刈取後의 그 회복은 대단히 늦고 낮았다. 2番草

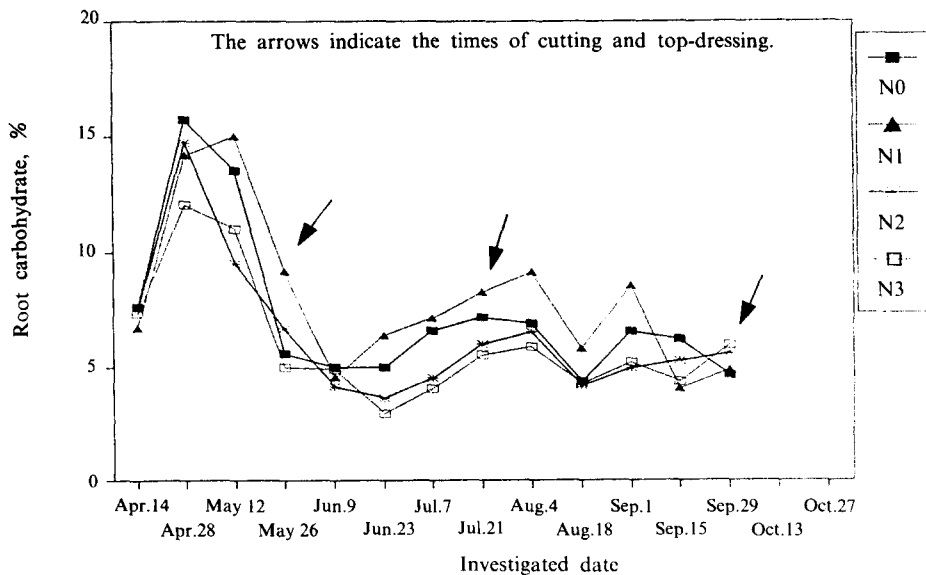


Fig. 6. Effect of different N levels on the water soluble carbohydrate in root at 3 cutting system.

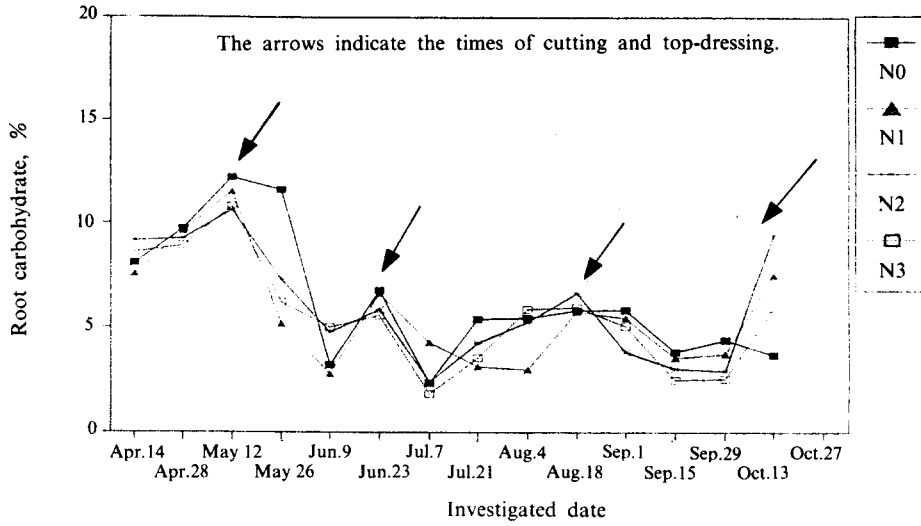


Fig. 7. Effect of different N levels on the water soluble carbohydrate in root at 4 cutting system.

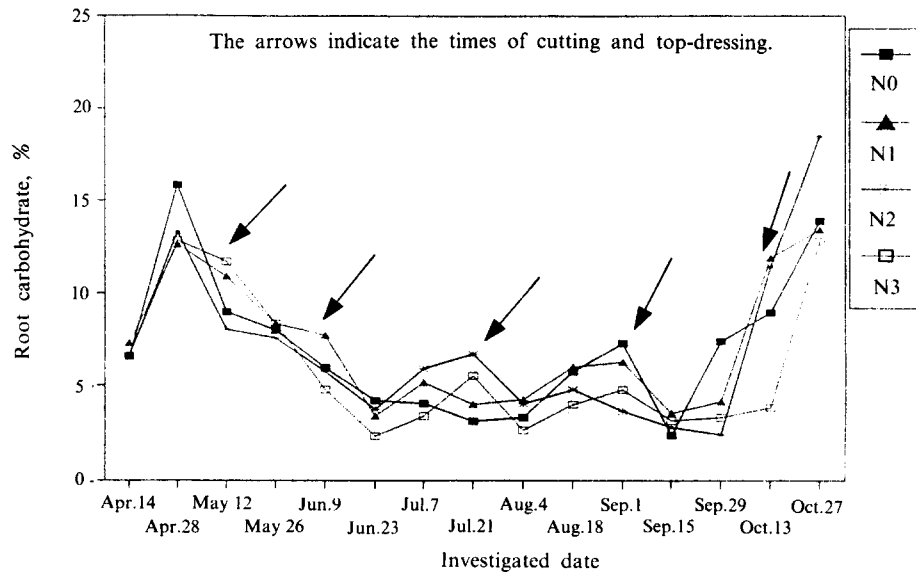


Fig. 8. Effect of different N levels on the water soluble carbohydrate in root at 5 cutting system.

채취後の 특징적인 것은 모든 다른 처리구나 그루터기 또는 다른 연구 결과와는 달리 (Okajima와 Smith, 1964) 채취後 貯藏炭水化合物含量이 오히려 증가(N 1-3) 내지는 약간 둔화(N0)만을 나타내었을 뿐이며 2番草 채취後 역시 貯藏炭水化合物含量이 결코 10%를 넘지 않았다. 이러한 결과로 reed canarygrass草地에 있어 연 3회 채취시 지속적인 식생유지를 위해서는 1番草 채취後에는 높지 않은 N 施肥가 필요하고

1番草 채취시기는 貯藏炭水化合物의 감소시기가 아닌 5月 26日 이후에 함으로서 乾物收量의 증가와 함께 식생유지를 위해 고려할 점으로 사료된다. 4회 및 5회 채취區에 대한 貯藏炭水化合物含量의 변화는 Fig. 7 및 8에서 나타난 바와 같이 年間 4회 및 5회 채취는 貯藏炭水化合物이 지속적인 乾物生産을 위한 봄철 뿌리에 일시적으로 貯藏되는 기간에 결과적으로 채취가 강요되어 연중 계속적으로 충분한 회복을

가져오지 못하며, 6월 부터 9월까지 결코 7% 이상을 상회하지 않고 단지 9월 이후 越冬을 위한 貯藏만이 이루어졌을 뿐이었다. 이러한 결과는 시기적으로 약간의 차이는 있으나 주생장하는 봄, 여름철에는 貯藏炭水化合物이 주로 그루터기에 貯藏되기 때문에 뿌리에는 아주 적은 양이 존재한다는 Reyhani(1974)와 Moritz(1988)의 연구 결과와 비슷한 경향이었고 年間 4회 및 6회 刈取는 2회 및 3회 刈取에 비하여 낮은 含量을 나타내었다. N 施用水準에 대한 貯藏炭水化合物含量的 변화도 시기별로 서로간에 차이는 있으나 유의성있는 차이는 나타나지 않았으며 이러한 결과는 Reyhani(1974) 및 Moritz(1988)의 연구 결과와 비슷한 경향을 보여주었다.

Table 1에서 나타난 바와 같이 窒素施肥水準을 평균한 刈取頻度간의 貯藏炭水化合物含量的 변화는 그루터기와 약간 상이함이 있었다. 2회 刈取區가 7.7%로 가장 높게 나타나고, 3회가 6.97%, 5회가 6.8%, 4회가 5.96% 順이었으며, 처리평균간에 유의성있는 차이를 나타내었다( $P < 0.05$ ).

Table 2은 刈取頻度を 평균한 窒素施肥水準간의 貯藏炭水化合物含量 변화를 나타낸 것으로 N 施肥水準은 그루터기에서 지적된 바와 같이 통계적 유의차가 없었고, 無窒素區가 7.27%로 가장 높았으며 施肥水準이 증가함에 따라 7.22%, 6.66%, 6.27% 順이었다. 역시 300kg 水準의 施肥는 貯藏炭水化合物含量을 억제한다는 사실을 보여주었다.

#### IV. 摘 要

刈取頻度 및 窒素施肥가 生育期間중인 Reed canarygrass 貯藏炭水化合物含量的 變化에 미치는 影響에 대하여 연구한 결과는 다음과 같다.

1. 貯藏炭水化合物含量은 모든 刈取區에서 刈取後 급격히 감소하였고 고온건조기간이 계속될 때 貯藏炭水化合物含量은 臨界水準까지 감소하였다.
2. 貯藏炭水化合物의 生育期間중의 變化는 reed canarygrass 의 왕성한 신장기와 각 刈取後에 감소를 가져왔고 9월 하순이후 越冬을 위해 다시 급격한 증가를 나타내었다.
3. 刈取頻도를 달리한 reed canarygrass의 평균적인 貯藏炭水化合物含量은 2회 刈取區가 19.53%로 가장 높았고, 3회 15.32%, 5회 14.73%, 4회 14.60% 順이

었으며, 窒素施肥水準間에 있어서는 貯藏炭水化合物含量이 無窒素區가 17.17%로 약간 높았지만 N 水準間에 거의 차이를 나타내지 않았다.

4. 貯藏炭水化合物의 회복시기를 고려했을 때 年間 3회 刈取가 reed canarygrass에서 가장 적절한 刈取횟수였으며 4회 이상은 오히려 貯藏炭水化合物의 충분한 회복을 가져오지 못하였다.

#### V. 參考文獻

1. Burns, J.C., C.H. Noller and C.L. Rhyderd. 1964. Influence of method of drying on the soluble carbohydrate content of alfalfa. Agron. J. 56:364-365.
2. Gonzalez, B., J. Boucaud, J. Salette, J. Langlois and M. Duyme. 1989. Changes in stubble carbohydrate content during regrowth of defoliated perennial ryegrass(*Lolium perenne* L.) on two nitrogen levels. Grass and Forage 44:411-415.
3. Hovin, A.W. and G.C. Maten. 1983. In Registration of germplasms. MN-76 low alkaloid reed canarygrass germplasm. Crop Sci. 23:1017-1018.
4. Klapp, E. 1983. Taschenbuch der Gräser. 11. Auflage. Verl. Paul Parey. Berlin und Hamburg.
5. Matthes, K. 1986. Beziehungen zwischen Sortencharakter und den Gehalten wasserlöslicher Kohlenhydrate sowie verschiedener Strukturbestandteile bei der Art *Lolium perenne* L. Diss. Hohenheim.
6. McCarty, E.C. 1938. The relation of growth to the varying carbohydrate content in mountain brome. USDA. Tech. Bull. 598.
7. Moritz, R. 1988. Wirkungen der Nutzungshäufigkeit auf den Resevkohlenhydrat-Haushalt von *Festuca pratensis* Huds. bei variierter N-Düngung. Diss. Univ. Hohenheim.
8. Okajima, H. and Dale Smith. 1964. Available carbohydrate fractions in the stem bases and seed of timothy, smooth brome grass, and several other northern grasses. Crop Sci. 4:317-320.
9. Quin, B.F. 1979. NZ. J. Agr. Res. 22:291-302.



10. Reyhani, R. 1974. Untersuchungen über den Einfluß von Schnitt in verschiedenem Entwicklungsstadium in Verbindung mit Stickstoffdüngung auf Reservespeicherung und Ertragsfähigkeit von Nutzgräsern. Diss. Univ. Gießen.
11. Reynolds, J.H. and Dale Smith. 1962. Trend of carbohydrate reserves in alfalfa, bromegrass, and timothy grown under various cutting treatments. *Crop Sci.* 2:333-336.
12. SAS Institute, Inc. 1985. SAS user's guide. SAS Institute, Inc Cary, NC.
13. Smith, Dale. 1962. Carbohydrate root reserves in alfalfa, red clover, and birdsfoot trefoil under several management schedules. *Crop Sci.* 2: 75-78.
14. Smith, Dale. 1968. Classification of several native North American grasses as starch or fructosan accumulators in relation to taxonomy. *J. Brit. Grassl. Soc.* 23:306-309.
15. Sprague, V.G. and J.T. Sullivan. 1950. Reserve carbohydrates in orchardgrass clipped periodically. *Plant Physiol.* 25:92-102.
16. 大山嘉信. 1975. 栽培植物分析測定法, 作物分析法委員會編, 養賢堂, 東京, pp. 335-339.
17. 尹益錫. 1986. 草地學概論. pp. 213-218.
18. 全宇福. 1983. 刈取 및 窒素施肥가 orchardgrass의 貯藏物質含量과 生産性に 미치는 影響. 서울대학교 박사학위 청구논문.