

飼草用油菜(*Brassica napus* ssp. *oleifera*)의 生育期間中 乾物 및 粗蛋白質 蓄積과 葉內 Carbon 및 Nitrogen 含量的 變化

鄭宇鎭 · 金丙鎬 · 金太桓*

Evolution of Carbon and Nitrogen Concentrations in the Leaves as Related to Dry Matter and Crude Protein Accumulation of Forage Rape(*Brassica napus* ssp. *oleifera*)

Woo Jin Chung, Byeong Ho Kim, and Tae Hwan Kim*

Summary

The purpose of this study is to determine the evolution of carbon and nitrogen concentrations in relation to dry matter and crude protein accumulation in the leaves of forage rape(*Brassica napus* Subsp. *oleifera*, CV. Swiss) during the growth period. Field-grown plants were sampled at intervals throughout fall, winter, early and late spring.

During over-wintering period(from Nov. 7 1991 to Feb. 4 1992), the carbon concentration in the leaves increased from 382 mg to 435 mg g DM⁻¹, while the concentrations of nitrogen and crude protein significantly decreased. There was little accumulation of fresh and dry matter in the leaves.

On early spring growth from 4 Feb. to 30 Mar. marked carbon loss 37 mg. day⁻¹ and slight nitrogen accumulation occurred with the increase of fresh weight in the leaves. From spring growth to bolting stage(from 31 Mar. to 16 Apr.) the greatest accumulation of fresh and dry matter was observed and carbon and crude protein concentrations increased with a linear manner.

After bolting stage the concentrations of carbon, nitrogen, hydrogen and crude protein in the leaves significantly decreased until late blooming stage, and the decreasing rate was prominent in nitrogen (45.7%) and crude protein(46%).

From the results above it is recommended that fertilizer will be applied before early spring growth, and that optimal utilization period is a bolting stage. For the serious modification of the internal C/N balance during the overwintering period.

I. 緒 論

飼草用油菜(*Brassica napus* Subsp. *oleifera*)는 越冬作物로서 한냉한 기후조건 하에서도 생육이 진행되어 다른 목초와 야초의 생육이 정지되고, 품질이 저하되는 늦가을에 우수한 청초생산을 가능하게 하여 생초 공급기간을 늘이고(曹 및 金, 1988), 재배

토지 이용도를 증진할 수 있다는 점에서 담리작으로서의 재배면적의 확대가 바람직하다(安 및 權, 1989). 이러한 관점에서 청예작물로서의 가능성을 평가하기 위해 도입된 사초용유채 품종들간의 평가가 보고 되었는데, 金 등(1986)은 도입된 사초용 유채품종(Velox, Akela)들은 早熟性으로 초장이 크고, 연맥, 순무, 호밀 및 라이그라스에 비해 사초수량이

경상대학교 농과대학 낙농학과(Dept. of Dairy Sci., College of Agri., Gyeongsang National Univ., Chinju 660-701, Korea)

* 경상대학교 농과대학 축산진흥연구소(Inst. Develop. of Livestock Prod., College of Agri., Gyeongsang National Univ., Chinju 660-701, Korea)

높아서 우리나라에서 청예작물로서 잠재력이 우수하다 하였고, 安 등(1989^a)은 Akela의 16품종의 사초용 유체에 대한 생산성과 사료가치에 대한 연구에서, Velox가 다수성이며, 조단백질 함량과 IVDMD가 높고 NDF, ADF, cellulose 및 lignin 함량이 낮아서 영양가가 우수한 사초용 품종으로 가장 적합하다고 하였다.

이같이 도입유체품종에 대한 청예사료로서의 가능성이 인정됨에 따라 이들 도입사초용 유체품종에 대한 주요 諸形質간의 상관관계, 經路係數 및 유진력(李 등, 1977), 營養素 含量 및 消化率(安 등, 1989^b), 播種適期(安 등, 1989^c), 栽植密度에 따른 收量 및 營養素 含量(安 등, 1989^d), 窒素 施肥水準에 따른 收量 및 營養素 含量(安 및 權, 1989; 曹 및 金, 1988) 등의 폭넓은 결과가 보고되었다.

생육기간의 경과에 따른 수량 및 영양소 함량의 변화에 대한 결과(安과 五斗, 1989)에서 秋播 Velox 품종의 조단백질 함량은 이듬해 봄 5월까지 생육이 진행됨에 따라 지속적으로 감소하였다고 보고하였으나, 韓 및 金(1983)은 월동후의 粗蛋白質 含量은 抽苔期까지 증가하여 33.0%로 가장 높았다가, 점차 낮아져 개화최성기에 22.7%까지 감소하였다고 했다.

이상의 연구들에서 살펴 본 바와 같이 越冬作物인 油菜에 있어 월동후 재생에 중요한 요인이 되는 越冬期間中の 식물체내의 乾物 및 營養素 蓄積 등의 생육 사항은 보고 된 바가 없다.

한편, 油菜와 같은 越冬作物의 경우, 월동중 토양의 저온 조건하에서 무기질 질소의 흡수(Clarkson 및 Warner, 1979; Bravo 및 Ubibe, 1981; Macduff 등, 1987)와 窒素同化 및 移動(Frota 및 Tucker, 1972; Nicolas 등, 1985) 등의 현저한 生理的 變化는 질소동화에 있어 에너지의 공급원인 植物體內 carbon 의 이용 및 축적에 밀접한 영향을 미치게 된다. 따라서 월동기간중의 植物體內 N과 C의 원활한 대사는 월동후 재생의 再開와 생육신장기의 성장에 매우 중요한 생리적인 기본요인이 될 것이다.

또한 Kalmbacher 등(1982)은 秋播油菜의 월동전 예취 이용은 월동후 總 收量의 증가를 가져왔다는 보고를 하므로써, 적절한 파종시기의 조정으로 유체의 월동전 몇차례 예취 이용의 가능성을 제시하였다. 따라서 가을 예취후와 월동중의 貯藏窒素 및

炭水化物的 代謝에 대한 이해는 유체와 같이 월년생으로 생육기간이 제한된 飼料作物의 이용효율을 극대화 하는데 중요한 의미가 있을 것으로 사료된다.

따라서 본 연구에서는 飼草用 油菜를 가을에 파종하여 생육시기에 따른(특히 월동기간 및 월동후) 葉內의 N과 C 함량의 변화와 그에 따른 收量 및 粗蛋白質의 蓄積 形態를 밝히고자 하였다.

II. 材料 및 方法

1. 試驗期間 및 供試品種

本 試驗은 1991年 10月 3일부터 1992年 5月 19일까지 慶尙大學校 附屬農場 飼料作物圃場에서 遂行하였다.

供試된 飼草用油菜(*Brassica napus* Subsp. *oleifera*)의 품종은 본 시험에 앞서 실시한 유체의 3품종(조생종인 Altex, 중생종인 Tower, 만생종인 Swiss)에 대한 생육조사 결과, 만생종인 Swiss종이 염면적이 넓고 수량 및 사료적 가치가 높았다. 따라서 본 연구에서는 Swiss종을 供試品種으로 하였다.

2. 播種 및 圃場管理

試驗區는 亂塊法 3反復으로 設計하였으며, 1區의 面積은 16.2m²(4.5×3.6m)로 하였고 播種은 10月 3일에 畦幅 60cm, 株間距離 30cm 間隔으로 點播하였다. 施肥量은 N-P₂O₅-K₂O=10-8-8kg/10a으로 窒素는 1/3을 基肥로 播種時에 주고 2/3는 解氷期인 2月下旬에 追肥로 施用하였고, 堆肥는 1,000kg/10a을 全量 基肥로 施用하였다. 기타 栽培管理는 一般慣行法에 準하였다.

3. 調査項目 및 方法

일반생육 특성은 草長, 葉幅, 莖直徑, 根長, 根直徑에 대해 생육시기에 따라 각 시험구 마다 選定하여 조사하였다. 收量 調査를 하기 위해서는 10월 3일 파종한 후 越冬前('91년 11월 7일), 越冬中('91년 2월 4일), 營養生長期('92년 3월 31일), 抽苔期('92년 4월 16일), 開花最成期('92년 5월 19일)에 각각 수확하였다. 수확된 시료는 잎, 줄기, 뿌리의 3부분으로 분리하여 분석용 시료를 준비하였다. 生草 收量은 圃場에서 稱量한 다음 實驗室로 운반, 分離하여 稱量

하고 건조기 내에서 60℃, 48시간 乾燥시킨 후 乾物重量을 稱量하고 1mm(18mesh)의 wiley mill로 분쇄하여 18℃의 恆溫室에서 보관하였다가 分析에 使用하였다. 한편 葉內的 carbon과 hydrogen 및 nitrogen의 상대적 함량은 Leco C-H-N 800기구로 측정하였고, 粗蛋白質 含量은 Kjeldahl 方法(AOAC, 1990)으로 질소함량을 구하여 粗蛋白質 含量으로 환산하였다.

Ⅲ. 結果 및 考察

1. 一般生育特性

Table 1. Growth characteristics of the forage rape(cv. Swiss) seeded on Oct. 3 1991 during growth period. Each value is the mean for n=30.

Growing season	Dates	Plant length (cm)	Leaf width (cm)	Stem diameter (mm)	Root length (cm)	Root diameter (mm)
Late fall	7 Nov.	15.4	6.8	—	—	—
Over wintering	4 Feb.	14.6	8.1	—	—	—
Spring growth	31 Mar.	24.0	8.3	10.0	15.4	18.0
Bolting	16 Apr.	73.2	12.4	17.0	18.0	21.0
Blooming	19 May	160.0	13.9	21.0	23.4	26.0

본 시험에서는 파종을 10월 3일로 하였을 때 초장이 160.7cm인데 반하여, 安 등(1989)에 의하면 파종 시기에 따른 Velox 品種의 초장은 9월 24일 파종이 가장 높은 152.2cm를 나타냈고, 오히려 10월 4일에 파종한 경우는 초장이 126.9cm로 감소하였다고 하였다. 葉幅에 있어서는 파종 후 점차적으로 높아가다가 월동시기에는 엽폭의 증가가 없었다. 월동 후 영양생장기에서 抽苔期까지는 다시 급격히 높아지다가 이후에는 다소 감소하는 경향을 보였다. 莖直徑의 경우에는 월동이전에는 조사한 것이 없고 월동이후로 점차적으로 開花最成期까지 높아지는 경향을 보였다. 뿌리는 월동이후부터 측정하였는데, 根長과 根直徑은 공히 월동 후 영양생장기 부터 개화최성기 까지 생육이 진행됨에 따라 15.4에서 23.4cm 및 18.0에서 26.0cm로 각각 증가하였다.

2. 生育時期에 따른 生草量 및 乾物量

〈표 1〉에 나타난 바와 같이 飼草用油菜(Swiss 品種)의 생육시기별 草長의 변화는 開花最成期인 5월 19일을 기준으로 할 때 160.7cm로서 비교적 높은 수치를 나타내었으나, 安 등(1989)이 보고한 사초용유채 Velox의 草長 189.0cm에 비하면 약 30cm 정도가 낮은 편이다.

한편 安 등(1989)에 의하면 Velox 品種의 栽植密度에 따른 초장을 보면 畦幅 50cm와 株間거리 30cm의 點播區에서는 113cm, 散播區에서는 119.9cm 이었다고 하였는데, 본 시험에서는 재식거리가 같았으나 휴폭을 60cm로 하였기에 초장이 40cm 정도 높게 나타났다.

각 생육시기의 잎, 줄기 및 뿌리의 生草 및 乾物收量의 변화를 〈표 2〉에 나타내었다. 월동기('91年 11월 7일부터 '92年 2월 4일까지)의 잎에서의 개체당 일당 생초 및 건물축적량이 0.2와 0.1g으로 매우 적었는데, 이러한 낮은 생초량 및 건물량의 축적은 월동후 초기성장기(3월 31일)까지 계속되었다. 春季 生長期에 접어들면서 抽苔期까지 지속적인 증가를 보여 잎의 생초량 및 건물량은 149.8 및 13.30g/pland⁻¹을 보였는데, 이 시기의 일당 생초 및 건물 축적량은 개체당 일당 5.2 및 0.5g으로 전 생육기간 중 가장 높게 나타났다. 抽苔期 이후 개화말기(5월 19일)까지 잎의 생초량은 유의적인 변화가 없었으나, 건물량은 약간 증가하였다.

한편, 줄기의 생초량 및 건물수량은 월동 후 성장기부터 생육이 진행됨에 따라 잎의 생초량 및 건물량의 증가보다 훨씬 높은 비율로 증가 하였는데, 營養生長期부터 開花最成期 동안 잎: 줄기의 비율

(잎의 수량을 줄기의 수량으로 나눔)은 생초량의 경우 13.0에서 0.3으로, 건물량의 경우 14.6에서 0.2로 크게 감소하였다. 특히 抽苔期부터 開花最成期 동안 줄기내의 개체당 생초 및 건물축적량은 일당 각각 14.4 및 2.8g으로 전 생육기간중 가장 높았다. 뿌리의 수량은 越冬期(2月 4日)에서 春季生長期(3

月 31日) 사이에 유의적인 감소를 보였다가 春季營養生長期 이후부터 지속적으로 증가하였다. 월동후 根重의 감소는 월동중 저장되어 있던 질소(Heimeier 등, 1986; Cry와 Bewley, 1989)와 탄수화물(Volenec 등, 1991)이 월동 후 지상부위 성장에 이용되는 것과 관련이 있는 것으로 사료된다.

Table 2. Fresh and dry matter yield in leaves, stems and roots of forage rape(cv. Swiss) seeded on Oct. 3 1991 during growth period. Each value is the mean±S.E. for n-30.

Growing season	Dates	Fresh yield(g. plant ⁻¹)			Dry matter yield(g. plant ⁻¹)		
		Leaves	Stems	Roots	Leaves	Stems	Roots
Late fall	7 Nov.	7.1± 1.2	-	-	0.7±0.1	-	-
Oven wintering	4 Feb.	22.6± 5.4	-	6.2±1.0	5.3±0.9	-	1.4±0.2
Spring growth	31 Mar.	45.4± 2.5	3.5± 0.2	4.9±0.3	4.1±0.2	0.3± 0.1	1.1±0.1
Bolting	16 Apr.	149.8±13.4	95.1± 8.5	18.1±1.6	13.3±1.1	6.6± 0.6	4.1±0.1
Blooming	19 May	143.0± 9.4	526.0±55.5	44.4±4.0	14.6±1.6	89.6±11.8	10.1±0.2

3. 葉內 C.H.N. 含量的 變化

葉內의 C.H.N. 함량은 전기간에 걸쳐 carbon 함량이 35.3~43.5%의 범위로 가장 높았고, hydrogen은 5.4~6.6%, 그리고 nitrogen은 2.8~5.5%의 범위였

다. Kjeldahl 방법에 의해 측정된 조단백질 함량은 17.25%에서 34.5%의 범위로 C.H.N. 분석기에 의해 측정된 N함량에 蛋白質 係數 6.25를 곱하여 환산한 조단백질함량과 잘 일치 하였다(그림 1).

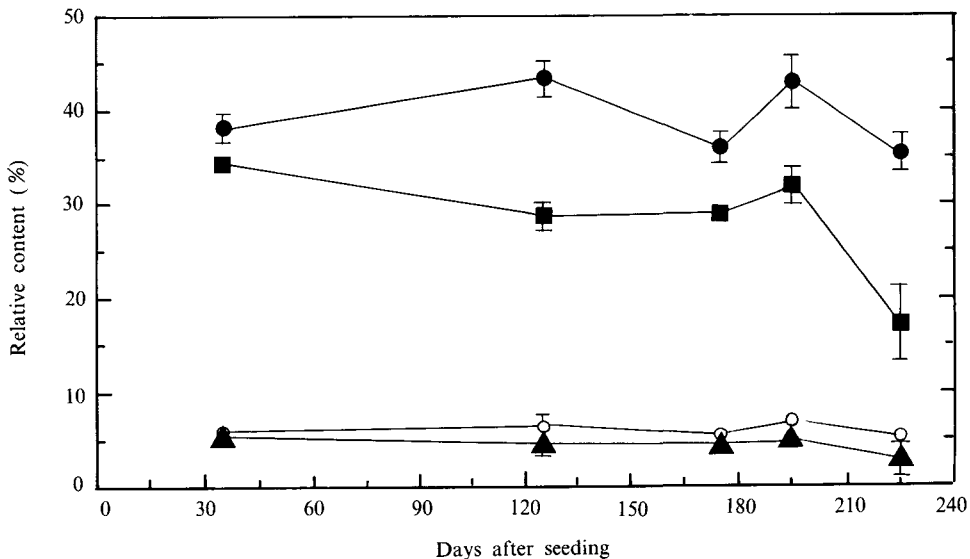


Fig. 1. Changes in the relative contents of carbon(●), hydrogen(○), nitrogen(▲) and crude protein (■) in the leaves of forage rape(cv. Swiss) seeded on oct. 3, 1991 during growth period. Each value is the mean±S.E. for n=3.

한편 전 시험기간중 C함량과 H함량의 변화는 비슷한 경향으로 보였으나, N함량의 변화는 특정한 생육시기(越冬期, 越冬後 初期再生期)에 상이하였다.

월동기('91年 11月 7日에서 '92年 2月 4日까지)의 C함량은 38.2%에서 43.5%으로 증가하였으나, N함량 및 조단백질 함량은 5.5%에서 4.6% 및 34.5%에서 28.9%로 각각 감소하였다. 이러한 N 함량과 조단백질 함량의 감소는 월동중 低温條件下에서 뿌리로부터 무기질 질소의 흡수력 약화(Bravo와 Ubibe, 1981; Deane Drummond and Grass, 1983; Macduff 등, 1987)와 뿌리내에 저장 또는 뿌리의 성장을 위해 葉中 유기질소 화합물의 phloem을 통한 이동(Engels 등, 1992)에 의한 것으로 사료된다. Nicolas 등(1985)은 低温下에서 무기질 질소의 흡수력의 감소는 현저한데 반해, xylem을 통하여 잎으로 이동되는 질소의 양은 크게 감소되지 않으므로, phloem을 통한 질소의 이동이 증가된다고 하였다.

월동 후 재생초기('92年 2月 4日에서 '92年 3月 31日까지)의 葉內 C함량은 43.5%에서 36.0%로 감소하였으나 N는 다소 증가하였다. 이 시기의 葉內 C 함량의 감소는 월동 후 질소 흡수력의 증가에 따른 葉內的 窒素同化 즉 아미노산 합성시 탄소골격의 공급에 의한 것으로 사료된다. 이러한 질소 대사의再開와 잎의 성장에 따른 광합성 능력의 증가에 의해, 抽苔期 (3月 31日)까지 이러한 葉內的 N과 C의 지속적인 축적과 조단백질 함량의 증가를 보였다.

開花最成期(5月 19日)에는 C.H.N. 및 조단백질 함량 공히 유의적으로 감소를 하였는데, 抽苔期에 비해 각각 17.5%(C), 19.8%(H), 45.7%(N), 46%(조단백질)의 감소를 보였다.

이 시기의 질소와 조단백질 함량의 현저한 감소는 開花末期의 노화된 잎에서의 단백질의 분해 활력증가(Kang과 Titus, 1992), phloem을 통한 노화된 잎에서의 새로운 잎으로(Yoneyama와 Sano, 1978; Sano 등, 1978), 뿌리와 種實로(Copper와 Clakson, 1989) 질소가 이동하는 것과 직접적인 관계가 있고, 이 시기의 감소된 대부분의 carbon은 窒素同化시 탄소골격 형성에 이용된 것으로 사료된다.

따라서 생육기간중 葉內的 C/N 균형 및 조단백질 축적에 대한 본 시험의 결과에 따르면, 월동 후 생육

기간동안 예취 이용시기는 조단백질 함량이 높은 抽苔期(4月 16日)가 가장 적합할 것으로 보였으며 開花最成期(5月 19日)에는 지상부위(잎+줄기)의 건물수량은 가장 많으나 이 시기는 줄기수량의 비율이 현저히 높고 줄기의 목질화로 사료가치가 떨어졌다. 월동 후 생육기간중 追肥의 적절한 사용 시기는 葉內的 N과 C의 축적이 직선적으로 일어나는 재생초기(3月 31日) 이전으로서 이 때가 비료 이용효과를 最大化 시킬 수 있을 것으로 사료된다.

4. 越冬期 및 越冬後 初期 再生期間中の 葉內 N 과 C함량의 변화

〈그림 1〉에서 본 바와 같이 葉內的 C/N 균형에 있어 뚜렷한 변화를 보여주는 월동기 및 월동 후 초기재생기간중 葉內的 생초량 증가에 따른 N과 C의 함량의 변화를 〈그림 2〉에 나타내었다.

이 기간중에 葉內的 N 함량은 건물 1g당 약 23에서 55mg의 범위로 C함량(360에서 430mg)에 비해 훨씬 작은 폭의 변화를 보였다. 월동기간중('91年 11月 7日부터 '92年 2月 4日까지) 生草量의 증가에 따라 葉內에 C축적이 지속적으로 일어나 건물 1g당 382mg에서 434mg으로 증가한 반면, 葉內的 N 함량은 55mg에서 46mg으로 감소하였다. 이는 일당 개체당 葉內 생초 축적량 174mg에 따른 0.6mg의 carbon 축적 및 0.1mg의 질소함량에 해당한다. 월동 후 春季 再生初期(2月 5日부터 3月 31日까지)에 접어들면서 葉內的 생초축적량은 일당 개체당 1,140mg으로 전기간에 비해 약 7배 증가하였는데, 이에 따른 葉內的 C함량은 일당 37mg의 현저한 감소를 보였다. N의 함량은 일당 0.03mg의 적은 증가를 보였다.

이러한 결과는 월동 후 窒素同化 作用의 재개를 간접적으로 보여주는데 이 시기 동안 窒素代謝는 葉內 축적보다는 질소동화에 의한 有機窒素化合物의 합성이 중요하며, 이 때 葉內 축적된 carbon의 이용이 크게 증가되는 것으로 사료된다. 따라서 월동 후 초기 재생단계가 차기 생육에 중요한 역할을 하는 exponential 단계라고 할 수 있을 것이다.

이상의 결과에 따르면 월동기간중의 N과 C대사에 대한 깊이 있는 규명이 필요한데, 저온조건하에서 토양으로부터 無機質窒素(NH_4^+ , NO_3^-)의 흡수력 및 무기질질소의 형태에 따른 질소동화 활력의 비

교, 뿌리내 N과 C의 저장 및 저장형태, 월동 후 저장물질의 분해기전 및 xylem 및 phloem을 통한

물질이동 등에 대한 연구의 수행이 필요하다 하겠다.

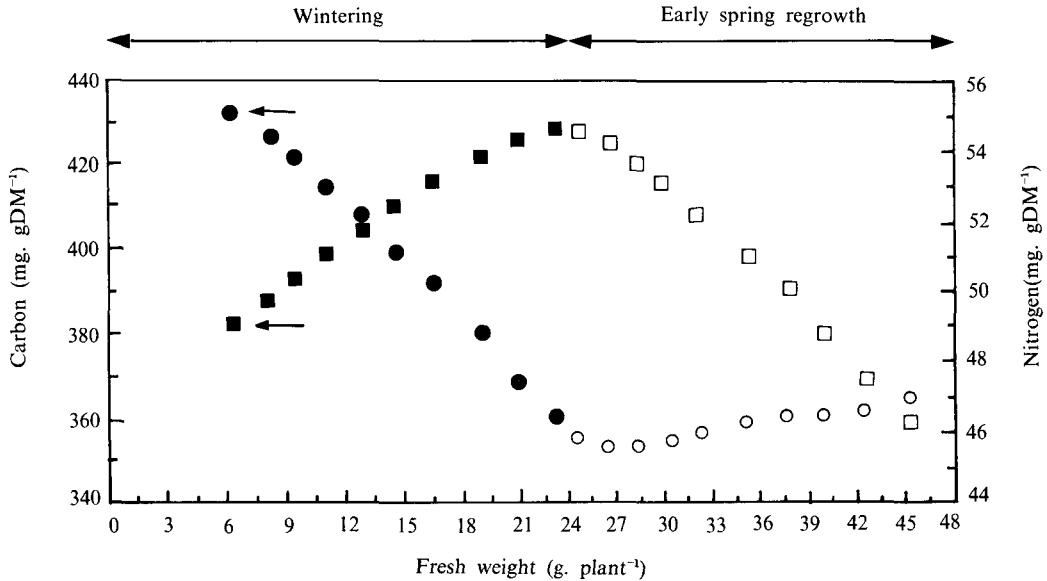


Fig. 2. Evolution of carbon(■, □) and nitrogen(●, ○) concentrations in the leaves of forage rape(cv. swiss) in relation to the accumulation of fresh weight during wintering and early spring regrowth period. Black symbols and open symbols are given, respectively for wintering period(7 Nov.-2 Feb.) and for early spring regrowth period(3 Feb.-31 Mar.).

IV. 摘 要

가을에 파종한 飼草用油菜(*Brassica napus* Subsp. *oleifera* cv. Swiss)의 생육기간 동안의 窒素代謝와 관련하여 乾物收量 및 粗蛋白質의 축적정도를 규명하기 위해, 生育期間中 收量 및 粗蛋白質 含量을 측정하고, 葉內 carbon, nitrogen 및 hydrogen 함량을 비교, 분석하였다.

越冬期인 '91年 11月 7日부터 '92年 2月 4日 동안의 生草量 및 乾物量의 축적은 매우 적었으며, 葉內 C함량은 건물 1g당 382mg에서 435mg으로 증가하였으나, 窒素 및 粗蛋白質 함량은 55mg에서 46mg 및 345mg에서 289mg으로 각각 감소하였다.

월동후 春季 再生初期(2月 3日부터 3月 30日까지) 동안 生草收量の 점차적인 증가에 따라 葉內 C함량은 일당 37mg의 감소를 보였으나, 월동기 동안 감소되었던 N함량은 다소 증가를 보였다.

營養生長期(3月 31日)부터 抽苔期인 4月 16日까지 일당 개체당 生草 및 乾物蓄積量은 각각 5.2g 및 0.5g으로 전 생육기간중 가장 높았는데, 葉內의 C/N의 정상적인 균형을 유지하며 직선적인 증가를 보였고, 粗蛋白質 함량 역시 지속적인 축적이 있었다.

이 시기 이후 開花最成期('92年 5月 19日)까지 葉內 C, N, H 및 粗蛋白質 함량은 공히 유의적인 감소를 보였는데, 특히 N과 粗蛋白質 함량이 抽苔期에 비해 각각 45.7% 및 46%의 감소로 뚜렷하였다.

이들 결과들은 월동기나 월동 후 초기재생 기간중 식물체내 C/N 균형의 현저한 변화를 가져오며, 春季 營養生長期에서 抽苔期 동안(3月 31日 부터 4月 16日까지) 가장 원활한 物質代謝에 따라 葉內의 건물 및 粗蛋白質 축적이 왕성하다는 것을 보여준다. 따라서 예취이용의 적기는 抽苔期이며 생육기간중 追肥適期는 춘계 영양생장기 이전으로 사료된다.

V. 引用文獻

1. A.O.A.C. 1990. Official methods of analysis. Association of Official Analytical Chemists. 15th edition. Washington, D.C.
2. Bravo, F.P., and E.G. Ubide. 1981. Temperature dependence of the concentration kinetics of absorption of phosphate and potassium in corn roots. *Plant Physiol.* 67:815-819.
3. Clarkson, D.T., and A.J. Warner. 1979. Relationships between root temperature and the transport of ammonium and nitrate ions by italian and perennial ryegrass(*Lolium multiflorum* and *Lolium perenne*). *Plant Physiol.* 64:557-561.
4. Copper, D., and D.T. Clakson. 1989. Cycling of amino-nitrogen and othr nutrients between shoot and roots in cereals. *J. Exp. Bot.* 40: 753-762.
5. Cyr, D.R. and J.D. Bewley. 1989. Carbon and nitrogen reserves of leafy spurge(*Euphorbia esula*) roots as related to overwintering strategy. *Physiol. Plant.* 77:67-72.
6. Deane Drummond, C.E. and A.D.M. Grass. 1983. Compensating changes in ion fluxes into barley(*Hordeum vulgare*) seedling in response to differential root/shoot growth temperature. *Ibid.* 34:1711-1719.
7. Engels, C., L. Munkle, and H. Marshner. 1992. Effect of root zone temperature and shoot demand on uptake and xylem transport of macronutrients in maize(*Zea mays* L.). *J. Exp. Bot.* 43(249):537-547.
8. Frota, J.N.E. and T.C. Tucker. 1972. Temperature influence on ammonium and nitrate and absorption by lettuce. *Soil Sci. Soci. Amer. Proc.* 36:97-100.
9. Heimeier, J., E.D. Schulze, and D.M. Whale. 1986. Carbon and nitrogen partitioning in the biennial monocarp(*Arctium tomentosum* Mill). *Oecologia.* 70:466-474.
10. Kalmbacher, R.S., P.H. Everett, F.G. Martin and G.A. Jung. 1982. The management of *Brassica* for winter forage in the sub-tropics. *Grass Forage Sci.* Vol(37):217-225.
11. Kang, S.M. and J.S. Titus. 1989. Increased proteolysis of senescing rice leaves in the presence of NaCl and KCl. *Plant physiol.* 92: 1232-1237.
12. Macduff, J.H., M.J. Hopper and A. Wild. 1987. The effects of root temperature on growth and uptake of ammonium and nitrate by *Brassica napus* L. in flowing solution culture. *J. Exp. Bot.* 38(186):53-66.
13. Nicolas, M.E., R.J. Simpson, H. Lambers, M.J. Dalling. 1985. Effects of drought on partitioning of nitrogen in two wheat varieties differing in drought tolerance. *Ann. Bot.* 55:743-754.
14. Sano, C., T. Yoneyma and K. Kumazawa. 1978. Incorporation of ¹⁵N in to cellular fractions and soluble proteins in rice seedling. *Soil Sci. Plant Nutr.* 24:503-513.
15. Volenec, J.J., P.J. Boyce, and K.L. Hendershot. 1991. Carbohydrate metabolism in taproots of *Medicago sativa* L. during winter adaptation and spring regrowth. *Plant Physiol.* 96:786-793.
16. Yoneyama, T. and C. Sano. 1978. Nitrogen nutrition and growth of the rice plant. II. Considerations concerning the dynamics of nitrogen in rice seedling. *Soil Sci. Plant Nutr.* 24:191-198.
17. 金東岩, 成慶一, 曹武煥. 1986. 飼草用油菜와 燕麥, 호밀, 라이그라스, 순무間的 秋季生産性 比較. *韓畜誌.* 28(2):117-120.
18. 金丙鎬, 韓鐘煥. 1984. 青刈油菜의 品種別 飼料價値에 관한 研究. I. 生育特性 및 收量. *韓畜誌.* 26(3):265-268.
19. 安桂洙, 權炳善, 五斗一郎. 1989a. 飼料用油菜(*Brassica napus* Subsp. *oleifera*)의 生産性과 飼料價値에 관한 研究. I. 南部地方에 適應한 飼草用 油菜의 品種選拔. *韓畜誌.* 31(3):179-191.
20. 安桂洙, 權炳善. 1989. 飼料用油菜(*Brassica napus* Subsp. *oleifera*)의 生産性과 飼料價値에 관한 研究. II. 三要素施肥水準에 飼料用油菜의 生育特性, 收量 및 飼料價値에 미치는 影響. *韓畜誌.*

- 31(3):192-199.
21. 安桂洙, 陳日斗, 五斗一郎. 1989b. 飼料用油菜의 生産性과 飼料價値에 관한 研究. III. 飼料用油菜와 飼草用油菜 品種들간에 있어서 生産性과 營養價의 差異. 韓營飼報 13(1):1-8.
 22. 安桂洙, 權炳善, 五斗一郎. 1989c. 飼料用油菜 (*Brassica napus* Subsp. *oleifera*)의 生産性과 飼料價値에 관한 研究. IV. 播種期가 飼料用油菜의 生育特性, 收量 및 營養價値에 미치는 影響. 韓草誌. 9(2):103-107.
 23. 安桂洙, 權炳善, 五斗一郎. 1989d. 飼料用油菜 (*Brassica napus* Subsp. *oleifera*)의 生産性과 飼料價値에 관한 研究. V. 栽植密度 差異가 飼草用油菜의 生育特性, 收量 및 營養價値에 미치는 影響. 韓草誌. 9(2):108-112.
 24. 安桂洙, 五斗一郎. 1989. 飼料用油菜(*Brassica napus* Subsp. *oleifera*)의 生産性과 飼料價値에 관한 研究. VII. 飼草用 油菜品種 Velox의 生産性 및 生育期間中の 營養價値의 變化. 韓草誌. 9(3):179-186.
 25. 李正日, 權炳善, 金一海. 1977. 油菜收量에 關與하는 主要 形質間的 相關關係와 經路係數 및 遺傳力 調査. 韓國육종학회지. 9(1):58-64.
 26. 曹武煥, 金東岩. 1988. 窒素施肥水準과 添加劑가 飼草用油菜의 飼料價値 및 사일리지 品種에 미치는 影響. I. 刈取時期別 및 窒素施肥 水準이 收量 및 飼料價値에 미치는 影響. 韓草誌. 8(1):33-39.
 27. 曹武煥, 金東岩, 徐 成. 1988. 窒素施肥水準과 添加劑가 飼草用油菜의 飼料價値 및 사일리지 品質에 미치는 影響. II. 窒素施肥水準과 포름알데히드 處理가 油菜사일리지의 品質에 미치는 影響. 韓草誌. 8(1):40-46.
 28. 韓鍾煥, 金丙鎬. 1983. 油菜의 青刈飼料的 利用性에 관한 研究. 畜産振興研究所報. 10:87-95.
 29. 韓鍾煥, 金丙鎬. 1985. 青刈油菜의 品種別 飼料價値에 관한 研究. II. 粗成分 및 消化率. 韓畜誌. 27(2):102-104.