

カラマツ苗の栄養生理に関する研究 Ⅱ

窒素の分与とその時期が苗の諸窒素化合物と炭水化物の季節的消長に及ぼす影響

沖 永 哲 一⁽¹⁾
佐 々 木 茂⁽²⁾
高 木 勇 吉⁽³⁾

まえがき

筆者らは前報¹⁾においてカラマツ当年生苗の諸窒素化合物と炭水化物の濃度の季節的な消長が窒素の供給量の相違だけではあまり変動せず、それぞれ個有の季節的経過があることを示した。しかし、カラマツの苗ではヒバ・スギ・アカマツなどの苗とともに、それぞれその発育の初期および中期における、なかなく初期における窒素の供給の有無が苗の発育を左右すること²⁾³⁾、また、作物に対する窒素肥料の分与とその供給の時期は作物の収量と蛋白質の含量に著しく影響することが知られている⁴⁾⁵⁾⁶⁾。さらに、三井⁷⁾および藤原その他共同者⁸⁾によれば、水稻に対する窒素の追肥は蛋白質の合成とつづく光合成の促進をもたらすという。

そこで、もし、カラマツ苗に対して窒素を分けて供給することとし、その回数、量の分配および供給の時期をいろいろ変化すれば、これは苗の発育および収量に影響を与えるばかりでなく、その発育中における諸窒素化合物・諸炭水化物の季節的消長にも影響し、処理に対応する明らかな変動をもたらすはずである。

筆者らは 1953 年この方法によつて誘発されるいろいろな変化を、とくに諸化合物の変動を指標としてカラマツ苗の窒素代謝を解析し、その窒素に対する栄養的特性を明らかにするための一助とした。

本研究にあたり御懇切な御指導を賜わつた前分場長宮崎博士に深く感謝する。

実験の方法

窒素の供給を次表のごとく行つたほかはすべて前報¹⁾に述べた方法に従つた。

第1表 施肥設計 (貫/反)
Table 1. Scheme on the split applications of manure
(Kan per Tan, ×378 kg per Hectare)

処理別 Experimental plot	肥料供給の月日 Date of dressing	基 肥 Basal dressing	追 肥 Top dressing			
		4 月 12 日 April 12	6 月 15 日 June 15	7 月 15 日 July 15	8 月 15 日 Aug. 15	9 月 15 日 Sep. 15
		N-P ₂ O ₅ -K ₂ O	N-P ₂ O ₅ -K ₂ O	N-P ₂ O ₅ -K ₂ O	N-P ₂ O ₅ -K ₂ O	N-P ₂ O ₅ -K ₂ O
A		4.0-2.5-1.0	0-1.5-1.0			
B		0-2.5-1.0	2.0-1.5-1.0	1.0-0-0	1.0-0-0	
C		2.5-2.5-1.0	1.5-1.5-1.0			
D		2.0-2.5-1.0	1.0-1.5-1.0	1.0-0-0		
E		0-2.5-1.0	0-1.5-1.0	2.0-0-0	1.0-0-0	1.0-0-0

(1) 元好摩分場土壌肥料研究室長 (現広島農業短期大学助教授) (2)(3) 好摩分場土壌肥料研究室員

供給した肥料の成分比は前報における中量区の $N-P_2O_5-K_2O: 4-4-2$ (貫/反) に等しい。

実験の結果

カラマツ苗の發育については第2～4表に示すとおりである。

窒素が基肥だけに与えられたA区の成長は發育のはじめ比較的に良好であるが、中途から衰え、B・C・D区などの分与区に劣るようになる。また、窒素の供給が7月中旬に始まつたE区では窒素がD区と同様に配分されたにもかかわらず苗の成長が著しく不良で、窒素の供給量ははなはだしく不足した場合と同様である¹⁾。B区も窒素の供給が遅れたため初期の成長はやや不振であるが、それは發育の途中から急速に回復し、最終測定時にはほぼC区に等しくなる。処理区のうちではD区が最も良好な發育を示す。

全窒素と蛋白態窒素の濃度およびそれらの含量の季節曲線は第1および第2図に示すごとく相似する。

第2表 各処理区における苗の風乾量の季節的消長
Table 2. Effect of split applications of nitrogen on the air-dry weight of *Larix* seedlings at different times of growth.

採取月日 Date of sampling	処 理 区 Experimental plot				
	A	B	C	D	E
	<i>g</i>	<i>g</i>	<i>g</i>	<i>g</i>	<i>g</i>
June 23	0.016	0.011	0.014	0.018	0.009
July 13	0.067	0.033	0.071	0.063	0.015
24	0.077	0.054	0.089	0.100	0.018
Aug. 3	0.111	0.097	0.148	0.166	0.023
13	0.153	0.125	0.186	0.245	0.036
24	0.184	0.166	0.233	0.300	0.062
Sep. 3	0.216	0.205	0.298	0.356	0.086
13	0.230	0.246	0.360	0.403	0.123
24	0.239	0.320	0.378	0.432	0.134
Oct. 5	0.262	0.378	0.400	0.464	0.141
16	0.289	0.413	0.434	0.498	0.174

Note: Nitrogen given in $(NH_4)_2SO_4$

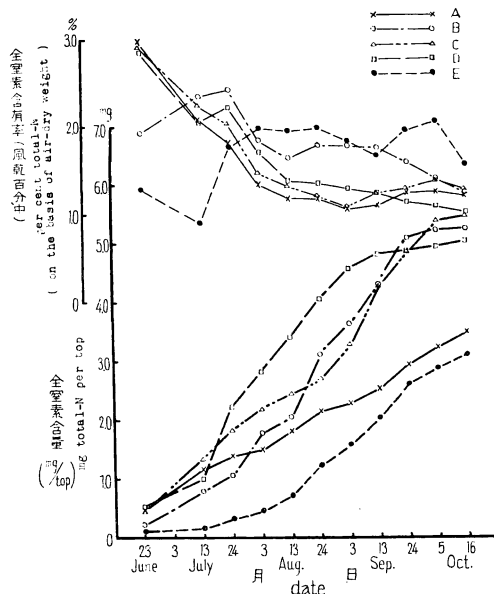
第3表 各処理区における苗の地上部の伸長成長の季節的消長
Table 3. Effect of split applications of nitrogen on the top length of *Larix* seedlings at different times of growth.

測定月日 Date of determination	処 理 区 Experimental plot				
	A	B	C	D	E
	<i>cm</i>	<i>cm</i>	<i>cm</i>	<i>cm</i>	<i>cm</i>
July 6	3.8	2.6	3.9	3.7	2.3
16	5.1	3.8	6.1	5.2	2.5
26	6.5	5.1	7.2	7.0	3.2
Aug. 5	6.9	5.8	7.8	7.7	3.5
16	7.6	7.2	9.0	9.0	4.1
27	7.8	7.9	9.1	9.4	4.4
Sep. 7	8.0	8.9	9.6	9.9	5.0
Oct. 16	8.0	9.6	9.8	10.5	5.2

第4表 終期における苗の生育状態
Table 4. Effect of split applications of nitrogen on the growth of *Larix* seedlings at the end states.

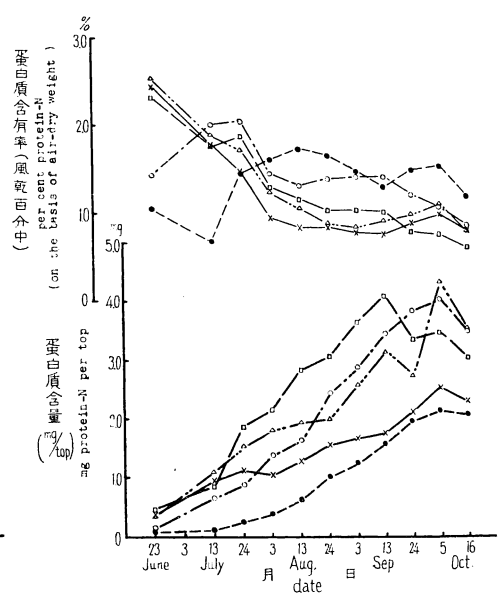
処理別 Experimental plot	苗 丈 Top length	根元直径 Diameter of stem near the root	根 長 Root length	生 重 量 Green weight		
				地上部 Top	地下部 Root	全 体 Total
	cm	mm	cm	g	g	g
A	8.0	0.17	18.0	0.70	0.35	1.05
B	9.6	0.19	18.7	1.50	0.50	2.00
C	9.8	0.20	19.0	1.15	0.50	1.65
D	10.5	0.21	17.4	1.50	0.40	1.90
E	5.2	0.16	15.0	0.55	0.20	0.75

Note: Nitrogen given in $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$



第1図 各処理区における苗の全窒素含有率および含量の季節的变化

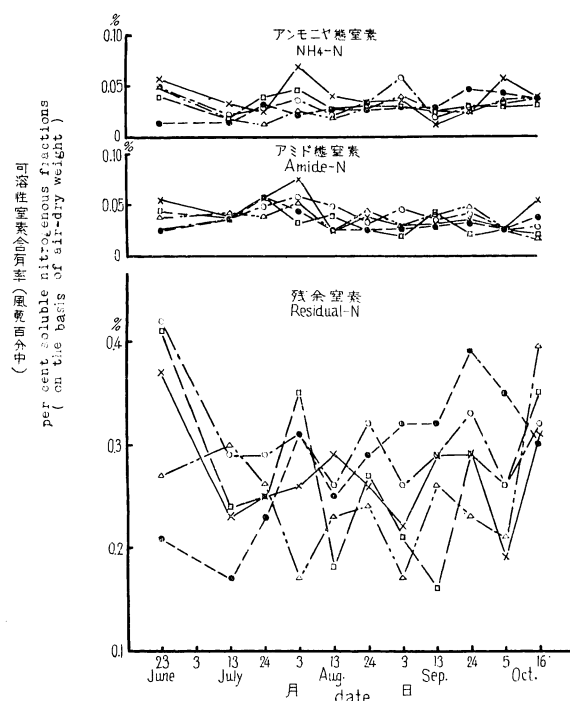
Fig. 1 Seasonal changes in total-N of *Larix* seedlings grown under different split applications of nitrogen.



第2図 各処理区における苗の蛋白質態窒素含有率および含量の季節的变化

Fig. 2 Seasonal changes in protein-N of *Larix* seedlings grown under different split applications of nitrogen.

しかし、窒素の供給方法とその時期を変えたことにより両態窒素の季節的消長にはそれぞれ著しい変動が起つた。すなわち、A・C・D区のごとく窒素の供給が早く完了した区では8月13日～9月24日の期間においてすでに濃度が低下期にはいつているが、遅く始まつたB・Eの両区では反対に上昇を示し著しく対照的である。図に認められるように窒素の施用は速やかな、また著しい濃度の上昇をもたらすがA・CおよびDの3区では6月23日まで、B区では6月23日～7月24日の期間、E区では7月13日～8月3日の期間など窒素の供給開始後まもない時期に全窒素・蛋白質態窒素の高濃度期が認められる。そうして前報¹⁾の両態窒素の濃度が下降し恒濃度に近づく夏季においても、窒素の供給により新しい吸収と同化が起り両態窒素の濃度の上昇を誘起することができる²⁾。しかし、濃度の絶対値は窒素肥料が早く供給せられた区



第3図 各処理区における苗の可溶性窒素含有率の季節的变化

Fig. 3 Seasonal changes in soluble nitrogenous fractions of *Larix* seedlings grown under different split applications of nitrogen.

それぞれ生育期間中の濃度の振幅がきわめて狭いが、AとCの両区はやや似た経過を示し、他の区と異なる。B・D・Eの3区はそれぞれ異なった消長を示す。

諸形態の窒素化合物の生育期間中における含量は第1・2・4・5・6図に示すとおりである。

蛋白態の窒素においては成長が良くないA・E両区の最終量がほぼ近似するが、A区ではE区よりも早く蛋白質の集積が起り、後で増加が鈍り、遂にはE区の近似値を示すようになる。がいして、蛋白質の蓄積は窒素の供給時期とその量とに関係があるようで、A・C・D・B区の順に早く集積がはじまるが、その後の窒素の供給のされかたの相違によつて順位は違ってくる。

D区は窒素の分与により早くから他区に優り、この状態を長く持続するが、9月13日以後増量が止み、加水分解に伴い含量が下る。D区についてC区も早く増量するが8月13日B区に追いつかれる。しかし、最終含量はB区とともに高い。

E区は窒素の供給によつて蛋白質の合成が旺んになるが、供給の開始が時期的に著しく遅れたためか、B・C・D区などの値まで達することができない。

以上の結果から明らかに蛋白質の合成は窒素の供給により時期的にはいつでも可能であるが、遅れて生育期間を相当経過してから供給された場合には窒素の供給にともなう濃度の上昇は認められても合成力は相当弱まる。

蛋白態窒素の含量は窒素の供給にともなう苗の成長経過とよく一致し、WILD¹⁰⁾が指適したように林木苗の蛋白質含量は土壌の肥沃度と肥料の必要度の指標となりうるようである。

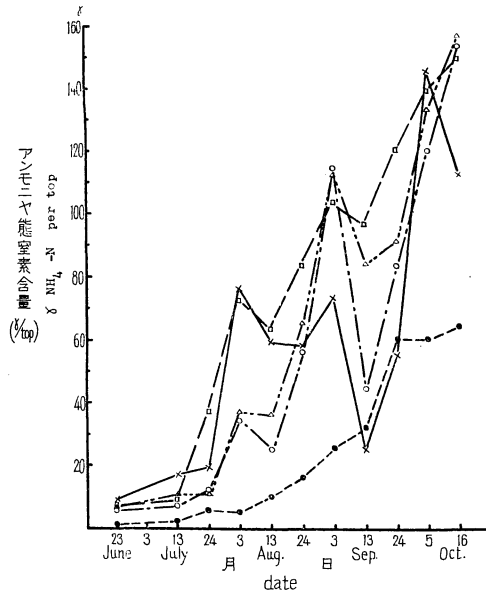
の値に劣る。

A・C・Dの3区の濃度曲線の経過には窒素が一度に与えられても、また2～3回に分けて与えられても著しい差が起らないが、分与区ほど高い濃度を示し、なかんずく盛夏中の濃度が高い。

可溶性窒素の各分層の濃度の季節的消長は第3図に示すとおりである。

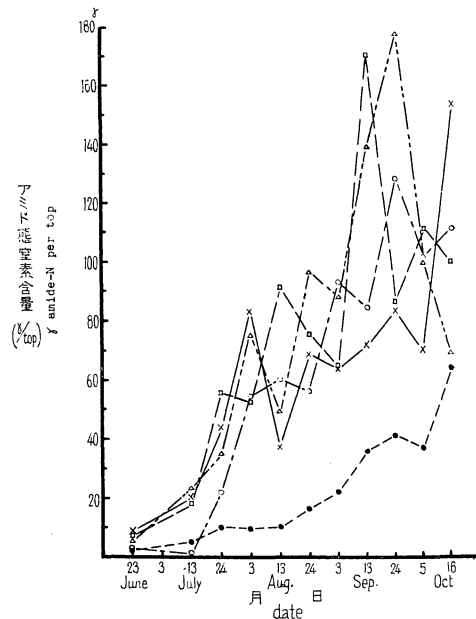
残余窒素(アミノ酸態窒素)の季節的消長は処理により著しく異なるが、これは窒素の供給方法の違いにより蛋白質代謝が攪乱された結果と思われる。AとCの両区は8月3日以後相似した曲線を、またBとDの両区は全期間中ほぼ相似した経過を示す。ただ、E区はひとり他区と異なつた独自の消長を示している。このように残余窒素の濃度曲線では窒素の供給方法が近似している区相互の間に類似した季節的経過が認められる。

アンモニヤ・アミド両態窒素はともに



第4図 各処理区における苗のアンモニア態窒素含量の季節的变化

Fig. 4 Seasonal changes in $\text{NH}_4\text{-N}$ of *Larix* seedlings grown under different split applications of nitrogen.



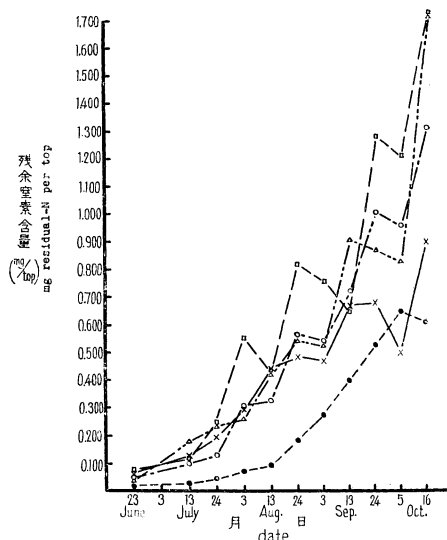
第5図 各処理区における苗のアミド態窒素含量の季節的变化

Fig. 5 Seasonal changes in amide-N of *Larix* seedlings grown under different split applications of nitrogen.

アンモニアおよびアミド両態窒素の含量はともに著しく少なく、残余窒素が多いが、季節中における各区の量的優劣関係は一定せず、非常に不規則である。いづばんに、窒素を早く供給したA・C・Dの3区に早く各態可溶性窒素の多量な集積が現われ、A区は途中で転落しC・D両区より量は低くなる。B区ははじめ上述の各区に劣るが、窒素の供給にともない季節半ばで追いつく傾向が認められる。しかるに、E区のみは各態可溶性窒素とも季節中他区に著しく含量が劣るが不規則に変化しないでたえず増量する傾向を示す。

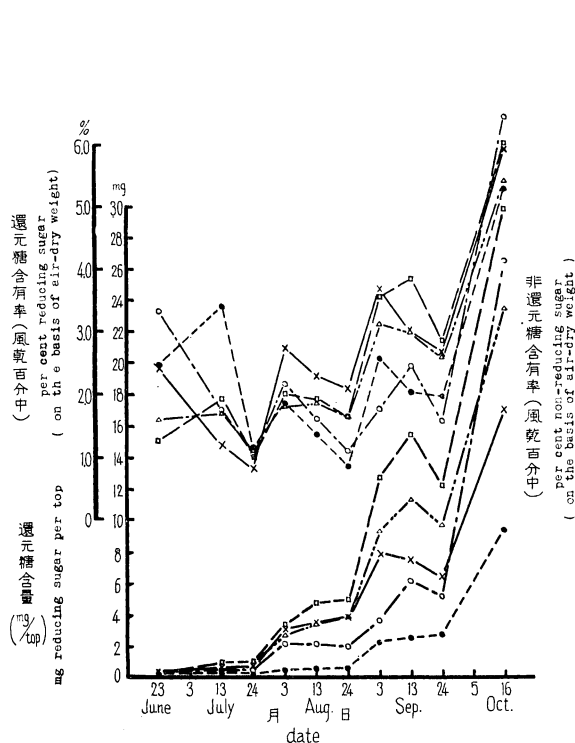
アンモニア態窒素量はE区のほか、すべて7月24日までの小量期、8月30日と9月3日の集積期、9月13日の低下期およびこれに続く著しい増大期など发育過程における増量、減量の周期がほぼ一致する。しかし、アミド態窒素量は窒素の供給の違いによりそれぞれ異なつた経路を不規則に増減しながら増加する。そうして、その間各時期においてA・D・A・D・C・B・

D・C区がそれぞれ最大値を示す。また、A・B・Cの3区の残余窒素は9月13日までそれぞれ近似値を



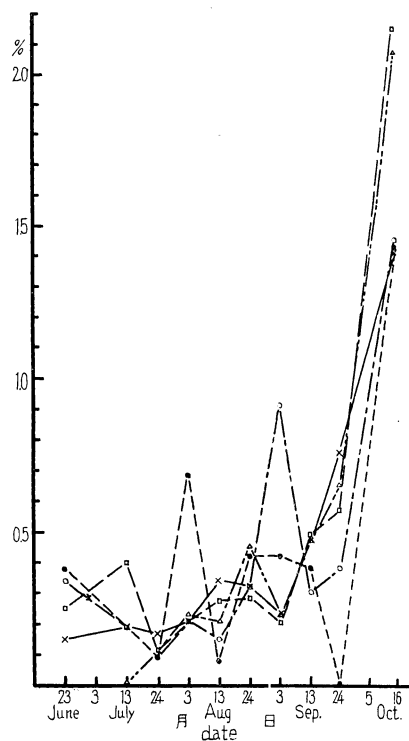
第6図 各処理区における苗の残余窒素含量の季節的变化

Fig. 6 Seasonal changes in residual-N of *Larix* seedlings grown under different split applications of nitrogen.



第7図 各処理区における苗の還元糖含有率
および含量の季節的变化

Fig. 7 Seasonal changes in reducing sugar of *Larix* seedlings grown under different split applications of nitrogen.



第8図 各処理区における苗の非還元糖
含有率の季節的变化

Fig. 8 Seasonal changes in non-reducing sugar of *Larix* seedlings grown under different split applications of nitrogen.

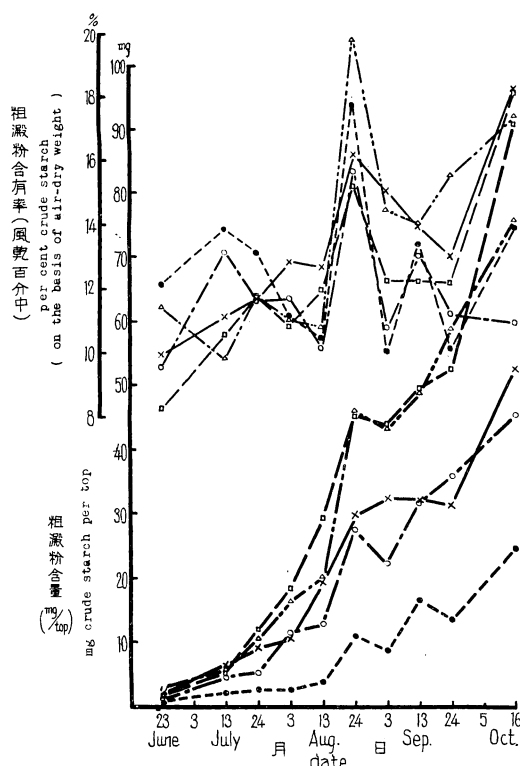
示しながら変動し、その後に著しい差が現われる。しかし、D区はそれらよりも高い値で異なつた消長を示す。

炭水化物中の還元糖濃度の季節的消長は第7図に認められるように、処理による消長の攪乱は比較的に弱く、各区とも環境に応じ大略同様な傾向の周期を示す。すなわち、7月24日・8月24日・9月24日はそれぞれ濃度の谷を生じ、7月3日および9月13日はそれぞれ peak を示す。この peak は前期よりも後期の方が高い。さらに10月にはいと著しく高濃度となる。

非還元糖の濃度は第8図のごとく低く、季節的消長も区によりかなり変動する。そうして、CとDの両区はかなり似た曲線を示し、10月にはいり著しく高濃度となる。BとEの両区は相互にはもちろん、上述の両区とも著しく異なつた値と曲線を示し、特異的である。

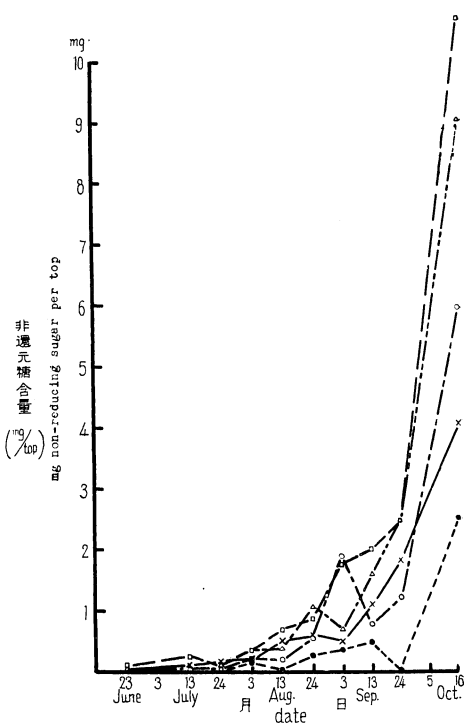
粗澱粉の濃度の季節的消長は第9図に示すごとく、B・Eの両区ではともに9月13日に小 peak が認められるばかりでなく、季節的経過もやや相似する。また、C・Dの両区も他に比べ相似した経過を示す。ただ、A区のみは上述の2群とも異なつた経過を示す。このように、明らかに処理による影響が認められるが、同時に前報¹⁾の7月7日ごろ最大値を示し、その後継続的に急速に濃度が低下した場合と著しく対照的で、7月13日は比較的小濃度で8月24日の大きい peak、10月16日の再上昇による高濃度など发育の中・後期に高濃度が現われる。

諸炭水化物の含量の季節的消長は第8～10図に示すとおりである。



第9図 各処理区における苗の粗澱粉含有率および含量の季節的变化

Fig. 9 Seasonal changes in crude starch of *Larix* seedlings grown under different split applications of nitrogen.



第10図 各処理区における苗の非還元糖含量の季節的变化

Fig. 10 Seasonal changes in non-reducing sugar of *Larix* seedlings grown under different split applications of nitrogen.

還元糖については季節的消長が各区とも比較的に類似している。発育初期の6月23日～7月24日の期間には小量で7月24日一時的に僅かな減量が起るが、これは、B・D・E区などそのままに窒素を供給した区に著しい。含量はその後ふたたび急速に増加するが、B区では8月3日～同24日の期間増量は停滞し、A・C・Dの3区に劣る。E区もまた7月24日～8月24日の期間にはほとんど増加しないで他区の値に著しく劣る。8月24日以降はいずれの区も著しく増加するが、9月13日～同24日の期間一様に減量する。

非還元糖の含量の絶対値は低く、また還元糖ならびに粗澱粉の季節的経過のごとく処理区相互間の類似性は認めがたく、かなり変動する。7月24日までは各区とも一様に量が低く、増加速度も低い、その後9月3日までの経過は処理により変化し、ことに9月3日はB区に、8月24日はC区にそれぞれ peak が現われる。

粗澱粉量は成長とともに急速に増大するが9月3日一様に加水分解による減量、もしくは増加の停滞が起る。ことに、それはBとEの両区に著しい。E区ではさらに9月24日再度の加水分解による減量が認められる。C・D両区の量は近似し、他区に比べ高い。なお、A・Bの両区も近似値の消長を示し、C・D区について高含量である。B区では成長のはじめ増加の停滞期が認められ、E区も8月3日まではほとんど増量せず、その後になつて急激に増加するが、絶対値は前群の1/3～1/2にすぎない。

考 察

苗の発育の良否を判定する指標の一つとした風乾量は窒素の供給により増加する傾向にあるが、7月23日のE区のごとく、はじめて窒素の供給が行われるか、または同日のB区のごとく第1回の追肥が行われた時の増加は比較的に少ない。しかし、B区ではその後かなりの増加を示す。

窒素を欠乏させた植物に窒素を与えた場合、VIETS および共同者¹¹⁾ は有機可溶性窒素の量は増加するが蛋白質の量には変化がないと述べ、WALKLEY⁹⁾ および藤原その他共同者⁸⁾ は窒素の供給により蛋白質の増加が可溶性窒素に比べて著しいと反対の結果を示した。筆者らの結果も後者と等しく窒素の供給にともない明らかに蛋白質の濃度とその含量の増加が起る。この増加は濃度が上昇している時よりも低下している時期のほうが大きい。また、7月23日のE区のごとく、はじめて窒素が与えられた場合とくに著しいけれども、この際、量の増加は風乾物の増加が少ないため濃度は大きくない。いつばんに、蛋白質ははじめて窒素が供給せられた時或る誘導期間を経て増加するようである。

重窒素の標識を付けた窒素塩を用いた研究から MAC, VICAR and PUCHER¹²⁾ はトマトにおける窒素の吸収およびその地上部の移動は速やかで 4~12 時間内に起り、蛋白質合成の初期に生ずる有機窒素化合物の濃度が他に比べ著しく高いことを示した。尾崎・三井¹³⁾ の水稻における結果でも短時間内では前者と同一結果を示すが、20日以上経過すると非蛋白態窒素の重窒素は減少し、逆に蛋白質中のそれが増加するため両化合物における重窒素の差は少なくなり、各窒素化合物中に均一に分配されるという。このように、窒素は与えられるとまず非蛋白態窒素に利用され、しかる後蛋白質合成に使用される。われわれの結果でも、窒素を供給したときアンモニア・アミド・残余の非蛋白態（可溶性）窒素化合物はそれぞれ濃度と含量を増大する傾向を示す。そうして、ことにB・Eの両区における窒素を供給したさいのこれら非蛋白態窒素と蛋白態窒素の窒素平衡的な推移は、窒素の供給により増加した非蛋白態窒素、ことに有機窒素化合物の消耗において蛋白質がなお増加をつづける傾向にあり、蛋白質の合成が尾崎・三井らの結果と同様な経過において行われることを示すように思われる。

一方、炭水化物のうち還元糖は窒素の供給により濃度が急激に低下する。この傾向は発育はじめの7月に、また窒素分与の初回に大きく、のちしだいに小さくなる。量の減少も7月に大きく、その後はあまり変化がない。このことはこの化合物が蛋白質の合成系にはいるためと考えられる。

非還元糖の濃度は7月と9月における窒素の供給により低下が認められ、ことに後期に著しい。しかるに、8月の供給後はB・Eの両区にかえつて相当な増量が起る。

粗澱粉はB・E両区では7月に濃度が低下し、量はあまり変化がない。しかるに、D区では濃度と量とともに増加する。8月は非還元糖の場合と等しくB・E両区の濃度と量が増加し、9月にはE区は著しく減少する。このように8月は粗澱粉の増加期に相当し、その合成に対する非還元糖の関連性が存在するよう認められる¹⁴⁾。

三井⁷⁾ および藤原その他共同者⁸⁾ が明らかにしたごとく、窒素の供給は蛋白質の合成とその後の光合成（風乾物の増加等）を促進するが、それはまた佐藤・武藤³⁾ が示したごとく、カラマツ苗の発育の初期、すなわち旺盛な諸窒素化合物（機能蛋白質形成と貯蔵蛋白質形成を含む）と炭水化物の同化が起るまゝに、遅くともこの時期をはずれることがないように供給されることが、さらに PFFAFF⁴⁾、NEHRING⁵⁾ および GIESECK その他共同者⁶⁾ が指摘したごとく、一度でなく分けて供給されることが、苗の発育を左右する働きのある蛋白質合成と炭水化物代謝作用の両面からみて必要と考えられる。もし、これが遅れると

初期における酵素等の機能蛋白質の合成が不十分な状態のもとに成長 pattern の貯蔵蛋白質の合成へ移行することにより、あるいはその移行を不可能にするような生理的变化が起ることにより蛋白質の合成力は弱まり、これがさらに光合成の不活発化を誘発して苗の発育を損ずるばかりでなく、時として晩秋における貯蔵物質としての残余窒素、蛋白質および粗澱粉、ならびに耐寒性に関連する可溶性炭水化物の集積まで阻害するにいたるものと考えられる。

摘 要

1. 同量の窒素を供給の回数とその時期を変えて施した場合、カラマツ当年生苗の成長、全窒素・蛋白質・アンモニア態・アミド態・残余各窒素化合物および還元糖・非還元糖・粗澱粉の各炭水化物に及ぼす季節的消長について研究した。
2. 成長は窒素を7月中旬までに3～2回に分与した区が良好である。そうして、分与しなかつた区は7月から供給を開始した分与区のごとく不良である。8月中旬に供給を終えた分与区は急速な成長により前群に対する劣勢をほとんど挽回する。
3. 蛋白質の季節的消長は風乾量の経過とよく一致する。
4. 苗の成長に関係がある蛋白質ならびに炭水化物の合成の経過から、窒素を発育の初期および中期までに分けて供給することが必要と思われる。
5. 7月中旬までに窒素を供給した区の蛋白質濃度の季節的消長は1, 2または3回の分与の回数いかんによつてあまり変化しない。しかし、その後に大部分、または全部を分与した区では、それぞれその時期に応じて、特に初期速やかな濃度の上昇をとめない、季節的消長に著しい変動をもたらす。しかし、はじめて窒素が供給せられたときには合成による蛋白質の量の増加が濃度の上昇変化に比例せず少ない。このときの蛋白量の増加は或る誘導期間を経て起る。
6. 蛋白質の合成は苗の発育期間中いつでも可能である。
7. 諸可溶性窒素および炭水化物の濃度ならびにそれらの含量の季節的消長はそれぞれ蛋白質合成 pattern における相互関係を示して処理に対応する相当な攪乱を生じる。

文 献

- 1) 沖永・佐々木・高木：林試研究報告, 88, (1956) p. 1
- 2) 佐藤・武藤：北大演習林報告, 15, (1951) p. 1
- 3) 芝本：スギ、ヒノキ、アカマツの栄養並びに森林土壌の肥沃度に関する研究, 林野庁 (1952)
- 4) PFFAFF, C.: Bodenkunde u. Pflanzenernähr., 9—10, (1938) p. 424
- 5) NEHRING, K.: *ibid*, 9—10, (1938) p. 395
- 6) GIESECK, F. G., G. MICHAEI and L. HETDECKER: *ibid*, 32, (1943) p. 163
- 7) 三井：日土肥, 13, (1939) p. 309
- 8) 藤原・成田・大平：同上誌, 22, (1952) p. 173
- 9) WALKLEY, J.: New phytologist, 39, (1940) p. 362
- 10) WILD, S. A., O. G. NATHANOV and TEH. M. YU: J. Forestry, 46, (1948) p. 829
- 11) VIETS, F. G., JR., A. L. MOXON and E. I. WHITEHEAD: Plant physiolo., 21, (1946) p. 271
- 12) MAC. VICAR, R. and R. H. BURRIS: J. Biol. Chem., 176, (1948) p. 511
- 13) 尾崎・三井：日土肥, 23, (1953) p. 169
- 14) 石塚・田中：同上誌, 23, (1953) p. 159

Physiological Studies on the Nitrogen Nutrition of *Larix Kaempferi* SARGENT Seedlings. II. Effects of split application of nitrogen fertilizer on the seasonal changes in contents of various nitrogenous and carbohydrate fractions in one-year old *Larix* seedlings.

Tetsukazu OKINAGA, Shigeru SASAKI and Yûkichi TAKAGI

(Résumé)

1. *Larix* seeds were sown and allowed to grow in nitrogen-free subsoil fertilized as follows: the nitrogen was kept equal in amount to each plot and dressed with a single application as basic, with two or three split applications as top dressing with basic, or with three split applications as only top dressing without basic, and each dressing time was delayed one by one with an interval of one month from the adjacent plot in the above mentioned same treatments. The applications of P_2O_5 and K_2O fertilizers were, however, equal in each plot. The seedlings were harvested at intervals for the analysis of the compounds presented in the first paper of this series.

2. The split application of nitrogen surpasses the single application as basic only in growth of seedlings, but regularly gets worse in growth as the time of application grows later than the middle of July. The seedlings dressed with a single basic application are worst in growth, and indicate but the slightest increase in growth during the growing period. Therefore, this treatment is not believed to be sufficient to cover the nitrogen requirement of seedlings through the whole growing period.

3. The seasonal curves in the content of total-N or protein-N of one set of seedlings furnished with a single application of nitrogen as basic, and the other two furnished with two or three split applications of nitrogen as basic and top, before July follow a similar trend, and is little affected by the frequency of nitrogen application, but those of the two seedlings applied with three splits, one was furnished with the most amount of nitrogen as top dressing later than the above mentioned time, while the other with the total amount of nitrogen, indicate remarkably different trends from the former, and differ from each other according to the difference of the time of top dressing.

4. The concentrations of both total-N and protein-N in the latter increase appreciably with every nitrogen supply throughout the growing period, especially, most rapidly at the beginning of split application, while the increase in the amounts of them always lessens.

5. The split application of nitrogen conducted in the earlier growing period seems to show the outstanding benefit to the growth of seedlings due to the more active protein synthesis and carbohydrate production better than that carried out in the later growing period.

6. There is a close analogy between the seasonal curves in protein content (mg/top) and those in the weight of air-dried seedlings in each plot.

7. Protein synthesis occurs at all times throughout the growing period of seedlings.

8. It may be allowed to conclude, furthermore, from the present results obtained, that each seasonal curve in the contents of various carbohydrates and soluble nitrogenous fractions is subjected to the change characteristic in each compound, and corresponding to the chemical interaction obtaining in the cycle of protein synthesis by every nitrogen supply.