

スギ播種苗の栄養要素含有率に及ぼす施肥の影響について

大学院特別研究生 安 藤 愛 次

AIZI ANDO:

On the Effects of Fertilization on the Nutrient Contents in Sugi (*Cryptomeria japonica* D. DON) Yearling Seedlings

ま え が き

前報¹⁾にて、スギ、ヒノキ苗について栄養要素含有量の季節的変化を追求したが、苗の要素含有量とその季節的変化が施肥量の多少によつて、如何なる影響をうけるかを知る目的で本実験を行った。すなわち、施肥量の別に3区を設けて、スギ苗を仕立て、8月から11月まで各月に採取した苗について、N, P₂O₅, K₂O, CaO の4要素を定量した。

本研究に当つて数々の御教示と御援助を賜つた中村賢太郎教授、芝本武夫教授並に試料採取の便宜を賜つた林業試験場好摩分場の宮崎榊場長、沖永哲一技官に深甚なる謝意を表する。

実 験 方 法

岩手県岩手郡巻堀村好摩、林業試験場好摩分場にて、1949年5月に播種したスギ苗について8, 9, 10, 11月の4回試料を採取した。種子の産地は秋田営林局扇田営林署砥沢国有林で、播種に先立つてアルコール選別した。

播種床の土壤性質は第1表に示すごとく、黒色の腐植にとむ粗砂質じょう土で、N, K₂O にとむが、P₂O₅ は比較的乏しい。

第1表 苗畑土壤の理化学的性質

機 械 的 組 成				
原土 100 分中	細 土 100 分 中			
石礫 > 2.0 mm 3.52	細砂 2.0—0.25mm 28.83	粗砂 0.25—0.02mm 38.82	微砂 0.02—0.002mm 26.16	粘土 0.002mm > 6.19
化 学 的 組 成				
腐 植 13.22	N 0.548	P ₂ O ₅ 0.037	K ₂ O 0.041	CaO 0.348
PH(H ₂ O) 5.8	PH(KCl) 5.4	置換酸度 % 0.29	加水酸度 % 30.28	置換塩基 % 19.66

(備考) 機械的組成はピペット法により、P₂O₅, K₂O および CaO は N/5—HCl 法により定量した。

試験区は無肥料区、基準施肥量区および2倍施肥量区の3区で、各区とも4回繰返し、合計12区割を用いた。基準施肥量区は m^2 当り、堆肥 1125 g、硫酸アンモニヤ 23 g、過硫酸石灰 13 g、硫酸カリ 4 g で、2倍施肥量区は基準施肥量区の各肥料の2倍量を施用した。使用堆肥の分析結果は、N 0.41 %、 P_2O_5 0.24 % K_2O 0.56 % であつた。したがつて、基準施肥量区は m^2 当り、N 9.1 g、 P_2O_5 5.3 g、 K_2O 8.2 g 施用したことになる。試料は各肥料区とも8月に200本、他の月には100本宛採取し、地上部と根に分け、大部分を灰化し、残りでNを定量した。分析件数が多いので、4地区から採取した苗をまとめて分析したのでSamplingによる差はわからないが、定量法と実験操作上による誤差範囲は乾物に対してNは0.02 %、 P_2O_5 および CaO は0.06 %、 K_2O は0.08 % である。分析方法は前報と同じである。

実 験 結 果

Sampling に不備があり結論は下せないが、分析結果を検討すると次のごとくである。

1. 施肥によるスギ苗の成分含有率変化

最終採取時の11月における1本当り平均乾量は、無肥料区 198 mg、基準施肥量区 246 mg、2倍施肥量区 291 mg で、施肥量との間に並行関係がある。水分、灰分および栄養要素含有率の月別変化を施肥量別に示すと第2表のごとくである。

第2表 施肥による成分含有率の月別変化

施肥区	採取月	成 分 含 有 率					
		水 分	灰 分	N	P_2O_5	K_2O	CaO
無肥料区	8	84.2	11.4	2.41	0.54	3.32	1.61
	9	83.5	6.8	1.60	0.47	1.90	1.47
	10	73.3	6.3	1.20	0.33	1.16	1.14
	11	70.5	6.3	1.21	0.35	1.52	1.14
基準施肥量区	8	85.2	10.0	2.34	0.64	3.27	1.51
	9	82.4	7.2	1.42	0.59	2.26	1.33
	10	78.3	6.5	1.39	0.34	1.24	1.02
	11	70.3	6.4	1.53	0.33	1.72	1.34
2倍施肥量区	8	83.9	10.5	2.86	0.71	3.32	1.24
	9	83.3	6.3	1.80	0.81	2.24	1.29
	10	77.5	6.5	1.13	0.41	1.21	1.08
	11	74.3	6.4	1.76	0.39	1.48	1.40

(備考) 水分は生重量に対する、他は絶乾重量に対する % である。

養分供給量と苗木体含水率の関係で、土壤肥沃なときは培悪な場合よりも含水率が高くなると報ぜられているが、本実験でも10月、11月では少差ながらその傾向がみとめられた。²⁾

Nは各区とも8月に最高で、10月に最低となり、また最終時の含有率と施肥量との間には並行関係がみとめられ、前報および好摩試験場の分析結果³⁾と同様の傾向を示した。

P_2O_5 は季節的に漸減の傾向を示し、施肥により8月および9月の含有率は高くなつたが、最終時には施肥区間に余り差がなかつた。小麦の P_2O_5 適量試験の結果は、土壤中の有効態磷酸量がある一定濃度以上のときには、生育終期には殆んどおなじ含有率を示す⁴⁾と報ぜられている。

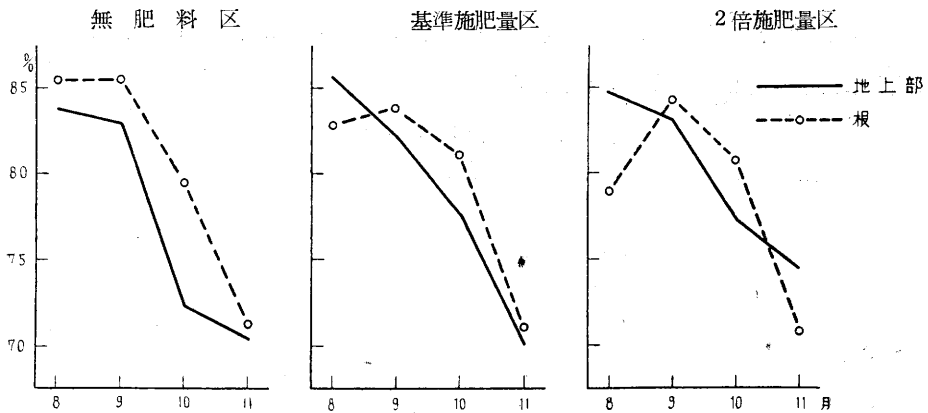
K_2O は各区とも10月まで漸減し、11月には高くなつた。

CaO は無肥料区では漸減したが、施肥区では10月から11月にかけて含有率は増加した。

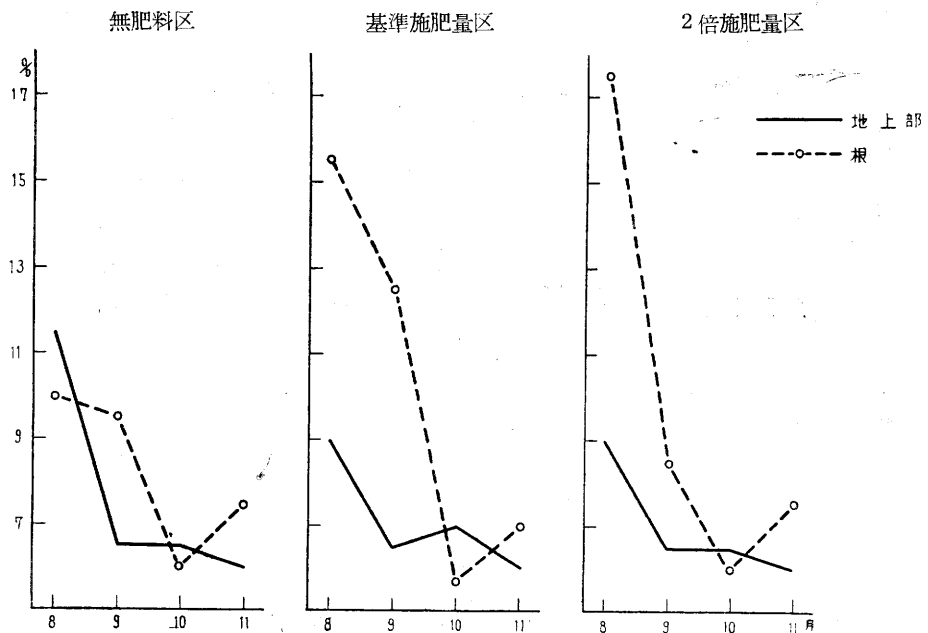
施肥により8月、9月の含有率は無肥料区より低くなるが、最終時には施肥量と並行した。

第2表によつて、スギ苗の栄養要素含有率は施肥の影響による変化よりも、採取時期による変化の方が大きいことがわかる。試みに各要素含有率について分散分析してみると、施肥の影響は P_2O_5 のみ認められるが、採取月による偏差は CaO をのぞいた他の3要素は1%の有意差を示した。

第1図 含水率の変化



第2図 灰分含有率の変化



各要素を通じて、施肥による含有率の偏差は 10 月に少くなるようである。

最終時において、水分は 70~75 %, 灰分は 6.0~6.5 %, N は 1.2~1.8 %, P_2O_5 は 0.3~0.4 %, K_2O は 1.5~1.7 %, CaO は 1.1~1.4 % の含有率を示した。前報の結果と比較すると N, P_2O_5 は上記の範囲にあつたが, K_2O は 1.1 % で少なかつた。

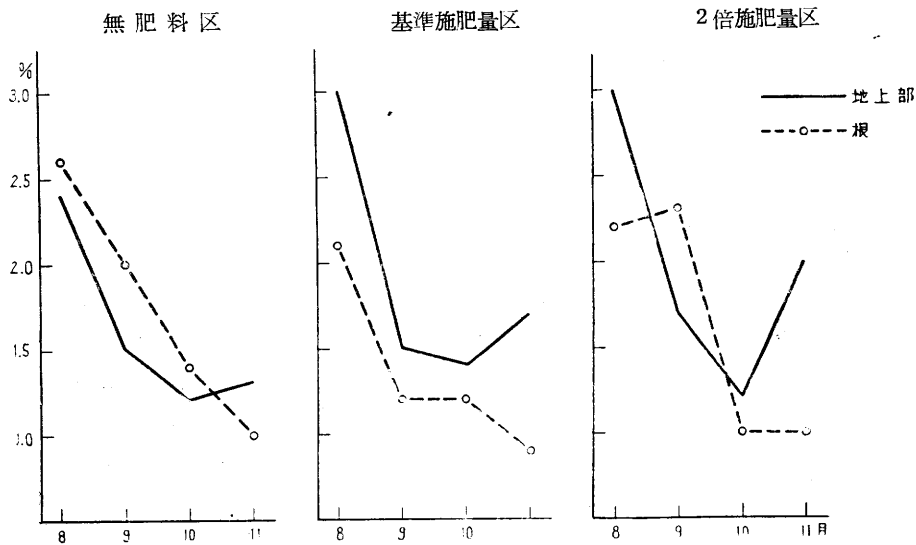
最終時の含有率の順位は、無肥料区、基準施肥量区では K_2O , N, CaO , P_2O_5 の順であつたが、2 倍施肥量区は N の方が K_2O より高かつた。施肥量が多くなると、 K_2O と N の順位が変わることは、好摩試験場の分析結果でも示されている。

水分、灰分および栄養要素含有率の変化を地上部と根に分けて示すと、第 1 図~第 6 図のごとくである。

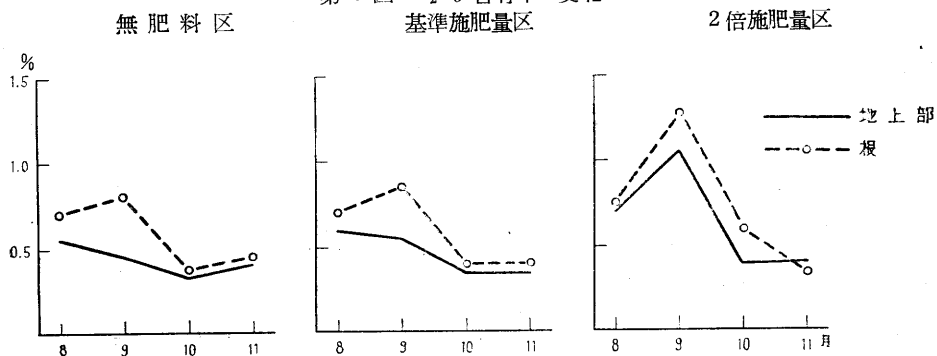
含水率は無肥料区ではつねに根の方が地上部より高いが、基準施肥量区では 8 月に、2 倍施肥量区では 8 月と 11 月に地上部の方が高かつた。

灰分含有率は地上部では漸減するが、根においては 10 月から 11 月にかけて増加する。施肥すると 8 月に根の含有率が高くなり、地上部は低下した。

第 3 図 N 含有率の変化



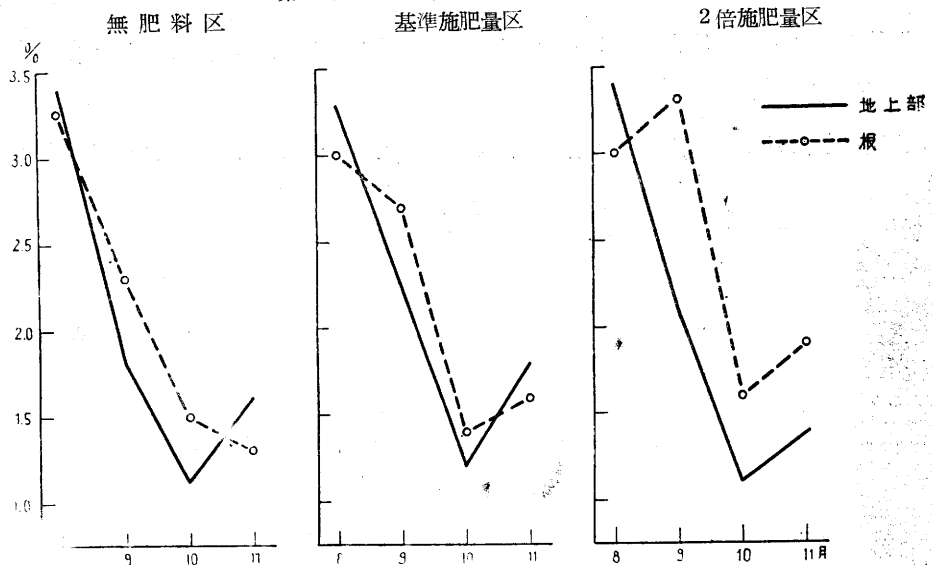
第 4 図 P_2O_5 含有率の変北



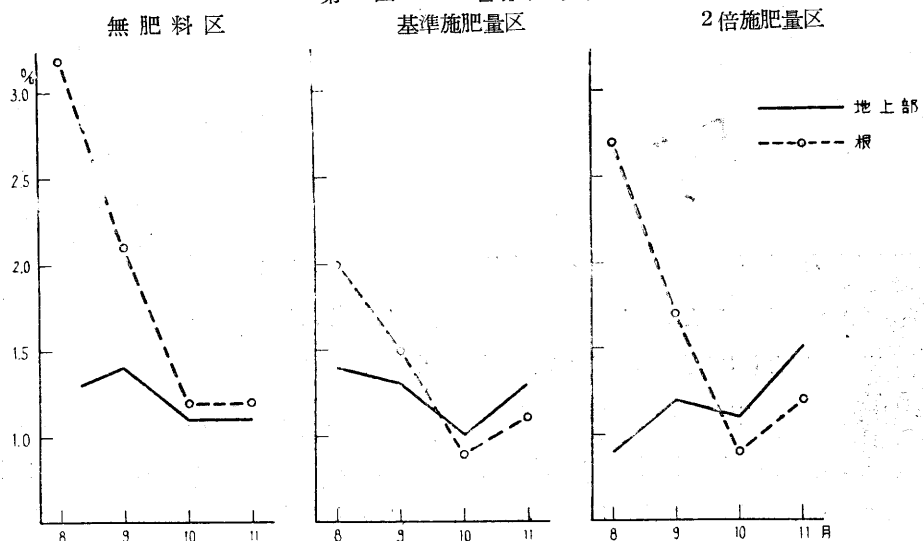
N 含有率の地上部と根における消長は灰分とは逆に根では漸減し、地上部では 10 月から 11 月にかけて増加する。施肥により 8 月の地上部の含有率は高くなるが、根ではむしろ減少する。

P_2O_5 は無肥料区と基準施肥量区の傾向は似ているが、2 倍施肥量区は地上部および根において含有率高く、また季節的变化も大きくなる。

第 5 図 K_2O 含有率の変化



第 6 図 CaO 含有率の変化



K_2O は施肥により、地上部の変化はあまりみられないが、根の含有率は、N における地上部のごとく、無肥料区では漸減するが、施肥区では 10 月から 11 月にかけて増加する。

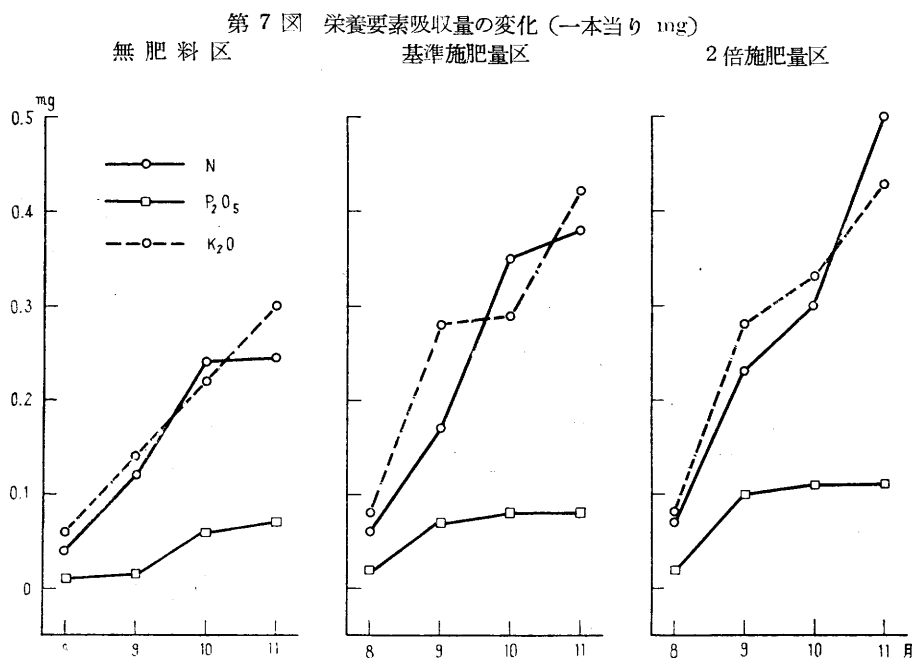
CaO は施肥により、地上部および根において 10 月から 11 月にかけて増加することがみとめられた。生育終期には無肥料区では根の方が地上部より含有率が高いが、施肥区では逆に地上部の方が高かった。

地上部と根の栄養要素含有率の多少ならびにその季節的変化の傾向から、主として N は地上部に、 P_2O_5 、 K_2O および CaO は根の生長に作用するものと考えられる。

スギ苗木耕試験の結果から、N は地上部に、 P_2O_5 は根に、 K_2O はとくに一方に偏して作用することがないと述べられている。また white pine の砂耕試験⁶⁾によれば、含有率が地上部に高いのは N で、根に多いのは P_2O_5 および K_2O で、 CaO はいくぶん根の方に高いが、供給量が多いときは、かえつて根に少くなると報ぜられているが、本実験の結果とよく一致する。

2. 施肥によるスギ苗の栄養要素吸収量の変化

スギ全苗木体の施肥区別に栄養要素吸収量の変化を示すと第7図のごとくである。



要素吸収量と施肥との関係を見ると、N は無肥料区では 10 月から 11 月にかけては、あまり吸収されないが、施肥によつてこの期間の N 吸収量は多くなる。

P_2O_5 は施肥により 8 月から 9 月にかけて吸収量が多くなつた。

K_2O は無肥料区では直線的増加をするが、施肥により吸収量の増加率ははぶくなつた。

栄養要素の季節的効果を検討するために、各月に増加した乾物重量をその月に吸収した各要素量で割つて、部分生産能率を求めると第3表のごとくである。

第 3 表 栄養要素の部分生産能率

採 取 月	無 肥 料 区			施 肥 区		
	N	P_2O_5	K_2O	N	P_2O_5	K_2O
8	42	186	30	42	157	31
9	76	221	71	85	825	50
10	104	398	140	65	376	735
11	55	80	5	30	178	6

無肥料区では各要素とも 10 月まで増加し、11 月には減少する。部分能率が 10 月までは増加することは、さきにスギ、ヒノキ苗について示されたところである。¹⁾ 施肥区では 9 月に N, P_2O_5 の生産能率が最高となり、それ以後減少した。

すなわち、施肥すると無肥料のときより N, P_2O_5 は比較的早期に吸収されるが、吸収された両要素は乾物生産に対しきわめて能率が高いことがわかる。

K_2O は施肥した場合には、その傾向は無肥料区とおなじく 10 月に最高であつたが、その値はきわめて高かつた。

N の水稻生産能率は植付け後、はじめは低く、次第にまし、最高能率点に達してからは減少することが示され、 P_2O_5 の生産能率は、はじめ高く漸減する⁸⁾と報ぜられている。最終時の栄養要素含有量を施肥区別に比較すると第 4 表のごとくである。

第 4 表 施肥による栄養要素全吸収量の比較

施 肥 区	N		P_2O_5		K_2O		CaO	
	吸 収 量	比 率	吸 収 量	比 率	吸 収 量	比 率	吸 収 量	比 率
無 肥 料 区	2.39	63	0.70	85	3.01	71	2.25	68
基準施肥量区	3.77	100	0.82	100	4.23	100	3.30	100
2 倍施肥量区	5.11	135	1.14	139	4.31	102	4.07	123

(備考) 吸収量は 1 本当たり mg の値で、比率とは基準施肥量区を 100 としたときの値である。

各要素とも施肥により吸収量は増すが、 K_2O は基準施肥量区と 2 倍施肥量区との差は顕著でなかつた。

第 5 表 スギ苗の肥料吸収率

施 肥 区	N	P_2O_5	K_2O
基準施肥量区	7.6	1.7	7.4
2 倍施肥量区	15.1	4.1	11.4

施肥区と無肥料区との吸収量の差は、施肥の効果と考えられるので、施肥により増した吸収量を施肥量で除した値は肥料の吸収率或は利用率といわれる。肥料 3 要素の吸収率を第 5 表に示す。

水耕法による栄養要素の適量試験^{6), 9)}によつて、養分供給量と収量および要素含有率の関係は次の 3 段階が区別されている。すなわち、養分を供給すると収量、含有率がともに増加する範囲の欠乏状態 (Region of minima), 供給量を増すと収量は増加するが、含有率は変らない正常状態 (Region of tension), さらに供給量を増すと含有率は高くなるが、収量は減少する過剰状態 (Toxic region) の 3 つである。

さきに述べた施肥による含有率の差、および肥料の吸収率から推して 2 倍施肥量区の土壤条件において、 P_2O_5 はなお欠乏状態にあり、N, K_2O は正常状態にあることがうかがわれる。

つぎに含有成分量の地上部と根における分布の状態、およびその分布の季節的変化をみるために、第 6 表を示す。

根の含有割合が施肥により増加する成分は、灰分、 K_2O であり、減少するのは水分、N およ

第 6 表 地上部と根における成分含有量の相対的变化
(地上部 100 としたときの根の比率)

施肥区	採取月	水分	灰分	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO
無肥料区	8	25	19	25	31	19	57
	9	20	25	23	31	22	26
	10	26	19	22	21	26	20
	11	29	37	21	37	22	29
基準施肥量区	8	19	39	19	25	20	32
	9	19	33	14	26	21	19
	10	22	15	15	19	21	16
	11	27	30	14	32	24	20
2倍施肥量区	8	15	46	16	24	20	67
	9	15	20	19	23	22	20
	10	20	14	14	27	23	18
	11	22	30	13	23	35	21

び P₂O₅ であり, CaO はあまり差がなかつた。

時期的にみて, N 以外の成分は 10 月から 11 月にかけて根に含有される割合は増加した。生育終期に根の含有割合が増加するのは, 養分貯蔵のため地上部からの移行とみとめられている。

地上部から根への移行が最も顕著なのは P₂O₅ であつた。

栄養要素の移動性について, さといもで追跡した結果¹⁰⁾によれば, 移動性は P が最もいちじるしく, K, N がこれに次ぐと報ぜられている。

摘 要

スギ播種苗について, 施肥が栄養要素含有率およびその季節的变化におよぼす影響について試験した。供試苗は無肥料区, 基準施肥量区 および 2 倍施肥量区の 3 区から, 8 月より 11 月の 4 ヶ月に毎月採取し, 地上部と根に分け, 水分, 灰分, N, P₂O₅, K₂O および CaO を定量した。

1. 11 月の成分含有率は, 水分 70~75 %, 灰分 6.0~6.5 %, N 1.2~1.8 %, P₂O₅ 0.3~0.4 %, K₂O 1.5~1.7 %, CaO 1.1~1.4 % であつた。

2. 全苗木体の栄養要素含有率は, 各要素とも, 採取時による変化の方が, 施肥による偏差より大きかつた。

3. なお少差ながら, 成分含有率についてつぎの傾向がみとめられた。

(1) 施肥により N と CaO の含有率は高くなるが, P₂O₅ と K₂O はあまり差がない。

(2) 肥料 3 要素にくらべて, CaO の含有率は施肥および採取時による差が少ない。

(3) 各要素とも施肥による含有率の差は 10 月がもつとも少ない。

(4) 施肥により根の含有率が高くなるのは K₂O で, 水分, N は低くなる。

(5) 11 月の含有率の順位は K₂O, N, CaO, P₂O₅ で, 施肥量が多いと N が K₂O より高い。

4. 栄養要素の吸収量は、施肥すると無肥料のときより、N は 10 月および 11 月、 P_2O_5 と K_2O は 9 月に多くなるようである。

5. 含有成分の地上部と根の分布において、施肥により根の含有割合が増加するのは灰分および K_2O で、減少するのは水分および N であり、CaO はあまり差がみとめられなかつた。季節的に、 P_2O_5 、 K_2O 、CaO は 10 月から 11 月にかけて根に含有される割合は増したが、N は減少するようである。

参 考 文 献

- (1) 安藤：東大演習林報告 42:151-161, 1952
- (2) 芝本：育苗研究会記録 1-22, 1951
- (3) 沖永，渡辺，佐々木：第 2 回林試青森支場発表会録，99-111, 1950
- (4) CHING-KWEI LEE: Jour. Amer. Soc. Agron. 32:782-88, 1940
- (5) 芝本，高原：東大演習林報告 36:93-122, 1948
- (6) MITCHELL: Black Rock Forest Bull. 9, 1939
- (7) 木村，千葉：日土肥誌 17:479-97, 1943
- (8) 林，原田：農及園 23:349-52, 1948
- (9) 石塚，田中：日土肥誌 21:23-28, 1950
- (10) 鳥井：日土肥誌 16:467-76, 1942

Résumé

An attempt was made to determine the effects of fertilization on the nutrient contents and their seasonal variation in Sugi (*Cryptomeria japonica* D. DON) yearling seedlings were sampled once a month from August to November, from the seed-beds under three different conditions of nutrient supply. Contents of water, ash, N, P_2O_5 , K_2O and CaO in shoots and roots of seedlings were determined. Results were as follows:

1. At the end of the growing season, content of each element in dry matter was within the following limits: Ash, 6.0~6.5 %; N, 1.2~1.8 %; P_2O_5 , 0.3~0.4 %; K_2O , 1.5~1.7 %; CaO, 1.1~1.4 %.

2. In every element, change in contents according to various stages of growth was more remarkable than the effect of the quantity of fertilizer.

3. The following tendencies were recognized to a certain degree;

(1) Contents of N and CaO increased with the application of fertilizer, but those of P_2O_5 and K_2O did not distinctly change.

(2) Compared with the other elements, percentage of CaO varied the least, in respect to the season and fertilization.

(3) In every element changes in contents due to the different degrees of fertilization were the least in October.

(4) The application of fertilizer resulted increase of P_2O_5 content and decrease of water and N contents in the root.

(5) In November, quantity of nutrient elements in seedlings decreased in following order; K_2O , N, CaO, P_2O_5 . When much amount of fertilizer was applied, N was higher in content than K_2O .

4. When fertilizer was applied, maximum intake of N was found in October, and that of P_2O_5 and K_2O in September.

5. In the distribution of nutrient elements, relative increase of P_2O_5 , K_2O and CaO contents and decrease of N content in the root were observed at the later period of the growing season. As the result of application of fertilizer, relative increase of ash and K_2O contents and decrease of water and N contents in the root were observed, while the change of CaO content was not found.