

トドマツの養分吸収に関する研究 (第2報)

トドマツ1年生苗木における 養分吸収の季節的变化

津 田 耕 治¹⁾

ま え が き

トドマツ苗木が生育するにあたり、その養分吸収は常に変化している。筆者はこの変化を季節的にとらえることにより、トドマツにおける養分吸収の特性を究めんとしたものである。このような研究はすでにかなり行なわれているが¹⁾²⁾³⁾⁴⁾⁵⁾⁶⁾⁷⁾⁸⁾⁹⁾¹⁰⁾、トドマツに関するものはなお不十分なので、次のような試験を行なった。この試験は恵庭営林署管内の恵庭苗畑において、トドマツ苗木を生育させて行なったもので、実験の正確をきずるために、1956年と1957年の2回行なった。なお、この報告をまとめるにあたり、詳細にご指導くださった造林部長内田技官、土壤研究室長蔵本技官に対し、また、この試験にご援助くださった営林局署の方々に対し、ならびに室内実験に協力してくださった土壤研究室大友玲子嬢に対し、あつく謝意を表する。

試 験 方 法

恵庭苗畑の事務所の前付近に試験地をとつた。なお、この試験地はトドマツ短期育成試験として設置された経営試験区である。この試験地における表層土壌の性質を二三あげると、第1表のようであるが、くわしくは別に報告する予定である。施肥は基肥として m^2 あたり、堆肥10 kg、魚粕110 g、硫酸25 g、過リン酸石灰60 g、硫酸カリ16 g、また、追肥として2年間を通じ、硫酸100 gを行なった。施肥後、トド

第1表 土壌の性質(乾物中%)

Table 1. Some properties of soil (% in dry basis).

機 械 的 組 成 Mechanical composition						
粗 砂 Coarse sand	細 砂 Fine sand	微 砂 Silt	粘 土 Clay	土 性 Soil texture		
36	41	16	7	SL		

化 学 的 性 質 Chemical properties						
pH	置換酸度(3y ₁) Exch. acidit.	腐 植 Humus	全窒素 Total N	有効リン酸 Avail. P ₂ O ₅	有効カリ Avail. K ₂ O	リン酸吸収係数(mg) Absorption coeff. of P ₂ O ₅
6.41	4.5	5.69	0.168	0.049	0.034	1451

(1) 北海道支場造林部土壤研究室員

マツを播種した。床は 20 m 床を 5 本用いた。床には定山溪産のものを 1955 年に播種した。なおこのものは第 2 表の一部に示してあるように、発芽生育がややおとつたので、1956 年にまた別の箇所に床を 5 本つくつて、恵庭産のものを播種した。この 2 カ所は 100 m くらいしかはなれていない。苗木の生育を調査し、分析に供するため、苗木を採集した。この採集は 1955 年の播種床から、播種当年に夏と秋の 2 回行ない、翌 1956 年に春から秋まで 6 回行なつた。また、別に播種した 1956 年の播種床からは翌 1957 年に春から秋まで 8 回行なつた。すなわち、主としてトドマツ播種据置苗 (2-0 苗木) について 4 月から 10 月まで苗木を採集したわけである。苗木は毎回約 50 本を採集し、重量、苗高を測定した後、風乾粉末にし、分析に供した。窒素はケルダール法、リン酸は A. O. A. C. 法、カリは亜硝酸コバルトソーダ法、石灰はシユウ酸法で求めた。リン酸とカリの比色は島津ベックマン型分光光電比色計によつた。苗木の養分含有率 (%) を求めたのち、苗木 1 本あたりの養分含有量 (mg) を求めた。

試 験 結 果

苗高や生重量を測定し、1956 年のものは第 2 表に、1957 年のものは第 3 表に示した。第 2 表には乾重量:

第 2 表 苗木の生重量と乾重量

Table 2. Fresh Wt. (g) and Dry Wt. (mg) of seedlings.

年 Year	Date 月 日	苗 高 Height (cm)	生重量(1本あたりg) Fresh Wt. (gram)						乾重量(1本あたりmg) Dry Wt. (milligram)					
			地上部 Top	根 部 Root	合 計 Sum	比 率 Index	増加率 Increased ratio	T.R 率 T. R ratio	地上部 Top	根 部 Root	合 計 Sum	比 率 Index	増加率 Increased ratio	
1955	8 28	2.9							20	12	32	51	51	
	11 1	2.9							42	21	63	100	49	
1956	4 24	2.9	0.12	0.08	0.20	12	12	1.5	51	26	76	14	14	
	6 1	5.3	0.31	0.11	0.42	25	13	2.8	79	30	109	20	6	
	7 4	6.7	0.42	0.22	0.64	38	13	1.9	132	45	177	32	12	
	8 1	7.1	0.72	0.33	1.05	63	25	2.2	227	87	314	57	25	
	9 5	8.1	0.76	0.70	1.46	87	24	1.1	250	155	405	73	16	
	10 18	8.1	0.92	0.75	1.64	100	13	1.2	375	179	554	100	27	

第 3 表 苗木の生重量 (1957年度)

Table 3. Fresh Wt. of seedlings (g/seedling).

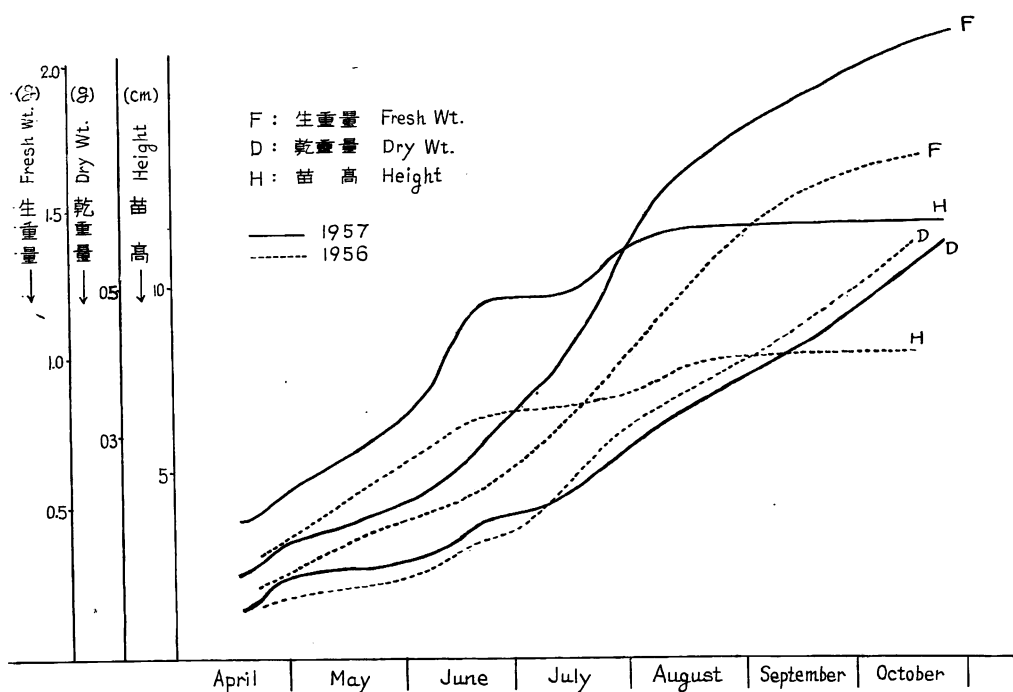
Date 月 日	苗 高 Height(cm)	Top-2	Top-1	Top-0	Root	合 計 Sum	比率 Index	増 加 率 Increased ratio	T. R ratio
4 19	3.8			0.16	0.08	0.24	11	11	2.0
5 2	4.6		0.07	0.16	0.12	0.35	17	6	1.9
6 5	7.1		0.20	0.16	0.16	0.52	25	8	2.2
6 28	9.7		0.35	0.17	0.25	0.77	37	12	2.1
7 12	9.7		0.46	0.19	0.28	0.93	44	7	2.4
8 9	11.3	0.21	0.59	0.21	0.52	1.53	73	29	2.0
9 10	11.6	0.26	0.70	0.24	0.59	1.79	86	13	2.1
10 25	11.6	0.32	0.85	0.28	0.64	2.09	100	14	2.3

第4表 苗木の乾重量 (1957年度)

Table 4. Dry Wt. of seedlings (g/seedling).

Date 月 日	Top-2	% for sum	Top-1	% for sum	Top-0	% for sum	Root	% for sum
4 19					0.0437	64	0.0243	36
5 2			0.0408	36	0.0464	40	0.0276	24
6 5			0.0591	42	0.0491	35	0.0319	23
6 28			0.0907	47	0.0578	30	0.0449	23
7 12			0.1003	48	0.0606	29	0.0474	23
8 9	0.0363	12	0.1264	40	0.0714	23	0.0791	25
9 10	0.0575	14	0.1540	39	0.0812	20	0.1082	27
10 25	0.1301	23	0.1857	33	0.0880	16	0.1541	28

Date 月 日	Sum	%	比率 Index	増加率 Increased ratio	T.R率 T/R
4 19	0.0680	100	12	12	1.8
5 2	0.1148	100	21	9	3.2
6 5	0.1401	100	25	4	3.4
6 28	0.1934	100	35	10	3.3
7 12	0.2083	100	37	2	3.4
8 9	0.3132	100	56	19	2.9
9 10	0.4009	100	72	16	2.7
10 25	0.5579	100	100	28	2.6



第1図 苗木の生育

Fig. 1 Growth of seedlings.

第 5 表 苗木の養分含有率 (乾物中%)

Table 5. Nutrients concentrations of seedlings (% of dry matter).

Date	Part	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO
4 24	Top	1.928	1.264	0.931	0.673
	Root	1.397	1.779	0.456	1.167
	Whole	1.750	1.436	0.771	0.838
6 1	Top	1.924	1.215	1.035	0.744
	Root	1.176	1.331	1.175	1.118
	Whole	1.741	1.243	1.068	0.835
7 4	Top	1.831	0.881	1.044	0.563
	Root	1.510	1.222	0.655	0.758
	Whole	1.750	0.966	0.946	0.612
8 1	Top	1.900	0.598	1.103	0.601
	Root	1.196	0.916	0.420	0.526
	Whole	1.704	0.687	0.912	0.580
9 5	Top	2.052	0.971	1.250	0.818
	Root	1.267	0.724	0.667	0.452
	Whole	1.752	0.877	1.027	0.678
10 18	Top	2.336	0.855	1.161	0.724
	Root	1.011	0.694	0.663	0.405
	Whole	1.907	0.802	0.998	0.622

第 6 表 苗木の養分含有率 (乾物中%)

Table 6. Nutrients concentrations of seedlings (% of dry matter).

Date	Top-2	Top-1	Top-0	Root	Whole seedling
N					
4 19			2.063	1.591	1.894
5 2		2.212	1.706	1.321	1.790
6 5		2.381	1.033	0.936	1.579
6 28		1.522	1.039	1.212	1.306
7 12		1.873	1.256	1.072	1.511
8 9	2.148	2.096	1.359	1.433	1.766
9 10	2.482	2.353	1.227	1.168	1.813
10 25	2.273	2.217	0.872	0.928	1.661
P ₂ O ₅					
4 19			0.972	1.600	1.194
5 2		0.986	0.927	1.518	1.088
6 5		1.111	0.906	1.206	1.061
6 28		0.901	0.652	0.749	0.792
7 12		0.925	0.655	0.840	0.827
8 9	1.211	1.056	0.872	1.099	1.043
9 10	1.350	1.183	0.831	0.895	1.052
10 25	1.029	0.996	0.713	0.821	0.911

Date	Top-2	Top-1	Top-0	Root	Whole seedling
K ₂ O					
4 19			0.806	0.681	0.762
5 2		1.419	0.737	0.619	0.950
6 5		1.713	0.999	0.674	1.226
6 28		1.838	0.628	0.633	1.197
7 12		1.809	1.215	1.033	1.460
8 9	2.344	1.415	1.286	1.082	1.409
9 10	2.116	1.911	0.844	0.642	1.372
10 25	1.900	1.506	0.633	0.744	1.249
CaO					
4 19			0.798	0.904	0.838
5 2		0.405	0.754	0.910	0.666
6 5		0.363	0.828	0.635	0.588
6 28		0.392	0.882	0.684	0.606
7 12		0.376	0.929	0.568	0.581
8 9	0.323	0.514	0.729	0.460	0.530
9 10	0.449	0.491	0.740	0.459	0.524
10 25	0.583	0.610	0.746	0.446	0.579

第7表 苗木の養分含有量 (1本あたりmg)

Table 7. Nutrients contents of seedlings (mg/seedling).

Date	Top	Root	Whole	Index	Increased ratio
N					
4 24	0.97	0.36	1.33	13	13
6 1	1.58	0.31	1.89	18	5
7 4	2.43	0.67	3.10	29	11
8 1	4.30	1.05	5.35	51	22
9 6	5.13	1.96	7.09	67	16
10 19	8.76	1.81	10.57	100	33
P ₂ O ₅					
4 24	0.63	0.46	1.09	24	24
6 1	0.99	0.36	1.35	30	6
7 4	1.17	0.54	1.71	38	8
8 1	1.36	0.82	2.18	49	11
9 6	2.43	1.12	3.55	80	31
10 18	3.21	1.24	4.45	100	20
K ₂ O					
4 24	0.47	0.12	0.59	11	11
6 1	0.85	0.31	1.16	21	10
7 4	1.38	0.29	1.67	30	9
8 1	2.50	0.37	2.87	52	22
9 6	3.13	1.03	4.16	75	23
10 18	6.56	1.19	5.55	100	25

Date	Top	Root	Whole	Index	Increased ratio
CaO					
4 24	0.34	0.29	0.63	19	19
6 1	0.61	0.29	0.90	26	7
7 4	0.75	0.34	1.09	32	6
8 1	1.36	0.46	1.82	53	21
9 6	2.04	0.70	2.74	80	27
10 18	2.72	0.73	3.45	100	20

第 8 表 苗木の養分含有量 (苗木 1 本あたり *mg*)Table 8. Nutrients contents of seedlings (*mg/seedling*).

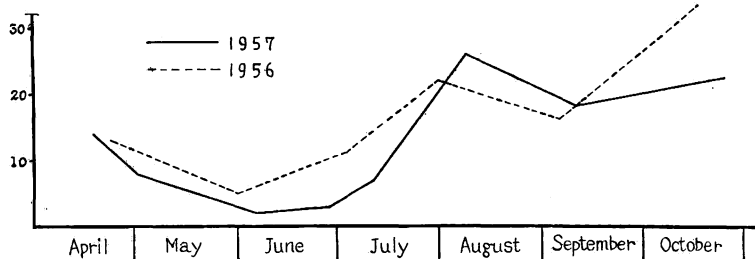
Date	Top-2	Top-1	Top-0	Root	Whole	Index	Increased ratio
N							
4 19			0.90	0.39	1.29	14	14
5 2		0.90	0.79	0.37	2.06	22	8
6 5		1.40	0.51	0.30	2.21	24	2
6 28		1.38	0.60	0.54	2.52	27	3
7 12		1.88	0.76	0.51	3.15	34	7
8 9	0.78	2.65	0.97	1.13	5.53	60	26
9 10	1.43	3.58	0.99	1.26	7.27	78	18
10 25	2.95	4.12	0.77	1.43	9.27	100	22
P ₂ O ₅							
4 19			0.42	0.39	0.81	16	16
5 2		0.40	0.43	0.42	1.25	25	9
6 5		0.66	0.44	0.38	1.48	29	4
6 28		0.82	0.37	0.34	1.53	30	1
7 12		0.92	0.40	0.40	1.72	34	4
8 9	0.44	1.33	0.62	0.87	3.26	64	30
9 10	0.78	1.80	0.67	0.97	4.22	83	19
10 25	1.34	1.85	0.63	1.26	5.08	100	17
K ₂ O							
4 19			0.35	0.17	0.52	7	7
5 2		0.58	0.34	0.17	1.09	16	9
6 5		1.01	0.49	0.21	1.71	25	9
6 28		1.67	0.36	0.28	2.31	33	8
7 12		1.81	0.74	0.49	3.04	44	11
8 9	0.85	1.79	0.92	0.85	4.41	63	10
9 10	1.22	2.91	0.68	0.69	5.50	79	16
10 25	2.47	2.79	0.56	1.15	6.97	100	21

Date	Top-2	Top-1	Top-0	Root	Whole	Index	Increased ratio
CaO							
4 19			0.28	0.18	0.46	18	18
5 2		0.13	0.28	0.20	0.61	23	5
6 5		0.17	0.33	0.16	0.66	25	2
6 28		0.29	0.41	0.25	0.95	36	11
7 12		0.31	0.45	0.22	0.98	37	1
8 9	0.11	0.53	0.42	0.29	1.35	52	15
9 10	0.21	0.60	0.48	0.40	1.69	65	13
10 25	0.61	0.91	0.53	0.56	2.61	100	35

第9表 3要素の乾物生産能率

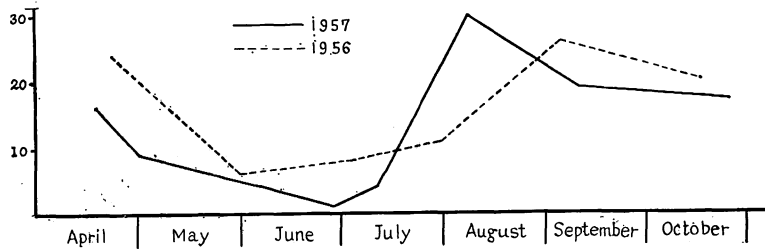
Table 9. Efficiency of N, P₂O₅, K₂O uptake by seedling for the yield of matter.

Date	Top	Root	Whole seedling
N			
6 1	46	—	59
7 4	62	42	56
8 1	51	111	61
9 5	28	75	52
10 18	34	—	43
P ₂ O ₅			
6 1	78	—	127
7 4	294	83	189
8 1	500	150	145
9 5	22	227	66
10 18	160	200	166
K ₂ O			
6 1	74	21	58
7 4	100	—	133
8 1	85	525	144
9 5	37	103	71
10 18	98	150	93

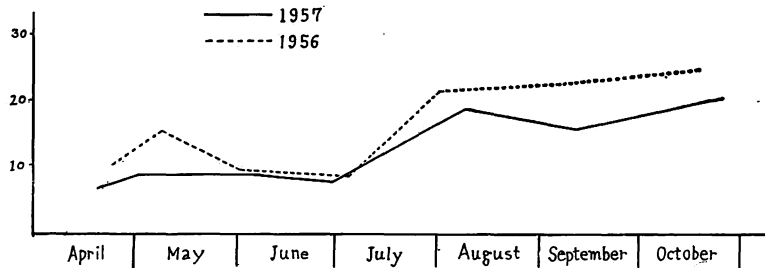


第2図 窒素含有量の変化

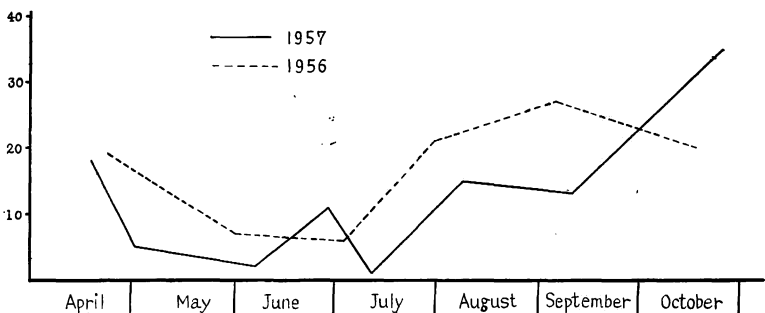
Fig. 2 Change of nitrogen contents.



第3図 リン酸含有量の変化
Fig. 3 Change of phosphorus contents.



第4図 カリ含有量の変化
Fig. 4 Change of potassium contents.



第5図 石灰含有量の変化
Fig. 5 Change of calcium contents.

ものをした。1957年のものの乾重量は第4表に示した。1956年は地上部と根部とだけに分けたが、1957年は地上部をさらに1次成長の部分、2次成長の部分と、すでに生育している地上部と3つに分けた。そして1次成長の部分をTop-1、2次成長の部分をTop-2とし、すでに生育している地上部をTop-0と呼称した。増加率というのは、最終の採集日の苗木の重量を100とした各採集日の苗木の重量の割合を出し、また、採集日におけるその前の採集日からの増加した割合をあらわしたものである。これは後の養分含有量の増加率についても同じであらわしかたである。また、苗高、生重量、乾重量を図示すれば、第1図のようである。次に、苗木の分析を行ない養分含有率を求めた結果は、1956年のものについては第5表に、1957年のものについては第6表に示した。なお、苗木1本あたりの養分含有量を求めた結果は1956年

第10表 3要素の乾物生産能率

Table 10. Efficiency of N, P₂O₅, K₂O uptake by seedling for the yield of dry matter.

Date		Top	Root	Whole seedling
N				
5	2	53	—	61
6	5	95	—	167
6	28	586	54	171
7	12	18	—	24
8	9	41	52	44
9	10	38	223	51
10	25	60	271	79
P ₂ O ₅				
5	2	102	133	107
6	5	78	—	109
6	28	456	—	1060
7	12	92	33	79
8	9	67	68	68
9	10	68	290	92
10	25	195	159	183
K ₂ O				
5	2	74	—	82
6	5	36	100	40
6	28	77	186	88
7	12	23	10	21
8	9	71	89	77
9	10	48	—	81
10	25	110	100	107

のものについては第7表に、1957年のものについては第8表に示した。養分含有量の表から増加率を図に示したものは、窒素については第2図、リン酸については第3図、カリについては第4図、石灰については第5図のごとくである。また、苗木に吸収された窒素、リン酸、カリの乾物生産能率を、1956年のものについては第9表に、1957年のものについては第10表に示した。

考 察

苗木の重量の増加は生重量についても乾重量についてもよく似た傾向を示している。なお、1957年のものより1956年のものはやや生育がおとつているが、これは種子の産地の違いによるものと思う。重量の増加した割合を乾重量についてみるに、1956年のものにおいても1957年のものにおいても5月から6月にかけては少ない。しかし、この時期は苗高の増加がはげしい。すなわち、1次成長は重量の増加をともしないで苗高の増加が非常に大きいわけである。次に、7月から8月にかけてはかなり乾重量が多くなっている。しかも9月中旬からは非常に多くなって最も重量が増加する。すなわち、2次成長は苗高の増加はわずかで、むしろ重量の増加が大きく、とくに伸びが止まってからの重量増加は大きい。地上部の

増加も根の増加とともに漸次高まっているが、概して地上部の増加が先にあらわれて根はあとから増加してくるようである。すなわち、 $T \cdot R$ 率において6月1日や6月5日が、また8月1日や7月12日がその前後と比べて大きい。これはこの時期、すなわち、1次成長や2次成長の旺盛な時期には地上部の増加に対して、根の増加がついていけなくなつたような感じをうける。

地上部の發育を1次成長や2次成長の乾重量についてみると、まず、いずれの部分も月日をへるに従い漸次増加している。また、各採集日の苗木の全重量を100として、1次成長した部分の重量割合をみると、36, 42, 47, 48と漸次多くなるが、Top-0の部分は40, 35, 30, 29と少なくなる。また、このことは2次成長の部分についても、12, 14, 23と増し、40, 39, 33と減少している。それに根は24, 23, 25と変化が少なく、せいぜい10月になつて28となるだけである。しかし、重量そのものは10月26日のものは4月19日のものの6倍以上になつている。すなわち、苗木1本の重量のうち、根のしめる重量は5月から10月においてはそうたいして大きな変動をしめさないが、秋から冬にかけては大きいのであろう。一方、地上部のしめる重量のうち、新しい成長をする部分が漸次増し、それと相対的にふるい地上部にあたる部分が漸次すくなくなつていく傾向がみられる。

養分の含有率をまず、窒素について概略的にみると、その変化は小さい。しかし、1956年のものについて部分的にみると、地上部の含有率ははじめ高く、7月4日においてもつとも低くなり、のちまた高くなる。このことは1957年のものについても、1次成長休止のころ含有率が低くなつていることからいえる。2次成長の部分は含有率が高い。そして、これがためかTop-0や根の部分の含有率が低くなつているようである。また、1次成長の部分も他の部分に比べて高くなつている。

リン酸も1次成長休止のころは低くなつている。根の含有率ははじめ高いが、1次成長の部分が伸びてくると、その部分が高くなり、さらに2次成長してくると、今度はその2次成長した部分が最も高くなる。なお、1956年のものは含有率が低くなつてからのち、たいして高くならなかつた。

カリは1956年のものも1957年のものも、はじめ含有率が低く、2次成長がはじまるころは根やTop-0が高くなつている。そして、全体も高くなつている。しかも、その2次成長した部分の含有率が最も高い。このうち、1957年のものはやや含有率が低くなつていくようであるが、1956年のものにはこのことがみられなかつた。

石灰は2次成長が開始しない間はTop-0や根が1次成長の部分より高いが、2次成長がはじまると、その2次成長の部分がやや高くなる。すなわち、1次成長においてはその成長する部分に石灰が多く吸収されないが、2次成長した部分は、9月、10月になつて含有率が高くなつてくる。

養分の含有量をみるに、まず窒素は4月から5月にかけてやや多いが、それからはたいして増加していない。ただし、7月から8月にかけて急に増加し、9月、10月とさらに増加している。リン酸は窒素の場合とよく似ているが、10月にかけて窒素ほどのはげしい増加を示していない。すなわち、増加の割合は少ない。カリは4月から7月にかけて増加している。しかも、その増加の割合がそのつど持続されている。すなわち、窒素やリン酸の増加の割合は5月から7月にかけて小さくなつているが、カリにはこの減少する傾向がみられない¹¹⁾。なお、9月、10月になつて増加が大きくなるのは窒素とよく似ている。石灰は10月になつてかなり増加し、その部分も窒素やリン酸の場合よりずっと大きい。なお、石灰は1次成長の止まるころに吸収が増すためか、この時期の吸収増加の割合が大きい。

次に、養分含有量を苗木の部分についてみると、まず、窒素は1次成長の部分が非常に多い。とくに、9月、10月になると、かなり多い。それに反して根はたいして多くなつていない。しかも、4月から6月まではちつとも増加していない。リン酸は2次成長がのびるまでは1次成長の部分が最も含有量が多いが、2次成長が伸びると、その部分が多くなる。しかし、ふるい地上部のところは、1次成長がのびているときちつとも含有量が増加しない。ただ、2次成長が伸びるとわずかではあるが、Top-0の部分の含有量が多くなる。カリは窒素ほどではないが、やはり窒素のように1次成長の部分が多い。また、1次成長が伸びるとその部分は多くなるが、Top-0は少なくなつてくるか、または、わずかに多くなるだけである。石灰はどの部分も漸次わずかずつではあるが増加している。ただ、Top-0は8月ころちつとも多くなつていない。

次に、窒素、リン酸、カリの乾物生産能率¹²⁾をみると、まず、窒素は5月から6月にかけて乾物を生産する能率が高い。このことは1957年のものについて顕著であるが、1956年のものは明りようでない。なお、根の生産能率は秋に高まつている。リン酸は8月ころ低いが、他の時期は高い。根は8月からとくに高くなる。カリは1956年のものは秋おそく能率が低くなつてきているが、1957年のものは高くなつてきている。そして、1次成長が止まる7月ころ、最も低くなつてきている。ただ、1956年のものはこのことがはつきりしない。なお、1956年と1957年では、やや傾向を異にしているので、これらのことは今後の検討にまたねばならない。

第11表 苗木の生育初期と終期における養分含有量の比率
Table 11. Ratio of the N, P₂O₅, K₂O, CaO contents of the seedlings in early and last growth stages.

年 Year	Date 月 日	比 率 Ratio			
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO
1956	4 24	1.2	1	0.5	0.6
	10 18	2.4	1	1.2	0.8
1957	4 19	1.6	1	0.6	0.6
	10 25	1.8	1	1.4	0.5

吸収量についてリン酸を1とし他の割合を求めると、第11表のようで、これをみると、4月下旬における苗木では窒素の割合が1.2~1.6でカリや石灰は0.5~0.6である。これが10月下旬になると、カリは1.4~1.2、石灰は0.5~0.8である。すなわち、石灰は変化が少ないが、カリは大きい。窒素は1956年のものは1.2が2.4となり2倍になつてきているが、1957年のものは1.6が1.8とわずかに増加している。カリは他のものと違い、はじめリン酸に対し小さく、あとでリン酸に対し大きくなつてきている。結局、10月のものは4月のものの2.3~2.4倍になつてきている。このように、リン酸とカリとの比が生育の初期に対し後期には非常に大きくなることは、すでに筆者の他の報告においてもみられたことである¹³⁾¹⁴⁾。また、窒素とリン酸との比は今回の試験での傾向がやや明りようでなかつたので、確たることはいえないが、これは1956年のものが、1957年のものより生育が不良だつたため、良好な生育をなすものはリン酸と窒素との比が大きな変化をしないか、またはしてもわずかであらうと思う。

摘 要

この試験は恵庭苗畑に試験地を設け、トドマツ苗木（2-0）を生育せしめ、生育のおもな時期に苗木を採集し、それを分析し、養分の含有量を求め、この増加の程度から養分吸収の季節的变化を考察した。苗木は 1956 年と 1957 年に採集した。

1. 生 育

初期には重量成長が少ないが、秋になるに従い重量は多くなる。とくに、5 月から 6 月にかけては重量の増加する割合が小さいが、苗高の増加は非常に大きい。2 次成長は苗高の増加が少なく、重量の増加が大きい。地上部の示める重量のうち、新しい成長をする部分が漸次増加し、それと相対的に、ふるい地上部にあたる部分が漸次少なくなっていく。

2. 養分含有率

概して生育の旺盛な部分に養分が高い率で含まれている。すなわち、1 次成長が開始すると、すでにあった地上部（Top-0）よりも、また、2 次成長が開始すると、その部分（Top-2）はさきに成長していた 1 次成長の部分（Top-1）よりも含有率が高い。窒素やリン酸ははじめ含有率が高く、1 次成長休止のころ低くなり、のちまた高くなる。カリははじめ含有率が低く、2 次成長がはじまるころに高くなる。石灰ははじめ根や Top-0 の部分が高く、2 次成長が開始すると、2 次成長の部分が高くなる。

3. 養分含有量

窒素は生育初期の含有量が 6 月にかけてちつとも増加していない。すなわち、この時期は増加率が最も小さいが、秋にかけてかなり高くなる。リン酸は生育初期の増加率が高く漸次低くなる。秋においてもたいてい高くならない。カリは生育初期から窒素やリン酸のように 6 月ころ増加率がさがらないで、秋までつづく。なお、秋に増加率が高くなるのは窒素と似ている。石灰は秋にかなり増加し、その割合は窒素やリン酸に比べるとずっと大きい。なお、養分含有量の割合をみると、次のようになる。すなわち、4 月下旬は $N : P_2O_5 : K_2O : CaO = 1.2 \sim 1.6 : 1 : 0.5 \sim 0.6 : 0.6$ であるが、10 月下旬は $N : P_2O_5 : K_2O : CaO = 1.8 \sim 2.4 : 1 : 1.2 \sim 1.4 : 0.5 \sim 0.8$ でカリの比率が非常に大きくなる。

文 献

- 1) BAUER, H.: Naturwissenschaftliche Zeits. f. Forst u. Landwirtschaft, 8, (1910) p.457
- 2) 石原供三: 北海道主要針葉樹苗木の肥料要素摂取状態に就きて, 日林会誌, 16, (1934) p.23
- 3) 中塚友一郎: 樹木及樹苗の生理化学的研究(第 1 報), 落葉闊葉の無機成分及窒素量の季節変化, 日林会誌, 25, (1943) p.521
- 4) 佐藤義夫・武藤憲由: カラマツ及ヒバに関する栄養生理学的基礎研究, 北大演林報, 15, (1951) p.1
- 5) 安藤愛次: スギ・ヒノキ稚苗栄養要素含有量の季節的变化について, 東大演林報, 42, (1952) p.151
- 6) 中塚友一郎: アカマツ苗の生長並に窒素及び磷酸含量に関する二, 三の実験 (I), 生長経過並に含量の季節変化, 日林会誌, 34, (1952) p.362
- 7) 須藤昭二: スギ苗木の窒素栄養に関する研究 (第 1 報), 栄養剤の生育経過と炭水化物集積との関係, 日林会誌, 35, (1953) p.215
- 8) 津田耕治: カラマツ肥料試験 (第 12 報) カラマツ幼苗の養分吸収の季節的变化について, 日林講第 67 回, (1957) p.158

- 9) 朝日正美・柴田 前・宮森吉次：苗畑の合理的施肥法にかんする研究（第1報）トドマツの苗木の生育期間中における窒素の吸収経過，日林北支講，6，(1957) p.23
- 10) 津田耕治：カラマツ肥料試験（第11報）施肥が養分吸収の季節的变化におよぼす影響について，林試北支場年報，1958年度，(1959) p.67
- 11) 石塚喜明・田中 明：水稻の生育経過に関する研究（第1報）無機栄養素吸収移動過程，日土肥誌，23，(1952) p.23
- 12) 村山 登・川原崎裕司・吉野 実：大豆の磷酸栄養に関する研究（第2報）磷酸の生産能率について，日土肥誌，28，(1957) p.247
- 13) 津田耕治：トドマツの養苗，北方林業，17，(1955) p.6
- 14) 津田耕治：古丹別におけるトドマツ稚樹の成育とその養分吸収について，林試北支場年報，1958年度，(1959) p.50

Study on Nutrient Uptake by Todo Fir Trees (II).**The seasonal change of nutrient uptake by Todo fir 2-0 seedling.**

Kôji TSUDA

(Résumé)

The author investigated the seasonal change of nutrient absorption by Todo fir 2-0 seedling. The experiments was made twice at Eniwa nursery in Hokkaido growing the Todo fir seedling, 1956~1957. The seedlings were removed from the experiment plot at the main grown stages. After measuring top height and fresh weight, the seedlings were milled, and analyzed for their concentrations of nitrogen, phosphorus, potassium and calcium. The author conducted a discussion on the seasonal change of nutrient uptake by difference of the nutrient contents in the seedlings.

I. Growth

The weights of seedlings were small at the early stage, and much in autumn (Fig. 1). The increased ratio of fresh and dry weights of seedlings was small, but of top height it was very large throughout June from May. The second growth of seedling did not much increase top height, but the increase of weight was big as compared with height and weight at the first growth.

In the top weight, the ratio of weight in the new grown part increased gradually, and the weight ratio in the relative old top (top-1 against top-0 or top-2 against top-1) became small. That in the root against whole seedling did not change until autumn (Table 4).

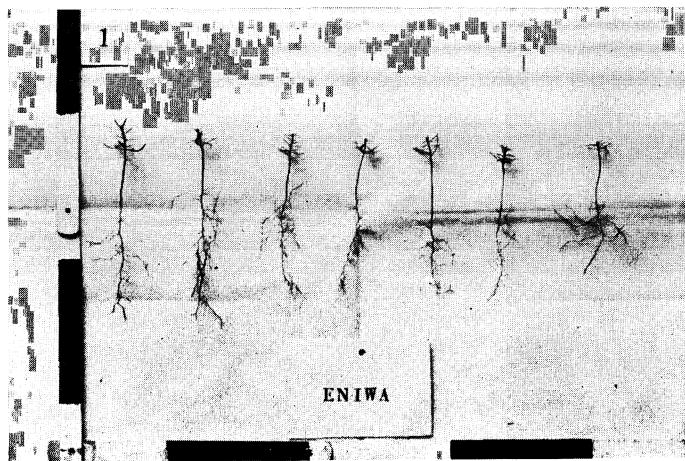
II. Nutrient concentration

As a rule, the nutrient concentration of seedling was high in the vigorously grown part. Nitrogen and phosphorus concentrations were high at the early stage, low at the stopping stage of the first growth, and high when the second growth was started. Potassium concentration was low early, and high when the second growth was started. Calcium concentrations of root and top-0 were high early, and high in the beginning part of the second growth (Table 6).

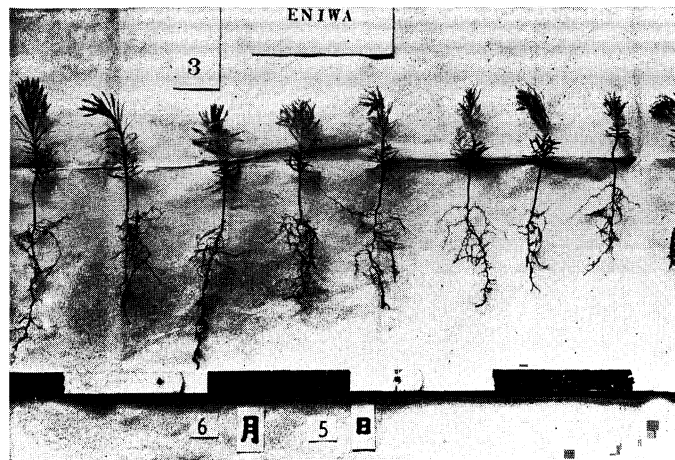
III. Nutrient content

Nitrogen content of seedling did not increase around June, but increased in autumn. The increased ratio of phosphorus content was high at the early grown stage, it became low gradually, and was not high in autumn. The increased ratio of potassium content did not show such decrease as nitrogen and phosphorus contents about June, but continued until autumn from the early grown stage, and was high in late-October as was the nitrogen content. Calcium content of seedling was much increased in autumn, and the increased ratio in late-October was relatively high as compared with nitrogen or phosphorus (Fig. 2~5).

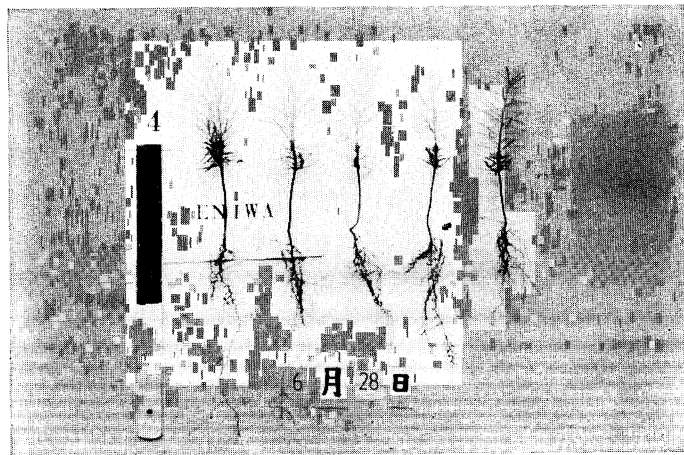
The ratio of nutrient content in the seedlings grown in late-April was as follows: $N : P_2O_5 : K_2O : CaO = 1.2 \sim 1.6 : 1 : 0.5 \sim 0.6 : 0.6$, in late-October: $N : P_2O_5 : K_2O : CaO = 1.8 \sim 2.4 : 1 : 1.2 \sim 1.4 : 0.5 \sim 0.8$, and then the ratio of potassium content was varied at the end and early stage of growth (Table 11).



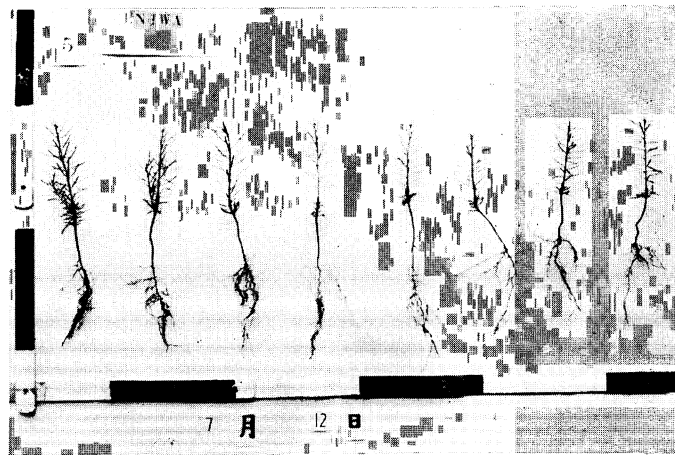
Phot. 1 4月下旬における苗木 Late-April, 1957.



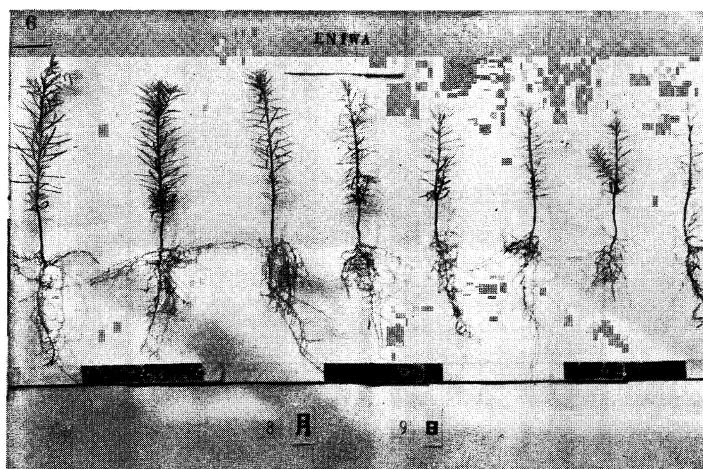
Phot. 2 6月上旬における苗木 Early-June, 1957.



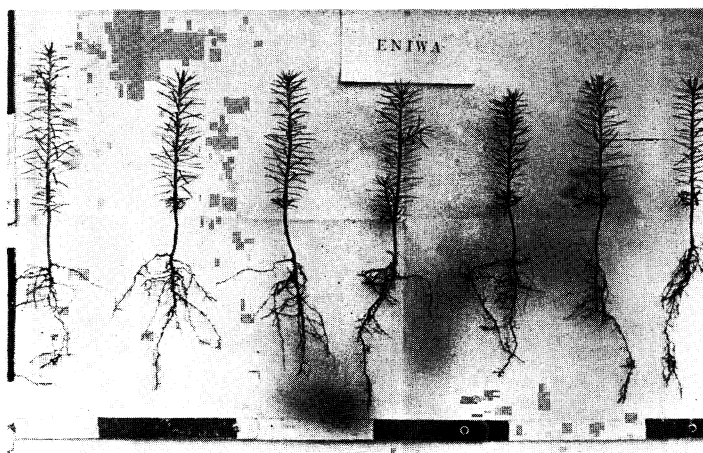
Phot. 3 6月下旬における苗木 Late-June, 1957.



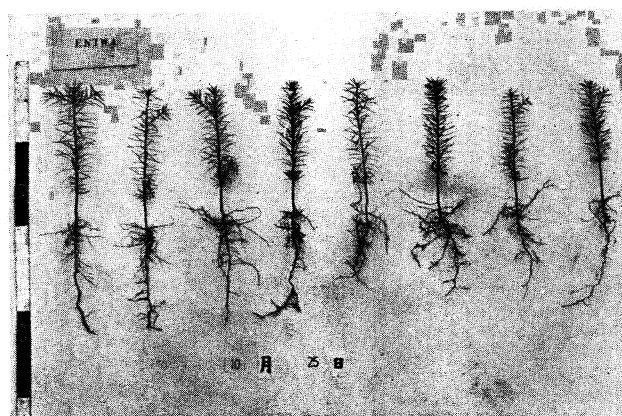
Phot. 4 7月中旬における苗木 Mid-July, 1957.



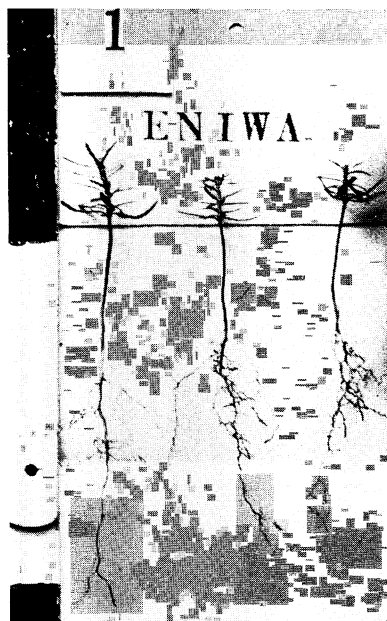
Phot. 5 8月上旬における苗木 Early-August, 1957.



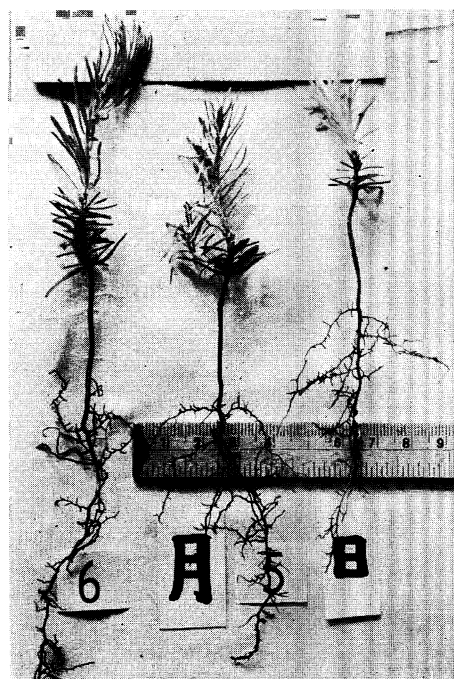
Phot. 6 9月中旬における苗木 Mid-September, 1957.



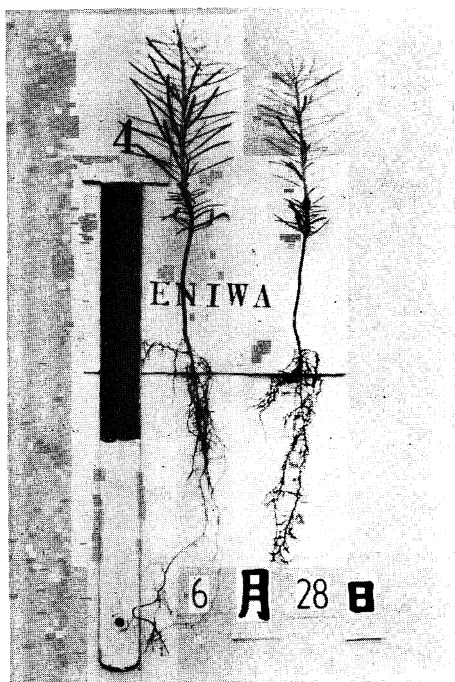
Phot. 7 10月下旬における苗木 Late-October, 1957.



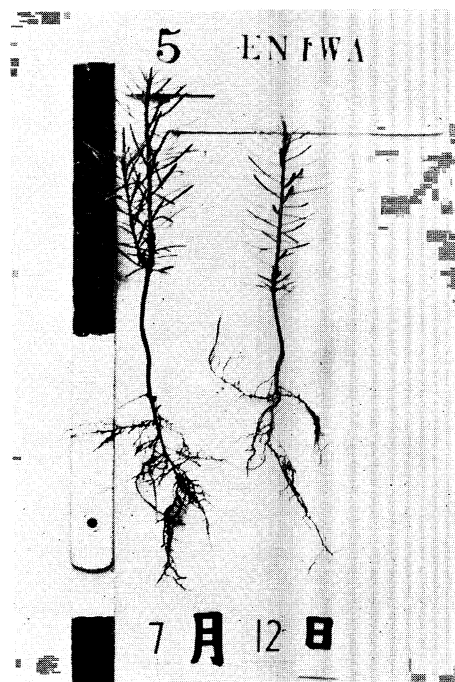
Phot. 8 4月下旬における苗木(接写)
Late-April, 1957 (Auto-Up).



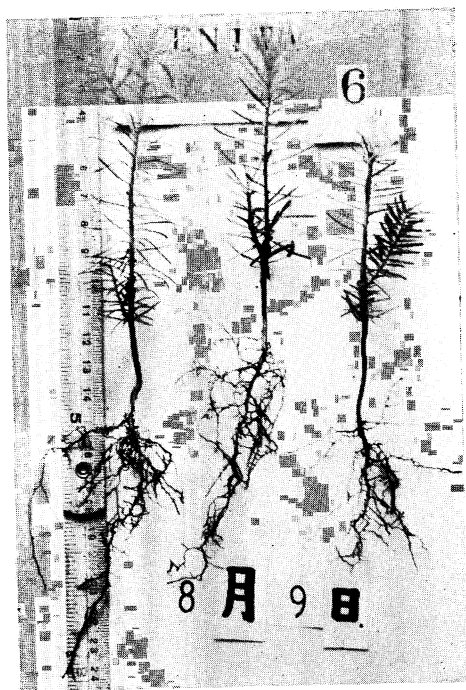
Phot. 9 6月上旬における苗木(接写)
Early-June, 1957 (Auto-Up).



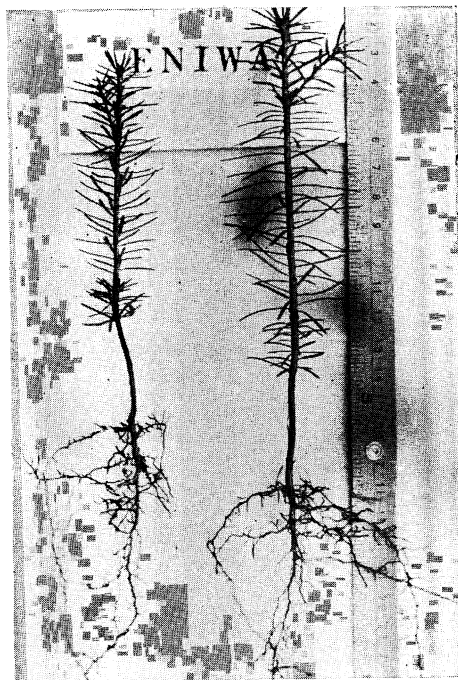
Phot. 10 6月下旬における苗木(接写)
Late-June, 1957 (Auto-Up).



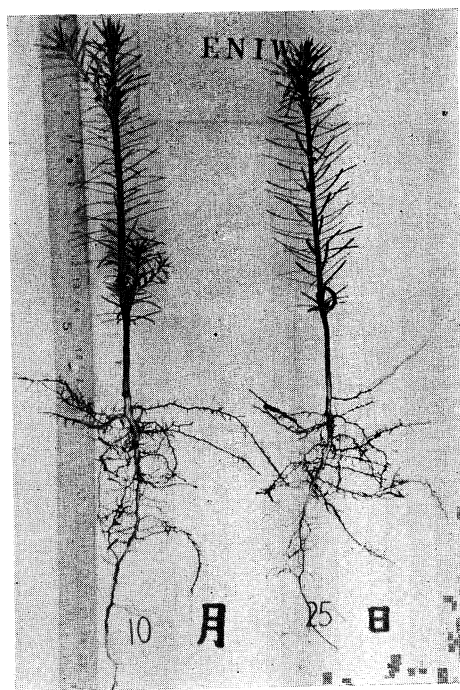
Phot. 11 7月中旬における苗木(接写)
Mid-July, 1957 (Auto-Up).



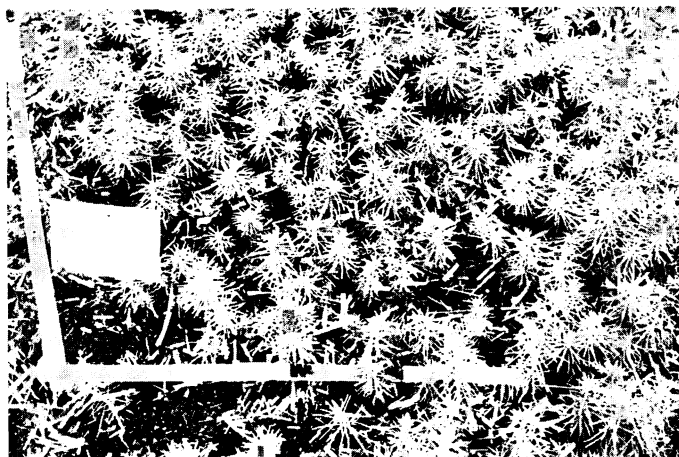
Phot. 12 8月上旬における苗木(接写)
Early-August, 1957 (Auto-Up).



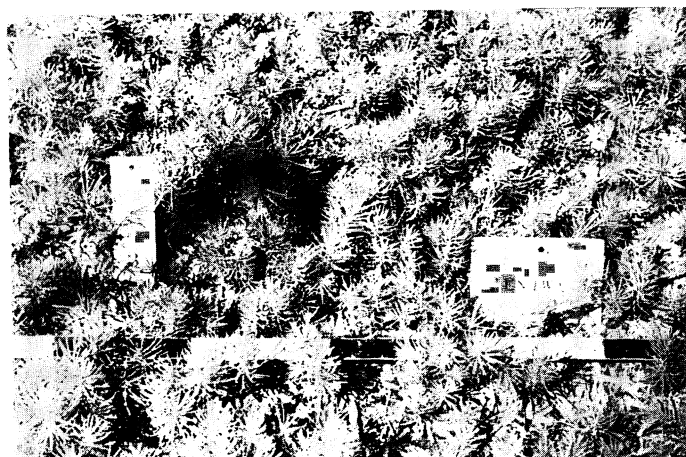
Phot. 13 9月中旬における苗木(接写)
Mid-September, 1957 (Auto-Up).



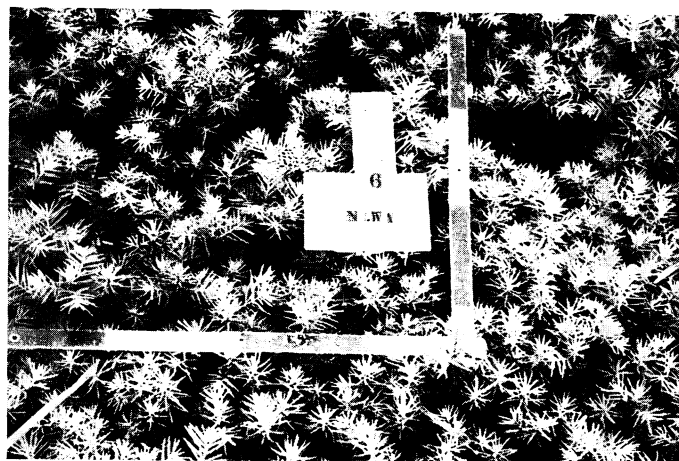
Phot. 14 10月下旬における苗木(接写)
Late-October, 1957 (Auto-Up).



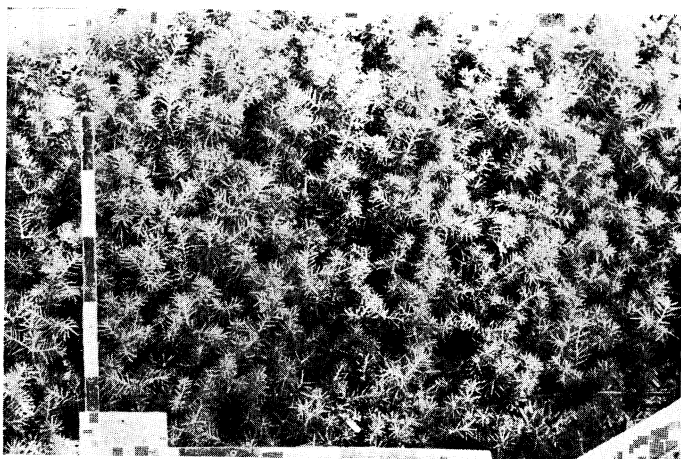
Phot. 15 5月上旬における苗床を上面から写す Early-May, 1957.



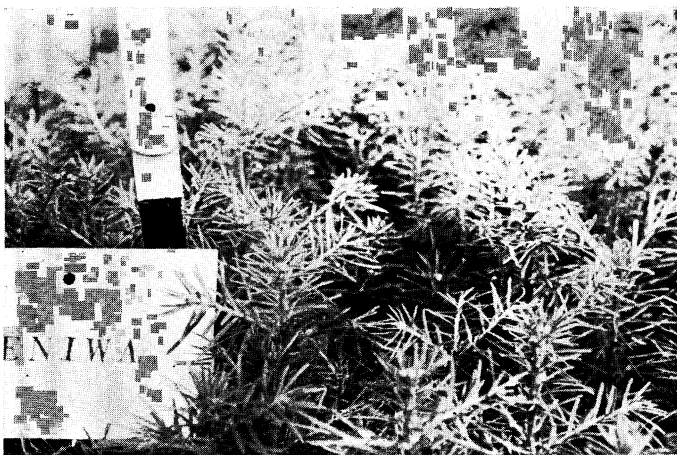
Phot. 16 6月上旬における苗床を上面から写す Early-June, 1957.



Phot. 17 8月上旬における苗床を上面から写す Early-August, 1957.



Phot. 18 9月中旬における苗床を上面から写す Mid-September, 1957.



Phot. 19 9月中旬における苗床を接写する Mid-September, 1957 (Auto-Up).



Phot. 20 10月下旬における苗床を上面から写す Late-October, 1957.