

スギ・ヒノキ及アカマツ苗木の礦物質養 分要求度に關する研究（第一回報告）

林業試驗場技手 芝 本 武 夫

目 次

緒 言	1
1. 研究方法	2
2. 苗木中に於ける灰分及石灰の定量成績	7
3. 植木鉢試験成績	12
4. 綜 合	15
5. 摘要及結論	17

緒 言

白澤博士は苗圃内下層に存する粘土（重粘に過ぎ有機物を含むこと少し）・畠地の下層黄褐色の心土（疎鬆にして有機物を含む事少し）・畠地の下層黄褐色の心土（疎鬆にして有機物を含む事少し）・普通畠地の表土（輕鬆にして多量の有機物を含む）及腐植土（輕鬆にして多量の有機物を含む）なる四種類の理化的性質を異にする土壤を用ひて、我國主要造林樹種の苗木に就き圃場試験を行ひ、其生育狀況を調査せられたるに、之等土壤の性質と苗木生育との關係は樹種によりて甚しき差異ある事を認められた（18）（19）。

惟ふに其差異は之等樹種が水・空氣及溫熱に對し其要求度若しくは適應性を異にするに基く處頗る大なるが如しとは言へ、尙一面之等樹種が土壤中に於ける礦物質養分（窒素をも含む）に對し其要求度を異にする結果に基くべき事も容易に想像し得る處である。

爰に於てか津田重政氏は苗木の礦物質成分に就て研究し（21）、守屋重政氏は三要素試験を行ひ（11）、以て苗木の生育と礦物質養分の關係に於て之等樹種相互の間に如何なる差異あるやを明らかにせんとせられた。

夫等の成績によりて之等樹種の生育と土壤中に於ける礦物質養分の關係は大略窺ひ得るものゝ如くではあるが、尙不詳なる部分も決して尠くない様に思はれる。

然るに本問題は唯に苗圃經營に際して施肥用量判定上重要なのみならず、亦特定立地に於ける地位の判定及造林樹種の選定其他地力維持を主眼とせる森林の合理的施業法の検討上極めて重要な事項である。

從つて筆者は尙本問題に就て、既往の成績を再吟味すると共に更に細部に互り研究を進むる

の要あるを認め、試験を経續しつつあるが、爰にはスギ・ヒノキ及アカマツの礦物質養分要求度に關する研究の一端を報告せんとするものである。

幸に諸賢の御援助を得て今後の研究に對する御指導を仰ぎ得るならば筆者望外の幸である。

本研究に際しては種子の準備に就き林業試験場技手尾越豐氏の勞を煩した。特記して爰に深甚の謝意を表する。

1 研究方法

先づスギ・ヒノキ及アカマツなる三樹種が、其體構成上廣義に於て必要とする礦物質の量及質の間に如何なる差異あるやを知る目的を以て之等樹種の苗木中に含有せらるゝ灰分に就て攻究し、次いで植木鉢試験により礦物質養分の施用と之等苗木の生長量増加の關係を調査し、以て其兩結果より之等三樹種が礦物質養分要求度に關し如何なる傾向を示すかを窺はんとしたのである。

〔1〕 苗木中に含有せらるゝ灰分

多くの植物の灰分含有量は假令同一種類のものにありても、年齢・時季其の他廣義に於ける立地條件の如何により、換言すれば其の植物體内の状態如何によりて可成差異の存する事は、多數の學者によつて既に明らかにせられてゐる處である (1)・(2)・(4)・(7)・(8)・(17) 参照)。

從つて灰分量に對する植物種の特性を窺はんとすれば、種々の年齢及時季に於て而かも可及的生育條件を等しくせるものに就き比較研究を行はなければならぬ。

筆者は最效果的に而かも最簡易に研究を進めんが爲に次の如き方法を選び、特に供試苗木を育成する事にした。

(1) 供試苗木の育成

(i) 土壤條件

土壤條件と植物灰分含有量及其の組成の關係に就ては、其の現象が極めて複雑なる爲に、今日に於ても尙闡明にせられざる處が尠くない。然し土壤中に含有せらるゝ可溶性鹽類の多少及土壤の反應は植物灰分含有量に對して直接影響する處可成著しきものにして、D. R. HOAGLAND (3), H. LUNDEGÅRDH (7), E. A. MITSCHERLICH (9), K. NEHRING (13), J. D. NEWTON (14), F. W. PARKER and W. H. PIERRE (16) 其の他多數學者の研究成績によりて明らかに首肯し得られる。

斯くて植物種の特性問題に觸るゝ比較研究に於ては、各種苗木の育成に供すべき土壤は必ず養分含有量の等しいものでなければならぬ。而して A. STRIEGEL 氏の研究(20)に依れば、其の經歷及取扱を同じうし其の質均齊なるが如く思考せらるゝ圃場土壤と雖、其の可溶性養分含有量には尙區域的に可成變動を示す場合がある。果して然らば、假令同一苗圃内にありと雖各

苗床に養成せられたる各樹種苗木を以て直ちに之を同一立地條件の下に生育せるものとは斷じ得ざる場合の存する事を考慮しなければならぬ。

此の意味に於て、筆者は他の目的の爲に育成せられたる苗圃の苗木を其の儘直ちに供試材料とする事を避け、特に土壤を調製し之に供試苗木を育成する方法を選んだのである。

J. D. NEWTON 氏は此の種の研究には一つの大なる容器を用ひて之に調製土壤を填充し、各種研究植物の苗を混植する事を推奨してゐるが(14)(15)、圃場に於ては稍もすれば苗木は根切蟲其の他による種々の障害を受け精確なる結果の得難き處があり、又硝子室を利用するとすれば餘りに大なる容器は水分の補給其の他の操作に對する取扱上極めて不便である。

從つて筆者は硝子室内に於て、ワグネル氏植木鉢に苗木を育成する事とし、1 樹種毎に夫々12鉢を用意し1鉢當填充土壤は各10坵宛とした。

而して苗木育成用土壤は、場内の表層土壤埴上に粒徑2耗以下の各種粒子より成る洗滌砂を混じて壤土とせるものにして其機械的組成は第一表に示す如くである。

第一表 土壤の機械的組成

Table 1. Mechanical compositions of the soil.

組 成 部 分 Fractions	粒 徑 Diameters of Soil particles	原 土 100 分 中 %
石 礫 Stone, Gravel & Debris	>2 mm	0.0
粗 砂 Coarse Sand	2—0.25mm	19.5
細 砂 Fine Sand	0.25—0.05mm	21.5
微 砂 Silt	0.05—0.01mm	29.0
粗 土 Clay	< 0.01mm	30.0

備考 A.S.K. 淘汰器を用ひて測定し、絶乾土壤に對する百分率を以て示す。

Notes: Mechanical compositions of the soil were analysed by the Japanese official method and the figures were given calculating on the dried soil at 105°C.

次に其の化學的性質を示せば第二表の如くである。

即ち土壤の酸度は弱酸性なるも、他方窒素・磷酸・加里及石灰含有量は稍少く從つて其爲に地味少しく劣ると思はれる壤土である。

苦土の含有量極めて大なる結果を示してゐるが、東京「ローム」が主體をなす本土壤に於ては、此點に關して別に留意する必要はないと思ふ。何となれば、此熱鹽酸可溶の苦土含量大なる事は東京「ローム」の一特徴なるも、其の割合には弱酸可溶苦土含量は小なる事が明らかにせられてゐるからである((22)参照)。

第二表 土壤の化學的性質

Table 2. Chemical properties of the soil.

成 分 Components	%	成 分 Components	%
全 窒 素 Total N	0.34	石 灰 CaO	0.44
鹽 酸 不 溶 物 Residues at 110°C	71.54	苦 土 MgO	1.39
鹽 酸 可 溶 硅 酸 SiO ₂ soluble in HCl	0.09	曹 達 Na ₂ O	0.44
礬 土 Al ₂ O ₃	10.33	加 里 K ₂ O	0.41
酸 化 鐵 Fe ₂ O ₃	10.25	磷 酸 P ₂ O ₅	0.26
酸 化 滿 佗 Mn ₂ O ₃	0.26	硫 酸 SO ₃	0.24
土 壤 酸 度 Soil acidities	活 性 酸 度 (PH value).....5.35 Active acidity 置 換 酸 度 (yl)1.10 Exchange acidity		

備考 全窒素はケルダール氏法に依り、土壤の礦物質成分は熱鹽酸處理法によつて定量した。

土壤の活性酸度は「キンヒドロソ」電極法により、置換酸度は大工原氏法によつて測定した。

Notes: Total nitrogen was determined by the Kjeldahl method and the mineral components of the soil were analysed after digesting the soil with concentrated hydrochloric acid.

Active and exchange acidities of the soil were determined respectively by the quinhydrone-electrode method and the Daikuhara method.

尙灰分含有量に影響を及すべき土壤の水分状態は、本邦農學公定法に定むる密なる状態に於ける含水量に對し 50~60% を以て目安とし、苗木生育中の變動を可及的避くる事に努めた。

(ii) 供 試 苗 木

可及的生育條件を等しくする目的を以て、硝子室内に於て前述の土壤を充たせるワグネル氏植木鉢に直接各樹種の種子を播き發芽せしめ、適當に間引を行ひ、生育苗木本數を1鉢當各7本宛とした。

今之等樹種の種子産地を示せば次の如くである。

スギ.....	栃木縣産 秋田縣河邊郡岩見三内村、岩見山國有林産
ヒノキ.....	栃木縣上都賀郡鹿沼町大字鹿沼地内産 宮城縣牡鹿郡石巻町、古館山國有林産
アカマツ.....	青森縣中津輕郡千年村大字大和澤、沼田國有林産

長野縣北佐久郡輕井澤町長倉、長倉山國有林産

上記各二地方産種子を夫々5月初旬播種し、一部は發芽後5ヶ月經過して即ち播種同年10月下旬掘取り（以下簡單の爲に之を一年生苗木と呼ぶ事にする）、他のものは發芽後18ヶ月經過して即ち播種翌年11月下旬掘取つた（之を二年生苗木と呼ぶ事にする）。

而して之等の苗木は何れも掘取後丁寧によく水洗し3ヶ月間室内にて蔭干にし風乾状態となして後分析に供したのである。

(2) 灰分及石灰の定量

H. LUNDEGÅRDH (7), A. RIPPEL (17), F. CZAPEK (2), 其他 R. RISMANN, E. PANTANELLI, H. FITTING, A. TRONDLE, H. KAHO, W. RUHLAND und C. HOFFMANN 氏等 (11)・(7) 参照) の研究に依れば、一般に植物灰分中各元素の量的關係は假令同一種類のものにありても季節に依りて可成差異があり、就中其の變動の大なるものは窒素にして次いで加里及磷酸である。灰分全量及石灰竝に硅酸含量は秋季に大なる傾向はあるが、其の變動は窒素・加里及磷酸に比すれば極めて小なる事が明らかにせられて居る。

故に筆者は季節による變動は後日に譲る事とし、本研究に於ては比較的安定せる灰分全量及石灰含有量に就ての考察のみに止めた。

而して灰分の定量法としては今日種々なる方法が提唱せられて居るが、結局植物體中に含有せらるゝ礦物質は假令同一元素と雖實際には種々の化合形態を攝り、而かも其の量的割合に關しては容易に窺ひ得ざるものなるが故に、之等の方法に就ての優劣も俄かに判定し得ざるものがあると言はなければならぬ。

本研究に於ては大體の傾向を知れば足るとの見地より、操作を簡單にする爲に、絶乾試料を白金皿に入れ、溫度 385~400°C の「マッフル」中にて灰化する方法を採つた。

斯くて得たる粗灰分を全灰分量とし、次に之を二規定鹽酸に溶解せしめ、常法によりて石灰を定量した。

〔II〕植木鉢試験

苗木の灰分竝に石灰の含有量測定によつて、其の體構成上所要とする礦物質全量及石灰量に對し樹植の示す傾向の差異は大體窺ひ得るものゝ如くであるが、尙其の生長量増加に對する關係に於て樹種により如何なる差異を認め得るかを知る爲に、次の如き方法により植木鉢試験を施行した。

(1) 土 壤

灰分攻究用の苗木を養成するに際して使用せる土壤と同一のものを原土として用ゐた。即ち其の理化學的組成は第一表及第二表に示せるものである。

化學的成分に就て見るに、他の成分は多量に含有せられてゐるにも係はらず獨り窒素・磷酸・加里及石灰の含有量に於て稍尠き觀がある。

從つて一般には窒素・磷酸及加里の少量を補給すれば地味一層良好となり、斯くて礦物質養分に對する要求度大にして敏感なるもの程其生長増加量は大となるであらう。

而かも本土壤は壤土にして、置換酸度も極めて弱い。又弱酸可溶の苦土量は比較的少くして石灰苦土率の關係も特別考慮を拂ふ要なきものとすれば、直接養料としての石灰の効果亦本土壤を用ひて充分攻究し得るものと考へられる。

爰に於て筆者は I 區・II 區・III 區に分ち各區毎に夫々 2 鉢宛を用ひ次の如き處理を行ふ事にした。

(i) I 區 (無肥料區)

ワグネル氏植木鉢 1 鉢當風乾原土 10 珎を用ひ、別に施肥せざるものにして之を無肥料區即ち標準區とした。

(ii) II 區 (三要素區)

之は風乾原土に窒素・磷酸及加里を施肥せるものにして、其の使用せる肥料名竝に 1 鉢當の風乾原土 10 珎に對する施用量は次の如くである。

硫酸「アムモニヤ」 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$2.71 瓦

磷酸曹達 $\text{Na}_2\text{HPO}_4 + 12\text{H}_2\text{O}$ 2.00 瓦

硫酸加里 K_2SO_4 0.37 瓦

(iii) III 區 (四要素區)

前三要素區に更に石灰を加用せるものにして、其の施用量は 1 鉢當普通石灰 3.75 瓦とした。即ち豫め細粉せる普通石灰を原土とよく混和し、濕潤状態にして後播種する迄 4 週間放置し、其の後の取扱は三要素區と全く同様にしたのである。

(2) 土壤の含水量

土壤中に於ける水分量の多少は苗木の生育に對し殊に著しき影響を及すべきが故に、各試験區を通じて可及的其の差異なからしむる要ある事は言ふ迄もない。

筆者は本邦農學公定法に規定する密なる状態に於ける含水量に對し 50~60 % の水濕状態を保たしむる事を目安とし、隔日に適量の水道を補給し、専ら各區相互間の差異なからしむる事に努めた。

(3) 供 試 苗 木

筆者は各ワグネル氏植木鉢に直接播種し、發芽せしめ、適當なる間引によりて各區を通じて均齊なる苗木を残し、之を其の儘供試苗木とする方法を選んだ。

均齊なる苗木多數を苗圃より選び出す事は實際上容易でなく、假令之が可能なる場合に於ても、移植に際して稍もすれば根系を損傷せしむる虞あるが故に特に之を避けたのである。

而して本試験に用ひたる種子の産地は次の如くである。

ス ギ.....秋田縣河邊郡岩見三内村、岩見山國有林産

ヒノキ……………宮城縣牡鹿郡石巻町、古館山國有林産

アカマツ……………長野縣北佐久郡輕井澤町長倉、長倉山國有林産

(4) 生長量の測定

硝子室内に於て5月上旬前記種子を播種し育成せしめたる苗木は、翌年11月下旬掘取り、根系をよく洗ひ土砂を除き、室内にて3箇月間蔭干として風乾状態となれるものに就き其の重量を測定した。

2 苗木中に於ける灰分及石灰の定量成績

〔I〕 一年生苗木の灰分及石灰量

今全苗木體・葉・幹枝及根に就て、其の灰分含有量及石灰含有量並に灰分100分中の石灰量を表示すれば第三表の如くである。

數値は凡べて分析數6の平均値を以て示す事にする。

第三表 一年生苗木の灰分及石灰含有量

Table 3. Total ash and calcium contents of the young trees at the 5th month after germination.

樹種 Species of trees	苗木體の部分 Parts of trees	絶乾物1瓦4中瓦數 Grams in a kilogram of dried substances		灰分100分中の石灰量 CaO in ash%
		灰分 Total ash	石灰 CaO	
スギ <i>Cryptomeria japonica</i> Don.	全苗木體 Whole trees	57.69	13.79	23.90
	葉 Leaves……………	55.98	12.92	23.07
	幹枝 Stems……………	62.06	14.55	23.45
	根 Roots……………	57.70	14.54	25.20
ヒノキ <i>Chamaecyparis obtusa</i> S. et Z.	全苗木體 Whole trees	45.51	14.85	32.63
	葉 Leaves……………	42.59	11.98	28.12
	幹枝 Stems……………	51.07	19.39	37.97
	根 Roots……………	45.50	15.53	34.12
アカマツ <i>Pinus densiflora</i> S. et Z.	全苗木體 Whole trees	39.57	6.85	17.31
	葉 Leaves……………	38.22	7.46	19.51
	幹枝 Stems……………	33.24	5.05	15.18
	根 Roots……………	45.00	7.25	16.12

第三表に依れば絶乾苗木1瓦中に含有せらるゝ灰分全量は、スギ最多く、次いでヒノキにしてアカマツに於て最小である。

葉・幹枝若しくは根について比較するも其の順位は全苗木體に於ける場合と全く相一致するを見る。

石灰含有量を比較するに、葉に於てはスギはヒノキよりも大であるが、幹枝に於てはヒノキの方が著しく大である。根に於て亦ヒノキの方がスギよりも大である。アカマツはスギ及ヒノキに比較すれば石灰含有量殊の外小である。

灰分 100 分中の石灰量に就て見れば、ヒノキはスギよりも著しく大にして、アカマツは之等兩者に比すれば極めて小である。

〔II〕 二年生苗木の灰分及石灰量

同じく二年生苗木に就て、全苗木體・葉・幹枝及根に於ける灰分含有量・石灰含有量並に灰分 100 分中の石灰量を表示すれば第四表の如くである。

數値は凡て分析數 6 の平均値を以て示す事にする。

第 四 表 二年生苗木の灰分及石灰含有量

Table 4. Total ash and calcium contents of the young trees at the 18th month after germination.

樹 種 Species of trees	苗木體の部分 Parts of trees	絶 乾 物 1 珎 中 瓦 數 Grams in a kilogram of dried substances		灰分 100 分中 の 石 灰 量 CaO in ash%
		灰 分 Total ash	石 灰 CaO	
ス ギ <i>Cryptomeria japonica</i> Don.	全苗木體 Whole trees	50.82	14.85	29.23
	葉 Leaves	61.85	18.61	30.09
	幹枝 Stems	47.05	18.26	38.81
	根 Roots	38.36	8.21	21.41
ヒ ノ キ <i>Chamaecyparis abtusa</i> S. et Z.	全苗木體 Whole trees	43.78	12.97	29.63
	葉 Leaves	54.12	16.46	30.41
	幹枝 Stems	39.01	16.92	43.37
	根 Roots	32.78	5.14	15.67
ア カ マ ツ <i>Pinus densiflora</i> S. et Z.	全苗木體 Whole trees	38.63	5.66	14.65
	葉 Leaves	39.56	5.79	14.64
	幹枝 Stems	28.07	7.51	26.76
	根 Roots	43.95	4.37	9.95

上表に就て見るに、全苗木體・葉及幹枝各 1 珎中に含有せらるゝ灰分全量は、常にスギに最大にして、ヒノキ之に亞ぎ、アカマツに於て最小である。

此の順位は第三表に示せる一年生苗木の場合と全く同様である。

石灰含有量がアカマツに殊に小なる事は依然同様であるが、スギの方がヒノキよりも大である事は第三表と趣を異にする。

然し乍ら灰分 100 分中の石灰量に就て見れば、根の場合を除けば矢張ヒノキの方がスギよりも大である。又アカマツは何れの部分に於ても常にスギ及ヒノキよりは著しく小である。

之等の事實はよく一年生苗木の場合と一致してゐる。

〔III〕 苗木 1 珎中に含有せらるゝ灰分及石灰

量の葉・幹枝及根に於ける分布模様

一年生及二年生の各絶乾苗木に就き、葉・幹枝及根の組成割合を重量%により算出せるに略々相近似せる値を示した。今其の平均値を示せば第五表の如くである。

第五表 苗木體に於ける葉・幹枝及根の各組成割合(重量%)

Table 5. The weight percentages of the leaves, stems and roots composing the whole young trees.

樹種 Species of trees	葉 Leaves	幹枝 Stems	根 Roots	計 Sum
スギ <i>Cryptomeria japonica</i> Don.	46.3	18.1	35.6	100
ヒノキ <i>Chamaecyparis</i> S. et Z.	44.7	23.5	31.8	100
アカマツ <i>Pinus densiflora</i> S. et Z.	41.9	22.0	36.1	100

上表に依りて、前記條件の下に生育せる苗木に就き葉・幹枝及根の各組成重量割合を見るに、各樹種を通じて葉の部分最大にして、根の部分之に亞ぎ、幹枝の部分は最少い。

更に進んで樹種相互間に於ける差異を窺ふに、スギは他に比し比較的葉の部分大にして幹枝の部分小なるに對し、ヒノキは比較的幹枝の部分大にして根の部分小であり、アカマツは葉の部分比較的小にして根の部分が比較的大である傾向が認め得らるゝ様である。

第三表・第四表及第五表より苗木體1匁中に含有せらるゝ灰分及石灰量の葉・幹枝及根に於ける分布模様を見るに第六表の如くである。

第六表 苗木1匁中に含有せらるゝ灰分及石灰量の葉・幹枝及根に於ける分布模様

Table 6. Distributions of total ash and calcium contained in one kilogram of the whole young trees in three parts, leaves, stems and roots.

樹種 Species of trees	苗木體の部分 Parts of trees	一 年 生 At the 5 th month after germination				二 年 生 At the 18 th month after germination			
		灰 分 Total ash		石 灰 CaO		灰 分 Total ash		石 灰 CaO	
		含有瓦數 Amounts in grams	%	含有瓦數 Amounts in grams	%	含有瓦數 Amounts in grams	%	含有瓦數 Amounts in grams	%
スギ <i>Cryptomeria japonica</i> Don.	葉Leaves.....	25.92	44.9	5.98	43.3	28.64	56.3	8.62	58.0
	幹枝Stems...	11.23	19.5	2.63	19.1	8.52	16.8	3.31	22.3
	根Roots.....	20.54	35.6	5.18	37.6	13.66	26.9	2.92	19.7
	合計 Sum	57.69	100.0	13.79	100.0	50.82	100.0	14.85	100.0
ヒノキ <i>Chamaecyparis abtusa</i> S. et Z.	葉Leaves.....	19.04	41.8	5.35	36.0	24.19	55.2	7.36	56.7
	幹枝Stems...	12.00	26.4	4.56	30.7	9.17	21.0	3.98	30.7
	根Roots.....	14.47	31.8	4.94	33.3	10.42	23.8	1.63	12.6
	合計 Sum	45.51	100.0	14.85	100.0	43.78	100.0	12.97	100.0
アカマツ <i>Pinus densiflora</i> S. et Z.	葉Leaves.....	16.01	40.4	3.12	45.6	16.58	42.9	2.43	42.9
	幹枝Stems..	7.31	18.5	1.11	16.2	6.18	16.0	1.65	29.2
	根Roots.....	16.25	41.1	2.62	38.2	15.87	36.1	1.58	27.9
	合計 Sum	39.57	100.0	6.85	100.0	38.63	100.0	5.66	100.0

第六表に依りて考察するに、苗木中に含有せらるゝ灰分全量はスギ・ヒノキ及アカマツを通じて何れも一年生に大にして二年生に小である。即ち年齢の進むに従ひ單位重量中の灰分全量は却つて減少する傾向を認め得る。

又苗木の葉・幹枝及根の部分に於ける灰分量の分布模様を見るに、各樹種共に葉に最多く次いで根にして幹枝に最少い。而かも葉の部分に於ける灰分量は一年生のものよりも二年生のものに大であるが、之に反して幹枝の部分に於ける灰分量は二年生苗木の方が却つて小である。

石灰含有量は、スギに於ては其の全量一年生苗木よりも二年生苗木に大であるが、ヒノキ及アカマツに於ては逆の結果を示してゐる。又葉の部分に於ける石灰量はスギ及ヒノキにありては二年生のものに大なるも、アカマツに於ては一年生のものゝ方が大である。更に幹枝の部分では各樹種共に二年生のものが一年生のものより大にして、根の部分では一年生のものゝ方が一層大である傾向を示してゐる。

以上は一年生苗木と二年生苗木に就ての比較であるが、次に灰分及石灰の全含有量に對する葉・幹枝及根の三部分に於ける含有割合に就て樹種相互間の比較を行ふに、第五表に示せる苗木體の之等組成割合と其の傾向全く相一致する事になる。

即ち先づ灰分全量に就て觀るに、スギは比較的葉に大にして幹枝に小なるに對し、ヒノキは比較的幹枝に大にして根に小である。アカマツは葉に比較的小にして根に大である。

石灰量に就てもスギは比較的葉に多く、ヒノキは比較的幹枝に多く、アカマツは比較的根に多い傾向が最顯著なる差異として認められる。

〔IV〕 苗木の含有灰分に就ての考察

第三表及第四表に依りて、單位重量の全苗木體中に含有せらるゝ灰分量は一年生・二年生を通じて常にスギに最多く、ヒノキ之に亞ぎ、アカマツに最小なるを知る。而かも其の關係は單位重量の葉若しくは幹枝に就て亦同様である。根に於ても一年生苗木に就ては上記の順位とよく一致する結果を得たが、二年生に於てはそれと異りアカマツに最大にしてスギ之に亞ぎヒノキに最小なる結果を得た。此の場合特に注目すべきは根は如何に注意して充分に水洗するとしても、土壤中に生育せるものなる限り、それに附着せる土粒を全く除去し盡す事は到底不可能にして、此の事實が稍もすれば灰分量に影響し、其の測定を不精密ならしむる原因となる事である。従つて樹種相互間の比較を行ふ場合に於て、若し此の誤差を生ずる可能性の多分にある根を考慮外に置く事が出来るならば極めて好都合と言はなければならぬ。

之等苗木の如く葉が其の體構成上主要割合を占め且其の着生量に餘り著しき差異なきものにありては（第五表參照）、葉の灰分含有量が直ちに其の全植物體に於ける傾向を指示するものと考へる事が出来る様に思はれる。

今第三表及第四表によりて之等の關係を見るに第七表に示す如く、よく兩結果の一致するを見る。

第七表 樹種別灰分含有量比數

Table 7. The comparative figures of the ash-contents in these young trees of three species from Table 3 and 4.

樹種 Species of trees	一 年 生 At the 5th month after germination		二 年 生 At the 18th month after germination	
	苗木全體 Whole trees	葉 Leaves	苗木全體 Whole trees	葉 Leaves
スギ <i>Cryptomeria japonica</i> Don.	100	100	100	100
ヒノキ <i>Chamaecyparis obtusa</i> S. et Z.	79	76	86	88
アカマツ <i>Pinus densiflora</i> S. et Z.	69	68	76	64

單位重量中に於ける石灰含有量は、之等三樹種を通じて何れも葉に比し幹枝に大なる傾向が認められるのであるが、就中ヒノキの幹枝はスギ及アカマツの幹枝よりも著しく石灰に富んでゐる。アカマツの幹枝はスギ・ヒノキの幹枝に比すれば殊に石灰含有量少である。

若し苗木に就て見らるゝ之等の特性が之等樹種の現實林に對しても同じく適用し得るものと假定すれば、之等林地に堆積せる一定量の落葉枯枝が腐朽分解後土壤に附與する礦物質全量及石灰量は常にスギ林に最も多く、ヒノキ林之に亞ぎアカマツ林に於て最小と云ふ事になる。

守屋重政氏は場内のスギ及アカマツ各壯齡林に於て、地上に横はれる落葉を採取し其の灰分に就て攻究せられたが⁽¹⁰⁾、其の成績より灰分全量及石灰含有量を見れば次の如くである。

樹種	氣 乾 落 葉 100 分 中			
	水 分	灰 分	石 灰	
スギ	11.264	6.100	2.999	
アカマツ	10.005	2.080	0.836	

之に依れば、假令其の絕對値には著しき差異あるにせよ、其傾向は筆者のスギ及アカマツ苗木に就て得たる結果と全く相一致するが故に、前述の假定には餘り無理はない様に思はれる。換言すれば苗木に就て見らるゝ之等の傾向は壯齡樹に對しても尙よく適用し得るものの如くである。

更に第六表に示せる葉・幹枝及根の三部分に含有せらるゝ灰分全量並に石灰量に就ての關係に於て、假令其の絕對値には差異あるにもせよ、樹種相互間に存する傾向の差異は其の儘現實林にも適用し得るものと假定すれば、次の如き考察を試る事が出來よう。

即ち同一立地條件の下に生育せるスギ・ヒノキ及アカマツの各同齡林に於て、同一重量を伐採し、葉及根は全部之を林地に返却し完全に腐朽分解せしめ、單に幹枝のみを林外に運び去り

利用するものとすれば、幹枝と共に運び去らるゝ礦物質全量及石灰量は、ヒノキ林に最多にして、スギ林之に亞ぎ、アカマツ林に於て最小と云ふ事になる。

果して然らば、伐期を繰返す毎に惹起せらるゝ土壤養分の減退はヒノキ林に於て最も著しいと言はなければならぬ。

我國に於ては降水量甚多く、土壤中の可溶性鹽類は多く雨水と共に流去せられて其の残留するもの尠く、殊に石灰の缺乏甚しき事は多數學者の指摘せる處である。農耕地にありては年々多量の肥料を施し以て之に對抗してゐるが、林地にありては今日未だ肥料的に人工を加ふる如き事は全然顧られざるが故に、落葉・枯枝及根株の腐朽分解に基く林地養分の循環模様に對しては深甚の考慮を拂ふ事が肝要である。此意味に於て上述の如きスギ・ヒノキ及アカマツ林に對する考察は特に注目すべきであると考へる。

最後に、本研究に於て得たる筆者の成績を從來のものと比較して置く。

津田重政氏は三年生苗木に就て其の礦物成分の研究を行はれた (21)。

同氏の得られたスギ・ヒノキ及アカマツの灰分及石灰含有量成績は次表に示す如くであるが、同氏の供試苗木は何れも場内苗圃に生育せるものである事を特にお断りして置く必要がある。

樹 種	苗木體の部分	絶 乾 物 100 分 中		灰分 100 分中の 石 灰 量
		灰 分	石 灰	
ス ギ	全 苗 木 體	2.690	0.870	32.700
ヒ ノ キ	全 苗 木 體	3.520	1.580	45.218
ア カ マ ツ	全 苗 木 體	1.570	0.390	24.126

之に依りて見れば、灰分及石灰含有量はスギよりもヒノキに大であるが、筆者の得たる成績では灰分含有量は常にヒノキよりもスギの方が大であり、石灰含有量も其成絶對量は一年生苗木ではヒノキの方がスギよりも大であるが、二年生苗木ではスギの方が一層大である。

之等の點は兩成績の相異なる點であるが、爰に年齢の差もあり嚴密なる比較は困難である。

然るにアカマツはスギ及ヒノキに比較すれば、灰分全量に於ても石灰含有量に於ても將又灰分100 分中の石灰量に於ても常に著しく小なる事並に灰分 100 分中の石灰量はスギよりもヒノキに大なる事は兩成績のよく一致せる處である。

3 植 木 鉢 試 験 成 績

前述の如くスギ・ヒノキ及アカマツなる三樹種の苗木が、其の體構成上所要とする礦物質の量及質の間に存する差異の一端は之を明らかにし得たるを以て、續いて土壤中に於ける礦物質成分と之等苗木の生長との關係を知る爲に本試験を行つたのである。其の方法に就ては既に I [II] に於て述べた。

〔I〕 試 驗 結 果

今1鉢當風乾物平均收穫量を表示すれば次の如くである。

第 八 表 1 鉢當風乾物平均收穫量

Table 8. The average yields of the air-dried substances per pot in three plots at the 18th month after germination.

樹 種 Species of trees	本 數 Number of trees harvested	風 乾 物 收 穫 量 (瓦) Yields of air-dried substances in grams		
		I 區 Plot I	II 區 Plot II	III 區 Plot III
スギ <i>Cryptomeria japonica</i> Don.	20	86.80	156.20	165.85
ヒノキ <i>Chamaecyparis obtusa</i> S. et Z.	23	87.60	143.85	167.60
アカマツ <i>Pinus densiflora</i> S. et Z.	13	78.05	117.50	115.95

Notes:—

Plot I was the standard plot with no fertilizers, and the soil properties were those as shown in Table 1 and 2.

Plot II was manured with $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, $\text{Na}_2\text{HPO}_4 + 12\text{H}_2\text{O}$ and K_2SO_4 , and the quantities added were 2.71, 2.00 and 0.37grams respectively per 10 kilograms of air-dried soils in one pot.

Plot III was manured with 3.75grams of CaO per pot in addition to the above three fertilizers.

更に考察に便せんが爲、第八表に依りて I 區に對する II 區及 II 區に對する III 區の各收穫比數を算出すれば次の如くである。

第 九 表 收 穫 量 比 數

Table 9. The comparative figures of the yields from Table 8.

樹 種 Species of trees	Comparative figures of the yield		
	I 區 Plot I	II 區 Plot II	III 區 Plot III
スギ <i>Cryptomeria japonica</i> Don.	100 —	180 100	— 106
ヒノキ <i>Chamaecyparis obtusa</i> S. et Z.	100 —	164 100	— 117
アカマツ <i>Pinus densiflora</i> S. et Z.	100 —	151 100	— 99

第九表に依れば、窒素・磷酸及加里なる三要素の施用效果の最顯著に現はるゝはスギにして次いでヒノキであり、アカマツに於ては其の影響最微弱である。

然るに石灰施用效果はヒノキに最顯著にして、次いでスギである。アカマツに於ては石灰施用の效果は殆んど認められず、石灰施用區の收穫量は極僅かではあるが却つて減少する傾向さへ認められる。勿論此の程度の差は實驗誤差の範囲内にあると言ひ得るのであるが、兎に角アカ

マツは石灰に對する關係に於てスギ及ヒノキとは著しく其の趣を異にする事は明らかである。

アカマツの生育に對する石灰作用の生理的意義に關しては引續き研究中なるが故に、後日發表の機會があらうと思ふ。

〔II〕 植木鉢試験成績に就ての考察

植物の生育と土壤養分の關係は極めて複雑にして、一般に論ずれば土壤の肥瘠は特殊成分の含有絶對量の多少よりも、寧ろ各成分の量的割合の如何によつて支配せられる事が大である。

今或土壤に其の含有する植物養分中最小なる含量を示す成分を補給する時は、之によつて其の他の養分の植物利用量をも増加すべき事は最小限の法則によつて明らかである。

斯くの如く一養分量の變動は、單にそれ自體の増減のみに止らず、延いては他の植物養分の利用量にも影響を及すべきが故に、或特定の植物種の生育と土壤中に於ける個々の養分との關係を明らかにせんとすれば自ら特殊の研究方法を採る必要がある。

本試験に供用せる原土は第一表及第二表に示せる如き性質のものにして、即ち一般に他の成分との均衡上より見れば窒素・磷酸及加里なる三成分量に於てのみ比較的劣る壤土である。従つて之等三要素の補給によつて地味一層肥沃となり、植物の生長量は増加すべきも、其の増收を以て直ちに三要素のみに基く結果と速斷する事は前述の理によつて妥當ではなく、寧ろ之は三要素の添加に基く各養分量増加の結果と考ふべきであらう。従つて筆者は此見解に基いて考察を進める事にする。

即ち土壤中に於ける養分量の多少とスギ・ヒノキ及アカマツ各苗木生育との關係を見るに、第九表に示せる I 區と II 區の收穫量比數により明らかなる如く、其の影響の最顯著なるはスギにして、ヒノキはスギに比すれば稍劣り、アカマツは前二樹種に比較すれば著しく小である。換言すれば土壤中に於ける礦物質養分に對する感應度の最大なるはスギにして、ヒノキ之に亞ぎ、アカマツは最鈍感である。

次に石灰の關係に就て考察しよう。

植物生育上より見たる石灰の作用は他の必須成分とは多分に其の趣を異にするものの如く、即ち或種類の植物に對しては著しく其の生活機能を旺盛ならしめ其の生育を増進せしむるに反し、他の或種類の植物に對しては却つて其の生活機能を妨ぐる場合がある事が多數の研究によつて明らかにせられてゐる (C1)・(4)・(6)・(8) 参照)。

又種々の土壤成分をはじめ土壤反應其の他多くの植物生育要素に對しては著しき間接影響を及すべきが故に、石灰と植物生育の關係は極めて複雑になつて来る。

筆者は弱酸性にして且石灰苦土率に關しても殆んど考慮するを要せざる壤土を用ひ、而かも石灰施用量は極く少量とし、土壤の反應・石灰苦土率・其の他土壤構造等に及す石灰の間接影響を除去し、専ら其の直接養料としての問題を攻究せんとしたのである。

其の成績は第九表に示せる II 區と III 區の比較數値によつて明らかである。

即ち直接養料としての石灰の効果はヒノキに最顯著にして、次いでスギである。アカマツに於ては其の育成土壤の含有石灰量比較的少きにも係はらず石灰施用の効果は全然認められず、従つてヒノキ及スギに比すれば石灰に對する關係に於て自ら異なる事が判る。

守屋重政氏は場内の心土を原土として三要素並に四要素試験を行はれた(11)。其の成績中のスギ・ヒノキ及アカマツに關するものを摘出すれば次の如くである。各區の數値は平均1本當の收穫時に於ける生重量である。

樹種	石灰及三要素區 (g)	三要素區 (g)	無肥料區 (g)	備考
スギ	18.5	25.7	8.4	大正三年度施行植栽苗木一年生 一年間成育セシム
ヒノキ	62.1	60.7	2.1	大正六年春ヨリ同八年秋ニ至ル期間 成育セシム 植栽苗木一年生
アカマツ	156.4	110.7	90.0	

上の研究成績は試験施行期間及年度を異にする故直ちに數値を比較する事は困難であるが、然し同氏の結論せられたる如く、アカマツが礦物質養分に對して著しく鈍感なる事は明らかに認められ、又筆者の成績とよく一致する處である。

次に石灰の關係に就て考察するに守屋氏の上記成績は供試土壤埴土にして、之に生石灰を施用せる圃場試験成績なるが故に、土壤の團粒化其他に及せる石灰の間接影響頗る大なるものあるべく、従つて直接養料としての問題のみに限定して攻究せる筆者の成績とは直ちに比較する事不可能である。

4 綜 合

本邦に於ける主要造林樹種たるスギ・ヒノキ及アカマツなる三樹種苗木に就て、其の單位重量の全苗木體を構成せる礦物質に如何なる差異あるやを見るに、第七表に依りて明らかなる如く、スギに最大にして、ヒノキ之に亞ぎ、アカマツに於て最小であり、而かも夫等の間には量に於て可成の差異が認められる。

他方植木鉢試験によりて、土壤中に於ける礦物質養分の多少と之等苗木生育との關係を調査せるに、第九表に明らかなる如く、礦物質養分増加影響の最顯著に現はるゝはスギにして、ヒノキ之に亞ぎアカマツに於て最微弱なる結果を得た。

斯くて之等兩試験による樹種相互間の順位が全く相一致する事實より觀れば、之等樹種は礦物質養分に對し其の要求度を異にし其の最大なるはスギにして、ヒノキ之に亞ぎ、アカマツ最小なりと結論する事が出来る。

次に石灰に對する關係を見るに、單位重量の全苗木體中に含有せらるゝ石灰の絶對量は一年生苗木に於てはヒノキの方スギよりも大であるが、二年生苗木に於てはスギの方が却つて大な

る結果を得、其の一致を見なかつたが、他の礦物質成分に對する石灰の相對量に於ては常にヒノキの方がスギよりも大なる事換言すればヒノキの方がスギよりも比較的石灰に富む事を知つた。實際に植木鉢試験によつて、直接養料としての石灰が其の生育に及す影響を見るに、其の効果はスギよりもヒノキの方に一層顯著に現はれる（第九表）。之等の事實よりすれば、ヒノキはスギよりも特に石灰に對しては其の要求度大であると言はなければならぬ。

アカマツはスギ及ヒノキに比較すれば其の苗木體中に含有せらるゝ石灰量殊に僅少にして、而かも石灰含有量中庸以下の土壤に於ても石灰の直接養料としての効果は認められず、其の施用量僅少なるにも拘はらず却つて生長量減少の傾向さへ認められる。即ちアカマツの石灰要求關係はスギ及ヒノキとは著しく其の趣を異にするものと言はなければならぬ。

尙爰に注目すべきは之等樹種の礦物質養分に對する要求度と其の葉中に含有せらるゝ礦物質量との關係である。

スギ・ヒノキ及アカマツの場合に於ては、其の葉中に含有せらるゝ礦物質量は他の部分のそれに比して最多く（第四表）、一方之等樹種が攝取せる全礦物質養分の大部分は其の葉に集積する事實（第六表）等よりすれば、落葉が之等樹種林地の地力問題に對して如何に重要な役割を演ずるかは容易に想像し得る處である。

而かも其の葉中に含有せらるゝ礦物質量は礦物質養分に對し鋭敏なる樹種程大である（第三表・第四表・第七表及第九表参照）。

斯くて落葉の採取が地力を消耗せしむる事は古くより指摘せられ、又上述の所よりも容易に首肯し得るのであるが、若し同一量の落葉を採取するとすれば、其の落葉と共に運び去らるゝ礦物質養分量は樹種によりて異り、礦物質養分に對し鋭敏なる樹種より成る林地程一層大となるべきが故に、其の影響は爰に重加して來ることになるのである。此の關係に就ては特に注目するに値する。

林地土壤の地力維持の立場より見れば、如何なる場合と雖落葉・枯枝は其の儘其林地内に於て腐朽分解せしむる要があり、而かも礦物質養分に對し鋭敏なる樹種程其の落葉の分解を正常ならしむる爲に土壤の反應及理學的性質を良好なる状態に維持する事が一層重要になつて來ると言はなければならぬ。

更に第五表に於けるスギ・ヒノキ及アカマツ苗木に就て見らるゝ葉・幹枝・根の各苗木體組成割合が之等樹種の特性傾向を指示するものとすれば、同一立地に成育せる各同齡用材林に於て同一量を伐採し、其の伐採時に於ける葉及根は勿論夫等の成育期間中に落脱せる落葉枯枝も全部之を林地に返却し完全に腐朽分解せしめ、單に伐採時に於ける幹枝のみを利用する時、幹枝と共に運び去らるゝ礦物質量はヒノキ林に最多く、スギ林之に亞ぎ、アカマツ林に於て最小と言ふ事になり、石灰量に就て亦同様の事が言へる（第六表）。

之等の點は森林經營上特に注目すべき點にして、伐期を繰返す毎に來す土壤養分就中石灰減

退の程度はヒノキ林に於て最大となり、而かもヒノキは其の生育上石灰要求度極めて大である事を惟ふ時、其の經營に際しては之が對策に就て充分考慮する必要があらう。

尙本研究に依りて明らかなる如く、之等樹種の含有する灰分に就ての考察成績と實際に植木鉢試験による實驗成績とはよく合致するのであるが、灰分分析によつて樹種の礦物質養分に對する特性を窺はんとする場合には、其の供試苗木は幼齡のものを選ぶ方が一層便利である（第三表、第四表及第九表参照）。之れ比較的幼齡なるもの程蒸散水流其の他立地條件の影響を受ける事比較的少き事に基因するのであらう。

而かも苗木體全體に就て比較研究を進め得ざる場合若しくは大略の傾向を知らんとする場合に於ては、單に夫等樹種の葉に就て比較考察する事によつても簡単に其の目的を達し得る様である（第七表）。

5 摘 要 及 結 論

（1） スギ・ヒノキ及アカマツ苗木の礦物質養分に對する要求傾向を明らかにする目的を以て本研究を行つた。

（2） 生育條件を一定にする爲に、特に硝子室内に於て一定土壤を準備し、播種發芽後5箇月間生育せしめ10月下旬採取せる一年生苗木及18箇月間生育せしめ發芽翌年の11月下旬採取せる二年生苗木に就て、其の含有する灰分全量竝に石灰量を定量し、以て之等樹種苗木の體構成上所要とする礦物質全量に石灰量に就て比較考察を行ふと共に、他方同一土壤を用ひて植木鉢試験を施行し、以て之等礦物質養分が實際に之等苗木の成長増加に及す關係に就て比較研究する事にした。

（3） 單位重量の全苗木體含有灰分量は之等三樹種を通じて何れも一年生のものが二年生のものよりも大である。

（4） 單位重量の幹枝若しくは根中に含有せらるゝ灰分量亦同様に一年生に於て一層大であるが、單位重量の葉中に含有せらるゝ灰分量は逆に二年生に於て一層大である。

斯くの如く葉のみ異なる此現象は蒸散水流の影響に基くものにして、即ち水溶液として葉に運ばれたる礦物質は水分の蒸散に際し其の儘葉中に殘積せらるゝ事が其の主なる原因の如く思考せられる。

（5） 單位重量の全苗木體の含有する灰分量の多少と樹種の關係を見るに、一年生なると二年生なるとを問はず常にスギに最多く、ヒノキ之に亞ぎ、アカマツに於て最少である。

（6） 此の樹種別の傾向は單位重量の葉若しくは幹枝中の灰分量に就ても全く同様である。

（7） 單位重量の全苗木體が含有する灰分量の多少に就て樹種別の傾向を知らんとする場合に於ては、之等各樹種苗木の單位重量の葉中に含有せらるゝ灰分量を比較する事によつて容易に其の目的を達し得るものゝ如くである。

(8) 單位重量の全苗木體中に於ける石灰含有量は、スギにありては一年生よりも二年生の方大なるも、ヒノキ及アカマツに於ては反對に一年生の方が大である。

(9) 單位重量の葉中に含有せらるゝ石灰量は、スギ及ヒノキにありては二年生のものに著しく増加せるに反し、アカマツに於ては却つて減少してゐる。

(10) 單位重量の幹枝中に含有せらるゝ石灰量は、之等三樹種を通じて何れも一年生のものに比し二年生のものに大なるも、根中の石灰量は特に一年生のものに多い。

(11) 單位重量の全苗木體が含有する石灰量は、一年生苗木に就てはヒノキの方がスギよりも大なるも二年生苗木に就ては逆にスギの方がヒノキよりも大にして兩結果の一致を見なかつたが、アカマツは前二樹種に比較すれば常に著しく石灰含有量小である。

(12) 單位重量の葉中に含有せらるゝ石灰量は、一年生苗木及二年生苗木を通じて常にスギに最大にしてヒノキ之に亞ぎ、アカマツに於ては著しく小である。

(13) 全苗木體、葉若しくは幹枝に於ける灰分 100 分中の石灰量は、一年生苗木及二年生苗木を通じて常にヒノキの方がスギよりも大にして、アカマツはスギ及ヒノキに比すれば其數値殊に著しく小である。又ヒノキの幹枝はスギ及アカマツの幹枝に比すれば其の含有する礦物質中石灰の量特に大である。

(14) 苗木體を構成せる葉・幹枝及根の各組成割合は葉部最大にして根部之に亞ぎ・幹枝の部分最小なるは言ふ迄もないが、更に細く比較検討すれば樹種によりて傾向の相違が認められる。従つて之と相關聯して單位重量の全苗木體中に含有せらるゝ灰分及石灰量の之等部分に於ける分布模様亦樹種によりて著しく異なる傾向を示す。即ちスギはヒノキ及アカマツに比すれば比較的葉に大にして幹枝に小なるに對し、ヒノキはスギ及アカマツに比すれば比較的幹枝に大にして根に小である。アカマツはスギ及ヒノキに比すれば比較的葉に小にして根に大である。

(15) 植木鉢試験成績に徴するに、窒素・磷酸及加里の施用による礦物質養分増加に伴ふ生長量の増加はスギに最大にして、ヒノキ之に亞ぎ、アカマツに於て最小である。

(16) 石灰の直接養料としての効果はヒノキに最顯著にして次いでスギである。アカマツにありては其の育成土壤の含有する石灰量比較的少きにも拘はらず石灰施用の効果は全然認められなかつた。

(17) 斯くて礦物質養分及石灰に對する樹種別要求關係に就ての本研究に於ては、植木鉢試験成績と苗木の含有灰分に就ての研究成績とはよく一致するを見る。

(18) 従つて土壤中に於ける礦物質養分に對する要求度の最大なるはスギにして、ヒノキ之に亞ぎ、アカマツに於て最小なりと言ふ事が出来る。

(19) 又石灰に對する要求度はヒノキに最大にして、スギ之に亞ぎ、アカマツに於ては極めて小なりと言ふ事が出来る。

(20) 苗木の分析によりて樹種の養分要求關係に對する特性を窺はんとする場合に於ては、

供試苗木は比較的幼齡のものを選ぶ方便利にして二年生のものよりも一年生のものの方が一層適當であると思はれる。

参 考 文 献

- (1) BORESCH, K.;—Die anorganischen Bestandteile and Zusammensetzung des Pflanzenkörpers.
1931. HONCAMP, F.;—Handbuch der Pflanzenernährung und Düngerlehre. Bd. I.
- (2) CZAPEK, F.;—Biochemie der Pflanzen. 1920 Bd. II.
- (3) HOAGLAND, D. R.;—Relation of the concentration and reaction of the nutrient medium to the growth and absorption of the plant. 1919. Journ. Agr. Res. 18.
- (4) 鎬木徳二 ;— 森林立地學 昭和3年
- (5) 鎬木徳二 ;— 森林肥料論 昭和7年
- (6) 額綱理一郎 ;— 生理植物學 昭和6年
- (7) LUNDEGARDH, H.;—Nährstoffaufnahme der Planze. 1932.
- (8) LEININGEN, W. Graf zu;—Forstwirtschaftliche Bearbeitung und Düngung. 1931. BLANCK, E.;—Handbuch der Bodenlehre. Bd. IX.
- (9) MITSCHERLICH, E. A.;—Die Bestimmung des Düngerbedürfnisses des Bodens. 1930.
- (10) 守屋重政 ;— 落葉の成分及森林土壤の變成に關する研究 大正2年 林業試験報告第10號
- (11) 守屋重政 ;— 苗木に對する肥料三要素試験 大正11年 林業試験報告 第22號
- (12) 守屋重政、永井芳雄 ;— 酸性土壤に對する樹種の抵抗に就て 大正14年 林業試験報告第26號
- (13) NEHRING, K.;—Der Einfluss der Bodenreaktion auf die Aufnahme der verschiedenen Nährstoffe. 1933. Zeitschr. f. Pflanzenern. Düng. u. Bodenk., A, 29.
- (14) NEWTON, J. D.;—A comparison of the absorption of inorganic elements, and of the buffer systems of legumes and non-legumes, and its bearing upon existing theories. 1923. Soil Sci. 15.
- (15) NEWTON, J. D.;—The selective absorption of inorganic elements by various crop plants. 1928. Soil Sci. 26.
- (16) PARKER, F. W. and W. H. PIERRE;—The relation between the concentration of mineral elements in a culture medium and the absorption and utilization of those elements by plants. 1928. Soil Sci. 25.
- (17) RIPPPEL, A., G. BEHR and H. WLANGKE;—Kieselsäure Gehalt und Exaktheit der chemischen Pflanzenanalyse. 1930. Zeitschr. f. Pflanzenern. Düng. u. Bodenk. A, 17.
- (18) 白澤保美 ;— 土壤の性質と苗木發育との關係(第一回報告) 明治38年 林業試験報告 第2號
- (19) 白澤保美 ;— 土壤の性質と苗木發育との關係(第二回報告) 明治41年 林業試験報告 第5號
- (20) STRIEGEL, A.;—Ueber Mineralstoffaufnahme verschiedener Pflanzenarten aus ungedüngtem Boden. 1912. Landw. Jahrb. 43.
- (21) 津田重政 ;— 苗木礦物成分の研究 明治42年 林業試験報告 第7號
- (22) 横井時次 ;— 東京「ローム」中の苦土の形態に就て 昭和6年 土壤肥料學雜誌 第5卷 第2號

Studies on the Mineral Nutrient Requirements of Sugi, Hinoki and Akamatsu. First Report. (*Résumé.*)

By

TAKEO SHIBAMOTO.

Resting on his field experiments, Dr. H. Shirasawa pointed out in 1905 and 1908 the fact that many species of trees important for afforestation in Japan vary considerably in their sensitiveness to soil conditions in their young states of growth.

For light on this problem, S. Tsuda investigated the ashes contained in several species of young trees in 1909 and S. Moriya studied on the relation between the additions of the mineral fertilizers to soils and the increasing growth of those young trees.

By these investigations the idea of their different behaviors to the mineral nutrients in soils seemed to be cleared.

I wished to carry on the comparative studies on the mineral nutrient requirements of three principal conifers in Japan, Sugi (*Cryptomeria japonica* Don.), Hinoki (*Chamaecyparis obtusa* S. et Z.) and Akamatsu (*Pinus densiflora* S. et Z.) by means of plant analysis and pot cultures.

A part of the results obtained in my studies would be reported in this paper.

The seedlings of these trees were nursed in the culture-house under the definite conditions and a part of them were cropped in October and another in November, nursing for five and eighteen months respectively after germination.

With these seedlings I investigated the amounts of total ash and calcium needed to build up their whole plants, leaves, stems and roots.

On the other hand, I performed the pot culture experiments.

The soil used for these experiments was the artificially made loamy soil and its exchange acidity showed almost neutral, but contained relatively small amounts of nitrogen, phosphorous, kalium and calcium, as shown in Table 1 and 2.

So intending to make clear the different effects of the mineral nutrients in soils on the increasing growth of these three species of trees, I got up three kinds of plots which were Plot I, the standard plot with no fertilizers, Plot II, the manuring plot with ammonium-sulphate, natrium-phosphate and kalium-sulphate, and Plot III, the manuring plot with lime besides the fertilizers given in Plot II. And each Plot consisted of two Wagner's pots.

The quantities of the soil and the above mentioned fertilizers added per pot were as follows:

Soil in air-dried condition.....	10 kilograms	per pot
Ammonium-sulphate (NH ₄) ₂ SO ₄	2.71 grams	" "
Natrium-phosphat Na ₂ HPO ₄ 12H ₂ O	2.00	" " "
Kalium-sulphate K ₂ SO ₄	0.34	" " "
Lime CaO	3.75	" " "

Sowing the seeds of Sugi, Hinoki and Akamatsu by one series of plots, the seedlings were nursed in the usual way as they stood in the culture-house and cropped at the eighteenth month after germination.

The conclusions obtained in these studies are as follows:

- (1) The content of total ash in unit weight of the whole trees is largest in Sugi, next comes in Hinoki and least in Akamatsu.
- (2) The total ash content in unit weight of leaves or stems is in the same case with above.
- (3) The calcium content in unit weight of the whole trees or leaves is also largest in Sugi, next comes in Hinoki and least in Akamatsu.
- (4) But the calcium content in ash percent is largest in Hinoki, rather less in Sugi and far least in Akamatsu without distinction of age or tree parts.
- (5) The effect of mineral nutrients in soils on the growth is the most conspicuous in Sugi, next comes in Hinoki and far less in Akamatsu.
- (6) The effect of calcium on the increasing growth is more conspicuous in Hinoki than in Sugi and in Akamatsu, the case is different from above two. Though the amount of calcium contained in the soil relatively small, a little addition of calcium to this soil is not only effective, but rather seems to reduce the growth of Akamatsu.
- (7) We see the results of plant analysis accord with that of pot culture experiments.
- (8) Then we may conclude that the mineral nutrient requirements are largest in Sugi, intermediate in Hinoki and least in Akamatsu, and the requirement of calcium as nutrient is greater in Hinoki than in Sugi and extremely small in Akamatsu.
- (9) The characteristics of tree species to the mineral nutrients in soils may be inferred by the analysis of their whole trees or leaves, and in this case the younger seems to give the better results.