



業務資料第1號

Mar. 1951



地力試験實施法

試
西
1



02000-00130481-3

農林省林業試験場大阪支場

地力試験實施法

地力試験實施法正誤表

頁	行	誤	正	頁	行	誤	正
1	25	地方試験	地力試験	17	3	Limiting	Limiting
1	27	地方試験	地力試験	17	8	磷酸は必要なく、	抹殺
1	32	實行方法	實行方法	21	31	(含有物)	(含水物)
2	22	である	である。	21	38	Monocalcium	Monocalcium
2	28	5	5	21	38	...Phosphate	...phosphate
3	36	種類	種類	21	42	$\text{CaO} \cdot \text{P}_2\text{O}_5$	$\text{CaO} \cdot \text{P}_2\text{O}_5$
4	4	ブロック	ブロック	22	2	遊離硫酸	遊離硫酸
4	19	残効試験	残効試験	22	3	$\text{CaH}_4(\text{PO}_5)_2$	$\text{CaH}_4(\text{PO}_4)_2$
6	10	Method	Method	22	5	...Soluble	...soluble
7	15~16	本方法書き難い。又、	抹殺	22	5	...Phosphoric	...phosphoric
8	8	(枠内は	枠内は	22	8	Citrate	Citrate
8	14	各試験區間	各試験區間	22	8	...Soluble	...soluble
9	5~6	による	による	22	8	...Phosphoric	...phosphoric
9	31	$(\text{CaH}_4\text{P}_2\text{O}_5)_2$	$\text{CaH}_4(\text{PO}_4)_2$	22	10	二種類の	二種類を
9	34	過磷酸石灰	過磷酸石灰	22	11	...Phosphoric	...phosphoric
9	34	$\text{CaH}_4(\text{PO}_4)_2$	不要	22	18	植土	植土
11	4	る。	る。	22	23	...Sulphate	...sulphate
11	5	である	である。	22	23	...Potash	...potash
12	19	施すのに	施すのに	22	27	45.91%	45.96%
14	14	誤差を	誤差を	23	6	Calcium	Calcium
15	38	變異性	異質性	23	6	Bydroxide	...hydroxide
16	2	終了後	終了後	23	18	消石灰	消石灰
16	16	PO_5	P_2O_5	23	19	O.	c.

農林省林業試験場大阪支場京都分室

農林技官 岡田隆夫

目 次

一、緒 言	1
二、肥料試験の概要	2
I 肥料試験の種類	2
II 肥料試験法の種類	3
III 肥料試験実施上の一般的注意	3
三、三要素試験の方法と実行上の注意	5
I 三要素試験方法書の一例	5
II 三要素試験実行の具体的方法及び注意	7
四、試験成績の取りまとめ方法	14
I 試験開始時の調査	14
II 成育中の調査	15
III 試験終了後の調査	15
IV 成績の判定	17
V 施肥量の決定	19
VI 試験結果の信頼性の検定について	20
五、結 語	20
文 献	21
附 録 供試肥料に関する説明	21

一、緒 言

戦後、民有林、國有林を問わず、造林事業が焦眉の急となつてゐる。戦時及戦後を通じて、過伐或いは亂伐の爲に裸地となつて放置された伐跡地の更新は、瞬時もゆるがせに出来ない急務であつて、國家に於いても助成金を出して之を強力に實行せしめんとしている現況である。造林の實行が行なわれにくかつた理由は多々あるであらう。然しながら、勞力の問題、或いは資金の問題が、逐次解決されつゝあるにもかかわらず、山行苗木については依然として隘路があることを痛感する。養苗に際しては、病虫害、特に根切虫とスギ赤枯病の問題は依然として苗木の悩みの種であり、又一方、肥料の問題は、戦争以來近年迄は非常に不自由な状態にあり、最近、大豆粕を除いて販賣肥料の統制が撤廢されたため、一應解消したかに見えるが、苗木に於ける施肥技術は極めて幼稚なもので、十年一日の如く、從來の慣習と経験とに頼つてゐる言つても決して過言でない。然し乍ら、育苗の目的は、山地植栽に適した强健な苗木を養成することにあり、農業以上に集約的な經營を行う苗木に於て、土壤及び肥料に關して無關心であり得ないのは當然である。又、經濟的に合理的な育苗技術も必要である。具体的には、單位面積當りの播種量、床替本數の決定、播種方法、床替方法等に關し、一般的な取扱いの外に、各苗木獨特の技術が必要であり、又、施肥についても同様のことが言えるのである。ところが、施肥の問題は、その重要性に比し最近迄は比較的輕視されて來た傾向にあり、只、慣習的に経験と觀察によつて行はれて來て居り、最近、漸く施肥の問題が大きく叫ばれる様になつたが、各苗木に於ける施肥の科學的根據となる資料が無い現況である。

本書は、苗木經營の基礎的な一面である、苗木の地力の判定に關する試験方法について記述したものである。筆者が、淺い経験にもかゝらず本書を記述した目的は、苗木經營に當る責任者及び現場の實行者達が、個々の苗木に於ける、窒素(N) 磷酸(P_2O_5) 加里(K_2O)が、どの程度有効性の肥料成分として存在し、それが苗木の成育に對してどの様に影響があるかを調査する方法を理解して、夫々の苗木に於ける肥料三要素の天然供給量を、事業實行の片手間に手軽に試験調査し、その苗木の地力の判定を、自ら下す上に參考になればと考えたからである。土壤の化學的分析による三要素の含有量は、多くの苗木に於ては、農業關係の試験場或いは學校等に依頼されて判明している様であるが、土壤の化學的分析成績より、直ちに適正な施肥量を算定することは出来ない。問題は、植物によつて直ちに吸収利用し得る形態の肥料成分が、どれ程、土壤中に含まれているか、更に土壤中の肥料要素の天然供給量が如何程含まれているかとゆうことである。これを調査する方法としては、地方試験が土壤の化學分析よりも安全確實な方法として、農業方面では從來より農林省の助成事業として行はれて來たのである。

地方試験は「三要素試験」と言うのが正しい。肥料を施用し、苗木の成育状態を調査する点、あたかも施用した肥料の肥効を調査するのが目的の如く考へられるが、三要素試験は、土壤中に天然に含まれた有効性肥料成分の多少を判定すると共に、之を施肥の基礎とすることが出来、更に次の段階の肥料試験を行う資料を得ることとなる。

筆者は、この2—3年、自ら三要素試験を行つて來たが、以下その際経験したことを基に三要素試験の詳細な實行方法を述べ、現場の苗木擔當者の參考に供しようと思う。

尚、文中、(1)、(2)、……は、卷末の文献中、引用したものの番號である。

二、肥料試験の概要

本章に於いては、本「業務資料」の内容を理解する上に必要と思料される一般的な肥料試験の概要を記述する。即ち、本章は第三章以下の基礎となる事項の説明である。

I 肥料試験の種類 (1) (2)

肥料試験の種類は多種多様であるが、その主なるものを挙げれば次の様である。

1. 三要素試験（地力試験）

或る土壤が、肥料三要素の中、いづれに最も缺乏しているか、またはいづれの成分が最も多量に含まれているかを知るため（定性的）、又は、或る土壤中に、どの程度の生産をあげ得る成分量があるかを知るため（定量的）の試験であつて、土壤の生産力を判定する上に極めて重要な試験である。

2. 三要素適量試験（三要素用量試験）

この試験は單に適量試験、或いは用量試験とも云はれている。要するに、施用すべき肥料要素の最適量を、植物を栽培することによつて正確に知らんこすることがこの試験の主眼である。1. より施用量を算定するには、後述する如く理論的な計算が必要であるが、三要素適量試験の成績からは、直に施肥量を簡単に計算することが出来るのであるから、この点から云へば三要素試験よりも重要であるとも言えるのであるが、肥料試験に未解決の分野の多い林業に於いては、三要素試験を行つた後、本試験を行う事が必要である。

3. 肥効試験（同質肥料肥効比較試験）

同一形態の肥料成分を含有する多数の肥料の効果の優劣を比較する爲の試験である。例えば、窒素を含有している肥料の種類は非常に多いが、或る特定の植物、或るいは特定の苗畑の土壤には、どの肥料が最も有効であるかを知る必要がある。そのためには肥効試験を行うのが最も有利である。

4. 同價試験（肥料經濟試験）

同一價格の肥料を與えて植物を栽培し、最も安價にして最も有効な肥料を決定する爲に行う試験である。例えば、魚肥が、窒素肥料として苗木の育成に最も有効であるとしても、窒素の價格からみれば安價と云えないことがある。即ち、經濟的に有利でない場合がある。これに反して、苗木の育成は魚肥に劣つて第2位にあるが、市價が安い爲に、經濟的には甚だ安價で有効な肥料があると言うこともあるであらう。即ち、肥効試験に於いては、經濟的條件に關係なく、肥料の優劣が判明するのであるから、肥効試験に於いて最も優良な肥料であつても、經濟的に有利であるとは即斷できないのである。

5. 施肥法試験

ある肥料を最も有効に施用する方法を見出す爲の試験である。この試験は、その内容が甚だ豊富であるが、その中の二、三の項目を挙げれば次の如くである。

I 全部を元肥として施用する場合の肥効

- 豫め施用しておく場合
- 播種又は床替と同時に施用する場合

II 追肥として施用する場合の肥効

- 追肥の時期との關係
- 追肥の回数との關係

III 豫め腐敗醗酵せしめた後施用する場合の肥効

6. 連用試験

同一肥料を、同一土壤に、長年施用した場合に於ける効果の變化を知る爲めの試験である。

7. 殘效試験（肥効持續試験）

前植物の栽培に施用した肥料成分が、その後栽培する植物に對して、どの程度に存続するものであるかを知る爲の試験である。

II 肥料試験法の種類 (1) (2) (15)

肥料試験法は、試験の様式により普通次の3種に區別される。

1. ボット試験

作物を磁製、亜鉛製、硝子製などの容器で栽培する方法である。代用品として用いられるのは、植木鉢、タンツボ、バラフィンカゴ等であるが、正式の容器として使用されるのは、ワグネル・ボット及びミツチエルリツヒ・ボットであつて、この二者の中でもワグネル・ボットが、我々の眼にとまる機会が多い様である。このボットは、ワグネル氏の考案にかゝるものであつて、磁製または亜鉛製、有底で、その内径は8.3寸、深さ1.1尺の圓筒であつて、外側の下部には高さ約4寸の灌漑水管があり、内部の底面には排水管がある。このボットの面積は、1アールの2,000分の1である。

2. 框（カマチ）試験

一定の面積を有する無底の木またはコンクリートの框を、圃場に埋没して行う試験である。木またはコンクリートの代りに、亜鉛製框または亜鉛製圓筒を用うる場合もあり、土管を使用する場合もある。框試験に於ける1つの試験區（Plot）の面積は、多少の例外を除いて100分の1アール乃至200分の1アールの範囲内にあり、我が國に於ては、内径3尺の正方形、即ち120分の1アールの面積が多く用いられて來ている。

3. 圃場試験

圃場に適當な區劃を設けて行う試験である。圃場試験は現地に於ける試験であるから、外的條件はすべて最も自然的である。従つてこの試験の成績は直ちに實行に移すことが出来る。面積は廣い程誤差が少く實際的であるが、調査管理などに多大の不便を伴うから、事情の許す限り小面積が望ましい。小標本の統計理論によつて適正に設計された試験區の大きさは、アメリカに於いて、1試験區は10分の1エーカー乃至1,000分の1エーカーである。即ち、高度に機械化されたアメリカの農業に於いて、標準耕作機を使用する試験の1試験區の大きさは普通 $\frac{1}{10}$ エーカー（約465m²）から $\frac{1}{100}$ エーカー（約47m²）であつて、小試験を行う苗床區（Nursery Plot）の面積は、1m² ぐらいの廣さしかないものである。

又、作物根が繁茂する媒質（Medium）により、次の3種にわけられる。

1. 水耕法試験

作物の根を下す媒質が水溶液である場合、水耕法試験を言う。

2. 砂耕法試験

作物の根を下す媒質が砂である場合を言う。

3. 土耕法試験

作物の根を下す媒質が土壤である場合を言う。

III 肥料試験實施上の一般的注意 (1) (2) (15)

1. 肥料試験を行う者の、第一番に注意しなければならないことは、數種の試験目的を混淆して試験を行つてはならないと云うことである。言いかえれば、試験の結果は、ただ試験しようとする唯一つの原因から起る様にしなければならない。決して他の原因の影響を被る様なことがあつてはならない。

2. 標準區を設ける事である。これは試験精否を判定する基準になるのであるから如何なる試験に於ても必ず設けなければならない。標準區なる試験區は試験の種類によつて異り、無肥料區が標準になる場合もあり、各肥料要素を充分に施用した完全區が標準になる場合もある。標準區を設けない試験、例えば或る方法による甘藷の栽培を行つた結果、その収量が、前年、他の方法によつて得た収量よりも多い、と云つた試験は、所謂、百姓試験であつて、何等價値を有しないものである。

3. 試験區をなるべく多くすること。肥料試験に於いては、目的以外の條件はできるだけ均一にしなければならないが、天候の如き自然的條件や作物品種の純系の程度などによつても試験結果に誤差を生ずるから、これ等の誤差をできるだけ排除する様にしなければならない。更に大きな自然的條件として、土壤の

異質性 (Soil Heterogeneity) を挙げる事が出来る。即ち、圃場での土壌の生産力の点で、ほとんどの場合一様でないという事である。これ等の誤差を除くには試験区の数を出るだけ多くすることである。又聯数を多くすることである。Block (聯) とは、異つた幾つかの品種あるいは處理の試験区を比較するとした場合、その數種の品種或いは處理が1つづゝ含まれる1つの區域を言う。従つて1つのプロットは幾つかの試験区にわかれ、その各々の試験区には1つの品種が入っているか、1つの處理が行はれていることになる。

2聯制或いは5聯制と云えば、このプロットが2回或いは5回反復されることであり、この場合同一の試験区は2つ或いは5つ設けられるのである。

4. 適当な土壌を用うること。例えば、窒素肥料の肥效を検定する場合に、窒素成分に富む土壌を用うれば、窒素肥料を施用しなくても施用したのと大差のない結果が得られるから、正確な判定を下すことができない。之に反し、窒素に欠乏している土壌を用うれば、窒素肥料の效果がはつきり現われるから、正確な判定を下すことができる。

5. 施肥量の適正を期する事。一般に框試験は圃場試験よりも、又、ポット試験は框試験よりも施肥量を増さなくてはならない。試験すべき肥料成分以外の成分を同時に施用する場合には、各試験区平等に、且不足しない様に施しておかなければならない。例えば窒素成分 (N) に關する試験では、窒素以外の磷酸 (P_2O_5) 加里 (K_2O) 石灰 (CaO) 等については、不足しない様に施さなくてはならない。しかしながら過量に施す時は却つて作物の成育を害するから、その適量については大いに注意しなければならない。

6. 残效を検定すること。肥料の效果は第1年目にとどまることもあれば、第2年目に及ぶこともある。試験の種類、目的によつては残效試験を行うことが必要である。

7. 病虫害の防除に努める事。病虫害の發生しない様努める。若し發生をみた場合は試験に支障を來たさないよう、努めて防除する。

8. 氣象に注意すること。作物の成育如何は天候と密接な關係をもっているから、肥料の效果の上にも亦大きな影響を及ぼすものである。故に肥料試験を行うに當つては、試験期間中の氣象状態を調査しておいて、正確な成績判定の資料にする。

9. 試験成績の判定は公平である事。試験成績を判定する場合には、絶対に公平無私でなくてはならない。少しでも勝手な解釋や偏つた取扱いがあつてはならない。

10. 試験区、供試作物、收穫物等には互に連絡ある記號をつける事。試験中の成育調査、收量調査等を間違ひなく進行させる爲には試験区は勿論、供試作物、收穫物等には確然とした、しかも互に連絡のある記號をつけておかねばならない。

11. 試験に關する事項はすべて手帳につけておく事。試験に關する事項は、土壌、肥料、作物の成育、收量等に關する事は勿論であるが、病虫害、氣象等に至るまで、すべて手帳に記入しておき、決して記憶にまかせておいてはいけぬ。

以上が試験實行上の一般的な注意の要である。記述した各項の説明は若干抽象的であるが、具体的な注意事項については次章に於いて述べる。

三、三要素試験の方法と實行上の注意

I「三要素試験」方法書の一例⁽¹⁵⁾

A. 目的

土壌の苗木に對する窒素 (N) 磷酸 (P_2O_5) 加里 (K_2O) の天然供給量の多少及び其の割合を知るために行うものである。別名「地力試験」とも云う。

B. 試験方法

1. 試験區域の設定

苗木の標準になる場所を選定して試験區域を設ける。其の場合、試験區域内の土壌養分、深淺等は、なるべく均一でなければならない。試験區域はなるべく深く耕耘して起伏をならし、地表面が一様となる様によく整地する。

2. 木枠 (キワク) の設定

面積 $1m^2$ 深さ $0.3 \sim 0.5m$ の無底の木枠を作り、これを木枠の上部が地上に $5cm$ だけ現はれる様に土中に埋める。木枠内の土壌は特に良く耕耘して土塊を打碎き、大きな石礫、雜草の根等は綿密に取り除いて均一にする。各試験區の間が $0.5m$ 以上離れていれば木枠は用いなくてもよい。

3. 土壌の消毒

試験區域が、以前桑畑であつたり、甘藷を作つたりした所では、土壌を豫め消毒する。消毒にはフォルマリンを使用する。即ち、市販のフォルマリン (フォルムアルデヒドを $35 \sim 40\%$ 含有する) を水で $50 \sim 100$ 倍に稀釋して $1m^2$ 當り $4 \sim 8L$ 施與する。その方法は、床地を充分掘き起し、少なくとも床替の7日 (温暖の候) 乃至14日前 (寒冷の候) に噴霧器を以て土壌を攪拌しながら、地下に充分藥液を滲透せしめる。藥液撒布後は地表を均らして鎮壓し、藎等で被覆して1~2日間放置する。その間にフォルマリン瓦斯 (フォルムアルデヒド) が充分土粒間に滲透するから、そこで被覆を除き時々土壌を掘き返してフォルマリン瓦斯を揮發せしめて後床替する。(播種床に對する試験を行う時は、前作の如何に拘らず消毒する。)

C. 肥料設計

次表の様に5個の試験區を設けて施肥する。

各肥料要素の $1m^2$ 當り施肥量

試験區別	施肥量 $1m^2$ 當り (g)			備 考
	窒素 (N)	磷酸 (P_2O_5)	加里 (K_2O)	
(A) 無肥料區				地力の大小を判斷する資料となる
(B) 無窒素區		10~15	8~12	苗木中の窒素成分は天然供給による
(C) 無磷酸區	12~18		8~12	苗木中の磷酸成分は天然供給による
(D) 無加里區	12~18	10~15		苗木中の加里成分は天然供給による
(E) 三要素區	12~18	10~15	8~12	無肥料區との差は施肥による増加である

窒素を硫酸 (N:21%) 磷酸を過磷酸石灰 (P_2O_5 :16%) 加里を硫酸加里 (K_2O :48%) で施肥すれば、各區の施肥量は次表の様になる。

各肥料の $1m^2$ 當り施肥量

試験區別	施 肥 量 (g)			備 考
	硫 安	過磷酸	硫酸加里	
(A) 無肥料區				(A) (B) (C) (D) (E) の各區に炭酸石灰 $50 \sim 100g$ 宛施用する
(B) 無窒素區		62~94	17~25	
(C) 無磷酸區	57~86		17~25	
(D) 無加里區	57~86	62~94		
(E) 三要素區	57~86	62~94	17~25	

硫安、硫酸加里は、本表に示した所定量を水に溶解して一様に撒布し、地表下15cm位の深さまで各肥料が十分に均等に行きわたる様に耕耘を。

過磷酸石灰は水に溶解し難いから、よく打砕いて細粉とし、一様に撒布し地表下15cm位の深さまで十分に均等に行きわたる様に耕耘する。

炭酸石灰は硫安同様水に溶解して一様に撒布する。但し硫安施用の少なくとも一週間前に施用する。

前二表に示した各試験区 (A) (B) (C) (D) (E) の各區毎に5個の木枠を設置する。⁽¹⁾ 即ち、合計25個の木枠を設置し、その配列は次圖の様に何れの列、何れの行にも同一試験區が必ず1個あり、而して1個以上ない様にする。⁽²⁾

註 (1) 5聯制という。

(2) 此の方法をラテン方格法 Latin Square Method と云い、推計學による試験結果の取まとめに必要な試験區設定法である。

試験區配列圖

B	C	A	E	D
A	D	C	B	E
C	A	E	D	B
E	B	D	C	A
D	E	B	A	C

D. 養苗管理

スギ、アカマツ、クロマツ、カラマツは16本、ヒノキは20本、從來苗畑で行っている方法で植栽する。

苗木は全重量及び幹長（地上高）が標準的のもので、形態の出来るだけ均勢のこれたものを揃える。更にこれ等の供試苗木は、各苗木、各區を通じて均一性を帯びていることが必要である。（例えば、スギ満1年生苗木については全重量2~3g、幹長7~10cmの範囲にあり、且、地上部、根系共に形態的に均勢のとれたものを植栽する。）

養苗の際、旱天が続いて土壤の乾燥の爲に苗木の損む恐れのある時には、早朝又は夕刻、如露で灌水して試験に支障を來さぬ様注意する。萬一、菌害、虫害に罹つた時には、出来るだけ早期に発見して被害の擴大しない様努める。根切虫等に依る被害は、施肥前に枠内を耕耘する時、幼虫を1匹と雖も残さぬ様に驅除して防ぐ。尙それでも被害の見える時には二硫化炭素 (CS_2) を点滴する。その他、除草等は特に丁寧に實行する。

尙、5月中旬頃より、月2回ボルドー液を撒布する。

E. 調査事項

先づ植栽時に、各苗木の全重量、幹長（地上高）を測定する。次に秋季成長停止を俟つて全苗木を掘取

り下記事項を調査する。掘取りに際しては、細根と雖も成る可く切斷しない様、特に周到な注意が必要である。

- I 全重量及び、幹根別重量 (g)
- II 根際直徑 (mm)
- III 幹長 (cm)
- IV 根長 (cm)
- V T/R 率
- VI 地上部及び根系の外部形態、色調等
- VII その他、病虫害による損傷の有無等、特に觀察される事項

尙、1ヶ月毎に幹長、根際直徑を測定すれば、苗木の成育の過程を知る事が出来て、當該苗畑に於ける供試樹種に關する限り、追肥時期決定の参考資料になる。

又、虫害、菌害その他の異状、氣象、ボルドー液の撒布、除草等についてはもれなく記録しておく。これは、成績判定の参考資料となり、且、豫期しない様な結果が生ずる事もあつて、今後の試験或いは事業の参考となる事がある。

以上が林業試験場より各支場宛示された方法書の全文である。勿論、本方法書と雖も完全なものではない。又、本方法書は、一般的な基準として記述されたものであり、苗畑は夫々異つた特性を有し、それに従つて本方法書に適宜若干の修正を必要とする場合がある。

筆者は、大阪營林局鈴鹿苗畑及び亀山營林署住吉苗畑の一部を借用して三要素試験を實行して來たが、試験實行に基く經驗と觀察とを織り込んで、次節に於ては本節に記載した方法書を、項を追つて詳細に説明する事とする。

II 三要素試験實行の具体的方法及び注意

1. 試験區域の設定 ^{(11) (12) (15)}

三要素試験を實行する上に先づ問題となるのは、地力の均齊な個所を選択することである。即ち、試験を實行せんとする苗畑の最も標準と思われる個所を試験區域として設定すべきであつて、若し一つの苗畑内に於いて、明らかに地力が異なる事が、苗木の成育等によつて肉眼的に判明している場合には、已むを得なければ當該苗畑を代表していると思われる一個所を試験區域とするが、二個所或いはそれ以上の個所を試験區域として設定することが望ましい。I に於いて述べた如く、本試験は一試験區域 100m² あれば良いのであるから、林業苗畑に於いては、試験の爲に面積を削ぐ事も、あまり困難ではないと思う。又、新しく開墾した苗畑で新規に事業を始めたばかりの處では、養苗中の觀察は行われていないから、試験區域の設定には一層の注意が必要である。即ち、平坦で表土が外見上均齊に見えても、心土に傾きがあれば地力に差が生じるものである。従つて此の様な場合には、數個所を選んで試験區域を設定するか、或は1ヶ年間、事業を實行した上で試験にとりかゝる様にすれば、地力の不均齊による誤差は比較的まぬがれるものである。

2. 試験區の設計 ^{(11) (12) (15)}

以上の様にして、苗畑における標準と思われる場所を選定しても、尙且、嚴密に言えば地力の不均齊はまぬがれ得ない。この地力の不均齊に對處し、同時に小標本理論に適する圍場試験（廣義の）の統計學的分析にたえ得る様に、試験區を設計する中で最も簡單なものが、ラテン方格法 Latin Square Method 及び亂塊法 Randomized Block Method である。

(第1圖及び第2圖參照)

第1圖 亂塊法の1例

Plot	A	B	C	E
	E	D	A	F
	B	C	F	D
	D	A	E	C
	F	E	B	A
	C	F	D	B

I (Block)

II

III

III

A・B・……… = 異なつた品種
又は 處理

ラテン方格法は、全試験區が必ず 1ヶ所にまとまっていなければならないのと、その區域の形は大体正方形の所をえらばなければならない制約があるかわりに、亂塊法よりも精度は20%以上も高くなるのである。

3. 木枠の設定 (1) (15)

ラテン方格法に於いて、各試験區の距離と間隔は一定でなければならない。その幅は木枠の埋設、植付、施肥、その他養苗管理上1m位が適當である。尙、框試験に於いて注意すべき事項は排水及び乾燥についてである。表土が浅くその下に不透層があり、雨量が多い場合には、枠内は特に排水が悪く、遂に根腐れを起したり、或いは他の病害の發生の原因となる場合が多い。反對に旱天の続く場合には（枠内は異常に乾燥する場合がある。特に、試験區に植栽する苗木の植栽密度は普通の施業地に比し極めて少いから、植付の當初、旱害にかかる場合が非常に多い。此の様な場合には、枠内にモミガラ、切藁等を撒布して被害を防止すべきである。それで、以上の欠点を除くため、或いは經費その他の關係で木枠を用うことが不可能な場合には、之を省略する事もよい。框を埋設しない場合は圃場試験となり、面積は少々小さすぎるきらいはあるが、林業苗圃の經營の集約度を勘案して不自然ではなく、又、筆者の経験によつても、試験結果に現はれる影響は認められない様である。此の場合も、各試験區間の距離間隔は、0.5m離れておれば隣接試験區との影響は無いが、先に記述した理由により 1m とするのが適當であろう。

三要素試験の試験區は、次の如く 8種の試験區を設けるべきであるが、多くの場合、窒素、磷酸、加里の各單用區を省き、残りの 5區について實施するのが普通である。

- | | |
|----------|-----------------|
| 1. 無肥料區 | 5. 無窒素區（磷酸、加里區） |
| 2. 窒素單用區 | 6. 無磷酸區（素窒、加里區） |
| 3. 磷酸單用區 | 7. 無加里區（磷酸、窒素區） |
| 4. 加里單用區 | 8. 三要素區（完全區） |

4. 病虫害の防除

I. 病害の防除

a. 選苗上の注意

試験期間中、病害によつて苗木を枯損させる事は、試験結果を取まとめる上に大きな影響を與えるものであるから、特に注意を拂う必要がある。選苗の基準は既に方法書に於いて述べ、又後述もするが、罹病

第2圖 ラテン方格法の1例

	列 Columns				
	B	C	D	A	
行 Rows	D	A	C	B	
	C	B	A	D	
Plot	A	D	B	C	

苗木は絶対に供試苗木としない様、選苗の際には細心の注意を拂い、特に肉眼的に發見の比較的可能な赤枯病に罹かっている苗木は、絶対に供試苗木とする様な事があつてはならない。

b. 土壤の消毒 (8) (16)

土壤の消毒は、土壤内に棲息する病原菌類によつて惹起される立枯病を豫防する爲に行うものである。立枯病の防除の的確な方法は未だ確定されていないが、比較的容易に行はれる防除法としては、藥劑による土壤消毒を行い、土壤中の病原微生物の發生を阻止し、或いは殺滅する方法である。この方法中最も簡単に實行出来るのは、フオルマリン及びクロールピクリンによる消毒である。フオルマリンに依る消毒は方法書に記述したから省略するが、本藥劑は、土壤を變質することがなく、又効果も卓抜であつて、試験區の消毒には最適のものと云える。唯、藥價が比較的高價であるのが欠点である。

クロールピクリンは、1m²當り3個の割合で深さ20cm位の穴を掘り、之に5~10ccの藥液を注ぎ覆土する。施與後1~2週間を経て、播種又は植付を行う。本劑はフオルマリン同様揮散するガス体によつて殺菌が行われるものである。又、クロールピクリンは、殺菌と同時に殺虫の効果があり、根切虫の防除を兼ねて實行する事が出来る。但し、苗木を損傷するのが大きな欠点であり、必ず播種又は床替を行う1~2週間前に施與する事が大切である。

c. 苗木の消毒

植付後の病害を防除する爲に、ボルドー液を撒布する。試験區の爲に特別にボルドー液を調合する事は非常に手数がかるから、事業面で實行の都度、試験區に對しても撒布する様に心懸ければその手数ははぶける。濃度は4斗式或いは6斗式に展着剤を加用したのが適當であり、5月より10月迄、月2回程度撒布することが望ましい。

II. 虫害の防除 (8) (16)

苗木に於ける害虫は、コガネムシ科に屬する昆虫の幼虫、所謂、根切虫がその最も主なるものである。根切虫の防除に用いる藥劑は、主としてクロールピクリン或いは二硫化炭素である。クロールピクリンは病害の防除に於いて述べた様に苗木を損傷させる欠点があるから、二硫化炭素の方が安全である。筆者が行つた試験に於いても、植付後二硫化炭素を用いて殺虫したが、苗木の成育には何等の影響はみられなかつた。用法は1m²に5~8個程の深さ5cm位の縦穴を穿ち、これに約10cc位の二硫化炭素を注入して手早く穴をふさいでゆくのである。1試験例によれば、地中温度が10時平均29.4℃16時平均31.7℃のとき100%の死虫率があるとされている。

5. 肥料

I 肥料の種類 (1) (15)

三要素試験に於ける肥料は、何れも化學肥料を使用する。ポット試験に於いては、土壤の理化學的性質の惡變を防ぐため、磷酸は磷酸石灰 $(C^aH_4P_2O_5)_2$ 加里は硫酸加里 K_2SO_4 を用いる。窒素は硝酸アンモニア NH_4NO_3 又は硫酸アンモニア $(NH_4)_2SO_4$ を施用するのが普通であるが、場合によつては窒素の半量を硫酸アンモニアで施し、半量を尿素 $CO<\begin{smallmatrix} NH_2 \\ NH_2 \end{smallmatrix}$ で施すこともある。又、框試験、圃場試験では、通常、磷酸は過磷酸石灰 $CaH_4(P_2O_4)_2$ で施すことが慣習となつてゐる。

尙、塩化加里 KCl は肥料試験には不適當であるから絶対に使用してはならない。最近までの配給加里肥料は主として塩化加里であつたから、苗木は於いては相當手持があると思われるので、念の爲申し添える。

II 施肥量 (1) (2) (7) (13) (15)

三要素試験に於いて、試験の對照となる以外の肥料要素は、作物の成育に過不足のない様に施さねばならない。その用量は、試験區の面積によつて異なるが一般に試験區の面積が小さい程、單位當りの施用量が多くなる。第1表は、施用する各肥料要素の量をまとめたものである。數字は、その試験種類の實際に使われる面積に施用する量を示し、その數字の左右に () を以て包んだ數字は、實際の施肥量を他の二種の試験種類の面積當りに換算したものである。

第1表 肥料要素の試験種類別施用量 (g)

試験種類	肥料要素	試験種類及び面積		
		Wagnerpot 1/20 m ²	框 1m ²	圃場 1,000 m ²
ポット試験	各肥料要素	1	(20)	(20kg)
	炭酸石灰 CaCO ₃	10	(200)	(200kg)
框試験	各肥料要素	(0.6)	12	(12kg)
圃場試験	各肥料要素	(0.25~0.5)	(5~10)	5~10kg

第2表は、第1表の各肥料要素を、硫安 (N:20%) 過磷酸石灰 (P₂O₅:15%) 硫酸加里 (K₂O:50%) 炭酸石灰 (CaO:55%) を以て施肥した場合の、各肥料の施用量を、第1表と同様の方法で表わしたものである。

以上の2つの表より、試験面積が小さい程単位面積當りの施肥量が多くなることが理解出来る。然し乍ら、これ等の表の数字は一應の標準を示したものであつて、施用すべき肥料の量は、その都度作物の種類

第2表 肥料の試験種類別施用量 (g)

試験種類	肥料名	Wagnerpot 1/20 m ²	框 1m ²	圃場 1,000 m ²
ポット試験	硫安 N:20%	5	(100)	(100 kg)
	過磷酸 P ₂ O ₅ :15%	6.7	(134)	(134 kg)
	硫加 K ₂ O:50%	2	(40)	(40 kg)
	炭酸石灰 CaO:55%	10	(200)	(200kg)
框試験	硫安 N:20%	(3)	60	(60 kg)
	過磷酸 P ₂ O ₅ :15%	(3.7)	80	(80 kg)
	硫加 K ₂ O:50%	(1.2)	24	(24 kg)
圃場試験	硫安 N:20%	1.3~2.5	(25~50)	25~50 kg
	過磷酸 P ₂ O ₅ :15%	(1.7~3.3)	(33~66)	33~66 kg
	硫加 K ₂ O:50%	(0.5~1.0)	(10~20)	10~20kg

や土壌の性質等によつて加減すべきである。

林業用苗畑に於ける施肥の研究は、農耕地の施肥の研究に比較して極めて遅れている。従つて、成績の発表も微々たるものであるが、林業試験場、塘技官に依れば、林業用苗木の1回床替苗の施肥量の1例は、計算の結果第3表の通りである。

第3表の生体重量60gのスギ苗を目標として育苗する場合、硫安 (N:20%) 過磷酸石灰 (P₂O₅:15%) 硫酸加里 (K₂O:50%) を施用すると実際の施肥量は第4表の通りである。

第3表 1年生床替苗に対する施肥要素量

樹種 (目標生体重量)	1m ² 當 床替本数	施肥要素量 g/m ²		
		窒素 N	磷酸 P ₂ O ₅	加里 K ₂ O
スギ (60g)	48	24.7	13.3	7.2
ヒノキ (50g)	56	27.6	16.0	3.4
カラマツ (60g)	48	24.2	20.6	1.6

第4表 スギ苗育成施肥量の1例

樹種 (目標生体重量)	肥料 g/m ²		肥料要素量 g/m ²		
	種類	施肥量	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
スギ (60g)	硫安 (N:20%)	121	24.2		
	過磷酸 (P ₂ O ₅ :15%)	89		13.3	
	硫加 (K ₂ O:50%)	15			7.2

又、前九大教授土井藤平氏は、苗畑の施肥量についての大体の標準を、窒素7~20g 磷酸4~10g 加里4~8gと示している。方法書に示された各肥料要素及び肥料の、施肥量の基準は各種文献より勘案して算出された数字であるが、文献によつてその数量は極めて異なつて、結論的な数字をあげることは困難である。唯、方法書の床替本数は第3表の床替本数よりはるかに少なく、又、三要素試験の特性上、施肥すべき肥料は、苗木の育成を害さない範囲において、十分に施すことが望ましいことより決定された数字である。炭酸石灰の施用は、土壌の酸性中和及び植物養分として施用するものである。即ち、土性の改良の場合には生石灰を使用すべきであるが、之は本試験の目的に反する。故に本試験に用いる石灰は、林業苗畑に於いて通常肥料用石灰を撒布耕転するのと同じ目的で施用するのであつて、その量は各苗畑の實情に應じて加減されて何等差支えない。

本試験に用いる肥料は何れも生理的若くは化學的に酸性の肥料であつて、これ等の肥料を施す事によつて生ずる土壌の酸性化を除くことも石灰施用によつてある程度出来ることである。酸性肥料によつて生ずる土壌の酸性化の1例を挙げると、硫安反當り10貫施した場合その土壌の最初のPHは7.71であつたのが、加用10日目のPHは6.20となる。又、筆者が行つた試験に於いても1m²當り硫安 (N:20%) 37g 過磷酸 (P₂O₅:15%) 50g 硫酸加里 (K₂O:53%) 10g を同時に施用した苗畑の土壌のPHは、施用2ヶ月後に於いて無肥料區 5.5 に比し 4.7 であつた。又、豫め炭酸石灰 (CaO:56%) 137g を施して後、上記の肥料を用いた區は PH 5.4 であつた。

今、肥料の種類と、これを中和する石灰量を理論的に算出すれば第5表の通りである。又、土のPH値を1.0 だけ高めるに要する石灰の量を消石灰で表わせば、第6表の通りである。

第5表 肥料の酸性中和に要する石灰量

肥料	生石灰	肥料用石灰	炭酸石灰
硫酸アンモニア	42.5	65.3	75.2
過磷酸石灰 (15%)	5.9	9.1	10.6
硫酸加里	32.1	57.4	49.5

- (1) 肥料用石灰は CaO 65% とする。
- (2) 實際に施用すべき量は、これよりやや多量を施すべきである。
- (3) 数字は肥料重量を100とした場合の石灰の重量である。

第6表 土のPH値を1.0だけ高めるに要する消石灰の量 (1m²深さ10cm)

土性	腐植の含有量	5%以下 (腐植を含む)	5~10% (腐植に富む)	10~20% (腐植にすこぶる富む)
砂	土	41g	85g	110~164g
砂	壤土	85	130	164~222
壤	土	126	164	222~277
埴	壤土	164	207	277~332
埴	土	207	250	332~388

Ⅲ. 施肥法 (1) (2) (15)

本試験に用いる肥料は、基肥として1回に施肥するのを原則とする。その理由は、本試験は既に再々述べた如く、土壤中に含まれる肥料成分を調査するのであつて、その天然供給量を調査する目的肥料は全々施肥を行わず、反面、目的以外の肥料は当初より充分に土中に含まれていなければならないからである。又、各肥料要素は、植物に吸収される時期は必ずしも一致しておらず、且、各肥料要素の植物体に対する生理的な効果は、植物体に於ける異なつた部分に作用するものである。例えば窒素は植物生命の根源と云われる原形質の主成分の蛋白を作る上に必要欠くべからざるものであり、何れの部分にも存在するものである。窒素は植物の肥大成長、増収に極めて密接な関係があり、窒素の適量は、最大の成長と収穫を得るものである。磷酸は、植物体中に於いて、葉緑素の生成、蛋白の合成、澱粉の合成及び移轉と密接な関係がある。磷酸を増施すればある程度まで増収及び成長の促進はするが、窒素ほどは顯著でない。磷酸は植物の成育の初期には根の發達を促し、組織を強固にし、病虫害に対する抵抗力を増加し、寒氣に對して耐久力を示す効果がある。加里は、植物体中に於ける種々の無機成分中、最も多量である。特に根莖に於ける加里の含量は全灰分の約半量以上に達するものが多い。

以上の様な理由により、各肥料要素は苗木の植付以前に全量施肥しておくべきであり、苗木に最も効果的に利用される施肥期或いは施肥量を知るのは、施肥法試験或いは適量試験に於いてなされるべきである。然し乍ら吸収力の極めて少い土壤に對しては、基肥及び追肥の2回に分施することも已むを得ないが、此の場合も追肥の時期を失することなく、苗木植付後、成長開始迄に行うことが望ましいのである。

硫酸アンモニアは固体のまゝ、か液肥として施用するが、液肥の方が一様に撒布するのに都合が良い。固体のまゝで用いるならば、3~5倍の乾土と良くまぜれば容積を増すから一様に施すのに樂である。液肥にする場合には所定量を水に溶解して、地表下15cm位の深さまで充分均等にゆきわたる様に耕耘する。過磷酸石灰は、水に溶解し難いから、よく打碎いて細粉として、所定量を地表下15cm位の深さまで充分均等にゆきわたる様に撒布耕耘する。硫酸加里の施肥法は硫酸アンモニアと同様である。

炭酸石灰は、各肥料を施用する5~7日前に豫め施用しておかなければならない。又、苗木の植付は肥料を施用した後5~7日を經過して行うのが安全である。

6. 養苗管理

1. 供試苗木 (13) (15)

供試樹種は、試験施行苗畑の主な養苗樹種とする。又、肥料効果が顯著に現われるのはスギである。これ等を勘案して供試樹種を決定する。

苗木は、標準的なもので、病虫害に侵された形跡なく、根系、地上部共に形態的に均勢のされたものを選ぶ。更に之等の苗木は、各苗木、各區を通じて均一性を帯びていることが必要なことは、前に述べた所である。青森營林局に於いて調査した1年生苗(播種床苗)の苗長別の標準を示せば第7表の通りである。又、苗木の大きさ(苗長)に對する各部の發育による品等區分を、第8表及び第9表の如く報告している。尚、樹種はスギのみを轉記した。又、T. R 率については、第四章に於いて説明する。

第7表 播種當年生苗の標準樹高

樹種	スギ	アカマツ	カラマツ	備考
區分		クロマツ		
大	10cm以上	10cm以上	20cm以上	小苗は、根及び枝葉の釣合いのされたもののみ移植その他に用いるも然らざるものは概ね廢苗となるものとす。
中	8	6	10	
小	6	4	6	

第8表 まき付當年苗の品等別形態 (樹種: スギ)

苗高 cm	品等區分 (級)	全重量 g	地上重量 g	地下重量 g	T. R 率	枝数	備考
6	1	1.6	1.1	0.5	2.2	5	本表に於ける苗木の品等區別は次による
	2	1.2	0.9	0.3	3.0	4	
	3	0.8	0.6	0.2	3.0	3	
	4	0.4	0.3	0.1	3.0	2	
8	1	2.4	1.6	0.8	2.0	6	(イ) 根元直径全重量枝数は各級共掲上數値以上であること
	2	1.8	1.2	0.6	2.0	5	
	3	1.3	0.9	0.4	2.2	4	
	4	0.8	0.6	0.2	3.0	3	
10	1	3.2	2.1	1.1	2.0	7	(ロ) T. R率は各級共本表掲上數値以下であること(従つて根部重量は以上となる)
	2	2.4	1.7	0.7	2.4	6	
	3	1.8	1.3	0.5	2.6	5	
	4	1.2	0.9	0.3	3.0	4	
12	1	4.0	2.7	1.3	2.1	8	(ハ) 地上部重量枝重量は全重量の増加に伴つて以上となること
	2	3.0	2.1	0.9	2.3	7	
	3	2.3	1.7	0.6	2.8	6	
	4	1.6	1.2	0.4	3.0	5	
14	1	4.8	3.2	1.6	2.0	9	(ニ) 品等四級以下の苗木は不適格であるからなるべく使用しないのを原則とする
	2	3.6	2.5	1.1	2.3	8	
	3	2.8	2.1	0.7	3.0	7	
	4	2.0	1.5	0.5	3.0	6	
16	1	5.6	3.7	1.9	2.0	10	
	2	4.2	3.0	1.2	2.5	9	
	3	3.3	2.4	0.9	2.8	8	
	4	2.4	1.8	0.6	3.0	7	

註 1 本表は實地調査による測定値に基いて作成したものである。多少の誤差は生ずるが苗木に對する重量の變化は大体直線式で示し得る様である。スギに於ける例を掲げれば次の通りである。

品等區分	W	L	品等區分	品等最良なるもの
1級	W=0.4	L=0.8	1級	品質1級に準ずるもの
2級	W=0.3	L=0.6	2級	品質更に劣る床替適格苗
3級	W=0.25	L=0.7	3級	品質更に劣る床替適格苗
4級	W=0.2	L=0.8	4級	品質更に劣る床替適格苗

第9表 山行苗(一回床替二年生)の品等別形態 (樹種: スギ)

苗高 cm	品等區分 (級)	根径 mm	全重量 g	地上重量 g	地下重量 g	T. R 率	枝数	枝重量 g	備考
18	1	5.8	30.0	24.5	5.5	4.5	13	18.0	本表に於ける苗木の品等區別は次による
	2	4.6	25.0	21.1	3.9	5.5	10	15.0	
	3	3.3	20.0	17.3	2.7	6.5	7	12.0	
	4	3.0	15.0	13.1	1.9	7.0	5	9.0	
22	1	6.8	47.8	39.1	8.7	4.5	14	30.0	(イ) 根元直径、全重量枝数は各級共掲上數値以上であること
	2	5.6	38.8	32.8	6.0	5.5	11	24.5	
	3	4.5	29.8	25.8	4.0	6.5	8	19.5	
	4	4.0	22.0	19.2	2.8	7.0	6	14.0	
26	1	7.8	66.0	54.0	12.0	4.5	16	42.0	(ロ) T. R率は各級共本表掲上數値以下であること(従つて根部重量は以上となる)
	2	6.8	53.0	44.8	8.2	5.5	13	34.0	
	3	5.7	40.0	34.7	5.3	6.5	10	25.0	
	4	5.0	29.0	25.4	3.6	7.0	7	16.5	
30	1	8.8	84.4	69.1	15.3	4.5	17	55.0	(ハ) 地上部重量枝重量は全重量の増加に伴つて以上となること
	2	7.9	67.5	57.1	10.4	5.5	14	43.5	
	3	6.0	50.6	43.9	6.7	6.5	11	32.5	
	4	5.0	36.0	31.5	4.5	7.0	8	21.5	
34	1	9.8	103.0	84.3	18.7	4.5	19	67.5	(ニ) 品等級以下の苗木は不適格であるからなるべく使用しないのを原則とする
	2	8.8	82.0	69.4	12.6	5.5	16	53.8	
	3	7.8	61.0	52.9	8.1	6.5	13	40.0	
	4	6.0	43.0	37.6	5.4	7.0	10	27.0	
38	1	10.8	121.5	99.4	22.1	4.5	20	80.0	
	2	9.2	96.5	81.7	14.8	5.5	17	63.8	
	3	7.6	71.5	62.0	9.5	6.5	14	47.5	
	4	6.0	50.0	43.7	6.3	7.0	11	30.0	
42	1	11.8	140.2	114.7	25.5	4.5	22	92.0	
	2	10.2	111.2	94.1	17.1	5.5	19	73.5	
	3	8.6	82.2	71.2	11.0	6.5	16	55.0	
	4	7.0	57.0	49.9	7.1	7.0			

註 品等區分 1級 品質最も優良なるもの 3級 品質更に劣る山行適格苗
2級 品質1級に準ずるもの 4級 品質更に最低の山行適格苗

II. 植付本数⁽¹⁵⁾

試験實行上の手数、供試苗木の手入の難易、立地條件、及び當該苗畑の從來行つて來てゐる床替本数等を考慮に入れて植付本数を決定する。植付本数が多ければ、萬一被害が発生した場合もその受ける影響は比較的少いが、調査には豫想以上の勞力と日時を要する。又、單位面積當り植付本数が少なれば、各個体の吸収する肥料要素の量が比較的多くなり、その結果の觀察及び取まごめに當り、その差が明瞭にあらわれる場合が多いと考えられる。勿論、肥料による効果を豫期する事は不可であるが、肥料の効果が苗木の成育にプラスの影響を與えるものとして肥料試験を設計したのであるから、上記の事は一應考えられる事である。以上の様な理由に依り、植付本数は實際の施業に於けるよりは若干少なくして、スギ、アカマツ、クロマツは、16本若しくは25本の正方形植、ヒノキは、20本若しくは30本の矩形植が適當である。

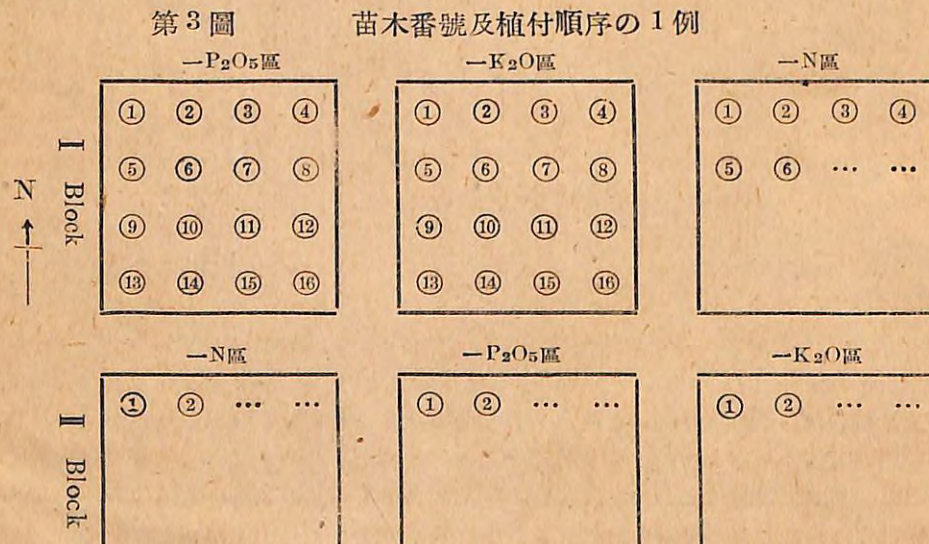
III. 管理⁽¹⁶⁾

試験區の管理は格別の注意をはらい、旱害、病虫害等による成長の阻害のない様細心の注意を拂う。植付直後に枯損の徴候が現われた場合には速やかに補植し、且その枯損の原因を調査して適宜の處置を講ずる。然し乍ら、植付後相當日數を経て、既に成長を開始してから補植は、その後の成育期間中に、補植苗木とそうでない供試苗木との間に著しい成長の開きが現われるから、かえつて取まごめの際誤差を大きくするおそれがある。この様な時期の枯損はそのまゝとし、欠苗として放置する。その他、ボルドー液の撒布除草等は特に入念に回数を多くし、試験遂行に悪影響を及ぼさない様に努める。

四、試験成績の取りまとめ方法

I. 試験開始時の調査⁽¹⁵⁾

植栽時に各苗木の全重量、幹長（地上高）を測定する。測定する場所は選苗室の中か、或いは試験區域に近く、日蔭で風の當らない所でなければならない。苗木は水洗せずしてよく土塊を拂い落して測定する。重量はg單位以下1位迄幹長はcm迄讀む。植付後、原因不明で枯死する主なる原因は此の間に於ける取あつかいの不手際による場合が多い。勿論、正確な測定は苗木を水洗風乾の後測定するのが正しいが、これでは苗木は枯死する。供試苗木は植付をして成育せしめなければならないのであるから、以上の方法で測定して、根に附着している土塊の重量は、別に苗木を數十本選んで水洗前と水洗後の重量を測定し1本當りの附着している土塊の平均重量を知れば良い。その量が微量であれば、問題とする程のことともなからうと考える。



各試験區に植付けする順序及び位置は、豫め各試験區共同一方法によつて行ふ様決定しておき、苗木の番號は1々標示しなくても判る様にしておけば便利である。その1例を示せば第3圖の如く、北の方向に向つて試験區を設定したとすれば、各試験區にはその試験區の處理の種類及びブロック番號(或いは列の番號)等を明記した木の立札を立てておく。1區16本植として、各苗木を植栽する位置は算用數字を書く順序と豫め決めておけば、測定した苗木の番號を言えば次々に所定の位置に植栽する事が出来、又、試験實行期間中も見して苗木の番號は標示せずとも判るわけである。

この様な方法によつて豫め植付位置を決定しておいて、先にのべた基準により供試苗木を選苗して、各區毎に No.1 より追番號を附して測定する。測定を終つた苗木は、その番號に従つて次々と所定の位置に植付けて行けば、選定より植付迄は極めて短時間に終り苗木を損傷する事は少くて済む。植付方法はその苗畑における一般的な方法によつて行ふ。試験實行の爲の植付という觀念が頭に入ると、試験擔當者も使用する勞務者もその觀念に捉われすぎて、かえつて深植えによる悪影響が生じる事もあるから注意を要する。

II. 成育中の調査⁽¹⁵⁾

植付後1ヶ月毎に苗木の幹長、根際直徑を測定すれば苗木の成育過程を知り得て、當該苗畑に於ける供試樹種に關する限り、追肥時期の決定の參考資料になる。又、虫害、菌害、その他の異狀、氣象の記録、ボルドー液撒布、除草等についてもその都度記録しておく。

III. 試験終了後の調査⁽¹⁾⁽¹⁰⁾⁽¹¹⁾⁽¹²⁾⁽¹³⁾⁽¹⁵⁾

植付後、1 成長期間を経過した後全苗木を掘取る。掘取りに際しては、細根と雖も成る可く切斷しない様に特に周到な注意が必要である。掘取つた苗木については、第三章、E、に記載した7項目及び必要と考える事項について調査を行う。

尚、T/R 率について荷干説明をする。

T/R 率又は T.R 率とは、Ratio of top growth to root growth, or Top-Root Ratio の略で、苗木の地上部の重量を地下部の重量で除したものである。苗木の T/R 率は、樹種、苗齡、土性、單位面積當成立本數或いは環境條件等によつて相違を生ずるものであつて、苗木の品質決定上理論的には非常に重要である。根の發達が充分であることは活着率を良くする重要な要素であるから、傾向から論ずれば T/R 率は小なる程有利ではあるが、一方、地上部枝葉が甚だ貧弱であり、根も貧弱である場合も T/R 率は小さくなるから、T/R 率が小なる事だけが苗木としての品質を決定する様な絶対値にはならない。結論として極端な形態の苗木は別として、T/R 率が小なれば小なる程、良好な苗木と判定されるし、又、樹種、苗齡別に良質の苗木の具備すべき條件の一つとしてその限界は地方的に定まるものと思われる。大体、スギ、アカマツ、クロマツ、カラマツでは、T/R 率が、2~5の範圍のものであれば根の發達も申分なく、苗木の形態としても均整のとれたものと言ひ得る。播種苗と床替苗は多少相違はあるが大差はない。要するに T/R 率は林業用苗木の評定上には、更に深い研究を要するものである。

IV. 成績の判定

I. 調査結果の檢討

III. に於いて調査した各區の測定値の合計及び1本當りの平均値並に各處理毎の合計を1表にこりまとめる。取りまとめ野帳の1例を示せば第10表の通りである。この様な1表に調査結果を記入して觀察した場合、同一處理を行つた5つの試験區の數字に大きな差が生ずることは、試験實行の不備か、若しそうでないとなれば試験區域設定場所の土壤の變異性によるものと考えられる。又、ラテン方格法に於ける各列各行毎の5つの異つた處理の試験區の數字の和に、非常に大きな差がある場合も同様の事が言える。しかし乍ら、之は絶対的なものでなく嚴密には近代統計學に基く理論によつて究明せらるべきで、以上は一般的な觀念を述べたに過ぎない。

測定値の比較は、合計値でも行う事は出来るが、試験期間中に若干の枯損苗木の生じる事もあり、試験終了後の供試苗木の本数は各區不同であるから、合計値を本数で除した1本當りの平均値で比較するのが

第10表の1 供試苗木測定野帳の1例

處理別	一N區		No.1		測定年月日		年	月	日		
樹木番號	試 驗 前		試 驗 終 了 後								備 考
	重 量 g	幹 長 cm	本數	全 重 g	幹 重 g	根 重 g	T/R	直 徑 mm	幹 長 cm	根 長 cm	
1	4.3	10	×	40	30	10		7.0	25	40	5月30日根切虫
2	2.5	8		—	—	—		—	—	—	
3	6.0	12		55	40	15		7.5	30	50	
⋮	⋮	⋮		⋮	⋮	⋮		⋮	⋮	⋮	
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮		⋮	⋮	⋮		
16											
計	64.0	160	15	750	600	150		105.0	375	600	
平均	4.0	10		50	40	10	4.0	7.0	25	40	

第10表の2 供試苗木測定取りまめ野帳の1例

試験區	本數	全重g		幹重g		根重g		T/R	直径mm		幹長cm		根長cm		備考
處理	No.	計	平均	計	平均	計	平均		計	平均	計	平均	計	平均	
完全區	1	20	1.074	54	874	44	200	10	148	7.4	660	33	725	36	
	2	21	1.366	65	1.114	53	252	12	180	8.6	767	37	920	44	
	3	23	1.690	73	1.382	60	308	13	189	8.2	780	34	1,070	47	
	4	22	1.654	75	1.340	61	314	14	184	8.3	844	38	1,006	46	
	5	22	1.672	76	1.333	61	339	15	193	8.8	762	35	1,056	48	
	計	108	7.456	69	6.043	56	1,413	13	894	8.3	3,813	35	4,777	44	
—N區	1	24	919	38	712	30	207	9	141	5.9	613	26	848	35	
	2	24	1,246	52	986	41	260	11	178	7.4	736	31	1,021	43	
	3	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
	

妥當である。三要素試験の觀念から言えば、重量、長さ、太さ共、無肥料區が最も少なく三要素區が最も多く、他の三つの處理區はその間にあつて夫々独自の地位を占めることが考えられる。以下この一般的觀念に基いて取まとめ方法を述べる。

II. 一般的成績の判定

成績の判定の上に資料とするデータは、主としてその重量の測定値が利用される。今、ある試験區例えば無窒素區の重量が無肥料區の重量に近かつた場合、その土壤は甚だしく窒素に欠乏していることが認定される。之に反して、三要素區の重量に近かつた場合、この土壤は夥しく有効性窒素に富んでいることが判る。もし又、無窒素區の重量が、無肥料區と三要素區の中間にあつたとすれば、その土壤中には多量とは言えないが相當量の有効性窒素が存在するものと判定されるのである。

無磷酸區と無加里區の重量についても同様の考え方で成績判定を行えばよい。

大正10年より昭和21年まで地方毎に行われて來た農作物の三要素試験の概略の成績を示すと第11表の通りである。第11表によれば、各作物毎に、土壤中の有効性肥料の多い少（多少）の順序は異つてゐる。言いかえれば、土壤の三要素天然供給量は作物の種類によつて異なるものであると言える。即ち、米麥類は $K_2O > P_2O_5 > N$ 甘藷は $N > PO_5 > K_2O$ 林檎は $P_2O_5 > K_2O > N$ であり、全く異なつた様相を呈している。

苗木に關する三要素試験は、從來余り行われて來なかつた。近年、林業試験場塘技官が行つた苗木の三

要素試験の結果は、第12表の通りである。この試験は第三章1に記載した方法書に概ね準據して行われたものである。これによると苗木に對する三要素の天然供給量は、 $K_2O > P_2O_5 > N$ の順序で、米麥類と同様の傾向を示し、窒素の要求度が高く、窒素が苗木の肥大成長の制限因子 (Limiting Factor) となつてゐることが判る。

第11表 農作物三要素試験成績

	陸 稻	水 稻	小 麥	甘 藷	林 檎
三 要 素 區	100	100	100	100	100
無 窒 素 (—N) 區	46	75	46	93	43
無 磷 酸 (— P_2O_5) 區	66	97	69	84	72
無 加 里 (— K_2O) 區	90	93	73	63	65
無 肥 料 區	30	70	33	67	

第12表 苗木の三要素試験成績例

	ス ギ 大子營林署 苗 畑	ス ギ 笠間營林署 苗 畑	ス ギ 東京營林局 砧 苗 畑	ス ギ 林 試 目 黒 苗 畑	ヒ ノ キ 大子營林署 苗 畑
三 要 素 區	100	100	100	100	100
無 窒 素 區	41	30	70	60	60
無 磷 酸 區	42	38	71	76	90
無 加 里 區	71	83	95	91	94
無 肥 料 區	46	25	56	52	54

第13表 鈴鹿苗畑及住吉苗畑三要素試験成績

	鈴 鹿	住 吉
三 要 素 區	100	100
無 窒 素 區	40	83
無 磷 酸 區	91	80
無 加 里 區	85	98
無 肥 料 區	40	53

筆者が昭和25年、大阪營林局鈴鹿苗畑及び亀山營林署住吉苗畑に於いて行つた三要素試験の成績は第13表の通りであつて、前記塘技官の實驗結果と多少異なつた成績を示している。即ち、鈴鹿に於いては、三要素の天然供給量は $P_2O_5 > K_2O > N$ 住吉に於いては $K_2O > N > P_2O_5$ の結果となつてゐる。この結果より觀察すれば、鈴鹿に於いては苗木の肥大成長に關する限り磷酸は必要なく、窒素は絶對的に必要であり、住吉に於いては、三要素共相當量含まれて居り特に加里の天然供給量は充分にあると言えるわけである。

V 施肥量の決定 (1) (13)

施肥量を嚴密に言うならば當然樹種、苗齡は勿論の事であるが、土性、氣象條件、使用肥料の種類、天然供給量、其の外施肥肥料の品質、施用の時期等極めて複雑な因子に支配される相關性を伴うのである。従つて施肥用量の計算も的確に行う事は困難であるが、事業を實際に實行する上に役立つ程度の正確さを以つて計算する事は出来るのである。施肥量の計算法には、標準法と簡便法とがある。

1. 標準法

標準法による計算が最も正確なものであるが、その計算は次の順序に従つて行う。

a. 先づ三要素試験の結果より各試験區に於ける苗木を化學分析し、その成績に基いて、單位面積當りの肥料三要素の天然供給量を算出する。例えば、無窒素區の苗木を化學分析して得た苗木中の窒素量は天然に供給されたものである。

b. 標準苗木の重量を決定し、之に単位面積當りの標準苗木の植付本数を乗じて、単位面積より生産しようとする苗木の重量を算定する。

c. 標準苗木を分析してその中の三要素量を知り、これに目的重量を乗じて、目的重量中に於ける三要素吸収量を算出する。

d. 三要素吸収量より天然供給量を減じて、施與すべき三要素量を知る。

e. この三要素量を施與せんとする肥料の利用率にて除し 100 を乗すれば施用せんとする肥料要素の量が判る。

f. この肥料要素の量を、施用せんとする肥料の成分量にて除し 100 を乗すれば、その肥料の実際の施用量を知る事が出来る。

以上は標準法に於ける計算順序を示したものであるが、之を一括表示すれば、次式の如くなる。

$$\text{施肥量} = (A - B) \times \frac{100}{C} \times \frac{100}{D}$$

A...三要素吸収量 B...三要素天然供給量
C...肥料の利用率 D...肥料の成分量

標準法は最も正確な方法であるが、苗木の化学分析を行わねばならぬので、事業面に於いて困難を伴うであろう。

吸収率とは一名利用率とも稱し、施用した肥料成分が苗木によつて攝取利用される割合を言う。農事試験に於ける吸収率は作物の種類によつて異なり一定していないが、大体硫酸50%過磷酸石灰15%硫酸加里50%として計算して差支えない。施肥要素量の計算の一例を挙げれば第14表の通りである。

第14表の1 施肥量計算の1例（塘技官に依る）

	樹 種 (目標生体重)	1m ² 當 床 替 本 数	窒 素 N	磷 酸 P ₂ O ₅	加 里 K ₂ O
苗木の吸収量(A) g/m ²	スギ (60g) ヒノキ (50g) カラマツ (60g)	48 56 48	15.1 16.8 15.1	3.0 3.4 4.1	7.6 5.7 4.8
土壌の天然供給量(B)			3.0	1.0	4.0
(A)-(B) g/m ²	スギ ヒノキ カラマツ		12.1 13.8 12.1	2.0 2.4 3.1	3.6 1.7 0.8
肥料の吸収率			50%	15%	50%
施肥要素量 g/m ²	スギ ヒノキ カラマツ		24.2 27.6 24.2	13.3 16.0 20.6	7.2 3.4 1.6

第14表の2 施肥量計算の1例（塘技官に依る）

樹 種 (目標生体重)	1m ² 當 床 替 本 数	施 肥 例 1m ² 當	要 素 量 g/m ²		
			N	P ₂ O ₅	K ₂ O
スギ (60g)	48	堆 肥 1875g (N0.6% P ₂ O ₅ 0.4% K ₂ O 0.8% 含むものとす)	11.3	7.5	15.0
		硫 安 65g 過磷酸石灰 32g	12.9	5.8	
計			24.2	13.3	15.0

2. 簡便法

簡便法は、大まかな方針を握るために手早く計算し得る利益があるから、事業面には應用される面が多いと思う。

苗畑に於いて簡便法に依つて施肥量を決定する場合は次の様な時である。即ち、三要素試験に依つて得た結果を判定して、當該苗畑に於ける三要素の天然供給量の間に著しい差が認められた場合前記した筆者

の行つた鈴鹿苗畑の如き結果が出た時に、その苗木の成育に最も影響を與えるものは窒素であり、磷酸及び加里は少量施肥すればよいと考えられる時、窒素について三要素適量試験を行い、その結果より簡便法によつて施肥量を決定する場合である。三要素試験の結果が住吉苗畑の如く、三要素共相當量土壤中に含まれている場合は、敢えて施肥量の算出を行う必要はなく、完全區との肉眼的比較によつて施肥量を決定すれば良い。三要素共著しく天然供給量が少ない場合、三要素共その施肥量の決定の爲、先づ三要素適量試験を行う必要がある。適量試験の目的は第二章に於いて記述した如く、施用すべき肥料要素の最適を知る事である。本試験の實行方法は、記述すれば非常に多岐にわたり、本書の主旨に添わないので、試験の設計試験方法等に關しては、何れ機会を得て記述する事にする。

簡便法の計算順序は次の通りである。

a. 先づ三要素適量試験を行い、その成績に基いて、三要素の単位面積當りの所要量を決定する。

b. その所要成分量を使用すべき肥料の利用率にて除し、100を乗じて施用すべき肥料の要素量を算出する。

c. 此の要素量を使用すべき肥料の成分含有量にて除し、100を乗じてその施用すべき肥料の量を算出する。

3. 施肥量決定上の諸問題

以上述べた如く理論的な施肥量の決定は計算に依つて算出し得るが、實際の事業面に於いては、之を直に應用するには幾多の諸問題に相遇するであろう。施肥に關する多くの文献を見ても、三要素の成分量、配合比等に極めて大きい差を見出すのである。然し乍ら三要素試験の成績は、その圃場の地力に關する限り、公平にその判定を下して居るのであつて、基礎資料としては極めて貴重なものである事は言うまでもないのである。

Ⅶ 試験結果の信頼性の檢定について (9) (10) (11) (12)

農業に於ける圃場試験に於いては、初期に於ける試験の設計にはその得られた成績を統計的に處理することについて、何等の考慮も拂はれて居なかつた。多くの農業試験研究家の考え方は、圃場試験の成績は統計的處理の行えるものでないという考えであつた。その内容の極めて多彩な圃場試験に於いて、結局 2 群間の算術平均を比較する場合が試験の實施目的の主要な部分を占めていたのである。即ち、例を擧げて説明すれば、1つの品種の生産力を比較する場合、1枚の圃場を折半し、1方にA、他方にB品種を入れて1區制を採用した所、その収量はAがBよりも多かつたとする。このような場合、現在迄の多くの研究者はAの方が多収性であると簡単に斷定を下してしまふが、この結論の信頼性はどうか。この結論が普遍性である爲には兩部分は唯品種の点について異なるだけであつて、他の條件即ち地力の高低、區劃の大小、圃場周辺の地物の影響、栽栽培管理の適否、病虫害等多方面に亘つて全く齊一な状態にあつたこの保證が必要である。若し之れ等を見無視して結果を比較した場合、偶然に品種間の本來の相違を示していることもあり得るが、元來の逆の關係にあるか又は問題とする程の差がないのに地力の高低が品種の特性の如き姿を以て表われることがある。品種について述べたものと同様の事は肥料に關する試験に於いても當然起り得ることであつて、その結果は決して信頼すべきものではないのである。近代統計學による小標本理論の發達は英國の R. A. フィッシャー博士及びその協力者によつて、過去30年間に新しい圃場試験の基礎を作り上げた。圃場試験に關して發見された分散分析法が小標本理論に適する1つの統計方法として發達した。その發達の主なる特徴は、試験成績が統計學的分析に耐え得るように、豫め試験設計を立てる事にあつた。これ等の設計法の中で簡單なものが、亂塊法及びラテン方格法である。試験が適正に設計されるに、成績を分析する方法が自から定まつてしまひ、その試験の信頼性も判明する事になるのである。此の様近代統計學的な成績の取りまとめ方法に關しては、その内容が極めて複雑である爲、限られた紙數で説明する事は不可能であるので、市販されている各種の統計學の圖書について勉強される事をお奨めする。

尚、三要素試験に關する取まとめ及び信頼性の檢定の方法に關しては、筆者の行つた試験について取ま

とめ中であるので、将来何等かの方法で発表する豫定である。

一般的な統計学の参考図書は文献の末尾に記載しておいたから参照されたい。

五、結 論 ⁽¹⁴⁾

以上、三要素試験について述べたのであるが、試験の實行方面にのみ捉はれて、實際面を輕視した点もある様に考えるが、試験の本質上已むを得ない事である。三要素試験は、あくまで基礎試験であつて、個々の苗畑の肥料の問題に關し解決しなければならない幾多の事項は更に我々の努力によつて究明して行かなくてはならない。

健全な苗木を育成する事を一つの目標に於いた場合、先づ標準となる苗木の形態を究明しなければならない。病虫害に關しては論ずる迄もなく、此等に侵されてはならない事は當然であるが、他の農作物と異なり苗木は苗木そのものが收穫物であり、成長量と共に形質、耐旱性、耐寒性、耐病性等についても考慮しなければならない所に施肥技術の困難性がある。播種苗は床替すべきものであり、床替苗は山出しすべきものである。山地植栽をした苗木は將來成林して森林を構成する事を目的としている。この様な観点より施肥を考える時、勿論ある程度の成長を期待しなくてはならないが、同時に他の要求も満した苗木を造る事が必要となる。成長を促進せしめるには窒素肥料を多量に施せばよいが、苗木を徒長せしめて軟弱な諸害に對する抵抗力の弱い苗木を作る。磷酸は耐寒性、耐病性を増し、加里は苗木の成長にはあまり影響はないが、細胞液の濃度を高め耐寒性、耐病性を増す。この様に苗木は成長量と共にその形質を重要視しなければならない所に苗木の施肥技術の特異性がある。

苗畑事業に關係する林業技術者が、本書を参考として三要素試験を實行し、その理論的結果と體驗と觀察の集積の兩者より施肥に關する技術を研究され、その改善向上の爲め糸口を開かれれば、筆者の望外の喜びとする所である。最後に本書を記述するに當り、終始御指導を賜はつた林業試験場造林部塘技官に厚く御禮申し上げる。

文 献

肥料試験及び林業の苗畑試験に必要と思はれる、土壤、肥料、及び苗木に關する参考文献、並に圃場試験に關する統計學及び推計學の参考文献を記載した。本文の中にある ⁽¹⁾ ⁽²⁾ の數字はここに記載した文献の番號である。

- | | | |
|--------------------|------------------|-----|
| (1) 三 須 英 雄 | 肥 料 學 | 上 卷 |
| (2) 三 須 英 雄 | 肥 料 學 | 下 卷 |
| (3) 松 本 五 樓 | 地力増強法 | |
| (4) 松 本 五 樓 | 肥料の原理 | |
| (5) 奥 田 東 | 土壤肥料綜説 | |
| (6) 奥 田 東 | 肥料學概論 | |
| (7) 土 井 藤 平 | 造林學汎論 | |
| (8) 田 村 市 太 郎 | 畑作害虫 | |
| (9) 畑 村 又 好 | 實例による農事試験のまとめ方 | |
| 奥 野 忠 一 | | |
| (10) 増 山 元 三 郎 | 小數例の纏め方と實驗計畫の立て方 | |
| (11) 岩 佐 亮 二 | 農事試験の設計と括め方 | |
| (12) 農林省農業改良局技術研究部 | 農事試験法 | |
| (13) 青 森 營 林 局 | 苗畑提要 | |

- (14) 四 手 井 綱 英
塩 田 勇
(15) 林 業 試 驗 場
(16) 伊 藤 一 雄

カラマツ苗の立枯病罹病度に及ぼす施肥量の影響 (豫報) : 日本林學會誌 Vol. XXXII No. 6
三要素試験方法書
苗畑に於ける針葉樹稚苗の立枯病

◇統計學に關する文献

- | | |
|-----------|---------|
| 佐 藤 良 一 郎 | 數理統計學 |
| 全 上 | 數理統計學概説 |
| 全 上 | 無相關檢定法 |
| 小 松 勇 作 | 生物統計學 |
| 近 藤 忠 雄 | 計數の統計學 |
| 増 山 元 三 郎 | 實驗計畫法大要 |
| 全 上 | 推計學の話 |
| 全 上 | 推計學への道 |
| 北 川 敏 男 | 統計學の認識 |
| 畑 村・奥 野 | 標本調査法入門 |

附 録

本試験に使用する肥料について、試験實行上参考となる事項を取まとめて附記する。

1. 硫酸アンモニア		Ammonium Sulphate	
畧 稱	硫 安	SO ₃ (硫酸)	60.60%
化 學 式	(NH ₄) ₂ SO ₄	N ₂ SO ₃	1:2.86
分 子 量	132.06	NH ₃ :(NH ₃)SO ₄	1:3.90
N (窒 素)	21.21%		

硫酸アンモニアは、アンモニアと硫酸とを化合させて製造した肥料である。色合は製造法によつて、灰色、暗灰色、灰褐色等種々あるが、時には青色、紫色、緑色等を帯びるものもある。この色合は、窒素含有量には殆んど關係がない。硫酸アンモニアの窒素含有量は、理論上は21.21%であるが、工業品では20.75~21.08%、平均20.97%である。土壤の硫酸アンモニアよりの窒素の吸収は、土壤の種類により異なるが、1~2日を経れば何れの土壤に於いても完了する。又、吸収される窒素量は、一般に表層程多量であつて、下層に下るにつれて少量になるのであるが、吸収力の弱い土壤では相當下層迄滲透する。尚、施肥の場合、過磷酸石灰、硫酸加里とは配合してもよいが、石灰とは配合してはならない。

2. 過磷酸石灰 Calcium superphosphate. Superphosphate of lime.

主成分 (含有物)	C ₆ H ₄ (PO ₄) ₂ H ₂ O
分子量	252.12
P ₂ O ₅	57.92%
CaO	22.24%
CaO ; P ₂ O ₅	1:2.60
主成分 (無水物)	C ₆ H ₄ (PO ₄) ₂
	磷酸 1 石灰
	Monocalcium Phosphate
分子量	234.12
P ₂ O ₅ (磷酸)	60.67%
CaO (酸化石灰)	24.34%
CaO · P ₂ O ₅	1:2.49

過磷酸石灰は磷酸1石灰を主成分とする磷酸肥料である。乾燥したものは灰色で不良品は遊離磷酸又は遊離硫酸を含むから、濕氣が多く酸性が強い。過磷酸石灰は種々の成分の混合している肥料であつて、その中最も多量に存する成分は、磷酸1石灰 $\text{CaH}_4(\text{PO}_5)_2$ と、硫酸石灰 $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ とである。磷酸1石灰は200倍の水に溶解するが、その他のものは水に溶解しない。磷酸1石灰中の磷酸を水溶性磷酸 Water Soluble Phosphoric acid と稱する。この水溶性磷酸は、植物の根から容易に吸収利用されるから水溶性磷酸量が多い過磷酸石灰ほど肥効が大きいわけである。磷酸2石灰の量は、普通過磷酸石灰中には極く少量であつて、0.5~1.0% 内外のものであるが、これは水に溶解せずして、クエン酸アンモニア溶液によく溶解する性質をもっているから、磷酸2石灰中の磷酸を拘溶性磷酸 Citrate Soluble Phosphoric acid と稱している。この拘溶性磷酸は、炭酸を含む水または植物の根が分泌する酸性液には容易に溶解するから植物の生育には有効に役立つものである。よつてこの二種類の有効磷酸、Available phosphoric acid と呼びその最低量を可溶性磷酸、Soluble Phosphoric acid と名づけて保證する事になつてゐる。現在我が國に於いて製造販賣されている過磷酸石灰は次の3種である。

名 稱	可溶性磷酸含量 (%)
普通過磷酸	13~19
臨時過磷酸	10~12.5
特殊過磷酸	6~9.5

以上の中、最も普通に販賣されているのは普通過磷酸であつて、15.0~16.5% 程度のものが最も多い。過磷酸石灰の土壤への吸収は植土が砂土よりも大きい。過磷酸石灰が土壤によつて吸収される速さは1日たてば大半の吸収が終り、2日間には殆んど全部が吸収されるものである。この様に水溶性磷酸は、土壤に施した場合隔々まで分布し、且その分布は一様である。土壤に吸収された磷酸は、再び根酸、微生物及び酸性肥料の作用によつて溶解性磷酸となり、植物に吸収利用されるのである。

過磷酸石灰は、硫酸アンモニア、硫酸加里と配合してよいが、石灰とは配合してはならない。

3. 硫酸加里 Potassium Sulphate. Sulphate of Potash.

分子式	K_2SO_4
分子量	174.26
K_2O (加里)	54.09 %
SO_3 (硫酸)	45.91 %
$\text{SO}_3:\text{K}_2\text{O}$	1:1.18

硫酸加里は灰白色の結晶であるが、灰、褐、灰黒などを呈することもある。硫酸加里は純度により肥料用と工業用に判けられる。我が國に於いて普通使用されている硫酸加里は 48~50% の加里 (K_2O) を含有している。硫酸加里を砂土、壤質砂土、砂質壤土に多量の水と共に施した場合、何れの場合にも加里は5cm 以下の層には到達しない。そして更に下層に滲透するのは極めて多量の加里が施された場合に限る。故に硫酸加里を施す場合には少くとも大多數の植物根が蔓延する深さにまですきこむ事が絶対に必要である。

硫酸加里は硫酸アンモニア、過磷酸石灰と配合して差支へなく、石灰とは施用の直前配合して差支へない。

4. 石 灰 Lime

肥料の用に供する石灰の化學的形態の主なるものは次の三種である。

a. 生石灰 Quick lime

Calcium oxide (酸化カルシウム)

分子式 CaO

分子量 56.08

生石灰は石灰肥料のうちで、石灰の含有量が最も多く、全量がそのまま有効に作用するのであるから肥

料として無駄のないものである。生石灰の代りに、消石灰又は炭酸石灰を使用する場合には、次の係数を乗すれば、容易に換算することが出来る。

$$\text{消石灰} = \text{生石灰} \times 1.54$$

$$\text{炭酸石灰} = \text{生石灰} \times 1.78$$

b. 消石灰 Slaked lime

Calcium Hydroxide (水酸化カルシウム)

分子式 $\text{Ca}(\text{OH})_2$

分子量 68.09

石灰 CaO 80.02%

消石灰は生石灰について多量の石灰を含有する肥料であつて、且、その反應力は中庸温和である。普通の肥料用石灰というのは、この水酸化カルシウムが主な成分であるが、実際には多少の生石灰や炭酸石灰の外に、マグネシウムの水酸化物等が含まれている。

消石灰のうち特選品と呼ばれているものは、水酸化カルシウム70%以上含有する最優等品である。

消石灰は土壤酸性の中和及び植物養分として施用するのに適する。

消石灰の代りに、生石灰又は炭酸石灰を使用する場合には次の係数を乗すれば容易に換算することが出来る。

$$\text{生石灰} = \text{消石灰} \times 0.65$$

$$\text{炭酸石灰} = \text{消石灰} \times 1.16$$

O. 炭酸石灰 Calcium carbonate (炭酸カルシウム)

分子式 CaCO_3

分子量 100.09

石灰 CaO 56.03%

炭酸石灰は石灰粉末の主成分であつて、その反應力は生石灰や消石灰にくらべて甚だ弱いから、土壤酸性の中和というよりも、土壤塩基の補給用又は土壤有機物の分解促進用として適するのである。

炭酸石灰の代りに、生石灰又は消石灰を使用する場合には炭酸石灰の量に次の係数を乗すれば算出することが出来る。

$$\text{生石灰} = \text{炭酸石灰} \times 0.56$$

$$\text{消石灰} = \text{炭酸石灰} \times 0.86$$

昭和26年3月

以印刷代謄寫

業務資料 第1號

地力試驗實施法

著者 農林技官 岡田隆夫

編集兼發行所 農林省林業試驗場大阪支場
大阪市東區內久寶寺町2丁目
大阪管林局內

印刷所 大阪市北區河內町一丁目一八
淺野印刷株式會社