



肥料と土壌の畑苗



02000-00287485-5

場分曾木場試験業林

衛 本 吉

苗畑肥培管理の特異点

1 山出苗の生産を目標とする。

イ 生産は2年以上にわたる。

ロ 質的な配慮を必要とする。

2 山出しのとき養分にとんだ土壌がもち出される。

土壌層断面の調査法

(1) 層位 表層 (A層), 下層 (B層), 基層 (C層) の3層にわけ, さらに各層を必要に応じて, A_2, A_3, B_1, B_2 のように細分する。

耕作層はPの文字を附す。

(例) $A_P, A_2, A_3, B_1, B_2, C$

B_P, B_2, C_1, C_2

表層を欠く場合

$A \times B_P, B, C$

A層とB層とが混合している場合

$A \times (B)_P, B_2, B_3, C$

" A層の性質が強い

(2) 各層の推移状態

明 推移の幅 3 cm 以内

判 " 3 ~ 5 cm

漸 " 5 cm 以上

(3) 各層の厚さ

(4) 土色 色名帳を使用する。

(5) 腐植 粗大な有機物の有無をしらべる。含有量は色で推定する。

すこぶる富む 黒褐 ~ 黒色

富む …………… 暗褐～褐黒色

含む …………… やゝにごつた色調をおびる

乏し …………… 鮮明な色調

- (6) 石礫 岩石名，形状（円礫，角礫），大きさ，風化の程度をしらべる。含量は次のように面積割合で区分する。

すこぶる富む …… 20%以上

富む …………… 5～20%

含む …………… 5%以下

なし

- (7) 土性 土塊をすりつぶした指の触覚と肉眼の視覚で次のようにわけらる。

砂土 …………… ほとんど砂ばかりの感

砂質壤土 …… 砂が $\frac{1}{3}$ ～ $\frac{2}{3}$ を占める。

壤土 …………… 砂が $\frac{1}{3}$ 以下

微砂質壤土 …… ねばりけのない粘土が大部分

埴質壤土 …… ねばりけのある粘土に砂を感じる

埴土 …………… ねばりけのある粘土が大部分

石礫土 …………… 石礫の間隙を細土がみたす感じ

- (8) 構造 耕耘団粒の発達程度，形状，大きさ，堅軟をしらべるほか，耕耘層以外についても調査する。

(a) 単粒構造 …… 土粒が凝集することなく，単独のもの。

(b) カベ状構造 …… 全体が均質に凝集して，カベのような断面にみえる。

(c) 特に構造の発達しないもの …… 一応均質に近い状態であるが，疎な孔隙があり，，やわらかみがある。

(d) 塊状構造 …… だいたい立方体で，稜角は丸みがあり，表面はつやのない 1 cm 以上の大きさのもの

(e) 堅果状構造 …… 稜角も面もはつきりした角ばった立方形の構造

(f) 粒状構造 …… 小さい（1 cm 以下）の立方形で，面も稜角もはつきりしない丸みをもつた形で，堅密な感じのするもの

(g) 団粒状構造 …… やわらかい，丸みのある集りで 0.5 cm 以下のもの

(h) 細粒状構造 …… さらさらした粉状，または微細な粒子が菌糸でつづられた状態

- (9) 孔隙 管状の孔隙や，われ目などについて大きさや量をしらべる。

(10) 堅密度 断面におやゆびをおしつけて，次のように分ける。
すこぶる鬆 …… 土粒が分離して結合力がない。

鬆 …… 土粒がゆるく結合していて，土塊は容易にくずれ，指は断面に容易に貫入する。

軟 …… 土粒は比較的密に結合して，指でおしたあとがつく。

堅 …… 土粒が密に結合していて，指のあとはずかにつく。

すこぶる堅 …… 土粒が密に結合していて，指のあとはずかない。

固堅 …… 土粒は密に結合していて，やつと移植ごとがいれられる。

- (11) 粘稠性 土壤に適当なしめりを与え，土塊を指ですりつぶして，指にくつつく状態で次のようにわけらる。

弱 …… 指ですりつぶして，指に粘着しない。

中.....おや指とひとさし指でこするとどちらかに粘着する。

強.....両指頭につき，指をはなすと引つばる傾向がある。

すこぶる強.....両指頭につき，指をはなすとのびる。

- (12) 可塑性.....土塊を適当にしめらせ，指でこねて棒をつくつてみて，次のようにわかる。

弱.....棒がつくられない。

中.....棒がつくられるが，すぐ崩れる。

強.....棒になり，すぐには崩れない。

すこぶる強.....糸状になる。

- (13) 水湿状態

乾.....土壌をつよくにぎつても，てのひらにしめりけがのこらない。

潤.....土壌をにぎると，てのひらにしめりけが残る。

湿.....土壌を強くにぎつても，水滴がおちず，指でつまんで強くおすと水がにじみでる。

多湿.....土壌をにぎると水滴がおちる。

過湿.....土壌を手のにのせると，自然に水滴がおちる。

- (14) 透水性，滲透性 よいわるいを観察する。

- (15) グライ層，泥炭，斑紋，盤層，湧水，その有無，深さ，発達 の程度を調べる。

- (16) 根 断面にあらわれた根を苗木と雑草にわけて，しらべる
苗木の根本まで土をくずして，根の形態，細根の分布，菌糸，菌根の多少などをしらべる。

土壌構造と透水性（森林土壌）

構 造	透 水 性
団粒状構造	良 好
粒 状 " (湿潤時)	"
" (乾燥時)	不 良
堅果状 "	きわめて不良
カベ状 "	" ~不透水
細粒状 "	"

土壌の堅密度と透水性

堅 密 度	透 水 性
すこぶる鬆	すこぶる速い
鬆	速 い
軟	中
堅	おそ い
すこぶる堅	すこぶるおそい
固 結	不 透 水

土 壌 水 分

水柱高	気 圧	P F			
<small>cm</small>					
10,000,000	10,000	7	吸 湿 水		
1,000,000	1,000	6	(飽和水蒸気中で土に吸着される水分)		
100,000	100	5			
10,000	10	4	毛 管 水	← 吸湿係数	乾
1,000	1	3	(土の毛管孔隙内に保持される水分)	← 萎凋係数	
100	0.1	2		← 水分当量	潤
10	0.01	1	重 力 水	← 圃場容水量	多湿
		0	(重力により流下排出される水分)		過湿

植物が利用できる

土壤粒子の大小と土壤の性質

	粒 径		
	小	中	大
保 水 力	大	←————→	小
透 水 性	不良	————→	良
凝 集 力	大	←————→	小
養 分 含 量	大	←————→	小
養 分 吸 収 力	大	←————→	小
養 分 流 亡	小	————→	大
化 学 性	良	←————→	不良
物 理 性	不良	————→	良
耕 耘	難	————→	易
	埴 土	壤 土	砂 土

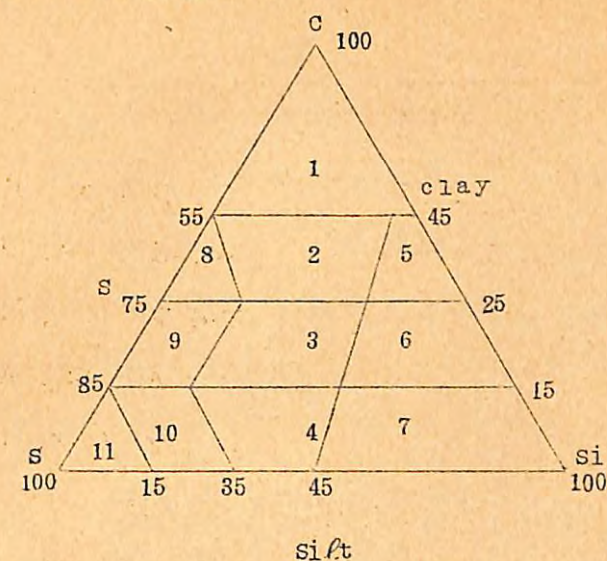
土壤粒子の粒径区分

	国 際 法	日 本 農 学 会 法
礫	2 mm 以上	2 mm 以上
砂 { 粗 砂	0.2 ~ 2.0 mm	0.25 ~ 2 mm
{ 細 砂	0.02 ~ 0.2 mm	0.05 ~ 0.25 mm
微 砂	0.002 ~ 0.02 mm	0.01 ~ 0.05 mm
粘 土	0.002 mm 以下	0.01 mm 以下

日本農学会法による土性区分

砂 土	粘 土 12.5% 以下	
砂 壤 土	" 12.5 ~ 25.0 %	砂の2/3以上が微, 細砂からなるときは「細」の字をつける。
壤 土	" 25.0 ~ 37.5 %	
埴 壤 土	" 37.5 ~ 50.0 %	かるい火山灰のようなものは「軽」の字をつける。
埴 土	" 50 % 以上	
腐 植 土	腐 植 20 % 以上	
礫 土	礫 50 % 以上	

国際法による土性区分



土 性	粘 土	微 砂	砂
1 重 埴 土	45% 以上		
2 軽 埴 土	25 ~ 45 %	45 % 以下	55 % 以下
3 埴 質 壤 土	12 ~ 25	25 ~ 45	
4 壤 土	0 ~ 15	45 % 以下	65 % 以下
5 微砂質埴土	25 ~ 45	45 % 以上	
6 微砂質埴壤土	15 ~ 25	45 % 以上	
7 微砂質壤土	0 ~ 15	45 % 以上	
8 砂質埴土	25 ~ 45		55 % 以上
9 砂質埴壤土	15 ~ 25	20 % 以下	
10 砂質壤土	0 ~ 15		65 ~ 85
11 砂 土			85 % 以上

植物の必須養分の役割 (*Thatcher*)

型	役 割	元 素
I	エネルギー交換	H , O
II 陰イオン(酸)	エネルギー蓄積	C , N , S , P
III 原子価一定陽イオン(塩基)	代謝調節	Na, K , Ca, Mg
IV 原子価変化陽イオン(塩基)	酸化還元調節	Ma, Fe , (Co, Ni) Cu, Zn
V 原子価変化両性		B , Al , Si , As , Se
VI 原子価一定陰イオン(酸)		Cl , F , (Br, I)
VII 原子価変化陽イオン(塩基)	酸化還元調節?	Co, Ni
VIII 両性		Ge, Ga, etc

植物養分要求度による分類

第1次必須要素	N , P , K , C , H , O
第2次必須要素	Ca, Mg, S
微量要素	Fe, B , Mn, Zn, Cu, Mo
附随要素	Si , Na, Cl
肥料3要素	N , P , K
肥料4要素	N , P , K , Ca
肥料5要素	N , P , K , Ca, 有機物

苗木の灰分組成

(津田, Nは塘ら)

樹 種	苗 令	乾物 1000 分中					灰分 100 分中		
		灰 分	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO
ス ギ	2	26.9	2.3	5.0	8.7	16.9~11.8	8.3	20.2	32.7
アカマツ	2	15.7	2.4	3.6	3.9	19.9~13.9	15.4	22.8	24.1
ヒノキ	2	35.2	3.0	4.9	15.8	22.3~12.0	8.6	14.0	45.2
カラマツ	2	28.3	3.4	3.9	6.0	30.6~10.5	11.9	13.8	21.3

モ ミ	2	28.0	4.9	5.4	6.7		14.0	19.3	24.0
シラカシ	2	51.3	2.5	6.4	18.0		4.8	12.4	35.2
ク ス	2	49.2	2.7	5.8	12.9		5.3	18.4	27.4
ケヤキ	2	85.5	4.6	5.8	23.5		5.5	11.7	26.2

床替苗の燐酸と石灰の含量

(塘, 道仙)

樹 種	P ₂ O ₅ 灰分 100 中			CaO 灰分 100 中		
	最 大	~ 最 小	平 均	最 大	~ 最 小	平 均
ス ギ	12.79	~ 5.17	9.88	27.50	~ 21.05	23.27
ヒ ノ キ	13.86	~ 5.71	11.24	27.95	~ 18.44	23.83
ア カ マ ツ	16.30	~ 11.47	13.62	20.30	~ 12.47	15.64
カ ラ マ ツ	15.77	~ 9.86	12.32	14.91	~ 9.39	11.88

施肥要素量の算定方法

- (1) 慣行施肥量による方法。
- (2) 3要素試験と適量試験から算出する方法。

イ 3要素試験の成績から次のように3要素の割合がきまる。

	苗 木 重	地力指数	施肥指数
3 要素 区	60 g	100	
無 窒 素 区	24	40	60
無 燐 酸 区	30	50	50
無 加 里 区	36	60	40
無 肥 料 区	21	35	

N : P₂O₅ : K₂O = 6 : 5 : 4

ロ 適量試験の結果, 硫安 60 g (N = 12 g) が良かった。

ハ 施肥要素は $N = 12g$, $P_2O_5 = 10g$, $K_2O = 8g$ となる。

(3) 苗木の養分吸収量と養分天然供給量からもとめる方法。

(還元法)

$$\text{施肥量(A)} = \frac{\text{苗木の養分吸収量(B)} - \text{土壌の天然供給量(C)}}{\text{肥料の吸収率(D)}}$$

例 (塘による)

樹種	目標苗 生重g ()本数	m ² 当 乾重g	苗の3要素含有率乾物%			苗の養分吸収量(B)			養分天然供給量(C)			施肥要素量(A)			修正施肥要素量(A)		
			N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
スギ	120(49)	1,764	1.3	0.23	0.50	22.9	4.1	8.8	9.2	2.1	5.3	27.4	10.0	7.0	16	15	14
	80(49)	1,176				15.3	2.7	5.9	6.1	1.4	3.5	18.4	6.5	4.8	18	10	10
	50(56)	840				10.9	1.9	4.2	2.6	1.0	2.5	16.6	4.5	3.4	16	7	7
ヒノキ	60(56)	1,008	1.3	0.30	0.49	13.1	3.0	4.9	6.6	1.8	2.9	13.0	6.0	4.0	13	9	8
	40(56)	672				8.7	2.0	3.3	4.4	1.2	2.0	8.6	4.0	2.6	9	6	5
アカマツ	70(49)	1,029	1.8	0.24	0.36	18.5	2.5	3.7	13.0	1.5	2.6	11.0	5.0	2.2	11	8	5
	50(56)	840				15.1	2.0	3.0	10.6	1.2	2.1	9.0	4.0	1.8	9	6	4
カラマツ	120(49)	1,764	1.2	0.34	0.39	21.2	6.0	6.9	8.5	3.0	4.1	25.0	15.0	5.6	25	22	11
	80(49)	1,176				14.1	4.0	4.6	5.6	2.0	2.8	17.0	10.0	3.6	17	15	7
	50(56)	840				10.1	2.9	3.3	4.0	1.5	2.0	12.2	6.0	2.6	12	9	5

ただし、肥料の吸収率はすべて $N : 50\%$, $P_2O_5 : 20\%$, $K_2O : 50\%$ とし、天然供給量は N, P_2O_5, K_2O を次のように仮定した。

スギ 40%, 50%, 60%, ヒノキ 50%, 60%, 65%

アカマツ 70%, 60%, 70%, カラマツ 40%, 50%, 60%

修正施肥量は健苗育成の立場から、窒素をひかえめにして、
 燐酸を約 1.5 倍、加里を約 2 倍とした。

例 2 (芝本による)

樹種	区分	1本当生産 (g)	含水率 %	1本当乾重	1m ² 当生産量 g	m ² 当り吸収量(B)		
						N	P ₂ O ₅	K ₂ O
スギ (まきつけ)	1	4.0	70	1.08	540	7.88	2.11	6.10
	2	3.5	70	0.95	473	6.91	1.84	5.34
	3	3.0	70	0.81	405	5.91	1.58	4.58
ヒノキ (まきつけ)	1	2.5	70	0.75	450	7.11	1.94	5.09
	2	2.0	70	0.60	360	5.69	1.55	4.07

天然供給量を $N : 30\%$, $P_2O_5 : 40\%$, $K_2O : 60\%$ とする。

吸収率を $N : 50\%$, $P_2O_5 : 30\%$, $K_2O : 50\%$ とする。

干害や寒害に対する抵抗力を増し、秋季早目に生育を完了させるため、燐酸を 2 倍にする。そうすると次の標準施肥量を得る。(g/m²)

	スギ			ヒノキ	
	1	2	3	1	2
N	11.04	9.68	8.28	9.96	7.96
P ₂ O ₅	8.46	7.34	6.34	7.74	6.20
K ₂ O	4.88	4.28	3.66	4.08	3.26

例 3 無肥料でえられる苗木の重量がわかっているとき、

	m ² 当り3要素量			
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	
目標苗重量 80g	14.11	3.29	9.41	(B)
無肥料苗重量 32g	5.64	1.36	3.76	(C)
(B) - (C)	8.47	1.93	5.65	
施肥量	16.94	9.65	11.30	(A)

ただし苗の含水率 70%, m²当り 49 本植え、苗の養分含有率 $N : 1.20\%$, $P_2O_5 : 0.28\%$, $K_2O : 0.80\%$, 肥料の吸収率 $N : 50\%$, $P_2O_5 : 20\%$, $K_2O : 50\%$ とする。

各種肥料の利用率

(松浦による)

	含 量 (%)			麦の利用率 (%)		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
硫 安	20.00	—	—	55	—	—
石灰窒素	20.00	—	—	60	—	—
硝 安	32.00	—	—	60	—	—
過磷酸石灰	—	16.00	—	—	40	—
下 肥	0.57	0.13	0.27	50	40	60
干 糞	7.50	1.00	0.50	50	35	—
鯨 糞 粕	9.50	4.50	—	50	35	—
大 豆 粕	7.20	1.50	2.00	45	10	45
菜 種 粕	5.20	2.50	1.60	35	10	45
米 糠	1.30	3.60	1.40	30	10	45
木 灰	—	2.50	8.00	—	40	60
稻 ワ ラ	0.63	0.11	0.85	20	10	45
山 笹	0.66	0.10	0.35	—	10	45
堆 肥	0.50	0.25	0.50	20	10	45
焼 土	0.25	0.20	0.30	20	30	45
海 草	2.40	1.50	3.80	20	10	45
水 草	2.65	0.80	3.17	20	10	45

苗木の養分過不足による症状

(宮崎, 塘, 藤田, 及川)

N 欠乏 幹や枝の成長が不良, 葉色は全体に淡緑~黄緑

過剰 葉は濃緑色, 全体に多汁, 徒長

P 欠乏 スギ: 上葉から暗緑色になり, 次第に全体が暗緑色

~古銅色になる。

ヒノキ: 苗木全体が暗緑色~暗紫色, とくに下部葉は強く紫色をおびる。

アカマツ: 下部の葉のつけねから緑紫色になり, 次第に上部が淡緑色, 下部が紫色になる。

カラマツ: 葉の先が暗紫色になり次第に紫~赤紫になる。

K 欠乏 スギ: 上葉が緑褐色になり, 次第に上葉にうつる。

終に全体緑褐色となつて下葉は赤褐色となる。

ヒノキ: 全体が暗緑色から緑褐色になり, 下葉が赤褐色になる。

アカマツ: 全体が暗緑紫色になり, 次第に下葉が淡褐色になる。葉は丸くとしる傾向になる。

カラマツ: 全体が淡黄色になり, 下葉は淡褐色になる。葉は丸くとしる傾向になる。

過剰 茎葉が黄緑色になり, 堅い感じになる。苦土欠乏症状を呈することがある。

Ca 欠乏 アカマツ: 下部の葉が濃緑色になる。

Mg 欠乏 スギ: 下部の葉が褪色し, 次第に淡黄褐~赤褐になる。

ヒノキ: 下部の葉が褪色し, 次第に黄色になる。

アカマツ: 上葉先端が紫色化し, 次第に全体におよぶ, 最後に黄色になる。

カラマツ: 葉の先端から淡緑色になり, 次第に黄色が強くなる。

頂端部が黄~黄白色になる。

Fe
Mn 欠乏
Ca

過剰

肥料の種類

- 1 有機質肥料 (堆肥, 下肥, 魚肥, 油粕)
- 2 化学肥料
 - a 単肥
 - イ 窒素肥料 (硫酸, 塩安, 硝安, 尿素, 石灰窒素)
 - ロ 燐酸肥料 (過燐酸石灰, トーマス燐肥, 熔成苦土燐肥)
 - ハ 加里肥料 (塩加, 硫加)
 - ニ 石灰肥料 (生石灰, 消石灰, 炭カル)
 - ホ 珪酸肥料 (珪酸肥料)
 - ヘ 苦土肥料 (硫酸苦土, 水酸化苦土, 炭酸苦土)
 - ト マンガン肥料 (硫酸マンガン)
 - チ 硼素肥料 (硼砂, 硼酸)
 - b 複合肥料
 - イ 第1種複合肥料
 - (1) 普通化成肥料 (森, すみれ, くみあい, etc)
 - (2) 塩基性化成肥料 (軍配, まるしょう, 黒ゆり, etc)
 - (3) 尿素化成肥料 (スーパ赤, ひばり尿素化成)
 - (4) 燐硝安系化成肥料 (加燐硝安緑1号 etc)
 - (5) 硫燐安系化成肥料 (住友燐安加里 etc)
 - ロ 第2種複合肥料 (固形肥料, 粒状肥料)
 - ハ 第3種複合肥料 (エスサン etc)

土壌の簡易検定

- 1 矢木式と柳田式とがある。
- 2 測定項目 PH, 全酸度, 燐酸, 加里, 石灰, マグネシウム, アルミニウム, 鉄, マンガン, 燐酸吸収力, ばん土性 (矢木式のみ), 硫化水素 (柳田式のみ)
- 3 使用上の注意
 - a サンプルの採取をなるべく多く行なうこと。
 - b サンプルをとる位置に注意すること。
 - c サンプルをとる時期に注意すること。
 - d 試薬は新しいものをつかうこと。
 - e 検定結果にたよりすぎないこと。
- 4 検定結果の応用例
 - (1) PH. PHが低すぎるとき (強酸性) には石灰を施して, 適当なPH値にしなければならない。「酸性を中和する」とふつうにいわれるが, 苗木は中性より微酸性でよい生育をするので, この点をまちがわないよう。

石灰施用法

 - (イ) 苗畑土壌を10 cm × 10 cmの広さで耕耘する深さまでほつて, 数コの容器に入れる。
 - (ロ) 各容器に使用する石灰肥料を0.5 g, 1.0 g, 1.5 g, ...と順次に入れて, よく土とまぜる。
 - (ハ) 各容器の土壌のPHをはかる。
 - (ニ) 希望のPH値になつた容器に入れた石灰量が100 cm²当りの量であるから, これを100倍するとm²当りの使用

量となる。

- (2) 磷酸および磷酸吸収量 磷酸含量はスギでは矢木式で「含む」柳田式で指数が6～8が、またカラマツでは矢木式で「富む」、柳田式で指数8～10が適当といわれる。育成する樹種により、必要に応じて施肥量を考えるべきである。また吸収力の強い土壌では施肥量を増加する必要があり、堆肥にまぜて施すとか、石灰や堆肥の施用により施用した磷酸が有効に苗に利用されるようすること、過磷酸石灰のかわりに熔成磷肥や鶏糞をつかうことなど適切な方法を考えるべきである。

苗畑試験にあたって注意すべき点

- 1 必ず標準区を設けること。
- 2 施肥量の適正を期すること。
- 3 適当な土壌をえらぶこと。
- 4 適当な苗木をえらぶこと。
- 5 管理に注意すること。
- 6 試験区の連数をますこと。
- 7 数回くりかえして行なうこと。
- 8 試験区の配置に注意すること。
- 9 経過を常に観察すること。

