

苗畑における苗木の連作・輪作試験

原 田 洸⁽¹⁾

1. ま え が き

この報告は、林業試験場目黒苗畑における9年間の連作、輪作に関する試験、矢板営林署東原苗畑における5年間の連作、輪作に関する試験、岡山営林署五城苗畑における2年間の連作試験の結果を中心として、それに現在まで断片的に収集した連作、輪作に関するデータを付加してまとめたものである。

この報告の内容は、苗木の連作、輪作に関して十分に調査研究されたものではないが、筆者の研究上の都合により、現在まで継続していた試験を中止することになったので、今後この種の研究を進める人達の参考になればと考え、一応今までの経過をとりまとめたものである。

国有林苗畑では、後述するように、計画性をもった輪作方式は採用されておらず、育苗樹種は、その地方の森林経営計画に左右され、理論上適正な輪作方式を決めても、それを運営するのに多くの困難をとまなう。

そこで、この試験は、苗畑における計画性をもった輪作方式の研究ではなく、同一樹種の苗木を毎年同一の場所に床替えした場合、隔年に異樹種を組み入れて輪作方式に床替えした場合、苗木の成長や土壌にそれぞれどのような変化があらわれるかを検討することに主眼をおき、限られた面積内で特定の樹種のみを多量に養苗する苗畑では、どのような肥培管理を考慮したらよいかなどについても検討しようとしたものである。

それゆえ、この報告で使用している「輪作」という言葉には、「ある種の苗木を床替えした跡地に、別種の苗木を床替えする」というばく然とした意味が含まれている。

この報告で述べる諸試験を実施するにあたり、林業試験場元土壌調査部長宮崎 紳博士、土壌肥料科長塘 隆男博士、土壌微生物研究室長植村誠次博士から絶えずご指導とご助言をいただいた。また土壌肥料研究室の各位からは、3の目黒苗畑での試験でとくに協力をいただき、矢板営林署堀野吉雄、村上トシ子、熊田勝久の各技官には、4で述べる東原苗畑の試験で、岡山営林署大滝 勇、林試関西支場豊島昭和技官には、5で述べる五城苗畑での試験で、それぞれ毎年床替え、管理、成長測定などを担当していただいた。これらの方々に感謝の意を表する。

2. 苗木の連作、輪作に関する既往の知見ならびに国有林苗畑における連作、輪作の実態

2-1. いわゆる忌地と連作障害

この項では、いわゆる忌地その他の連作障害に対する考え方を提示することにより、この報告における

(1) 土壌調査部土壌肥料科土壌肥料研究室長

筆者の態度を明らかにしようと考えた。

同一の場所に同種の植物を毎年栽培すると、植物の種類によっては生育が不良になることがある。これは忌地または嫌地 (Soil sickness, Bodenmüdigkeit) とよばれ、相当古くから認められている現象である。筆者の調べた範囲内でも、わが国で明治の後期に、すでに大工原 (1904)²⁾ によりエンドウの根から有害な有機物が分泌され、それがエンドウの忌地現象をおこす原因になるであろうとの仮説のもとに、2～3の実験を行なったことが報告されている。

また生育障害は、同種植物を連作した場合ばかりでなく、別種の植物による生育障害の現象もあり、たとえば COOK (1921)¹⁾ や SCHNEIDERHAN (1927)²⁰⁾ らにより、クルミが農作物や果樹の成長を阻害し、ある場合には枯死させることもあることが報告された。

一時、これらの異種植物による生育障害も、いわゆる忌地と同じように考えられていたが、KLAUS (1939)¹¹⁾ が、果樹の生育障害について研究したさい「同種の植物を同一の場所に連作した場合におこる生育障害を Bodenmüdigkeit とする」と定義して以来、忌地とは同種植物間の問題に限定されるようになったようである。

いわゆる忌地の原因については、長年にわたり、多くの研究者の報告があり、毒素説、養分消耗説、微生物説、病虫害説などの諸説が唱えられているが、いずれの説もいわゆる忌地を解決する決め手には現在のところなっていないようである。Biological Abstract における論文の分類においては、いわゆる忌地関係は原因不明病の範ちゅうにいれられている。原因の明らかなもの、たとえば連作で病気やネマトーダが発生し、それが主要原因で生育低下した場合などは、それぞれ忌地の範ちゅうから除かれ、病気、ネマトーダ害の範ちゅうにいれられている。

このような情勢をみた場合、現時点では、「忌地」という言葉は「連作により起こる原因不明の生育障害」という意味で使った方がよいように思われる。

また同種の植物を2～3年連作しただけで生育障害をおこす場合は別として、5～10年も連作しておこる生育障害は、いわゆる忌地とは切り離して考えるべきであり、特に林業苗畑の場合は、農作物畑より地力の消耗が激しい³⁾ ので、肥培管理がいくらかでも不適當の場合には、生育が不良になることも考えねばならない。

それゆえ、後述する本報告の内容は、「忌地」ではなく、苗木の連作により生育障害があらわれるか否かを検討しようとしたものである。

2-2. 苗木および林木の連作障害に関する既往の報告

苗木の連作障害に関する意識的研究はほとんどないが、従来一般にいわれているものとしては、本多 (1911)⁶⁾ は、「連作をすると、4～5年後には十分の肥料を与えても、良好な苗木を生産することができなくなり、この原因は、苗根から分泌される酸の集積と、必要養分が欠乏することによるものである」と述べ、鏑木 (1931)⁹⁾ は、忌地の原因に考察を加え、忌地性は植物の通有性であると断定してさしつかえないと考え、「糸状菌などのために、ある種の植物が生育不能となる場合があり、石灰欠乏地では酢酸菌が繁殖旺盛となり、地中の炭酸ガス量を増加し、酸素の供給を不良とするため、トウヒ苗を養成することができない畑地がある」と述べている。

また、どのような樹種で忌地が問題になっているかを既往の文献からしらべてみると、肥料木類や特用樹種類で問題視されていることが多い。

すなわち、ヒメヤシャブシについては、本多（1915）⁷⁷ は、「滋賀県では、この樹種は忌地がおこるので、前年植栽した跡地に再び植えることは避け、隔年または2年おきに輪作している」ことを述べ、倉田（1953）¹³⁹ は「この樹種の忌地は、多分ヒメヤシャブシ自身が有害な発芽抑制物質を出して、その後の苗の成長を阻むためのようであるが、本当の原因については調べられていない」と述べている。

英国トゲナシニセアカシアについては、大山（1955）¹⁶¹ は、連作すると忌地がおこることを述べ、「この原因は根に含まれる成長阻害物質が土壤中に分泌されるか、あるいは根とともに土壤中に残ることがおもな原因のように考えられる」と述べている。

コリヤナギについては、本多（1915）⁷⁷ は、但馬地方の例として、古株を掘りとった跡に、直ちにまたコリヤナギを仕立てることは避け、3年間くらいは、他の作物を仕立てていることを述べている。

ウルシについては、倉田（1949）¹²¹ は、「極端な忌地性があるので、連作ができず、すくなくとも8年の間をおくべきだといわれている」と述べている。

斎藤（1954）¹⁸³ は、「アカマツ、クロマツ、リギダマツなどは、連作により生育障害をおこすようだ」と述べているが、金谷（1931）¹⁰² によれば、「4年間マツ類を連作したところのアカマツ、クロマツの成長は非常に良好であり、スギ、ヒノキの跡地では、6～8月のころに葉色が紫色化し、成長が不良であった」と報告している。ただし、スギ、ヒノキの跡地で成長が不良であったのは、土壤が酸性化していたためらしく、石灰施用で成長が回復したと述べている。

外国の例では、MANARESI（1953）¹⁴¹ は、イタリアの苗畑で長期間かんさつの結果、忌地は苗木の根から分泌される有害物質のためであろうと考え、30種の樹種をその感受性によって分類した。

林地においても、これらに類似した現象が報告されていて、鑄木（1931）⁹¹ は、「単純林の施業には、特に忌地について考える必要があり、トウヒの単純林密植が忌地の原因をなすことは、たとえ肥沃地であっても起こりうる」と述べている。

NEMEC（1954）¹⁵³ は、ボヘミア地方の針葉樹の純林でポドゾル化が加速的に進行したり、B層が固結していて林木の成長が不良になった場合、これらの現象を Sick という言葉で呼び、このような不良土壌を Sick soil と呼んでいる。

しかし、これら林地の現象を、今まで述べてきた畑の、連作障害と同一視してよいかどうかは疑問がある。

2-3. 国有林苗畑における連作、輪作の実態

10営林局管内54営林署62苗畑における、昭和26年から昭和31年に至る6年間の輪作、連作の実態をアンケート調査でしらべた結果を整理すると、第1表のようになる。

すなわち、苗畑で育苗対象にしている樹種は、ほとんどが針葉樹であり、育苗に際しては、3～5年おきに1年間緑肥作物を栽培している所が多い。また同一樹種の連作は、調査例の約30%を占めている。輪作の場合でも、1～2年交替で2樹種を交互に床替えしている例が多く、3樹種以上の交替は非常にすくない。

このような実態は、一般に国有林苗畑では、育苗樹種が単純化され、3～5年に1度緑肥を導入する程度で、計画的輪作体系は確立されていないことを示している。

また、連作により生育障害があらわれるか否かの調査では、カラマツおよびヤシャブシ類の連作で障害があると報告された例があるが、その症状はきわめてばく然としていて、1例は連作で成長不良になると

第 1 表 国有林苗畑における連作・輪作の実態 (アンケート調査の結果)

昭和31年

区	分	出現率 %
育苗対象樹種	針葉樹のみの育苗	92
	広葉樹の育苗も含む*1。	8
緑肥導入の有無	調査期間中に緑肥を導入していた。	92
	緑肥を導入しなかった。	8
連作、輪作別および輪作に使う樹種数	同一樹種を連作している*2。	34
	2 樹種を導入して輪作	55
	3 樹種を導入して輪作	8
	4 樹種を導入して輪作	3
連作障害の有無	連作障害がない。	92
	連作障害がある*3。	8

*1 広葉樹の種類は、ウルシ、ケヤキ、クス、ヤシヤブシ類である。

*2 苗齢が違っていても、同一樹種の場合は連作とみなした。

*3 連作障害ありと答えたものは、カラマツおよびヤシヤブシ類の連作の場合で、症状は、1 例は成長不良、他は病虫害が発生すると回答されている。

述べ、他の例はすべて連作により病虫害が発生すると述べている。

2-4. 考察——農業における輪作との比較考察——

農業における輪作は、西欧の輪作の影響をうけているが、西欧の輪作は、現地の食生活と環境の特徴から発達したといわれている⁸⁾。

すなわち、西欧の環境は、乾燥に耐える小麦の栽培を拡大し、海に遠いため、蛋白質源を家畜に求め、そのため家畜飼料の畑地導入から輪作が発達したといわれている。

石塚 (1959)⁹⁾ は、「三圃式農業 (冬小麦—夏大麦—休閒) の時代には、飼料は輪作系外より求めていたが、これでは土壌の養分はりやく奪され、休閒地は単に養分りやく奪のスピードを緩和することにしか役だたない。そのため、地力維持を積極的に考えてのマメ科導入による改良三圃式 (休閒—大麦—クローパー—小麦) が発達したが、この方式では窒素に関するかぎり地力に余裕ができ、リン酸やカリもそれほどマイナスにはならない。しかし、マメ科導入で生産があがれば、休閒地は不要となり、小麦—大麦—かぶ—クローパーの基本型を持つ Norfolk 型が登場し、発展した」と農業における輪作体系の発展の過程を解析した。

現在、農業における輪作は、この Norfolk 型を基本とし、これに地力維持、病虫害防止などを考慮し、さらに価格の変動性の高いものの単作は、経済上危険であるので、それぞれの地方での代表的作物を中心にした、地力維持型作物と換金作物の輪作方式が発達してきたといわれている。

林業苗畑においても、一部の民間の苗畑経営においては、種々の農作物と苗木の交互導入による輪作体系が可能であるが、一般に林業苗畑において、農業におけるような輪作体系の確立が行なわれなかった理由として、従来連作して苗木を育てても、極端な連作障害は認められず、単に作物や果樹関係においていわれている忌地の概念をそのまま導入して、2～3の樹種を交互に交替する程度の輪作で苗木を生産しえたこと、および林地に植栽される樹種が、その地方の森林の経営計画に左右され、その地方の経営計画で

とりあげられる樹種はたとえ適地適木が十分行なわれたとしても、育苗樹種が3～4種類に制限されるといふ林業の特殊性と、林業という大規模経営の中において、単作をしても、経済的危険性を考慮する必要がなかったということによるためと思われる。

しかし、従来、短期間の苗木の連作では生育障害は特に問題視されていないが、長年苗木を栽培すると、連作、輪作のいかんにかかわらず経験的にはあるが、地力低下をきたすということがいわれている。

最近の労力不足下の苗畑では、機械力導入による育苗が行なわれ、機械力導入による育苗には、苗木生産能率を高めるため画一的な切り取り、盛土工事が先行し、そこに大面積にわたる同一樹種の連作方式が採用されるようになるであろう。また拡大造林の進展にともなう苗木の量は、各苗畑の休閑地面積を縮小する傾向をもたらすであろう。

これらの傾向は、苗畑土壌の地力低下を促進させる危険性が多分にある。

そこで、苗木の連作や現行の輪作方式が、苗畑土壌や苗木の生育にどのような影響を与えるかを知り、それを基に苗畑の地力を維持し、さらに増進させるために、将来どのような栽培方式を考慮したらよいかを研究する必要があると考える。

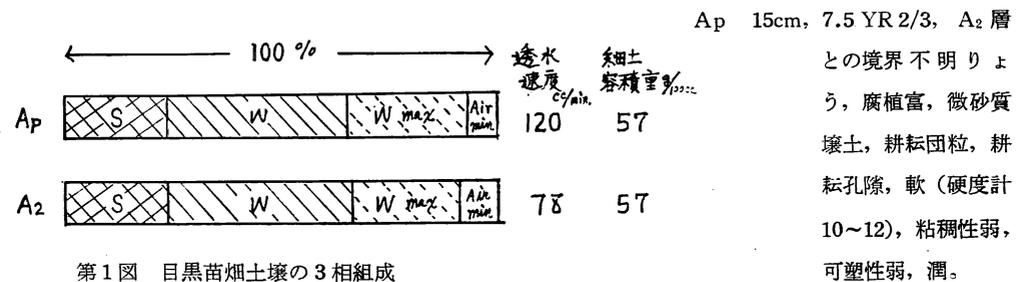
3. 林業試験場目黒苗畑における主要造林樹種の連作・輪作試験結果

この試験は、同一苗床に同一樹種を毎年連作した場合、苗木の成長や土壌の性質にどのようなちがいが生じるかをしらべるため、標準施肥、堆肥倍量、無堆肥無石灰の施肥処理を組み合わせて、1区1m²3回反復で昭和30年4月から昭和38年11月に至る9年間継続実施した。

3-1. 試験方法

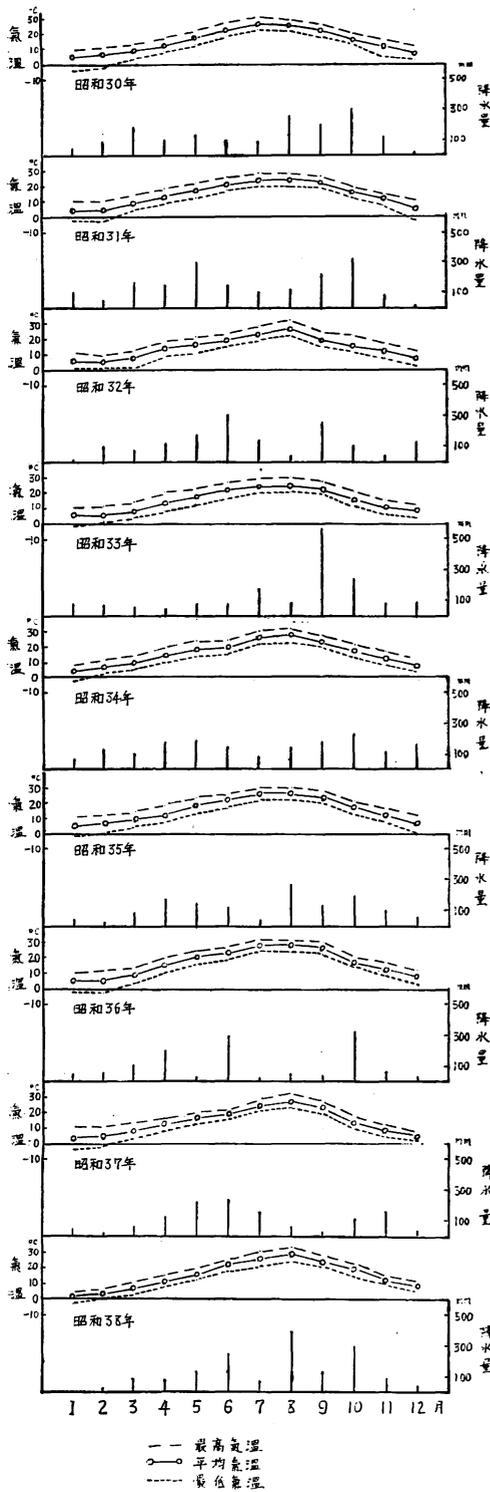
3-1-1. 試験地の概況

試験地は、関東ロームに由来する適潤性の黒褐色の土壌で、林業試験場の構内の苗畑の次のような土壌断面を持つ場所に設定した。



第2表 目黒苗畑の表土の化学性（試験開始前）

pH (H ₂ O)	pH (KCl)	Y ₁	C %	有効態 P ₂ O ₅ ppm	リン酸 吸収力	0.2N 塩酸 可溶 K ₂ O ppm
5.1	4.2	0.99	6.87	36	1800	30



第2図 目黒苗畑における気温と降水量

A₂ 15~20cm 7.5 YR 2/3, B層との境界漸, 腐植富, 微砂質壤土, カベ状, 軟 (硬度計10~12), 粘稠性弱, 可塑性弱, 潤。

A~B 5~8cm 7.5 YR 3/3, B層との境界漸, 腐植含, 微砂質壤土, カベ状, 軟 (硬度計10~15), 粘稠性弱, 可塑性弱, 潤。

B 5 YR 3/4, 腐植欠, 微砂質壤土, カベ状, 堅 (硬度計14~16), 粘稠性弱, 可塑性弱, 潤。

A_p層およびA₂層の2~3の理化学性は第1図, 第2表のとおりであり, 関東ロームの一般的性状を備えた土壌である。

なお, 試験期間中の気温と降水量は第2図のとおりである。

3-1-2. 試験設計

第3表に示す設計のもとで毎年継続した。この設計は, 試験開始当初 (昭和30年) 計画したもので, 試験実施中に2~3の不備の点を認めたが, 試験の性質上, 途中で変更することなく行なった。

この試験における施肥要素量は, スギ, カラマツは15~13~12, アカマツ, ヒノキは12~11~10, オオバヤシヤブシは10~40~12とした。標準施肥区にはm²あたり堆肥1,000g, 堆肥倍量区にはm²あたり堆肥2,000gを施用し, 無堆肥区には堆肥を施用せず, 堆肥の要素含有率を0.4~0.1~0.5%と推定し, それぞれ上記要素量になるよう不足分を硫酸, 過リン酸石灰, 硫酸カリで施用した。石灰は無石灰区以外は, 毎年200g/m²の消石灰を施用した。

3-1-3. 試験方法

年により多少の違いはあるが, 3月中~下旬

第3表 試 験 設 計

区 分	施 肥 処 理	備 考
連作試験地	スギ連作	それぞれに標準施肥* 堆肥倍量 無堆肥 無石灰 の4区を組みあわせた。
	ヒノキ連作	
	アカマツ連作	
	カラマツ連作	
	オオバヤシャブシ連作	
輪作試験地	スギ連作	輪作区の対照として設定, 1m ² 3回反復。
	スギーヒノキ輪作	標準施肥* スギと他樹種を隔年に床替え。 1m ² 3回反復。
	スギーアカマツ輪作	
	スギーカラマツ輪作	
オオバヤシャブシ連作	輪作区の対照として設定, 1m ² 3回反復。	
オオバヤシャブシーアカマツ輪作	標準施肥* 隔年に樹種交替, 1m ² 3回反復。	

* ここでいう標準施肥の「標準」には必ずしも適正な施肥設計の意味は含まれていない。堆肥倍量および無堆肥に対し、ばく然と使用したことばである。

に各試験区内を他の区の土が混入しないように注意して耕耘し、設計に記載した施肥処理を行ない、4月上～中旬スギ、ヒノキ、アカマツ、カラマツは厳選した1-0苗木を49本/m²あて床替えし、オオバヤシャブシは10g/m²あてまきつけた。床替え苗の大きさは、年により異なるが、各年とも処理間の差はないようにした（毎年の床替え苗の大きさは第3～10図参照）。その後は、当苗畑の慣行にしたがって除草、消毒を適宜行ない、10月中～下旬に掘り取って、成長状態を測定した。また必要に応じ、各区の耕耘層内の土壌を採取して、2～3の性質をしらべた。土壌の理化学性の分析は、苗畑土壌調査方法書（案）¹⁷⁾にしたがった。

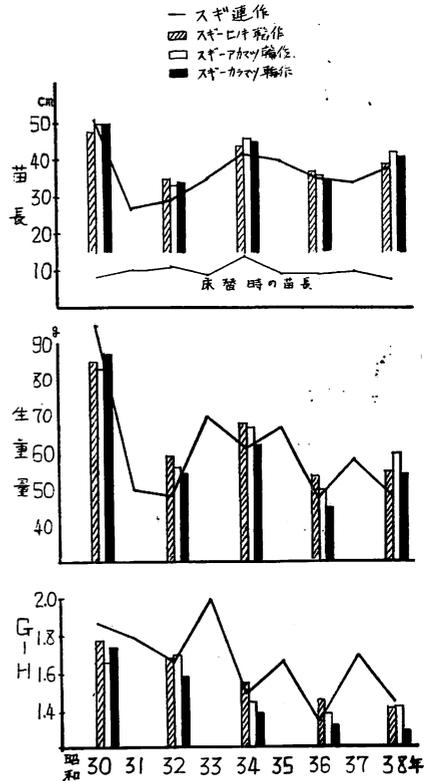
3-2. 試験結果

3-2-1. スギの成長

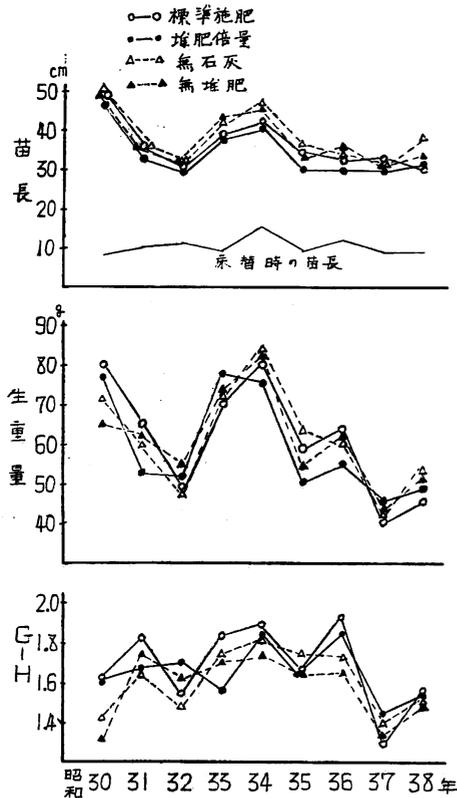
(a) 連作, 輪作別の検討

標準施肥のもとで、連作区のスギと輪作区のスギの成長を比較すると第3図である。

スギの成長は、年度により異なり、試験期間中苗長で30～50cm、生重量で45～90gの範囲内で変動しているが、連作による苗長成長低下の現象はみられず、毎年輪作区のスギの苗長成長とほぼ似た傾向がみられた。



第3図 連作・輪作別にみたスギの成長



第4図 肥培管理別にみたスギの成長

苗木の形質の良否を判断する一法として、G-H率を計算してみると、第3図の下図のようになり、第1年目から第9年目にかけて、毎年この比率が低下してゆく傾向がみられる。すなわち、苗長成長に対し、生重量成長の不足した、形質の点では悪い苗木が生産されていることになる。しかし、この傾向は、連作区のスギの特異現象ではなく、輪作区においても同様の傾向がみられている。各輪作区のなかで比較すると、G-H率は、いずれの年もカラマツ跡地のスギで低く、ヒノキ跡地のスギで高く、連作区のスギはほぼその中間の値を示している。

(b) 肥培管理別の検討

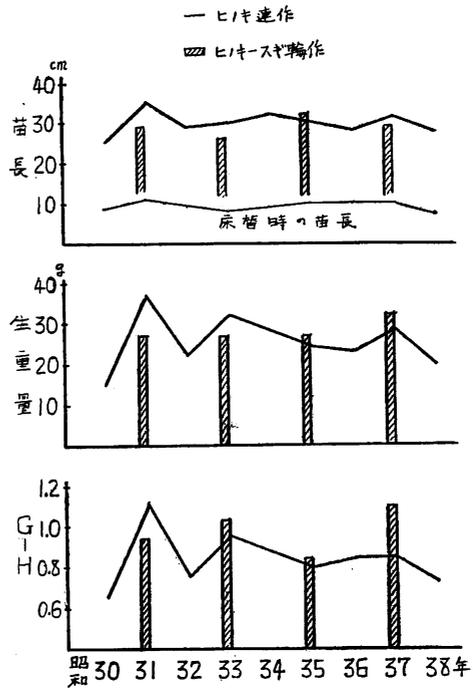
標準施肥、堆肥倍量、無堆肥、無石灰の施肥のもとで、スギを9年間連作した結果は第4図である。

この図でみると、各区ともほぼ似た成長経過を示し、各年次ごとに、施肥処理別に多少の成長の変動があるが、全体的に肥培管理別に特に異なった傾向は認められない。

第4図における標準区は、第3図の連作区と違った位置にあるプロットのため、第3図とは多少成長量に違いがあるが、全体の傾向としては類似している。G-H率は、各区とも第3図におけるほど明らかな低下傾向は認められないが、標準施肥区、堆肥倍量区に比し、石灰欠、堆肥欠区では小さい値を示す傾向がみられる。

3-2-2. ヒノキの成長

(a) 連作、輪作別の検討



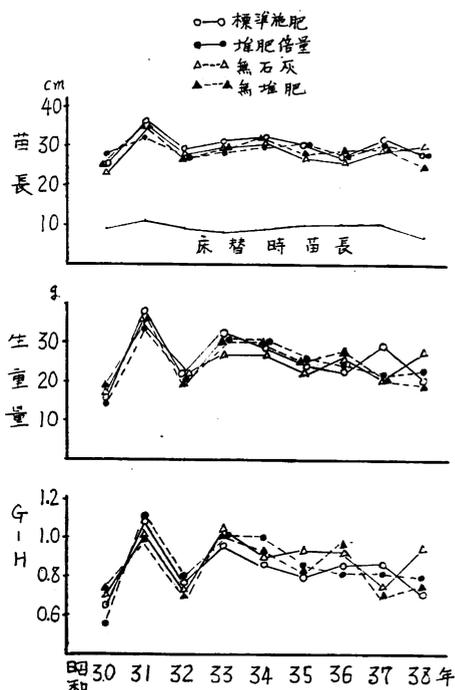
第5図 連作、輪作別にみたヒノキの成長

標準施肥のもとで、ヒノキ連作区のヒノキとヒノキスギ輪作区のヒノキの成長を比較すると、第5図のとおりである。

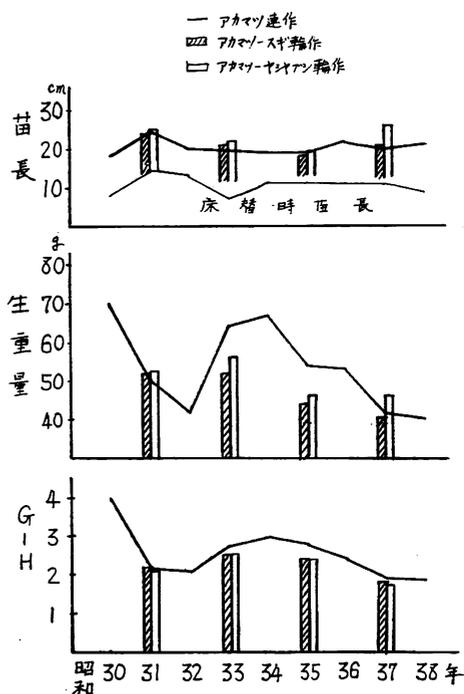
連作区では、苗長、生重量とも第2年目で最高、第1年目で最低の値を示した。成長状態は年度により相当異なり、試験期間中に苗長で25~35cm、生重量で15~35gの範囲で変動しているが、連作による成長低下の現象は認められない。輪作区との比較においても、第6年目で連作区の成長が輪作区のものより多少劣っている程度で、全体的にみて、連作による成長低下現象は認められない。

しかし、G-H率では、4年目、6年目、8年目で、いずれも連作区の苗の方がやや小さい値を示している。

なお、本図の連作区は第6図で、後述する標準区と同一プロットである。



第6図 肥培管理別にみたヒノキの成長



第7図 連作、輪作別にみたアカマツの成長

(b) 肥培管理別の検討

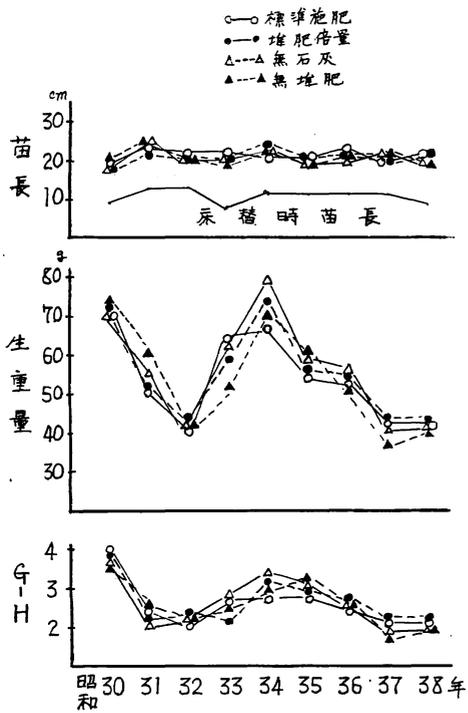
標準施肥、堆肥倍量、無堆肥、無石灰の各施肥処理のもとで、9年間連作した結果は第6図のとおりである。

この図でみると、各区ともほぼ似たような成長経過を示し、年度により処理別の成長に多少の変動があるが、全体的にみて肥培管理別に、特に違った傾向は認められない。

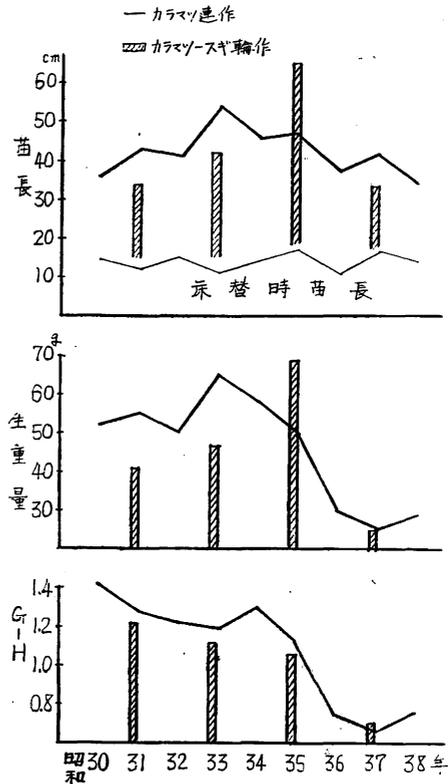
また、G-H率についても同様に、年度により多少異なった傾向を示しているが、肥培管理別に特に違った傾向は認められない。

3-2-3. アカマツの成長

(a) 連作、輪作別の検討



第8図 肥培管理別にみたアカマツの成長



第9図 連作・輪作別にみたカラマツの成長

標準施肥のもとで、アカマツ連作区のアカマツと、アカマツ-スギ輪作区のアカマツおよびアカマツ-オオバヤシャブシ輪作区のアカマツの成長を比較すると第7図のとおりである。

成長状態は年度により異なり、苗長は20~25 cm、生重量は40~70 gの範囲で変動しているが、連作による成長低下現象は認められない。アカマツ-スギ輪作区とアカマツ-オオバヤシャブシ輪作区のアカマツの成長を比較すると、後者の方がやや大きい成長をしているが、これはオオバヤシャブシに対しては、スギと異なった組成の施肥が行なわれているため、その跡地土の養分状態にも差異が生じたためではないかと考えられる。

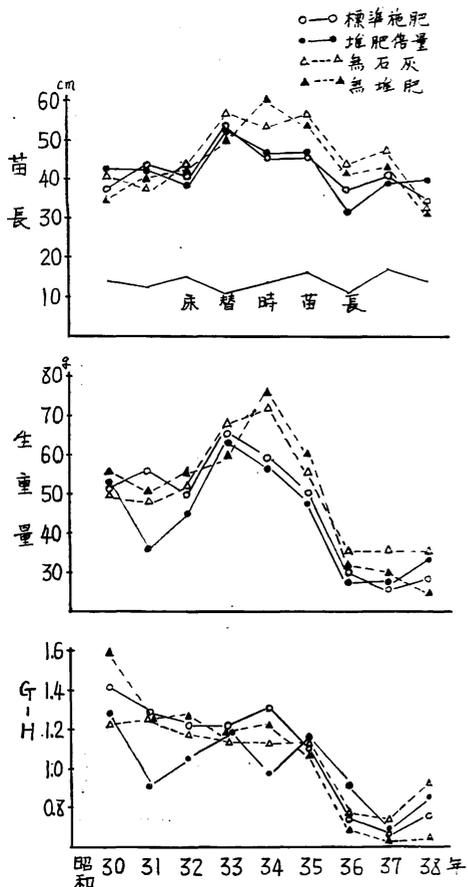
生重量は、第6年目以降低下の傾向をみせているが、これは輪作区においても認められ、連作のための成長低下とは考えられない。

G-H率は、6年目以降漸減の傾向をみせているが、これは4~5年目の比率が大であったためで、この数値の傾向から苗の形質の良否をうんぬんしえない。

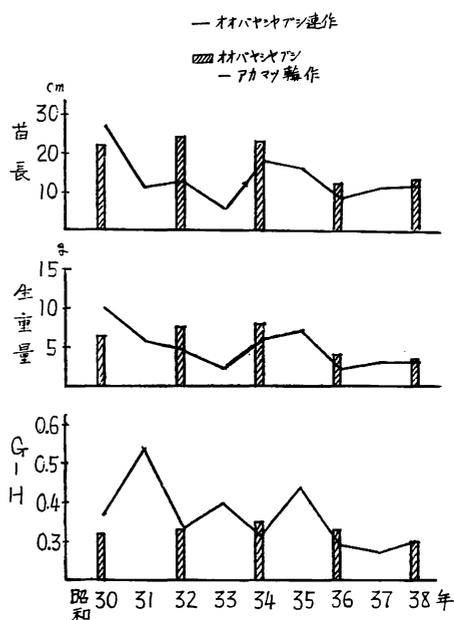
なお、本図の連作区は、第8図で後述する標準区と同一プロットであり、アカマツ-オオバヤシャブシ輪作区は第11図で後述する輪作区と同一プロットである。

(b) 肥培管理別の検討

標準施肥、堆肥倍量、無堆肥、無石灰の各施肥処理のもとで、アカマツを連作した結果は第8図のとおりである。この図でみると、年により施肥処理別に成長量に多少の変動があるが、全般的には特に違った傾向は認められない。



第10図 肥培管理別にみたカラマツの成長



第11図 連作、輪作別にみたオオバヤシ
ブシの成長

G-H率は、連作8年目および9年目で、無堆肥、無石灰の区では他の区におけるより多少低い値が得られている。

3-2-4. カラマツの成長

(a) 連作、輪作別の検討

標準施肥のもとでカラマツ連作区のカラマツと、カラマツスギ輪作区のカラマツの成長を比較すると第9図である。

この図でみると、苗長は35~65 cm、生重量は25~70 gの範囲で変動していて、6年目以降の連作区の生重量成長は特に悪い。しかし、8年目におけるカラマツスギ輪作区のカラマツの生重量も非常に悪いので、この生重量成長の低下現象を連作による影響といいきることはできない。

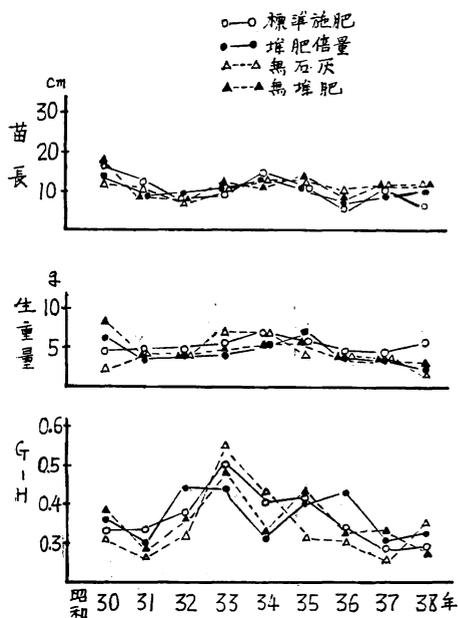
G-H率も6年目以降急減しているが、輪作区においても、同様の傾向がみられるので、この現象を同一樹種の連作による影響とは考えない。

なお、本図の連作区のプロットは、第10図で後述する標準区と同一プロットである。

(b) 肥培管理別の検討

標準施肥、堆肥倍量、無堆肥、無石灰の施肥のもとで、カラマツを連作した結果は第10図のとおりである。

この図でみると、連作4~8年目までは無堆肥、無石灰両区は、標準施肥、堆肥倍量両区は、苗長より大であるが、9年目には逆転して、わずかではあるが、後者の苗長が大となっている。



第12図 肥培管理別にした
オオバヤシャブシの成長

生重量でも連作5年、8年目では無堆肥、無石灰の苗木が大であるが、9年目では無堆肥の苗木が最小となっている。

G-H率は、各区とも6年目から8年目にかけて急減しているが、9年目でやや増加している。しかし、1年目の数値にははるかにおよびない。連作7年目以降は、無堆肥区のG-H率が最も低くなっている。

3-2-5. オオバヤシャブシの成長

(a) 連作、輪作別の検討

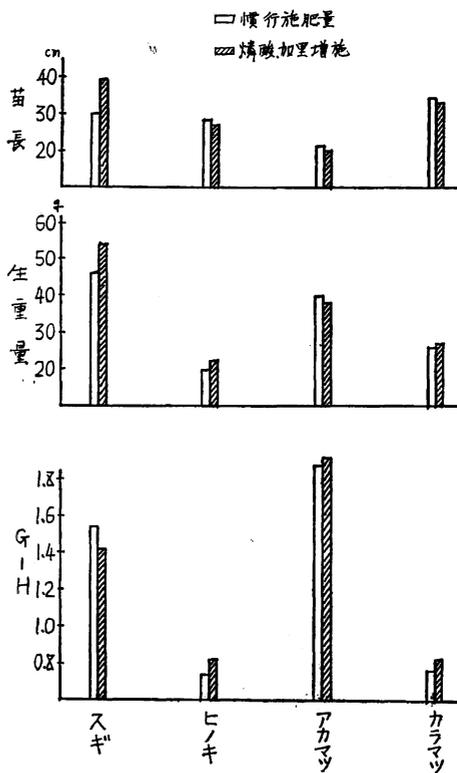
標準施肥のもとで、連作区のオオバヤシャブシとオオバヤシャブシ-アカマツ輪作区のオオバヤシャブシの成長を比較すると第11図のとおりである。

この図でみると、試験期間中に苗長は5~25 cm、生重量は2~10 gの範囲で変動している。全体的にみて成長の漸減傾向は認められないが、第3年目では連作区の成長は輪作区の約1/2であり、5年目、7年目においても連作区の成長は輪作区より劣っている。しかし、9年目では連作区、輪作区ともほぼ似た成長を示している。G-H率では明りょうな傾向が認められない。

(b) 肥培管理別の検討

標準施肥、増肥倍量、無堆肥、無石灰の状態のもとで、オオバヤシャブシを連作した結果は第12図のとおりである。

この図でみると、年度により成長に多少の違いがあるが、各区ともほぼ似た傾向を示し、全体的に肥培管理別に特に異なった傾向は認められない。



第13図 リン酸およびカリの増施が苗木の成長に及ぼす影響

G—H率についても、一定の傾向は認められない。

3—2—6. リン酸およびカリの増施が苗木のG—H率におよぼす影響

第10図にみられるように、特にカラマツは試験開始後6年目ころから連作、輪作の別なく生重量成長が低下する傾向がみられ、そのためG—H率が非常に低下する。この原因のひとつとして、毎年同一施肥量で苗木を床替えするため、たとえば施肥量が適正でなかった場合には、肥料の不足分が累積されて、数年後に成長に影響を及ぼすことも考えられる。本試験地は関東ロームの苗畑に設定してある関係上、土壌養分に不足がおこるとすれば、特にリン酸やカリが不足をきたし、そのため上述のような現象をひき起こすのではないかと考えた。

そこで昭和38年度に試験地の一部を、この検討用にあて、リン酸とカリを特に増施（要素でおのおの3g/m²あて増施）して、従来どおりの施肥のものとの成長比較を行なった結果、第13図のような結果が得られた。

すなわち、スギではリン酸とカリの増施の影響が生重量成長より苗長成長に強くあらわれ、G—H率は低下したが、ヒノキ、カラマツではこの影響が苗長成長より生重量成長に強くあらわれ、G—H率はやや増加した。アカマツでは変化がみられなかった。

3—2—7. 土壌の酸度と炭素含量の変化

(a) 連作、輪作別の検討

試験開始後8年目の、標準施肥のもとでのスギ連作区の土壌と、スギにヒノキ、アカマツ、カラマツをそれぞれ導入した輪作区の土壌およびオオバヤシャブシ連作区の土壌とオオバヤシャブシ—アカマツ輪作区の土壌の酸度と炭素含量は第4表のとおりである。

第4表 連作区と輪作区の土壌の性質

		生 土			乾 土			
		pH (H ₂ O)	pH (KCl)	Y ₁	pH (H ₂ O)	pH (KCl)	Y ₁	C %
試験開始前		—	—	—	5.1	4.2	0.99	6.87
試験の 開始 後 8 年	スギ連作区	6.2	4.5	1.24	5.7	4.5	0.50	6.98
	スギ—ヒノキ輪作区	6.1	4.4	0.99	5.7	4.4	0.50	6.43
	スギ—アカマツ〃	6.1	4.4	0.62	5.8	4.4	1.00	6.91
	スギ—カラマツ〃	6.0	4.5	0.62	5.6	4.0	0.75	6.81
	オオバヤシャブシ連作区	6.7	4.4	0.62	6.2	4.6	0.50	6.75
	オオバヤシャブシ—アカマツ輪作区	6.3	4.5	0.62	5.9	5.2	0.75	6.43

第5表 スギ連作地の土壌

		pH (H ₂ O)	pH (KCl)	Y ₁	C %
試験開始前		5.1	4.2	0.99	6.87
連作 7 年後	標準施肥区	5.1	4.4	0.75	6.90
	堆肥倍量区	4.9	4.4	0.30	6.81
	無石灰区	4.5	4.2	2.25	6.68
	無堆肥区	4.9	4.4	1.00	6.24

第6表 土壌 1 g あたりの菌数*

	細菌	糸状菌, 放射状菌等	計	備考
スギ連作区	8,333,333 (73)	3,030,303 (27)	11,363,636 (100)	赤色色素をもつ 糸状菌 2 コロニー
オオバヤシャブシ連作区	3,538,461 (73)	1,307,692 (27)	4,846,153 (100)	
オオバヤシャブシ —アカマツ輪作区	2,985,074 (58)	2,164,171 (42)	5,149,245 (100)	

* 土壌微生物研究室の検定による。 Thornton 培地, 28°C, 1 週間。

この結果からみると、連作、輪作別で土壌の酸度や炭素含量に大きな変化がみられない。

(b) 肥培管理別の検討

スギ連作 8 年目の土壌を肥培管理別に分析した結果は第 5 表のとおりである。

これによると、無石灰区では酸度がやや強くなり、無堆肥区では炭素含量がやや低下している傾向がみられるが、その他の点では試験前と大差がみられない。

3-2-8. 土壌の微生物相

試験開始後 7 年目の土壌の菌数をしらべた結果は第 6 表のとおりである。

これによると、スギ連作区は他の 2 区より細菌数が多く、全菌数も多い。

オオバヤシャブシ連作区とオオバヤシャブシ—アカマツ輪作区を比較してみると、前者では後者より細菌数がやや増している傾向がみられる。

3-3. 考 察

目黒苗畑において、スギ、ヒノキ、カラマツ、アカマツ、オオバヤシャブシを対照に 9 年間連作、輪作試験を実施したが、スギ、ヒノキ、カラマツ、アカマツでは、同一樹種を連作しても、異樹種を隔年に導入して輪作式に栽培しても、両者の間で苗長成長、生重量成長にほとんど差がみられなかった。

苗木の G-H 率は、カラマツ、スギで連作区、輪作区ともに 5~6 年目ころから低下する現象がみられ、特にカラマツでは 7 年目（昭和 36 年）以降急激に低下した。第 2 表で昭和 36 年以降の気象状態をみると、それ以前の気象状態にくらべ、生育期間中の雨量分布が不規則な状態になっているので、これが苗木の G-H 率の低下とある程度関係があるとも思われるが、もうひとつの原因としては、リン酸やカリを増施した場合、カラマツ、ヒノキで G-H 率がやや高くなっているため、同一施肥量のもとで長年苗木を栽培すると、土壌養分の不均衡が助長され、そのため苗木の G-H 率に変化をもたらしたとも考えられる。

オオバヤシャブシは 3, 5, 7 年目では輪作区より連作区で成長が低下し、一種の連作障害がおきたのではないかと考えていたが、9 年目では連作区、輪作区の間で差異はみられず、結局この試験からは、連作障害を見いだすことはできなかった。

土壌の酸度や炭素をしらべた範囲内では、無堆肥区の炭素がやや減少したり、無石灰区の酸度がやや強くなる程度の変化しかみられないが、本試験は 1 区 1 m² という小面積であった関係上、周囲の土の汚染により、土壌の性質の変化を明らかにしようにはあくしえなかったのではないかと考える。

オオバヤシャブシの連作区とオオバヤシャブシ—アカマツ輪作区の土壌の菌数に変化がみられたが、この問題は今後に残された研究課題である。

以上のことから、関東ロームに由来する目黒苗畑においては、隔年に異樹種を導入する程度の輪作では、同一樹種を連作したのほとんど変わらない成長状態であり、同一樹種を数年間連作する程度では、特に生育障害を心配する必要はないと考える。

しかし、栽培方式が連作であろうと、異樹種を隔年に導入した輪作であろうと、7～8年目ころからG-H率の低下など苗木の形質面が悪くなるので、輪作方式を採用するのなら、農作物、緑肥などを積極的に導入した輪作方式の採用を考慮し、それと併行して、土壌の肥培管理やネマトーダの問題（本試験ではこの問題に全然ふれていない）に注意する必要があると考える。これらは今後に残された問題である。

4. 矢板営林署東原苗畑におけるスギ、カラマツを主とした連作・輪作試験結果

本試験は前述3と同じ目的で、標準施肥、無堆肥、無肥料の施肥処理を組みあわせて1区 2 m²、3回反復で、昭和33年4月から37年11月に至る5年間継続実施した。

4-1. 試験方法

4-1-1. 試験地の概況

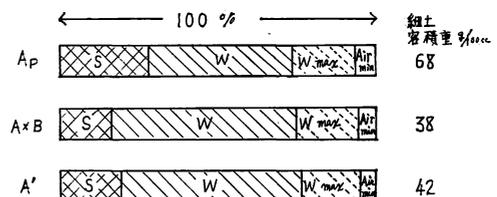
矢板営林署東原苗畑は栃木県塩谷郡矢板市に位置し、洪積層台地の発達した土地である。地表の構成物質は火山灰で、下層の褐色ローム層には腐朽のすすんだ赤色スコリアや黄色浮石を混じえている。

試験地を設定した場所は、この苗畑の中央台地上で、原型は適潤性の黒色火山灰土壌と推定されるが、現在は、10年前の天地返しにより最上部20～40 cmに弱度にA層化したむかしのB層があり、その下に50～60 cmの旧A層がある。

土壌の断面状態は次のとおりである。

- Ap 20～25 cm 7.5 YR 3/4, A×B層との境界明, 腐植含, スコリアまれ, 軽埴土, 耕耘団粒, 耕耘孔隙, 軟(硬度計8～11), 粘稠性弱, 可塑性弱, 潤。
- A×B 40 cm 赤土(旧B層)と黒土(旧A層)の塊が不均質に混入, A'層との境界明, 赤土の塊にスコリア含む, 軽埴土, カベ状, 粗大孔隙富, 堅(硬度計で18～22), 粘稠性中～強, 可塑性中～強, 湿。
- A' 30～35 cm 7.5 YR 1/1, B層との境界明, 腐植頗富, 軽埴土, カベ状, 天地返し粗大孔隙富, 堅(硬度計で13～18), 粘稠性強, 可塑性中, 多湿。

土壌の2～3の理化学性は第14図、第7表のとおりであり、一般に黒色火山灰土壌の性状を備えているが、Ap層は天地返し後10年しか経っていないので、容積重はA'より重く、炭素含量もすくない。



第14図 東原苗畑土壌の3相組成

また試験期間中の気象状態は第15図である。

4-1-2. 試験設計

標準施肥、無堆肥、無肥料の処理のもとで、第8表に示す区を3回反復で設定した。

ここでいう標準施肥とは、最初は要素として N=16g, P₂O₅=10g, K₂O=10g/m² を施用するとい

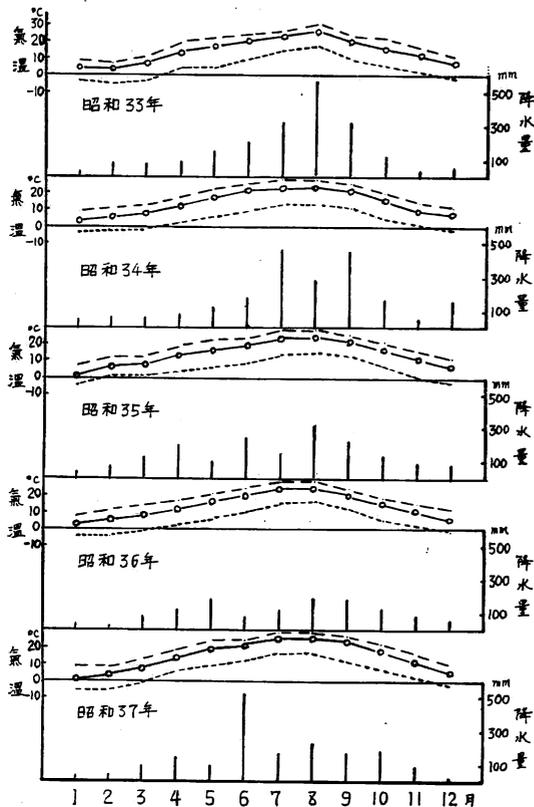
第7表 東原苗畑の試験地の土壌の化学性

層位	pH		Y ₁	C %	N %	有効態 P ₂ O ₅ ppm	リン酸 吸収力	置換性 K Ca meq meq		塩基置換容量 meq
	H ₂ O	KCl								
Ap	5.6	5.5	0.3	3.2	0.25	11	3050	0.27	5.57	40.7
A×B	5.2	5.1	0.2	7.1	0.38	6	2730	0.21	3.36	31.4
A'	5.2	4.8	1.8	12.8	0.67	6	2790	0.26	2.67	57.4

第8表 試験設計

スギを主体とする区	カラマツを主体とする区	備考
スギ—スギ区	カラマツ—カラマツ区	それぞれの区に標準施肥*, 無堆肥, 無肥料の処理を組みあわせた。1区2m ² で3回反復。
スギ—カラマツ区	カラマツ—スギ区	
スギ—緑肥区	カラマツ—緑肥区	
スギ—アカマツ区	カラマツ—アカマツ区	

* ここでいう標準施肥の「標準」には必ずしも適正な施肥設計の意味は含まれていない。無堆肥、無肥料に対しばく然と使用したことばである。



第15図 東原苗畑の気温と降水量

うことで2 m²あたり堆肥3,000 g, 硫安100 g, 過リン酸石灰100 g, 硫酸カリ10 g (ただし, 堆肥の成分は N=0.4%, P₂O₅=0.1%, K₂O=0.5%と仮定)としたが, 第1年目の成長状態からみて, リン酸不足のように考えられたので, 第2年目以降は N=16 g, P₂O₅=15 g, K₂O=10 g/m²に変更したので, 第2年目以降の過リン酸石灰施用量は160 g/2 m²となった。

無堆肥区は, 上記の成分割合を無機質肥料のみで施用するので, 第1年目は硫安160 g, 過リン酸石灰120 g, 硫酸カリ40 g/2 m²で, 第2年目以降の過リン酸石灰は180 g/2 m²となった。

無肥料区は, 5年間無肥料で苗木を床替えした。

床替え樹種の違いによる施肥量の増減は行なわれなかった。

4-1-3. 試験方法

年により多少の違いはあるが, 3月中

～下旬に、試験区内の土に他の区の土が混入しないように注意して耕耘し、前述の施肥処理を行ない、4月上～中旬、厳選した1-0苗木（大きさは年により多小異なるが、区間の差はないようにした）を72本/2m²床替えし、東原苗畑の慣行にしたがって除草、消毒を適宜行ない、10月中～下旬に掘り取って成長状態を測定した。また、5年間の試験終了時には、各区の苗木および耕耘層内の土壌を採取し、分析した。分析方法は、土壌は苗畑土壌調査方法書（案）¹⁷⁾にしたがって行ない、植物体分析は、窒素はケルダール法、その他の無機成分は硝酸一過塩素酸で湿式灰化したのち、リン酸はモリブデン青比色法、カリは炎光法、石灰、マグネシウムはEDTA 滴定法でそれぞれ行なった。

4-2. 試験結果

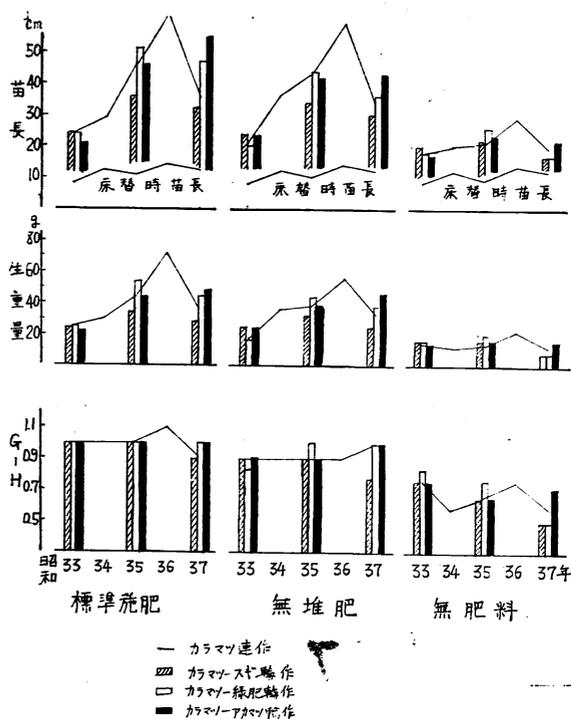
4-2-1. カラムツの成長

カラムツを主体とする試験区におけるカラムツ苗の各年の成長状態は第16図のとおりである。

この結果を連作、輪作別および肥培管理別にそれぞれ検討すると次のようになる。

(a) 連作、輪作別の検討

カラムツの苗長は、5年間の試験期間中標準区、無堆肥区では25～60cm、無肥料区では17～30cmの範囲で変動し、生重量は標準区で25～70g、無堆肥区で15～55g、無肥料区で10～20gの範囲で変動している。試験開始第1年目の昭和33年度の成長が不良であったため、標準施肥、無堆肥の両区では、2年目以降の成長は、苗長成長、生重量成長ともに第1年目より大であり（これは第1年目のリン酸の施肥量がすくなかったことが原因と思われる）、施肥処理のいかんにかかわらず、同一樹種の連作による成長漸減の現象



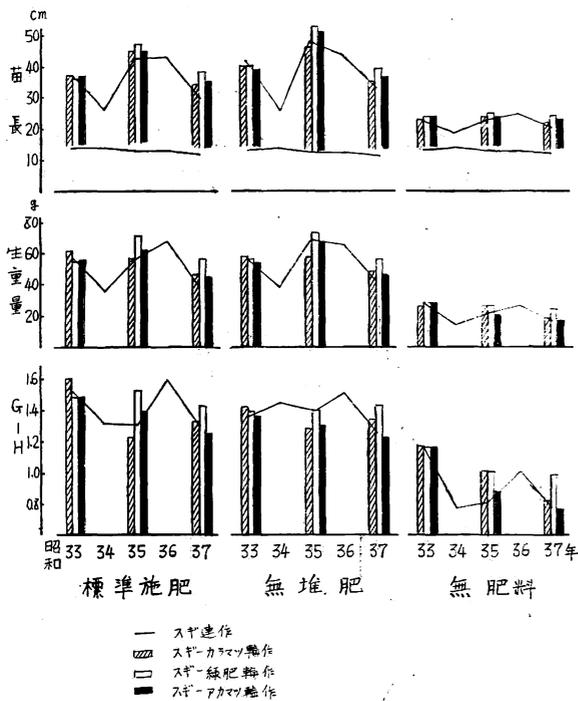
第16図 連作・輪作別、肥培管理別にみたカラムツの成長

はみられない。また輪作区と連作区のカラムツの成長を比較しても、連作区のカラムツの成長が劣るという傾向はみられない。輪作区の間での比較ではカラムツスギ輪作区のカラムツは、3年目および5年目で他の輪作区より成長が劣っている傾向がみられる。

苗木のG-H率は、カラムツスギ輪作区の5年目の値がやや低くなっているが、その他では明らかな傾向がみられない。

(b) 肥培管理別の検討

苗長は標準施肥区と無堆肥区の間で大差はみられないが、無堆肥区は非常に悪く、連作5年目の昭和37年度でみると、無堆肥区の苗長は標準施肥区の1/2以下になっている。



第17図 連作・輪作別、肥培管理別にみたスギの成長

無肥料区では 20~25 cm の範囲で変動し、生重量は標準施肥区で 36~72 g、無堆肥区では 36~74 g、無肥料区では 14~27 g の範囲で変動しているが、施肥処理のいかんにかかわらず同一樹種の連作による成長漸減の現象はみられない。また連作区、輪作区のスギの成長を比較しても、連作区のスギで成長が劣るといふ現象はみられない。輪作区の間で比較すると、スギ-緑肥区のスギの成長は、他の輪作区より一般に良好である。

苗木の G-H 率は、連作、輪作別で明りような差異は認められない。

(b) 肥培管理別の検討

苗長、生重量、G-H 率ともに標準施肥区 > 無堆肥区 > 無肥料区の傾向がみられる。

カラマツでは、無堆肥の状態でも G-H 率は低下したが、スギではこのような現象は認められず、無肥料の状態でのみ G-H 率が低下している。

すなわち、無肥料の影響は、スギの苗長成長より重量成長の相対的の不良となってあらわれている。

なお、無肥料区のスギの苗木全体の針葉に白~黄色のシマ模様の症状があらわれ、無堆肥区のスギ苗の下部の針葉には赤色~赤黄色のいわゆる Mg 欠症状があらわれていた。

4-2-3. 苗木の養分含有量

(a) 連作、輪作別の検討

試験終了時に採取した標準施肥区の苗木の養分含有率および養分含有量は第 9 表のとおりである。

スギについてみると窒素の含有率は、スギ連作区で高く、スギ-緑肥輪作区で低い。リン酸はどの区もほぼ同じような含有率で大差がみられない。カリは、スギ-緑肥区で高く、スギ-カラマツ区で低い。

生重量は標準施肥区 > 無堆肥区 > 無肥料区の傾向がみられ、苗木の G-H 率も標準施肥区 > 無堆肥区 > 無肥料区の傾向がみられる。

すなわち、堆肥無施用の影響は重量成長の相対的の不良となってあらわれ、無肥料の影響も、苗長成長より重量成長の相対的の不良となってあらわれている。

4-2-2. スギの成長

スギを主体とする連作、輪作試験区におけるスギの成長状態は第 17 図のとおりである。

この結果を連作、輪作別および肥培管理別にそれぞれ検討すると次のようになる。

(a) 連作、輪作別の検討

スギの苗長は標準施肥区では 25~45 cm、無堆肥区では 25~53 cm、

第9表 標準施肥区におけるスギ, カラマツ苗木の養分含有率および含有量

(連作・輪作別の検討)

区	養分含有率 %					乾物 g	養分含有量 mg/1本					
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	
スギ	スギ連作区	1.65	0.21	0.61	1.28	0.16	13.8	228	29	84	177	22
	スギ-カラマツ輪作区	1.43	0.19	0.58	1.07	0.19	17.0	243	32	99	182	32
	スギ-緑肥 //	0.89	0.22	0.93	1.22	0.12	19.2	171	42	179	234	23
	スギ-アカマツ //	1.03	0.20	0.69	1.03	0.13	15.8	163	32	109	163	21
カラマツ	カラマツ連作区	1.02	0.32	0.70	0.53	0.14	15.3	156	49	107	81	21
	カラマツ-スギ輪作区	0.98	0.21	0.56	0.61	0.16	12.3	120	26	69	75	20
	カラマツ-緑肥 //	1.13	0.26	0.65	0.67	0.17	16.4	185	43	107	110	28
	カラマツ-アカマツ //	1.15	0.26	0.72	0.63	0.15	19.7	226	51	142	124	29

第10表 スギ, カラマツ苗の養分含有率および含有量

(肥培管理別の検討)

		養分含有率 %					乾物 g	養分含有量 mg/1本				
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
連作区のスギ	標準施肥	1.65	0.21	0.61	1.28	0.16	13.8	228	29	84	177	22
	無堆肥	0.94	0.18	0.79	1.08	0.12	15.9	(100)	(100)	(100)	(100)	(19)
	無肥料	1.10	0.26	0.77	1.18	0.10	4.5	(66)	(100)	(150)	(97)	(86)
スギ区のスギ	標準施肥	0.89	0.22	0.93	1.22	0.12	19.2	171	42	179	234	23
	無堆肥	1.04	0.19	0.92	0.90	0.12	21.1	(100)	(100)	(400)	(100)	(100)
	無肥料	1.10	0.20	0.71	1.11	0.11	8.8	(128)	(95)	(108)	(81)	(109)
連作区のカラマツ	標準施肥	1.02	0.32	0.70	0.53	0.14	15.3	156	49	107	81	21
	無堆肥	1.08	0.27	0.72	0.54	0.08	13.7	(100)	(100)	(100)	(100)	(100)
	無肥料	1.12	0.21	0.59	0.65	0.16	5.2	(95)	(76)	(93)	(91)	(48)
輪作区のカラマツ	標準施肥	1.13	0.26	0.65	0.67	0.17	16.4	185	43	107	110	28
	無堆肥	1.11	0.26	0.71	0.60	0.06	16.7	(100)	(100)	(100)	(100)	(100)
	無肥料	1.00	0.25	0.52	0.74	0.12	4.2	(100)	(100)	(110)	(91)	(36)

養分含有率に乾物を乗じて養分含有量を計算してみると、窒素はスギ-カラマツ区で多く、スギ-緑肥区で少ない。リン酸とカリはスギ-緑肥区で多く、スギ連作区で少ない。

以上の傾向から、スギを連作したことにより、養分吸収の面で特に異常現象がおきたとは考えられない。

またカラマツについてみると、カラマツ-スギ区のカラマツの窒素、リン酸、カリの含有率および含有量は他の区にくらべて低い傾向がみられる。しかし、カラマツ連作区のカラマツは他の輪作区のものにく

らべて養分含有率も含有量も特に異なった傾向はみられず、カラマツを連作したことにより、養分吸収の面で特に異常現象がおきたとは考えられない。

(b) 肥培管理別の検討

連作区の苗木と緑肥導入輪作区の苗木の養分含有率および含有量を肥培管理別にまとめると、第10表のとおりである。

スギについてみると、連作区のスギは、無堆肥の状態では標準施肥区にくらべ窒素、マグネシウムの含有率、含有量が低下している。無肥料の状態ではマグネシウムの含有率、含有量ともに低下し、その他の養分は、含有率は低くないが、含有量は標準施肥区の20~40%に減少している。

スギ—緑肥輪作区のスギでは、無堆肥の状態ではリン酸の含有率がやや低下しているが、含有量では大差がない。無肥料の状態ではカリの含有率が低く、含有量でみるとすべての養分が標準施肥区にくらべ35~57%に減少している。

標準施肥区の苗木の養分含有量を100とした場合の、無肥料区の苗木の養分含有量指数は、スギ—緑肥輪作区よりスギ連作区で小である。

カラマツについてみると、連作区のカラマツは、標準施肥区にくらべ、無堆肥の状態ではリン酸、マグネシウムの含有量が低下している。無肥料区ではカリの含有率が低下し、含有量は窒素、リン酸、カリともに1/3以下に低下している。カラマツ—緑肥輪作区のカラマツは無堆肥区でマグネシウムの含有率が低下し、含有量も低くなっているが、その他の養分では顕著な差がない。無肥料区では、カリの含有率が低く、含有量は各養分とも1/3以下に低下している。

標準施肥区のカラマツの養分含有量を100とした場合の無肥料区のカラマツの養分含有量指数は、連作区も、緑肥導入輪作区も大差がない。

4-2-4. 試験終了時に採取した土壌の性質

試験終了時に各区の5~10cmの深さから採取した土壌の化学性は第11表のとおりである。

(a) 連作、輪作別の検討

スギ試験地、カラマツ試験地とも土壌の酸度は、連作、輪作別にみてほとんど変化がみられない。炭素はいずれの施肥処理にあっても、緑肥導入輪作区は他の区よりやや高い傾向がみられるが、窒素、リン酸、カリの含有量には一定の傾向がみられない。

すなわち、同一樹種の連作により土壌の化学性が変化するという傾向はみられない。

(b) 土壌管理別の検討

スギ試験地、カラマツ試験地とも、酸度に一定の傾向がみられない。炭素含量は全体的にみて標準施肥区>無施肥区≒無肥料区の傾向がみられ、窒素、リン酸、カリの含量は標準施肥区≒無堆肥区>無肥料区の傾向がみられる。

4-3. 考 察

東原苗畑において、スギ、カラマツを主とする連作、輪作試験を5年間継続したが、両樹種とも同一樹種を連作しても、異樹種を隔年に導入して輪作式に栽培しても、苗木の苗長成長、生重量成長にほとんど違いは認められず、苗木の養分吸収の点からみても、土壌の2~3の化学性の点からみても、同一樹種の連作による害作用は認められない。

スギ—カラマツ輪作区、スギ—アカマツ輪作区とスギ—緑肥輪作区を比較すると、後者のスギの成長は

第11表 試験終了時の各区の土壌の化学性

		pH		Y ₁	C	N	0.2N 塩酸可溶	
		H ₂ O	KCl				%	%
標準施肥	スギ連作	6.0	4.2	1.09	3.17	0.19	21	48
	スギ-カラマツ輪作	5.9	4.3	1.09	2.90	0.20	18	31
	スギ-緑肥 //	6.1	4.1	1.09	4.39	0.18	21	50
	スギ-アカマツ //	6.0	4.4	1.09	3.07	0.18	22	53
無堆肥	スギ連作	5.7	4.3	1.36	2.40	0.20	25	34
	スギ-カラマツ輪作	5.5	4.1	1.50	2.40	0.19	22	46
	スギ-緑肥 //	5.8	4.1	1.09	4.27	0.22	19	67
	スギ-アカマツ //	5.7	4.1	1.09	2.40	0.20	15	53
無肥料	スギ連作	5.5	4.1	1.09	2.54	0.17	13	20
	スギ-カラマツ輪作	5.6	4.1	1.09	2.53	0.15	12	25
	スギ-緑肥 //	5.8	4.1	1.09	2.97	0.16	13	29
	スギ-アカマツ //	5.8	4.1	0.82	2.70	0.13	8	17
標準施肥	カラマツ連作	5.4	4.4	1.09	3.72	0.20	14	80
	カラマツ-スギ輪作	5.3	4.4	0.95	4.22	0.20	20	56
	カラマツ-緑肥 //	5.5	4.4	0.54	3.17	0.21	32	64
	カラマツ-アカマツ //	5.3	4.4	1.09	3.52	0.19	15	50
無堆肥	カラマツ連作	5.3	4.4	1.09	2.14	0.19	13	84
	カラマツ-スギ輪作	5.2	4.2	0.82	2.36	0.18	16	55
	カラマツ-緑肥 //	5.3	4.4	0.82	2.97	0.20	11	99
	カラマツ-アカマツ //	5.3	4.4	0.95	2.60	0.15	13	52
無肥料	カラマツ連作	5.6	4.6	1.09	2.35	0.13	5	31
	カラマツ-スギ輪作	5.5	4.5	1.09	2.08	0.16	7	33
	カラマツ-緑肥 //	5.6	4.5	0.95	2.66	0.16	8	40
	カラマツ-アカマツ //	5.4	4.4	0.95	2.39	0.13	8	38

良好であり、緑肥導入によるプラスの効果がみられた。

肥培管理別にみると、無堆肥、無肥料の状態では、苗長成長より生重量成長が相対的に不良となり、G-H率は低下する傾向がみられる。すなわち、G-H率はカラマツでは標準施肥区>無堆肥区>無肥料区となり、スギでは標準施肥区≒無堆肥区>無肥料区となっている。

一般に5年間無肥料状態にしておいた場所で苗木を栽培すると、標準施肥をしていた場所に生育した苗木にくらべ、養分の含有量は1/3~1/2に低下していたが、この場合でも、緑肥を導入した輪作区のスギは、養分含有量の低下割合がすくなく、緑肥は非合理的な施肥による害作用をわずかではあるが緩和しているようである。

土壌の2~3の化学性をしらべた範囲内では無堆肥区、無肥料区で炭素含有量が低下している以外は、明りょうな変化は認められなかった。

これらのことを考えあわせると、火山灰に由来する東原苗畑では、数年間同一樹種を連作しても、特に生育障害を心配する必要はないが、苗木の成長や形質は肥培管理の良否に強く左右されるので、たとえば不都合な状態の施肥を長年つづけたような場合、不都合な条件が累積されて、生重量成長が低下し、苗長

の点からは生育低下が認められなくとも、苗木のG-H率が低下し、形質の悪い苗木が生産される可能性は十分にある。この場合、輪作方式の中に緑肥を導入すると、この害作用は幾分緩和されるようであるが、隔年に異樹種を導入する程度では、同一樹種を連作したのとほとんど変わらない。

苗畑の地力を維持し、健苗を育成するためには、合理的肥培が先決であるが、地力培養の立場からより有効な輪作方式を採用するのなら、従来のように2~3の樹種を交互に導入する方式ではなく、緑肥その他農作物のような異種のことを積極的に導入する輪作方式に転換すべきであると考え。

5. 岡山営林署五城苗畑におけるヤシャブシ類の連作試験および滋賀県のヤシャブシ育苗地帯における調査例

昭和30年ころまでの五城苗畑は、肥料木の育苗を主体とした苗畑で、苗畑の大部分はヒメヤシャブシ、ヤマハノキ類を播種し、ごく一部でアカマツ、ヒノキを養苗しているにすぎなかった。

この苗畑で、ヤシャブシ類を2年連作すると、いわゆる忌地現象がおこるとの報告があり、送付された土壌についてのパイロットテストでも、いわゆる忌地土壌と称される土壌でのヒメヤシャブシの成長は不良であった。

そこで昭和30、31年の両年五城苗畑で現地試験を実施し、さらに滋賀県のヤシャブシ類の育苗地帯で、

第12表 連作区と輪作区におけるヒメヤシャブシ1-0苗の成長状態

	苗 長 cm	根 長 cm	根 粒 数	得 苗 数 本/m ²
連 作 区	3.3	4.2	0.1	10~20
輪 作 区*	19.5	12.0	7.5	250~350

* 輪作区はヒノキ跡地のヒメヤシャブシ。

第13表 連作区と輪作区の土壌の性質

	層 位	深 さ	土 色	pH		C %	N %	置 換 性 K meq	0.2N 塩酸可溶	
				H ₂ O	KCl				P ₂ O ₅ ppm	CaO %
連作区	I	0~23	褐灰色	7.0	7.2	1.26	0.18	0.75	390	0.32
	II	23以下	褐色	4.6	4.6	0.50	0.13	0.25	7	0.18
輪作区	I	0~20	褐灰色	5.4	4.8	1.14	0.17	0.25	57	0.10
	II	20以下	褐色	4.8	4.4	0.34	0.11	0.12	8	0.14

第14表 五城苗畑施肥量 貫/反

	基 肥									追 肥		
	堆肥	菜種粕	鶏糞	溶リン	塩化カリ	尿素化成	木灰	骨粉	消石灰	塩化カリ	木灰	尿素化成
ヤシャブシ類	500	—	20	6	3	—	15	40	10	2	10	—
針葉樹類	500	10	50	6	—	5	—	—	10	—	—	8

いわゆる忌地と称される現象があるか否かを調査した。

その後、五城苗畑の経営方針が変わり、スギ、ヒノキを養成する普通の苗畑に変わったため試験調査を中止した。

そのため、本苗畑での試験は、連作試験報告としてはきわめて不完全で、結論も得られていないが、この種の試験結果は少ないので、一応調査例として報告する。

5-1. 五城苗畑における調査

当苗畑は石英粗面岩に由来する苗畑で、灰褐色をして堅く、有機物少なく、容積重が大きく、最小容気量のきわめて小さい土壤である。

調査-1. 連作したヒメヤシャブシの成長

昭和30年9月に、ヒメヤシャブシを連作したため生育不良をおこした苗床と、それに隣接した床でクロマツ跡地に播種した生育良好の苗床の土壤と、ヒメヤシャブシ苗の成長状態をしらべた結果は第12表、第13表のとおりである。

この結果からみると、連作区の苗木は、生育途中で褐斑病のため立毛本数が減じ、成長も極端に不良となり、その土壤は輪作区に比べ pH 値が高く、リン酸含量が異常に高い。

当苗畑の昭和30年度の施肥量は第14表に示すとおりであり、一般にリン酸質に富んだ肥料を使用しているが、特にヤシャブシ類では、リン酸を多量に含む骨粉や、石灰を多量に含む木灰類を使用している。

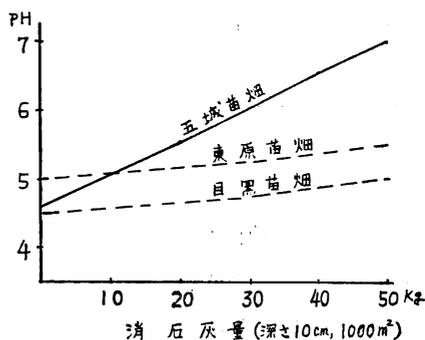
そのため第18図に示すように、緩衝作用の弱い当苗畑の土壤では、肥料木類の連作にともなうこれら肥料の連用により、pH 値が高くなり、苗木の成長が不良になる可能性があると考えられる。

調査-2. 連作したオオバヤシャブシ、ヤマハン

ノキの成長および連作地における深耕の影響

昭和31年に、前年度オオバヤシャブシを播種した苗床、ヤマハンノキを播種した苗床に深耕（深さ30cmに耕耘）と普通耕耘（深さ15cmに耕耘）の区を作り、それぞれオオバヤシャブシ、ヤマハンノキを連作した。

施肥量は第14表に記載した量により、その他の取扱いは当苗畑の慣行法によった。



第18図 各苗畑の土壤の緩衝曲線

10月18日に成長状態を測定した結果は、第15表のとおりであり、その土壤のpH値は第16表のよ

第15表 オオバヤシャブシとヤマハンノキの成長

		苗 長	根 長	生 重 量	
オオバヤシャブシ	輪作区	39.4 cm	20.5 cm	16.9 g	
	連作区	普通耕耘	9	8	1.2
		深耕	9	9	1.1
ヤマハンノキ	輪作区	61.4	26.0	28.0	
	連作区	普通耕耘	16	15	7.6
		深耕	16	18	4.5

第16表 連作区と輪作区の土壌の pH

		pH (H ₂ O)	pH (KCl)	
オオバヤシヤブシ	輪作区	6.4	6.0	
	連作区	普通耕耘	6.7	6.0
		深耕	6.0	5.6
ヤマハンノキ	輪作区	6.6	6.2	
	連作区	普通耕耘	6.6	6.0
		深耕	6.8	6.4

第17表 土壌 1 g あたりの菌数 *

	細菌	糸状菌の放射状菌等	計
オオバヤシヤブシ連作	10,750,000 (96)	400,000 (4)	11,150,000 (100)
オオバヤシヤブシ - ヒノキ輪作	7,500,000 (92)	665,000 (8)	8,165,000 (100)
クロマツ跡地	3,450,000 (85)	600,000 (15)	4,050,000 (100)

* 土壌微生物研究室の検定による。

うな状態であった。

すなわち、本調査では連作区における深耕の効果は認められず、ヤマハンノキ跡地のヤシヤブシの成長も不良であり対照区(ヒノキ跡地)に比べて成長は非常に劣っていた。しかし土壌の pH 値は、第13表に前載した状態とは異なり、対照区と連作区で差が認められなかった。すなわち、pH 値が生育不良の直接原因とは考えられなくなった。

また土壌中の微生物相をしらべたところ、第17表のとおりであり、オオバヤシヤブシの連作で細菌数は増加しているが、これらは今後多くの事例を集めなければ、生育不良との関係はわからない。

5-2. 大津市片岡氏苗畑での調査

大津市田上黒津町にある片岡太郎氏所有の水田に、昭和30年度はじめてオオバヤシヤブシを播種したが、一部に当地方でいわゆる忌地現象と称している生育不良の現象が生じた。

昭和30年9月の成長調査結果は第18表のとおりである。

この生育不良地と生育良好地の土壌をしらべた結果は第19表であり、不良地では pH 値が高く、リン酸含量が多かった。この傾向は五城苗畑の調査1の結果とほぼ同じ傾向である。

なお当苗畑の施肥量は第20表のとおりであり、五城苗畑におけるほど塩基性の肥料は使用していないが、石英斑岩に由来する有機物の少ない土壌なので、石灰等の不均一な散布により、局部的に pH 値の高

第18表 オオバヤシヤブシの成長

	苗長 cm	根長 cm	根粒数	着葉数 (枚)
生育不良苗	3.5	6.2	0.2	3.5
生育良好苗	21.8	10.6	1.4	6.2

第19表 生育不良地と生育良好地の土壌の性質

	深 さ cm	土 色	pH		N %	C %	0.2N 塩酸可溶		
			(H ₂ O)	(KCl)			P ₂ O ₅ ppm	CaO %	
生育不良	I 層	0~15	褐 灰 色	7.2	7.2	0.24	1.66	490	0.81
	II 層	15以下	褐 色	7.0	7.0	0.08	0.49	25	0.26
生育良好	I 層	0~18	褐 灰 色	6.6	6.4	0.23	1.52	391	0.32
	II 層	18以下	褐 色	6.8	6.8	0.12	0.39	32	0.21

第20表 片岡氏苗畑の施肥量 貫/反

基 肥		追 肥		
油 粕	骨 粉	過リン酸石灰	硫 安	生 石 灰
32	10	10	5	30

い土壌が生じ、苗木が生育不良になることも考えられる。

5-3. 考 察

五城苗畑でヤシャブシ類を連作した場合、輪作区にくらべ明りょうに生育低下現象をおこした。当苗畑の土壌のように、緩衝作用の弱い土壌では、他の苗畑で不明りょうにしかあらわれない現象も鋭敏にあらわれる可能性がある。

連作により生育不良をおこした土壌をしらべてみると、第13表に示すように pH 値が高く、リン酸の含有量も多かったが、第19表に示すように、はじめてヤシャブシを播種した場所においても、pH値が高くリン酸含量の多い場合があり、これらのことから考えて、最初は生育低下現象は肥培管理に相当影響されるものと考えた。しかしその反面、第16表に示すように、連作で生育不良をおこしても、輪作区にくらべpH値があまり変わらない事例もあり、結局、ヤシャブシ類の連作による生育障害は、必ずしもpH値やリン酸問題のみで解決されうる現象ではないように思われる。

6. 要 約

以上述べてきた試験結果、調査結果を要約すると次のようになる。

(1) 林業苗畑においては、過去において、農業におけるほど連作による生育障害が明りょうにかんざつされなかった。ただ、農業、園芸方面でいわれているいわゆる「忌地」の概念をそのまま導入して、同一樹種を連作すると成長が不良になるという考えから、2~3の樹種を1~2年ごとに交互に導入する栽培方法がとられてきた。また、苗畑では養苗される樹種が数種にかぎられるという林業の特殊性も加わり、過去において計画的輪作は発達せず、これに関する意識的研究も行なわれなかった。

(2) スギ、ヒノキ、アカマツ、カラマツの床替え苗は、毎年同一場所に同一樹種を連作しても、すくなくとも火山灰に由来する土壌では、いわゆる「忌地」を心配する必要はないし、数年間同一樹種を連作しても、隔年に異樹種を導入する輪作方式を採用しても、両者の間で成長差はみられない。

なが年苗木を栽培すると、連作、輪作のいかんにかかわらず、G—H率が低下する可能性があり、この現象は苗畑の肥培管理の改良で、ある程度緩和されると思われる。積極的に地力を培養し、良苗を生産するためには、従来の林業苗畑で行なわれている輪作方式ではなく、緑肥、農作物等を導入した積極的輪作に転換すべきである。

(3) ヤシヤブシ類の連作障害は、関東ロームに由来する目黒苗畑では不明りょうであったが、緩衝作用の小さい土壌の五城苗畑では、2年連作で成長が極端に低下した。成長低下の原因のひとつに肥培管理の良否も考えられるが、肥培管理のみでは解決しえない現象もあり、真の原因は不明である。

文 献

- 1) COOK M.T. : Wilting caused by walnut trees, *Phytopath.*, 11, p.346, (1921)
- 2) 大工原銀太郎 : 豌豆イヤ地病に就て, *農学会報*, 60, pp. 8 ~19, (1904)
- 3) 原田 洸 : 苗畑の肥培管理, *林業解説シリーズ*, 128, p.32, (1959)
- 4) ——— : 苗畑における連作および輪作の土壌肥料学的研究, (中間報告), 72回日林講, pp.169~171, (1962)
- 5) ——— : 久保哲茂 : 矢板営林署東原苗畑土壌調査報告, 未発表。
- 6) 本多静六 : 本多造林学本論, 三浦書店, 1087, (1911)
- 7) ——— : 本多造林学各論, 第二編, 潤葉林木編, 三浦書店, 461, (1915)
- 8) 石塚喜明 : 輪作について, *土壌改良*, 87, pp. 2 ~22, (1959)
- 9) 鍋木徳二 : 森林の生理, 日本評論社, (1931)
- 10) 金谷寿雄 : 赤松播種地の連作に就て, *みやま*, 3, 35, (1931)
- 11) KLAUS, H. : Das Problem der Bodenmüdigkeit unter Berücksichtigung des Obstbau, *Landw. Jahrb.*, 89, pp.413—459, (1939)
- 12) 倉田益二郎 : 特用樹種, 朝倉書店, (1949)
- 13) ——— : 育苗叢書 やしゃぶし, はんのき篇, 全苗タイムス, (1953)
- 14) MANARESI, A. : La stanchezza del terreno nei vivai di piante legnose, *Ital. Agr.*, 90, pp.477~492, c.f. *For. Abst.*, 15 (2), 169, 1954. (1953)
- 15) NEMEC, A. : Degradace a onemocnění lesnich pud, *Lesn. Práce*, 33, pp.346~351, c.f. *For. Abst.*, 16 (2) p.213, 1955, (1954)
- 16) 大山浪雄 : 英国トゲナシの育苗畑におけるイヤ地現象防止の一例, *林業技術*, 157, pp.16~19, (1955)
- 17) 林業試験場土壌調査部 : 苗畑土壌調査方法書 (案)
- 18) 斎藤考蔵 : 樹木生理, 136, 朝倉書店, (1954)
- 19) 坂口勝美 : 育苗, 朝倉書店, (1955)
- 20) SCHNEIDERHAN, F.J. : The black walnut as a cause of the death of apple trees, *Phytopath.*, 17, pp.529~540, (1927)

**Research on the Continuous Planting and the Rotation
of Cultivated Species in Forest Nursery.**

Hiroshi HARADA

(Résumé)

In forest nursery we have had no instructive reports or researches to date on rotation and continuous planting. The author carried out researches on continuous planting of the same species and the rotation of some species in some forest nurseries within a period of from 1955 to 1963.

1) Stunted growth of seedlings of Cedar (*Cryptomeria japonica*), Cypress (*Chamaecyparis obtusa*), Red pine (*Pinus densiflora*) and Larch (*Larix leptolepis*) is not obvious with short-term continuous transplanting (5 ~ 9 years) in the nursery.

2) In transplantation of seedlings in the nursery, however, irrespective of continuous planting of the same species and rotation of some species, the gravity-height ratio (G-H) of seedlings shows a falling tendency. So we must use a more productive rotation system than the former method in forest nursery practices.

3) Stunted growth of *Alnus* seedlings of unknown origin with continuous planting is obvious in Gojo nursery (buffer poor soil), but not in Meguro nursery (buffer rich soil).

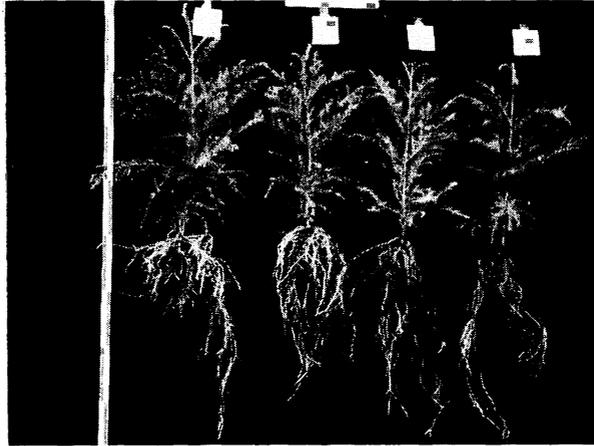


写真1. 連作9年目のスギの成長（目黒苗畑）
左から標準施肥，堆肥倍量，無堆肥，無石灰

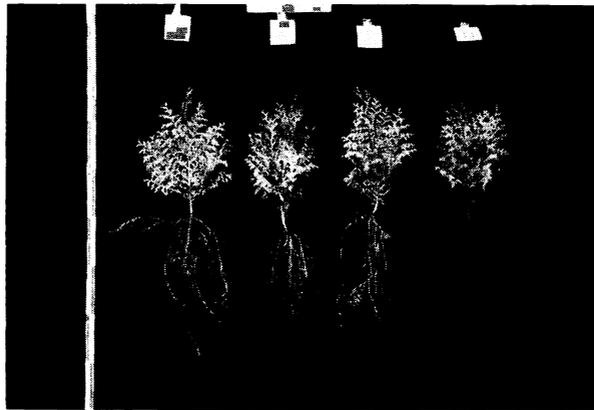


写真2. 連作9年目のヒノキの成長（目黒苗畑）
左から標準施肥，堆肥倍量，無堆肥，無石灰

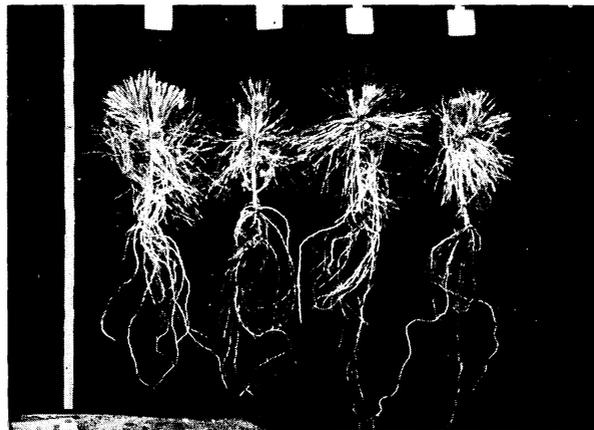


写真3. 連作9年目のアカマツの成長（目黒苗畑）
左から標準施肥，堆肥倍量，無堆肥，無石灰



写真4. 連作9年目のカラマツの成長(目黒苗畑)
左から標準施肥, 堆肥倍量, 無堆肥, 無石灰

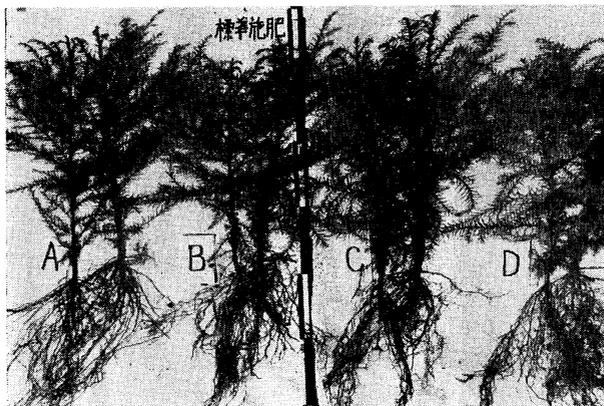


写真5. 東原苗畑のスギの成長(標準施肥区)
A=連作区のスギ(5年目), B=スギーカラマツ輪作区
C=スギー緑肥輪作区, D=スギーアカマツ輪作区

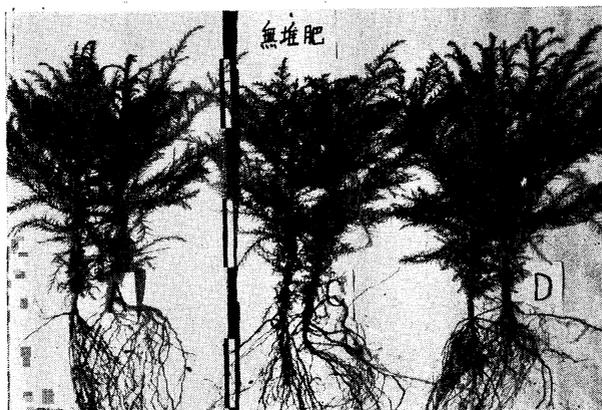


写真6. 東原苗畑のスギの成長(無堆肥区)
A=連作区のスギ(5年目), C=スギー緑肥輪作区
D=スギーアカマツ輪作区

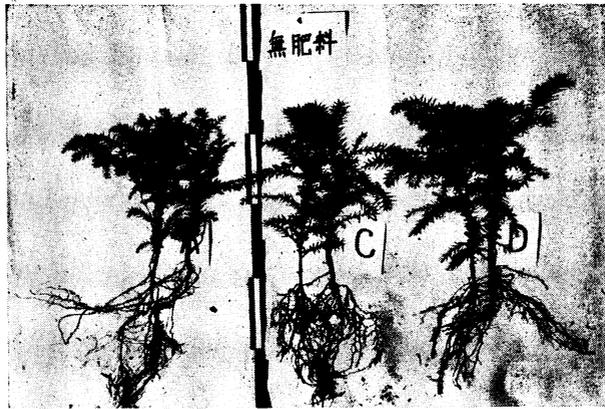


写真7. 東原苗畑のスギの成長（無肥料区）
A=連作区のスギ（5年目）、C=スギ-緑肥輪作区
D=スギ-アカマツ輪作区

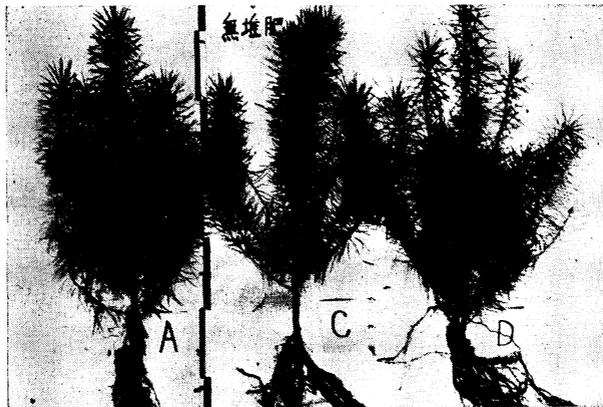


写真8. 東原苗畑のカラマツの成長（無堆肥区）
A=連作区のカラマツ（5年目）、C=カラマツ-緑肥輪作区
D=カラマツ-アカマツ輪作区

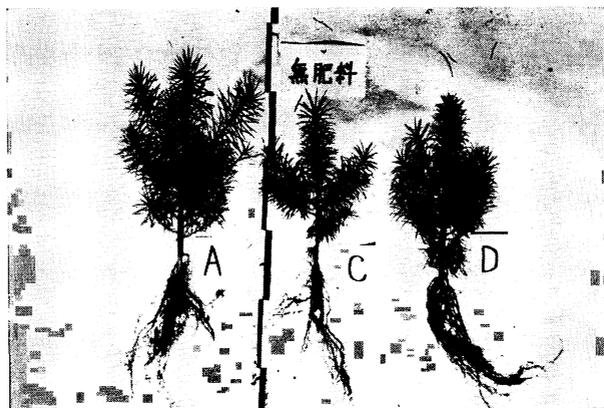


写真9. 東原苗畑のカラマツの成長（無肥料区）
A=連作区のカラマツ（5年目）、C=カラマツ-緑肥輪作区
D=カラマツ-アカマツ輪作区



写真10. クロマツ跡地のオオバヤシャブシの成長
(五城苗畑)



写真11. 連作したオオバヤシャブシの成長 (五城苗畑)