

3 人工林を知ろう

里山の整備にあたっては、はじめにその森がどのような森であるか、自然的、社会的条件を調査することが大切です。その結果に基づいて、その森の利用目的を決め、それに適した目標林型（目指す森のイメージ）を考え、その目標林型を実現するための整備を行っていきます（図3.1）。

人工林は、もともと木材の生産を目的に人の手によってつくられ、整備が行われてきた森です。ここでは、人工林の調べ方について解説します。

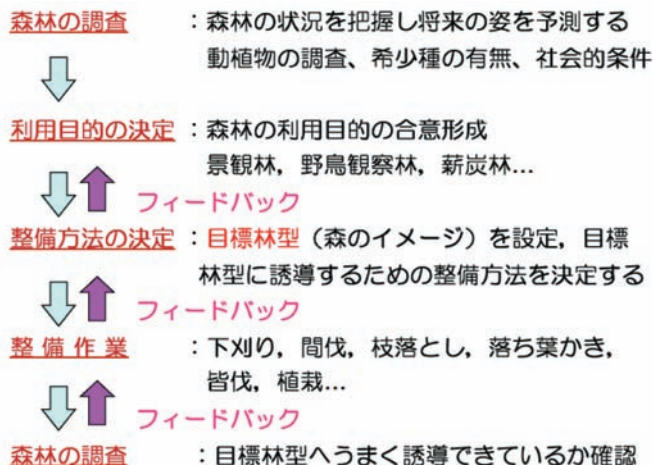


図3.1 里山整備の手順

人工林と天然林

天然林は、森林の更新が自然の力によって行われた森林で、切り株からの萌芽や、自然に散布された種子によってつくられる森を示す言葉です。これに対して、種子をまいたり、苗木を植えたりして、森林の更新が人の手によって行われる森を人工林と言います。このため、人工林は天然林に比べて構成する樹種が少ない、階層構造が単純などの特徴があります。

林分調査

樹種構成や林齢、成長などが一様で、隣り合う森林と区別できるひとまとまりの森林を林分（りんぶん）と言います。人工林を調べる場合には、この林分ごとに毎木調査を行います。

毎木調査は、10～20m四方の方形区、又は、50㎡が100㎡の円形プロットを設定し、その中に生育する樹木（枯死木は除く）について、個体ごとに樹種や樹高、胸高直径、枝下高等を測定する調査です（図3.2）。これにより、個体ごとのサイズが明らかになると同時に、樹種別の立木密度や個体サイズの分布、胸高断面積合計、蓄積（幹材積の合計）などが明らかになります。

また、定期的に毎木調査を行うことにより、個体ごとの成長量や林分全体の成長量を把握することができ、個体ごと、林分全体の二酸化炭素吸収量を算定することも可能になります。

人工林の成長をみるための毎木調査としては、全個体の胸高直径、林分の上層樹高（被圧木を除いた林分の平均樹高）、林齢を確認する必要があります。なお、樹高の毎木調査が難しい場合は、10～20%程度のサンプル調査を行い、胸高直径と樹高の関係式を求め、その関係式を用いて残りの個体の樹高を推定します。

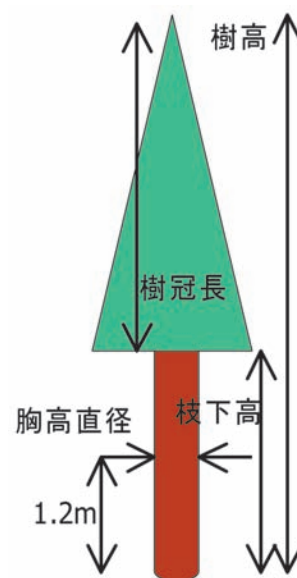


図3.2 毎木調査の測定箇所

人工林の成長

ここでは人工林の管理で重要な樹高成長と直径成長についてみていきます。

(1) 樹高成長

林齢は、スギやヒノキの苗木を植栽した年を1年生として暦年で数えていきます。植栽木の樹高は林齢とともに高くなり、林齢と樹高の関係を図化したものを樹高曲線と呼びます。樹高成長は、植栽した土地の条件によって決まります。たとえば、千葉県では、斜面下部のスギの適地に実生スギを植栽した場合、40年生では約20mの樹高成長が見込めますが、スギの成長にあまり適していない場所では、同じ40年生でも樹高は14m以下になってしまいます（図3.3）。このような土地の条件の違いを「地位」といい、3段階（上、中、下または1～3）から5段階（1～5）で表示します。この樹高曲線は、地域ごと、樹種ごとに作成されており、人工林の成長量（収穫量）の予測に欠かせないものです。

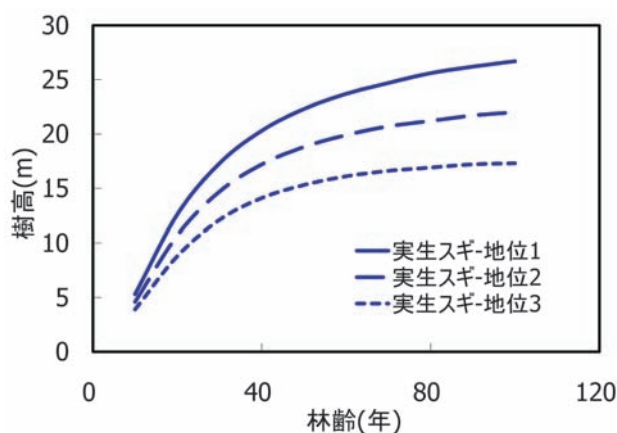


図3.3 千葉県内の実生スギの樹高曲線

(2) 直径成長

樹高成長は、土地の条件によって決まっていますが、直径成長は立木密度の管理によって調整することができます。直径成長は、土地の条件が同じならば立木密度が低いほど大きくなるため、間伐により立木密度を管理して生産目標に合うように直径成長をコントロールします。一般的な柱材生産のための立木密度の管理方法は、林分収穫表として地域、樹種、地位ごとに提供されています（表3.1）。

表3.1 サンプスギ林分収穫表（地位2）

林齢	主 林 木								副 林 木								主 副 林 木 合 計								林 齢	
	平均				haあたり				平均				haあたり				平均				成 長 率					
	胸 高 直 径	胸 高	同 断 面	本 数	胸 高	幹 断 面	幹 断 面	幹 断 面	平均 高 直 径	本 数	胸 高	幹 断 面	幹 断 面	主 林 木 材 積 率	本 数	胸 高	幹 断 面	幹 断 面	平均 高 直 径	本 数		胸 高	幹 断 面	幹 断 面		総 材 積
10	8.5	5.6	4.9~6.4	2,694	19.7	53.8	11.5	5.4	8.5	571	21	3.0	11.9	9	11.9	10	2,694	26.0	122.5	13.4	13.7	8.1	8.1	122.5	9	16.5
15	11.0	9.0	8.2~9.9	2,125	23.0	110.4	12.0	7.4	10.3	368	17	3.0	19.1	9	3.10	18	2,125	28.5	189.3	13.4	10.0	9.4	201.2	15	10.7	
20	13.5	11.6	10.7~12.6	1,755	25.5	170.2	11.5	8.5	12.5	266	15	3.1	21.5	9	5.25	25	1,755	31.8	249.3	12.0	11.2	9.9	280.5	18	7.5	
25	15.7	13.7	12.7~14.8	1,489	28.7	227.8	9.6	9.1	14.2	195	15	3.1	23.7	8	7.62	27	1,489	34.3	299.3	10.0	11.7	10.0	351.8	21	5.4	
30	17.8	15.3	14.3~16.4	1,294	31.2	275.6	8.7	9.1	16.1	163	14	3.3	29.0	8	10.52	35	1,294	36.9	347.9	9.7	12.1	9.9	424.1	25	4.6	
35	19.8	16.7	15.6~17.9	1,131	33.6	318.9	8.8	8.8	17.8	139	12	3.4	31.8	8	13.70	39	1,131	39.4	384.9	7.4	12.2	9.6	490.1	28	3.7	
40	21.8	17.9	16.6~19.2	992	36.0	353.1	6.1	8.5	19.4	119	12	3.5	35.3	8	17.24	45	992	41.5	418.9	6.8	12.3	9.3	556.0	31	3.4	
45	23.5	18.9	17.5~20.4	873	38.0	385.4	5.1	8.2	21.0	98	12	3.4	34.5	8	20.69	50	873	43.3	443.4	4.9	12.3	8.9	615.8	35	2.9	
50	25.1	19.8	18.2~21.5	775	39.9	408.9	3.0	7.7	22.5	85	11	3.4	34.5	7	24.12	57	775	44.5	458.2	3.0	12.1	8.3	665.1	36	2.3	
55	26.6	20.6	18.8~22.4	690	41.1	423.9	2.4	7.3	23.8	68	10	3.0	33.9	7	27.51	63	690	46.1	469.7	2.5	11.8	7.8	710.9	39	2.0	
60	28.0	21.3	19.4~23.3	622	43.1	455.8	2.2	6.9	25.2	58	10	2.8	33.7	7	30.88	69	564	47.8	481.4	2.2	11.6	7.4	756.5	41	1.9	
65	29.4	21.9	19.8~24.1	564	45.0	447.7																				

4 人工林の管理技術

人工林は、木材生産などの目的をもって人の手によって造られた森林です。健全な状態を維持し目的を達成するためには、その目的に応じたいろいろな管理が必要です。ここでは、その管理技術について解説します。

人工林の管理の流れ

人工林の管理の流れを図4.1に示しました。人工林の管理は、生産目標によって変わりますが、ここでは一般的な柱材生産の場合を例に管理技術のポイントについてみていきます。

(1) 地ごしらえ

- 苗木を植栽するために植栽地を整理する作業。
- 地形に合わせて、植栽後の管理がしやすいように、苗木の植栽位置を考えながら行う。
- 傾斜地では落石等の危険があるので上下作業にならないよう注意する。

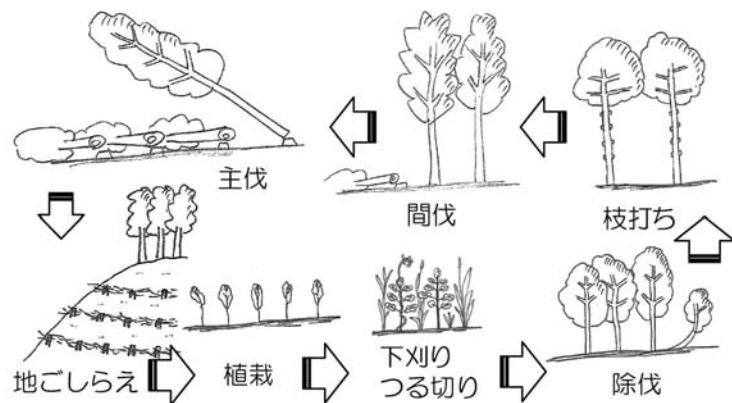


図4.1 人工林の管理の流れ

(2) 植栽

- 苗木を植え付ける作業で、植栽密度は、育成単層林（一斉林）の場合、スギが2,000～4,000本/ha、ヒノキが3,000～5,000本/ha。
- 植え穴の中で根を良く広げ、根が一方方向に固まった鳥足状にならないようにする。
- 苗木（特に根）は乾燥に弱いので、風や日光に当てないようにする。
- 下刈りがしやすいようになるべく等間隔に植栽する。
- 広葉樹を植栽する場合は、誤伐を防ぐため目印の支柱を立てる。

(3) 下刈り・つる切り

- 植栽木が雑草やツルに負けないようにこれらを刈り払う作業で、5年生程度までは毎年下刈りを行い、つる切りは10年生程度まで必要に応じて行う。
- 幹にからんだつるは取り外す。
- 時期は、雑草が種を落とす前で、根に蓄えた養分を使い切った時期が良い。
- 大鎌や刈払機を使用するので、隣接する作業者と安全な距離を保つ。
- 傾斜地では落石等の危険があるので上下作業にならないよう注意する。
- 蜂の活動が活発な時期なので刺されないよう注意する。

(4) 除伐

- 目的外の樹種や形質不良木を除去する作業で、10年生頃を目安に行う。

(5) 枝打ち

- 節のない優良材の生産、林内光環境の調節、病虫害の発生予防などを目的として行う。

- 腐朽や変色を防止するため、幹に傷をつけたり樹皮を剥がさないようにする。
- ノコギリを使用し、できるだけ枝の細いうちに行う。

(6) 間伐

- 立木密度を調整して個体間の競争を緩和し、直径成長を促進させて生産目標に合った木材を生産するために行う。
- 気象害を避けるため、形状比（樹高／胸高直径）の平均が80以下を目指して立木密度を管理し、急激な密度低下は避ける。
- 林分収穫表、林分密度管理図などを参考に間伐量を決める。

(7) 主伐

- 生産目標に達した材を収穫するための伐採。
- 再造林することを考えて林地残材の運搬、集積を行う。

なお、植栽、保育、間伐に関する地域ごとの基準は、千葉県が樹立する地域森林計画、市町村が樹立する市町村森林整備計画に掲載されています（表4.1、4.2）。

表4.1 保育の標準的な方法に関する指針（千葉南部地域森林計画書より抜粋）

保育種類	樹種	実施林齢・回数															備考
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
下刈り	スギ	②	②	○	○	○	△										
つる切り	ヒノキ							○		○							
除伐	マツ							○					○				
下刈り	クヌギ コナラ	○	○	○			△										
芽かき					○			○									
除伐								○					○				
下刈り	マテバシイ	○	○	○	○	○	△										
芽かき				①					②								

- 注) 1 下刈りの②は、必要に応じて2回実行することを示す。
 2 ○は1回実行、△は必要に応じて実行することを示す。
 3 マテバシイの芽かきの①では残すぼう芽枝の数を6～10本に、②では同じく3～4本にする。

表4.2 間伐を実施すべき標準的な林齢及び間伐の標準的な方法に関する指針（千葉南部地域森林計画書より抜粋）

樹種	施業体系	間伐林齢（年）						備考
		初回	2回目	3回目	4回目	5回目	6回目	
スギ	植栽本数3,000本/ha							
	生産目標：柱材等	11～15	16～20	25～30	31～35			伐期 45年
	生産目標：大径材	11～15	16～20	25～30	41～45	55～60	71～75	伐期 90年
ヒノキ	植栽本数3,000本/ha							
	生産目標：柱材等	11～15	16～20	26～30	36～40			伐期 50年
	生産目標：大径材	11～15	16～20	26～30	41～45	55～60	71～75	伐期 90年

- 注) 1 初回間伐は、除伐を兼ねて行う場合である。
 2 上記の間伐林齢は目安とし、実際の林木の競合状態に応じて決定する。

ヒノキ林の間伐(実習)

里山公開講座の実習では、森林研究所内のヒノキ林において、実際に毎木調査を行い、間伐木を選木して間伐を行いました。ここでは、その内容を紹介します。

(1) 毎木調査

実習場所は、傾斜が約30度の西向き斜面で、ヒノキの林齢は42年生、区域の一部にはスギ、シラカシが混交していました。実習は、実習地を3つに分け、3班に別れて班ごとに毎木調査と選木を行いました。なお、今回は区域が狭かったため、方形区を設定せずに全数調査を行いました。

毎木調査の結果は、表4.3のとおりです。3班の区域は、立木の約半数がスギでしたが、今回は樹種を区分せずに扱いました。なお、樹高については、1～3班の毎木調査の結果から胸高直径と樹高の関係式を導いて、胸高直径から推定した値を用いました(図4.2)。

各班の平均胸高直径、平均樹高にはほとんど差がありませんでした。立木密度は、2班>1班>3班となり、最も立木密度が高い2班の区域には枯死木が9本と最も多くありました。

(2) 間伐木の選木

毎木調査と同時に、間伐する個体の選木を行いました。選木のポイントとして、傷や曲がりなどの形質不良木、将来の立木の配置を考えました。各班で選木された本数は、1班が6本、2班が7本、3班が6本でした。間伐木の本数から、本数間伐率と間伐前後の立木密度、**収量比数**を計算したものが表4.4になります。間伐前の収量比数は、0.85~0.90であり、過密な状態であったことがわかります。今回の選木による間伐後の収量比数は、いずれの班においても0.06~0.07低下し、間伐により過密状態がやや解消すると考えられました。

毎木調査実習の方法

- ◆ 山側から高さ1.2mの位置にNoテープを打つ
- ◆ テープの位置で胸高直径を測定(輪尺使用)
- ◆ 5本に1本の割合で樹高を測定(測竿使用)
- ◆ 傷や曲がりなどの欠点等を記録

表4.3 毎木調査の結果

	1班	2班	3班 (スギ含む)	全体 (スギ含む)
平均胸高直径	cm 22.1	21.5	21.2	21.6
平均樹高	m 17.5	17.4	17.3	17.4
立木本数	本 29	31	34	94
枯死木本数	本 2	9	3	14
面積	m ² 174	174	228	576
立木密度	本/ha 1,667	1,782	1,491	1,632

表4.4 本数間伐率と間伐前後の立木密度、収量比数

	間伐率 (%)	立木密度(本/ha)		収量比数(Ry)	
		間伐前	間伐後	間伐前	間伐後
1班	21	1,667	1,322	0.88	0.82
2班	23	1,782	1,379	0.90	0.83
3班	18	1,491	1,228	0.85	0.79
全体	20	1,632	1,302	0.87	0.81

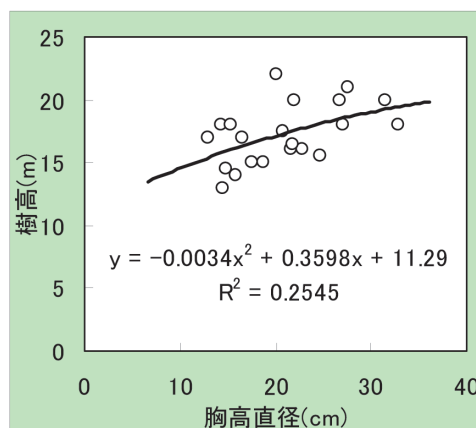


図4.2 胸高直径と樹高の関係

収量比数：林分の混み合い方の指標で、0~1の値をとる。林分密度管理図を使って上層樹高と立木密度から求められ、間伐量を決める指針となる。1は最も混み合った状態であり、通常は0.8程度を上限に密度管理を行う。

(3) 胸高直径階分布からみた間伐

各班の胸高直径階別にみた間伐木の分布を図4.3に示しました。胸高直径階別の分布は、1班では成長のバラツキが大きいのに対し、2班、3班は比較的成長がそろっていました。また、選木された間伐木は、おおむね下層木（劣勢木）でした。したがって、今回の間伐の種別は下層間伐、間伐の強度は、本数間伐率からみて弱度といえます。

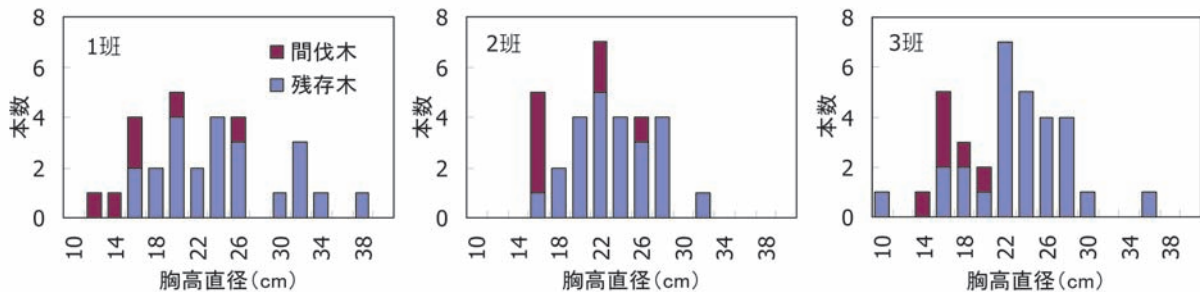


図4.3 胸高直径階別にみた間伐木と残存木の分布

(4) 立木配置図からみた間伐

実習地の立木配置を図4.4に示しました。班別にみると、1班と3班に比べて2班は立木が集中していることがわかります。また、2班の立木が集中している付近には枯死木が多く、過密な状態の中で劣勢木が被圧され枯死している状況と考えられます。

これに対して、1班と3班はすでに枯死したと考えられる空間が空いていることがわかります。1班は、胸高直径のバラツキが大きかったことから、比較的早い段階で何らかの原因によるかく乱が起こり、空間が開いたことによりその近くの個体の成長が良くなり個体間の成長差がついたと考えることができます。

一方、3班の場合は、開いた空間にシラカシが侵入してしまっただめに、成長差が大きくならなかったと考えることができます。

今回の間伐では、形質不良木に加えて将来の立木の配置を考えた選木も行っているため、間伐後の残存木の成長差は少なくなる方向に進むことが期待されます。



図4.4 実習地の立木配置図

(5) 間伐による林分材積の変化

間伐による林分材積の変化を表4.5に示しました。間伐前の材積は、496~614m³と班によって差が認められ、1班と2班が多く、3班はその8割程度でした。これは、3班の立木密度が低いことを反映していると考えられます。間伐後の材積は、453~545m³となり、材積でみた間伐率は9~16%でした。

表4.5 間伐による林分材積の変化

		1班	2班	3班 (スギ含む)	全体 (スギ含む)
間伐前立木密度	本/ha	1,667	1,782	1,491	1,632
間伐後立木密度	本/ha	1,322	1,379	1,228	1,302
間伐前材積	m ³ /ha	614	603	496	564
間伐材積	m ³ /ha	68	98	43	67
間伐後材積	m ³ /ha	545	505	453	497
材積間伐率	%	11	16	9	12

これは、本数間伐率でみた場合の50~70%にあたります。下層間伐の場合は、一般的に材積の小さい個体から間伐を行うため、このように本数間伐率>材積間伐率となります。

(6) 間伐による樹冠の変化

間伐による樹冠の変化をカメラで撮影してみました。今回の間伐木は、劣勢木が多かったためあまり大きな空間は開きませんでした。開いた空間に隣接する個体は他の個体よりも成長が良くなる可能性があります。



個体番号310と312の間で撮影（左：間伐前、右：間伐後）



個体番号349と354の間で撮影（左：間伐前、右：間伐後）