

**琵琶湖の保全・再生の視点に立った**

**森林整備指針**

**-本編-**



**平成 30 年 3 月**



改訂履歴

日付	版	改訂内容
2018-3-27	初版	初版作成

# 目次

<b>1</b>	<b>はじめに</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>指針の目的・対象と位置づけ</b> .....	<b>2</b>
	2.1 目的と対象.....	2
	2.2 位置づけ .....	2
<b>3</b>	<b>滋賀県の自然環境と森林立地</b> .....	<b>3</b>
	3.1 滋賀県の自然環境 .....	3
	3.2 滋賀県の森林立地 .....	6
<b>4</b>	<b>森林整備の基本的な考え方</b> .....	<b>8</b>
	4.1 森林整備の基本的な考え方 = “適地適業” .....	8
	4.2 収益性と災害リスクによる評価に基づいた森林整備方針 .....	9
	4.3 基本的な考え方に基づいた森林の評価.....	11
	4.4 森林整備において重視すべきこと .....	18
<b>5</b>	<b>適地適業のポイント</b> .....	<b>21</b>
	5.1 持続的な資源利用に向けた取組 .....	21
	5.2 流木・流出土砂対策に向けた取組 .....	27
	5.3 水源涵養機能維持に向けた取組（ニホンジカ食害対策） .....	32
<b>6</b>	<b>引用・参考文献</b> .....	<b>39</b>
	6.1 引用文献.....	39
	6.2 参考文献.....	40

# 1 はじめに

国民的資産である琵琶湖を、健全で恵み豊かな湖として保全および再生を図るため、平成27年9月に「琵琶湖の保全及び再生に関する法律」が公布、施行されました。

琵琶湖は、治水上、利水上の役割だけでなく、豊かな生態系を育むとともに、私たちの豊かな生活を支える重要な役割を担っています。その琵琶湖の水を育んでいるのは、周辺に広がる水源かん養や県土保全などの機能を有した森林です。

この森林を健全な姿で未来に引き継いでいくためには、森林の持つ多面的機能を持続的に発揮させることが重要であり、「琵琶湖の保全及び再生に関する法律」においても、琵琶湖の水源のかん養を図るため、第11条では森林の整備及び保全、森林に被害を及ぼしている動物の防除その他必要な措置を講ずること、また第17条では琵琶湖の環境と調和のとれた産業の振興のために必要な措置を講ずることが定められています。

一方、滋賀県内の森林は、利用期を迎え資源として充実しつつあります。滋賀県では「琵琶湖森林づくり基本計画」を推進するため、平成29年3月に林業・木材産業の活性化に向けた行動計画として「しがの林業成長産業化アクションプラン」を策定し、森林資源の循環利用を進めることにより適正な森林整備に向けた取組を強化しているところです。

しかし近年、滋賀県内の森林では、シカの食害等による林床植生の消失やそれに伴う流出土砂の発生、局所的な集中豪雨による山腹崩壊や流木・流出土砂の発生といった新たな問題が顕在化しています。

このような背景のもと、滋賀県では、森林の持つ多面的機能を持続的に発揮させ、琵琶湖の保全・再生に資する森林整備を推進するにあたっての基本的な考え方を整理し、指針として策定しました。

今後、本指針が、県内で森林づくりに携わる関係者の皆様に活用され、琵琶湖の保全・再生につながるものとなれば幸いです。



図 1-1 琵琶湖（左）と適切に管理された森林（右）

## 2 指針の目的・対象と位置づけ

### 2.1 目的と対象

本指針は、琵琶湖の保全・再生を図るための3つの視点（持続的な資源利用の視点、流木・流出土砂対策の視点、水源涵養機能維持の視点）に基づく森林づくりを進めるため、滋賀県内の林業従事者や森林所有者が、森林づくりを実践する際に必要な森林整備の基本的な考え方、技術的な事項（整備対象の森林の状況把握と総合評価（基本的な森林整備方針の決定）、森林整備において重視する事項等）を整理しました。森林整備の技術的な事項については、随時、更新します。また、この指針に基づく森林づくりを推進するための人材育成に活用することも目的としています。



図 2-1 本指針の目的

### 2.2 位置づけ

「琵琶湖保全再生施策に関する計画」、「琵琶湖森林づくり基本計画」やその具体的な行動計画として策定された「しがの林業成長産業化アクションプラン」を実行するにあたり必要となる森林整備の基本的な考え方を示します。

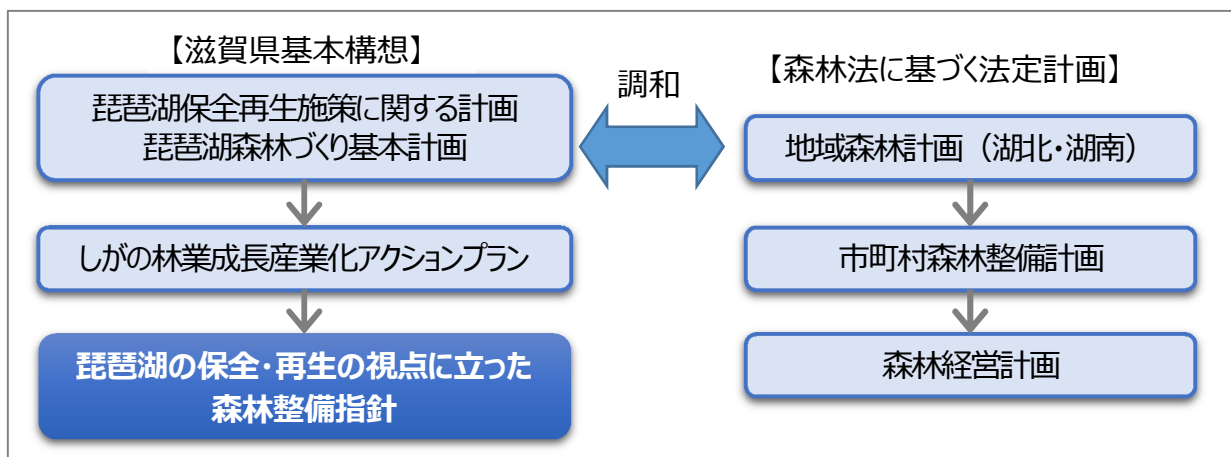


図 2-2 本指針の位置づけ



### 3 滋賀県の自然環境と森林立地

#### 3.1 滋賀県の自然環境

##### 3.1.1 地形地質<sup>※1</sup>

滋賀県の地形は、琵琶湖を中心にその周辺に沖積低地、丘陵地、さらにそれらの外縁部を1,000m級の地塁山地が取り囲んでいます。北は野坂山地、東は伊吹山地、鈴鹿山脈が、西は比良山地、南は甲賀山地が取り囲み、全体として盆地地形を形成し、琵琶湖の東方、南東側は、県下で最も丘陵・扇状地三角洲等の低平地が広く分布します。一方、琵琶湖の北方、西方は、一般的に低平地の発達が乏しく、急峻な山地が琵琶湖にせまっています（図3-1）。

地質としては、古生層、花崗岩が基盤を形成し、その周辺部を新生代第三紀、第四紀の堆積物が被覆しています。

古生層は大きく分けて湖西の丹波山地、湖東の伊吹山地、鈴鹿山脈に分布し、一般に丹波山地では石灰岩に乏しく、頁岩、砂岩、チャート等から、伊吹山地は、大部分が石灰岩から、また鈴鹿山地は石灰岩主体の部分と石灰岩に乏しい部分からなります。

花崗岩は、県下各地の古生層の周辺に分布しています。また花崗岩とほぼ同時に併入した流紋岩類が鈴鹿山脈西麓に分布し、また琵琶湖の多景島、沖ノ島、近江八幡市付近の長命寺山や、きぬがさ山などの平野の孤立丘を形成しています（図3-2）。

また、滋賀県を含む近畿、中部地方は、国内でも活断層分布密度が最も高い地域とされています。現在では活断層が地震発生と密接な関わりを持っていることが明らかとなっており、県内においてもいくつもの活断層が認定されています。主なものとしては、琵琶湖西岸断層帯、三方・花折断層帯、柳ヶ瀬・関ヶ原断層帯などがあります。

河川については、急峻な山地が琵琶湖に迫る地勢から、流路延長は野洲川、安曇川の2河川を除くと全てが50km未満と短く勾配は急で、出水しやすく、また、渇水にも見舞われやすいといった特徴があります（図3-3）。



↑森林区域（灰色）が外縁部を囲いその内側に丘陵地（緑色）、中心の琵琶湖へ河川（青色）が流れ込む。

図 3-1 滋賀県の地形<sup>※2</sup>

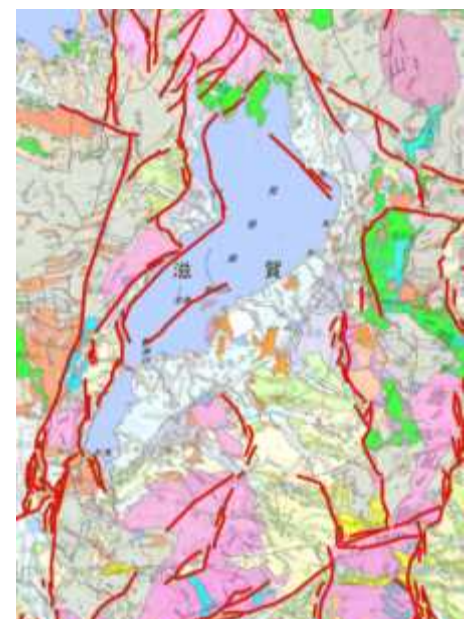


図 3-2 地質と活断層<sup>※3</sup>

また、水源となる山地の地質条件と相まって、山地から平地に流出する際、大量の土砂を堆積させるため、天井川が多いのも特徴で、代表的なものに草津川、家棟川、姉川、高時川、百瀬川などがあり、中には河川の下を道路や河川などが隧道・カルバートにより横断しているものもあります。

このように、滋賀県は、ひとたび山地から土砂が出れば、地域住民の生命や財産に影響を及ぼす土砂災害や水害などが発生しやすいだけでなく、閉鎖性水域である琵琶湖の生態系や水質に影響しやすい土地条件を備えているといえます。



図 3-3 滋賀県の河川概要図※4

### 3.1.2 滋賀県の気象※1

滋賀県は、日本海型気候区と太平洋型気候区、および瀬戸内型気候区が相接した位置にあります。また、三方からそれぞれ若狭湾、伊勢湾、大阪湾が湾入し、本州の最狭部となっているほか、盆地地形の中央部に県土の6分の1の面積を有する琵琶湖が存在しているなど、複雑な地形要素が加わり、その気候はかなり変化に富んだものとなっており、県内の気候を細分すると、8つの気候区に分けられます(図3-4)。

降水量は南部平野部では1,500~1,600mmと少ないが、周囲の山間部では1,800~2,000mmと多く、特に北部山間部へ行くほど多く2,600mmを越えます。これは、滋賀県が日本海気候、瀬戸内気候、東海気候の接合する地域で、南部は晴天の日が多いが日本海気候に属する北部では冬の雪による降雨が多く、冬季の降水量の差が主な要因となっています。また、前述の地形条件などから、季節により風向きが変化し、複雑な気流が発生するため、雨や雪の降り方も年によって変化し、局地的な集中豪雨が起きやすく、洪水など自然災害が発生しやすい条件があるといえます。

なお一般に降水量が多いほど森林の生長が良いとされており、降水量の多い北部、西部の山間地はスギの生産適地が多く、産地となっています。

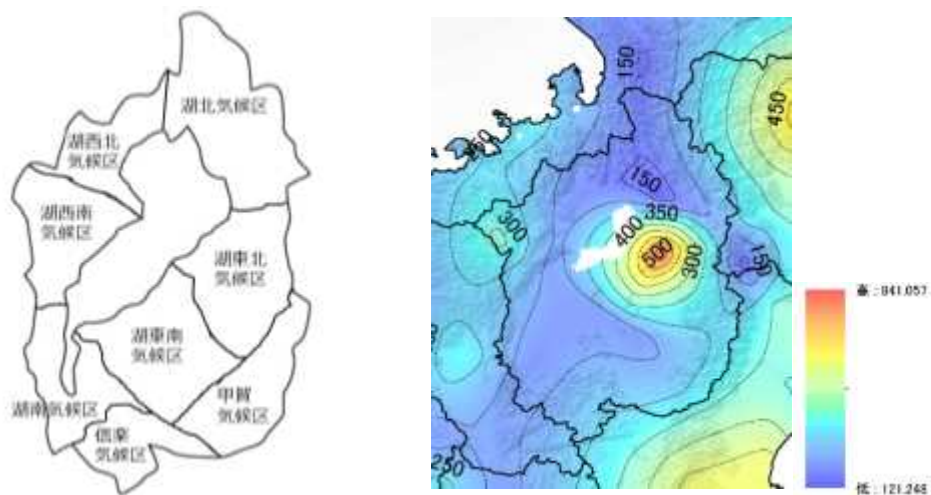


図 3-4 滋賀県の気候区分(左)と既往最大日雨量(右)

### 3.1.3 県内における過去の災害

#### (1) 過去の風水害

文献記録等による滋賀県に被害を及ぼした主な風水害（台風や豪雨等による水害）は表 3-1 のとおりです。明治 29 年には琵琶湖の水位が現在よりも 6m も上昇する甚大な水害が起きた歴史があります。近年の気象変動の影響による集中豪雨の頻発（今までよりも多く降る）や東日本大震災以降断続する地震活動に伴う地盤の強度低下（今までよりも少ない雨量で崩れやすくなる）を踏まえると、豪雨が発生するたびに土砂災害等が発生する可能性が高いため、林業活動においては、これまで以上に土砂災害に配慮する必要があります。

表 3-1 県内の主な風水害<sup>※5</sup>

西暦	名称	主な被害
1896年9月4～12日	大雨	彦根の日雨量 597mm
1934年9月21日	室戸台風	死者 47 人、負傷者 641 人、家屋全壊 681 戸
1953年9月25日	台風第 13 号	死者 43 人、負傷者 497 人、家屋全壊 522 戸
1959年9月26日	伊勢湾台風	死者 16 人、負傷者 114 人、家屋全壊 357 戸
1961年9月16日	第 2 室戸台風	死者 3 人、負傷者 438 人、家屋全壊 610 戸
2013年9月15日	台風第 18 号	死者 1 人、負傷者 10 人、家屋全壊 10 戸
2017年10月23日	台風 21 号	負傷者 8 人、家屋半壊 1 戸

#### (2) 過去の地震災害

文献記録等による滋賀県に被害を及ぼした主な地震は表 3-2 のとおりで、琵琶湖西岸断層帯や花折断層帯等の内陸の断層帯を起因とする地震と、南海トラフを起因とする地震が複数回発生しており、滋賀県内に大きな被害をもたらしています。地震の長期評価<sup>※6</sup>を踏まえても、今後、同様の地震が発生し、土砂災害などを引き起こす可能性は十分にあると考えられます。

表 3-2 滋賀県内における過去の地震災害<sup>※6</sup>

西暦	地域	推定M	県内の主な被害
976年7月22日	山城・近江	6.7 以上	死者 50 人以上 社寺等倒壊多数
1185年8月13日	近江・山城・大和 ※琵琶湖西岸断層帯[南部]	7.4	社寺倒壊多く死者多数 琵琶湖の湖水減少
1662年6月16日	山城・大和・河内・和泉・摂津・丹後・若狭・近江・美濃・伊勢・駿河・三河・信濃 ※花折断層帯北部	7 1/4～ 7.6	比良岳付近を中心に被害 死者は 627 人余、家屋全壊 3600 棟以上
1854年7月9日	伊賀・伊勢・大和および隣国 (伊賀上野地震) ※木津川断層帯	7 1/4± 1/4	(死者約 1500 人)
1909年8月14日	(江濃地震) (姉川地震)	6.8	現在の長浜市を中心に被害 死者 35 人、負傷者 643 人、
1995年1月17日	阪神淡路大震災	7.2	負傷者 9 人



### 3.2 滋賀県の森林立地

滋賀県の県土の約半分は森林が占めており、その約 9 割が民有林となっています。民有林のなかでも、個人が所有する森林が 41.5%と一番多く、また、1ha 以上の森林を所有している林家のうち、5ha 未満の小規模経営の林家が約 8 割を占めています。林種構成としては、人工林が 43.6%、天然林が 52.9%となっており、全国平均とほぼ同じ状況です（図 3-5、3-6）。

人工林のうち、主伐による利用が可能な森林（10 齢級以上）は 5 7 %となり、これまでの資源の造成期から、現在は資源の利用期に本格的に移行しています（図 3-7）。

県内の民有林のうち 35.7%が保安林に指定されており、そのうち水源かん養保安林と土砂流出防備保安林で 95.4%を占めています。琵琶湖の水源涵養を図る目的で、水源かん養保安林の指定に力を入れています。

利用期を迎え充実する森林資源の循環利用を推進することにより、適切な森林整備を確保するとともに、将来にわたり、水源涵養等の多面的機能の発揮を図ることが求められています。

また近年、二ホンジカによる森林被害が増加し、森林に深刻な影響を与えています（図 3-8）。植栽後間もない稚樹の食害や成木の剥皮被害などの樹木に対する直接的被害に加え、下層植生が衰退することにより、土壌流出が引き起こされることが問題になっています。平成 24 年度における下層植生衰退度調査では、県内の森林ほぼ全体において二ホンジカによる被害が確認されています。

二ホンジカによる被害は、水源涵養等の森林の公益的機能の発揮を妨げ、さらには土壌流出など深刻な影響を引き起こす要因となるため、被害状況に応じた適切な対策を実施する必要があります。

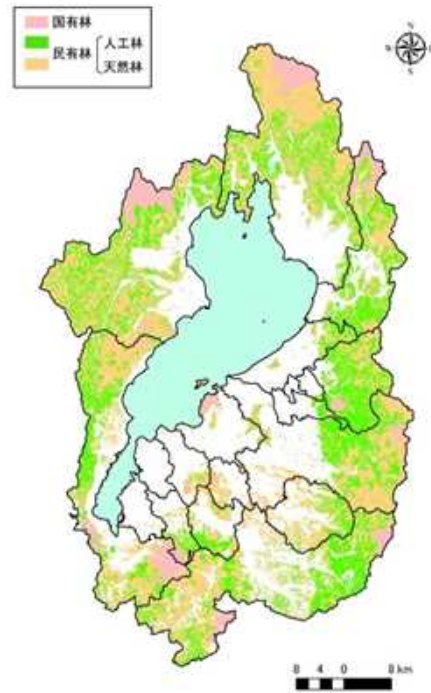
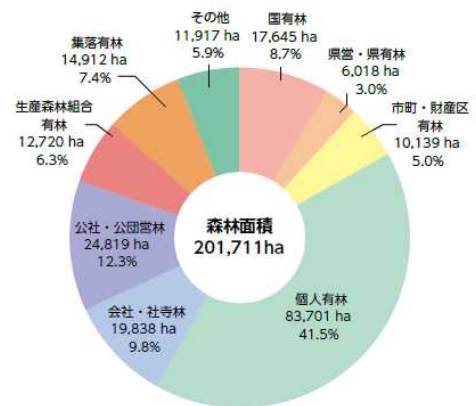


図 3-5 滋賀県の森林分布※7



※計の不一致は四捨五入による

図 3-6 所有形態別森林面積※7

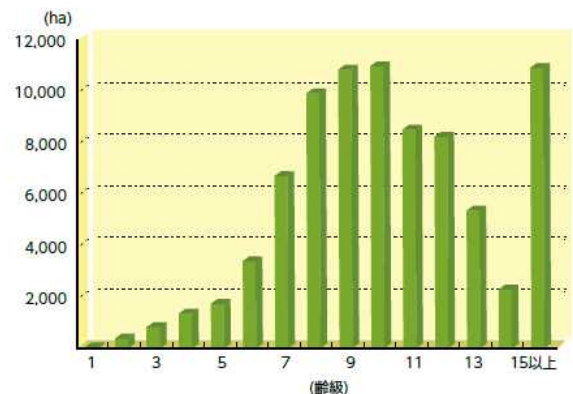


図 3-7 人工林の齢級構成※7



図 3-8 剥皮被害（左）とニホンジカによる森林被害面積と捕獲頭数の推移（右）※7

さらに、近年、局地的な集中豪雨の増加や、人工林や里山の二次林の成長を背景に、溪流沿いの木を巻き込んで流下する土石流による流木災害が発生しています（図 3-9）。

本県の場合、発生した流木・土砂が琵琶湖に流入するため、土砂災害による森林の荒廃だけでなく、漁場の破壊や琵琶湖の環境の悪化などが懸念されます。

流木を伴う土砂災害の発生による森林の荒廃を防止するとともに、下流域に住む住民の命を守り、琵琶湖環境の悪化を防ぐために、流木が発生しないような森林づくりが求められています。

また、環境に配慮した森林整備や持続可能な森林経営を認証する「森林認証」については、県内でも認証面積が増加傾向にあり、今後一層重要度が高まると考えられます。



図 3-9 県道への土砂、流木流出状況※8（左）と琵琶湖に流出する流木の状況（右）

## 4 森林整備の基本的な考え方

### 4.1 森林整備の基本的な考え方＝“適地適業”

前述した滋賀県の独特な地形や近年の豪雨・地震を踏まえると、特に保安林のような伐採や開発への制限の少ない普通林において、できるだけ災害を発生させない“減災”の視点を持つことが重要です。

そこで、本指針では、森林資源を循環利用する持続的な林業を行いながら、洪水や山腹崩壊などの災害を最小化する“適地適業”（“林業と県土保全を両立”する林地利用）を森林整備の基本的な考え方とします。

適地適業とは、現地の状況に合わせた林業のやり方を選択することです。森林資源の循環利用（植える⇒育てる⇒伐る⇒使う⇒植えるといった林業のサイクル）の中で、特に災害リスクを踏まえ最適な伐採方法を選択する「適地適伐」と、伐採後の林地の土壌・水分・地形等の条件に合った樹種や植栽方法を選択する「適地適木」が重要です。木材生産を行う場合、「適地適伐」により伐採を行った上で、「適地適木」に従った植栽を考えていく必要があります。

この基本的な考え方により、安心・安全で豊かな暮らしを守り、かつ持続的に森林資源を活用し、水源かん養等多面的機能の発揮につなげます。

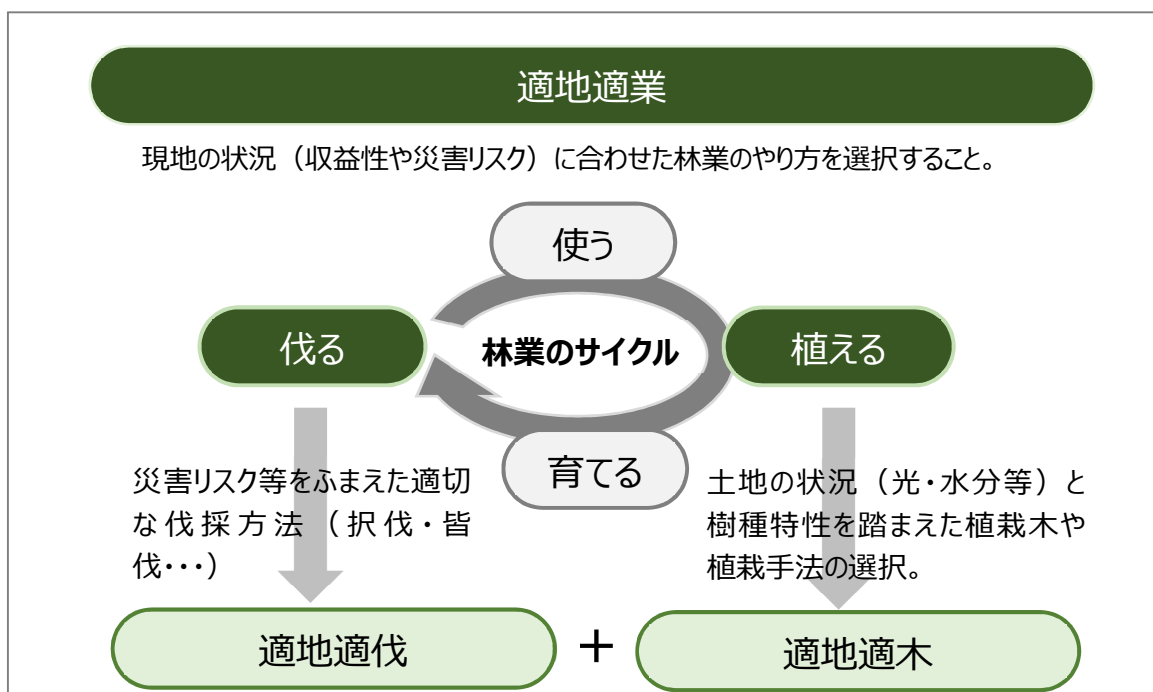


図 4-1 適地適業の考え方

## 4.2 収益性と災害リスクによる評価に基づいた森林整備方針

適地適業を実践していくために、整備対象森林について斜面単位で森林の状況を把握し、適切な整備方針を定めることが大切です。そこで、『収益性』『災害リスク』の2軸による評価を行い、森林整備の方針を整理することを推奨します。

森林を捉える際に、まず保全対象からの距離や山地の崩れやすさなどから「災害リスク」を判断することが先決です。次に樹木の生育に適したところか、また木材の生産が効率的にできるかといった地位、地利などの「収益性」を判断することが重要です。

本指針では、図4-2の四象限図のように、収益性と災害リスクの評価結果の組合せごとに4つの森林整備の方針に整理しました。また、それぞれの象限の概要は表4-1のとおりとなります。対象とする森林について、その特性や条件を把握して整備方針を決定することが重要です。

表 4-1 各象限の概要

象限	概要
I	樹木の生長がよく路網からも近いが、急傾斜地など崩れやすいところで地形改変にリスクをともなう。林業活動の際には災害に配慮した施業が必要であり、崩壊や地すべり、土石流の危険地形など、災害リスクがより高いところでは伐採行為を控えることが必要。
II	傾斜が緩く崩れにくいところで、かつ路網からも近い、林業適地。さらに地利を高め、生産性の高い木材生産を行うことが可能。
III	地位は低いが地形改変は容易。路網などの条件整備により収益性の改善が可能。
IV	樹木の生長が悪く地形改変が難しい、林業不適地。これ以上災害リスクを高めないような施業（適正な密度管理、自然林への誘導など）が必要。

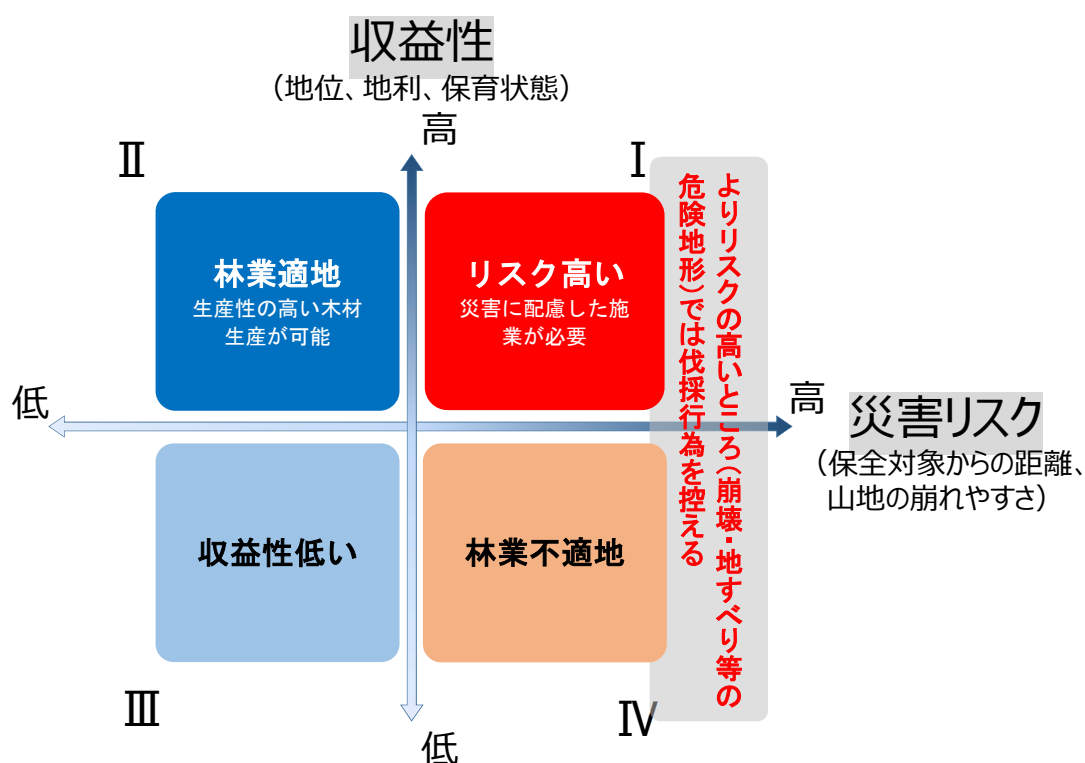


図 4-2 収益性と災害リスクによる評価



また、図 4-3 に、収益性と災害リスクを評価し、当てはめた森林のイメージを示します。それぞれの評価方法については後述します。

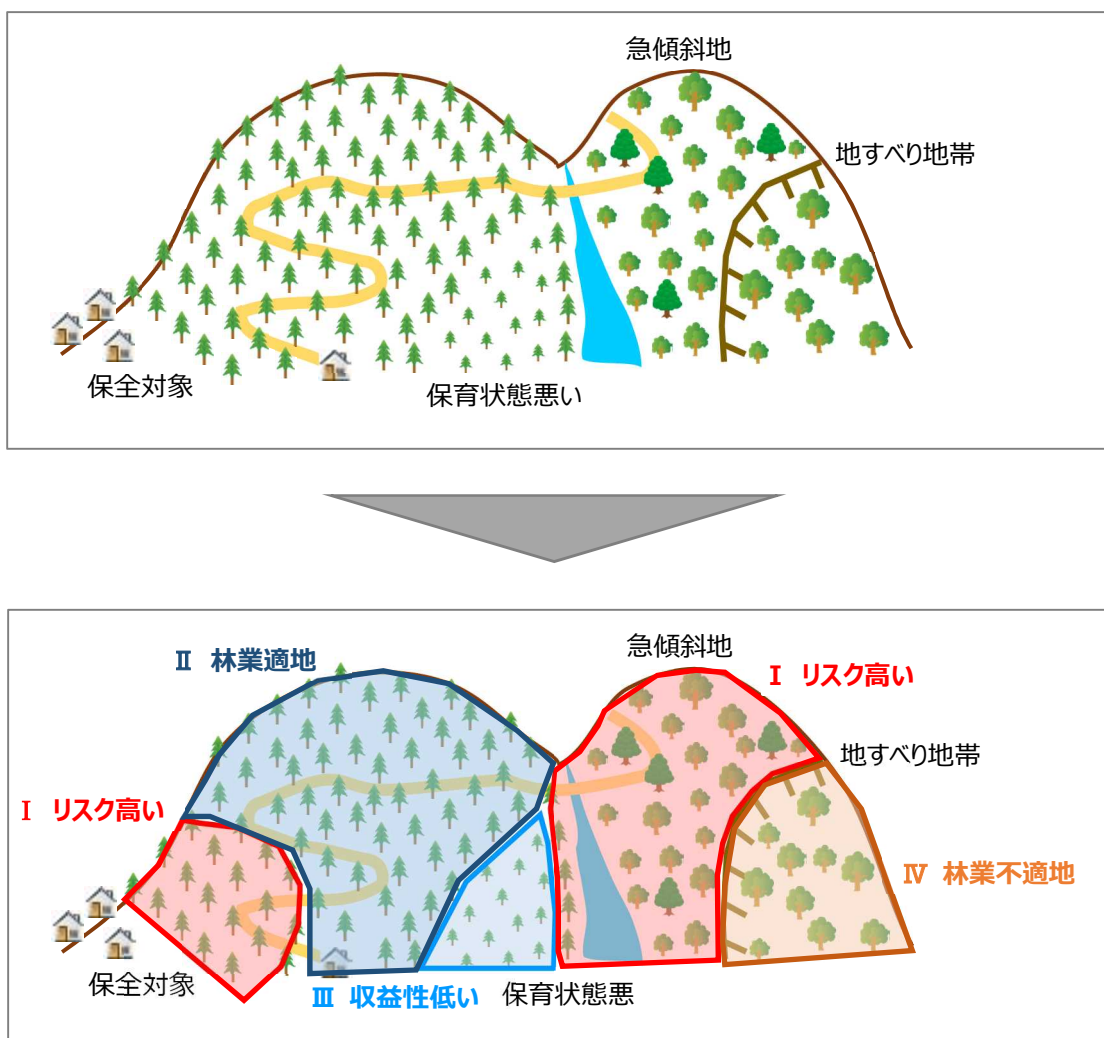


図 4-3 収益性とリスクを評価した森林のイメージ

### 4.3 基本的な考え方に基づいた森林の評価

前項で示した基本的な考え方である『収益性』と『災害リスク』の評価を行う際に、最低限必要な評価項目と判断目安を以下に示します。

評価にあたっては、公開情報など現場に行かなくても得られる情報（＝既存情報）と現場に赴き“見る”ことで初めて得られる情報（＝現場情報）を組み合わせることで総合的に判断してください。

既存情報を用いて整備対象森林周辺の概況を広域的に把握したのち、現地に赴き整備対象森林の状況を具体的に把握した上で、『収益性』と『災害リスク』の各々について総合的に評価を行い、森林整備方針を決定します。

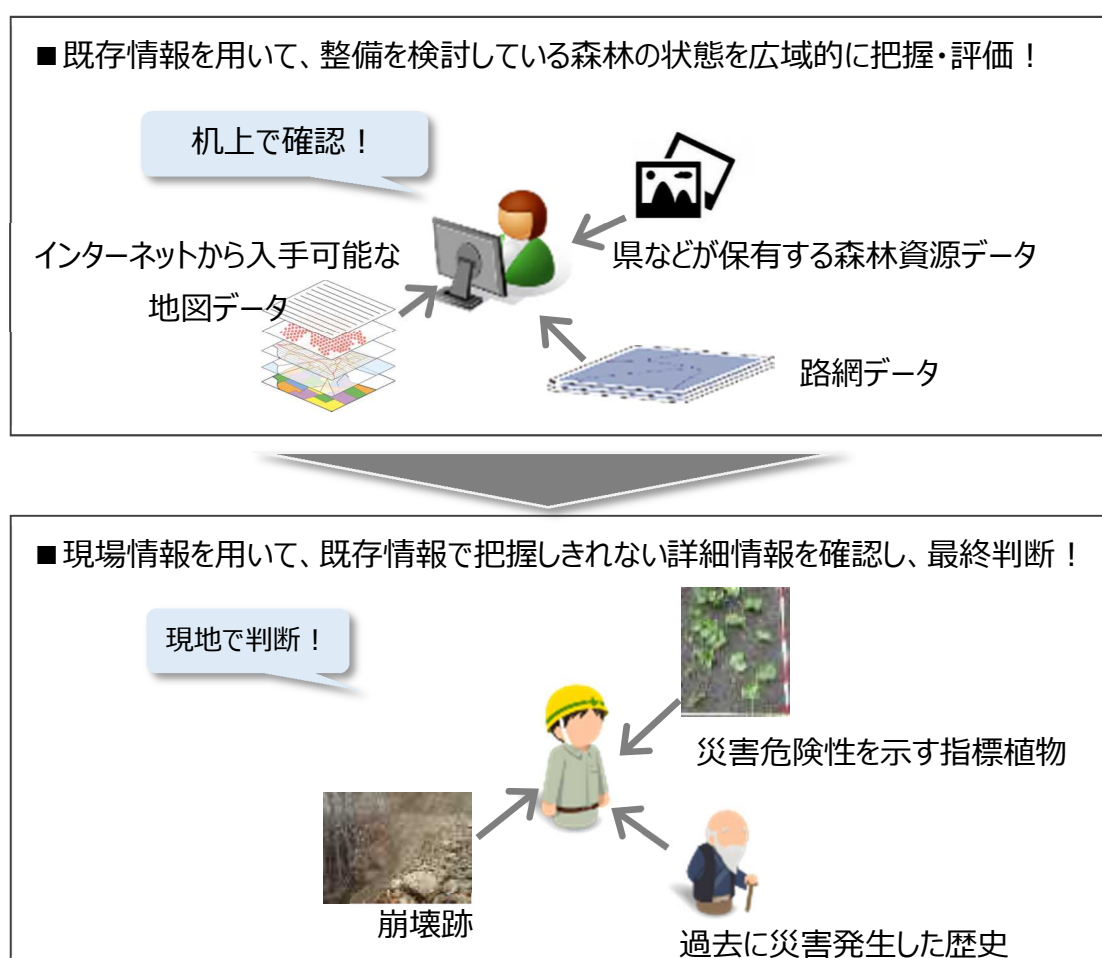


図 4-4 既存情報および現場情報の活用

### 4.3.1 収益性の評価項目と基準

『収益性』は、立木の生育条件として「地位」、林業を行う際の作業効率の指標として「地利」、それまでの施業履歴として「保育状況」から評価を行います。

**地位**・・・土壌の肥沃土等のことで、立木を生育させるのに適した土壌条件、水分条件であれば地位が高くなります。

**地利**・・・林道からの近い距離である等、利用しやすい林分であれば地利が高くなります。

**保育状況**・・・適切な保育が実施され、立木の形質（通直完満、腐りなし等）が良ければ、保育状況がよいと判断されます。

表 4-2 に収益性の評価項目及び基準の例を示します。実際の収支は事業者の生産能力や木材の市況など、他の様々な要素が考えられます。以下は一つの目安として総合的に判断することが必要です。

表 4-2 収益性の評価項目及び基準の例

種別	分類	項目名	情報源	評価基準例																			
既存情報	地位	地位指数	森林簿	■ 森林簿に記載される地位等級が平均以上であるか																			
	地利	林道からの距離	既設路網図 森林簿	■ 林道からの距離が 500m 以内か <sup>※9,10</sup>																			
		路網密度	既設路網図	■ 路網密度が以下を満たしているか <sup>※11</sup> <table border="1" style="margin-left: 20px;"> <thead> <tr> <th colspan="2">区分</th> <th>路網密度(m/ha)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">緩傾斜地 (0°~15°)</td> <td>車両系</td> <td>100~250</td> </tr> <tr> <td>架線系</td> <td>25~75</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">中傾斜地 (15°~30°)</td> <td>車両系</td> <td>75~200</td> </tr> <tr> <td>架線系</td> <td>15~50</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">急傾斜地 (30°~35°)</td> <td>車両系</td> <td>60~150</td> </tr> <tr> <td>架線系</td> <td>15~50</td> </tr> <tr> <td>急峻地 (35°~)</td> <td>架線系</td> <td>5~15</td> </tr> </tbody> </table>	区分		路網密度(m/ha)	緩傾斜地 (0°~15°)	車両系	100~250	架線系	25~75	中傾斜地 (15°~30°)	車両系	75~200	架線系	15~50	急傾斜地 (30°~35°)	車両系	60~150	架線系	15~50	急峻地 (35°~)
区分		路網密度(m/ha)																					
緩傾斜地 (0°~15°)	車両系	100~250																					
	架線系	25~75																					
中傾斜地 (15°~30°)	車両系	75~200																					
	架線系	15~50																					
急傾斜地 (30°~35°)	車両系	60~150																					
	架線系	15~50																					
急峻地 (35°~)	架線系	5~15																					
現場情報	保育状況	保育状況	現地調査	■ 相対幹距比 (Sr) が 20 程度であるか <sup>※12</sup> ■ 形状比が 80 以下であるか ■ 樹冠長率が 40%程度以上あるか 他																			
	地利	既設路網	現地目視	■ 図面で確認した既設路網が利用可能な状態か ■ 沢等の林業機械が入れないような障害物はないか																			
	保育状況 生育状況	現地調査・ レーザー計測	現地調査、 レーザー計測成果	■ 通直完満で腐りない樹木が生育しているか																			

※補足 1 収益性について

本指針では収益性の判断について、実務上、地利と地位、保育状況等を要素としていますが、収益性は現場での「作業システム」にも大きく左右されます。作業システムとは、木材生産現場における、「作業」と「機械」と「人」の有機的な組み合わせであり、立木の伐倒（伐木）、枝払い・玉切り（造材）、林道端や土場への搬出（木寄せ・集材）まで（場合によってはトラック積み込みまで）の一連の作業プロセスであり、それらの工程の順番は、機械の選択や人の配置でさまざまな選択肢があります。

作業システムのうち、車両系は比較的高い路網密度が要求され、架線系は急傾斜地などの路網密度が限られる作業地や、架線の架設・撤去の手間を考慮しても車両系よりも高い効率を得られるような条件の作業地で採用されています。林地傾斜は路網配置に密接に関連し、作業システムも林地傾斜と路網配置に密接に関連しています。

滋賀県では標準的な作業システムについて、林地傾斜や搬出距離等の関係に基づき、下記早見表（図 4-5）のとおり目安を整理していますので、参考にしてください。

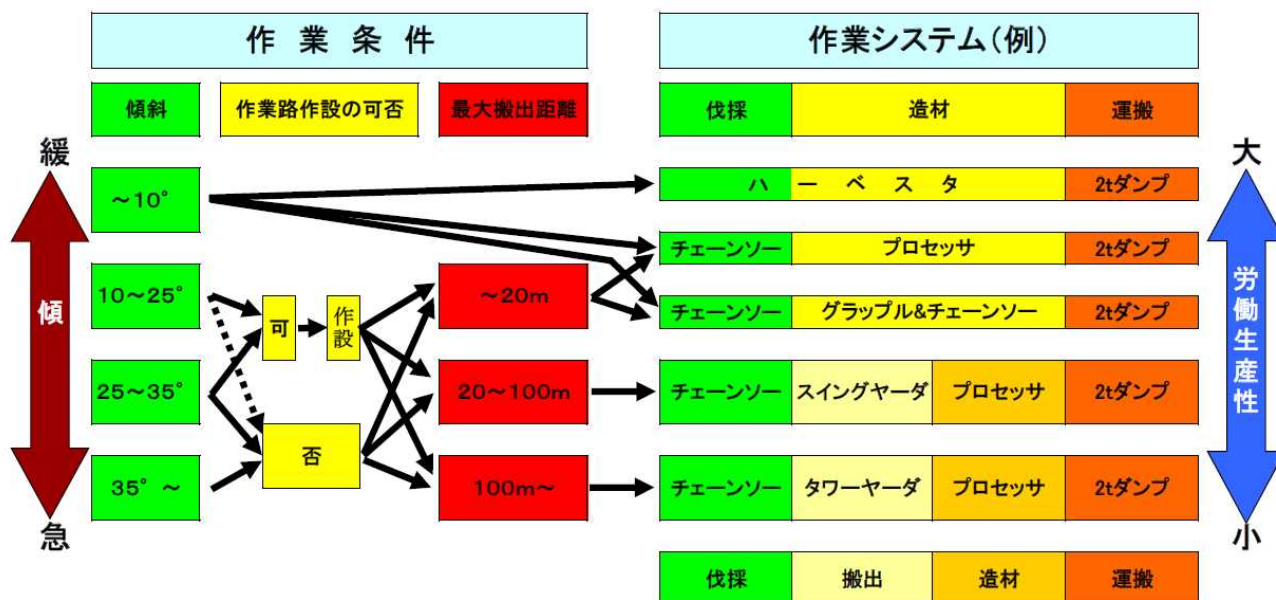


図 4-5 作業システム早見表<sup>※12</sup>



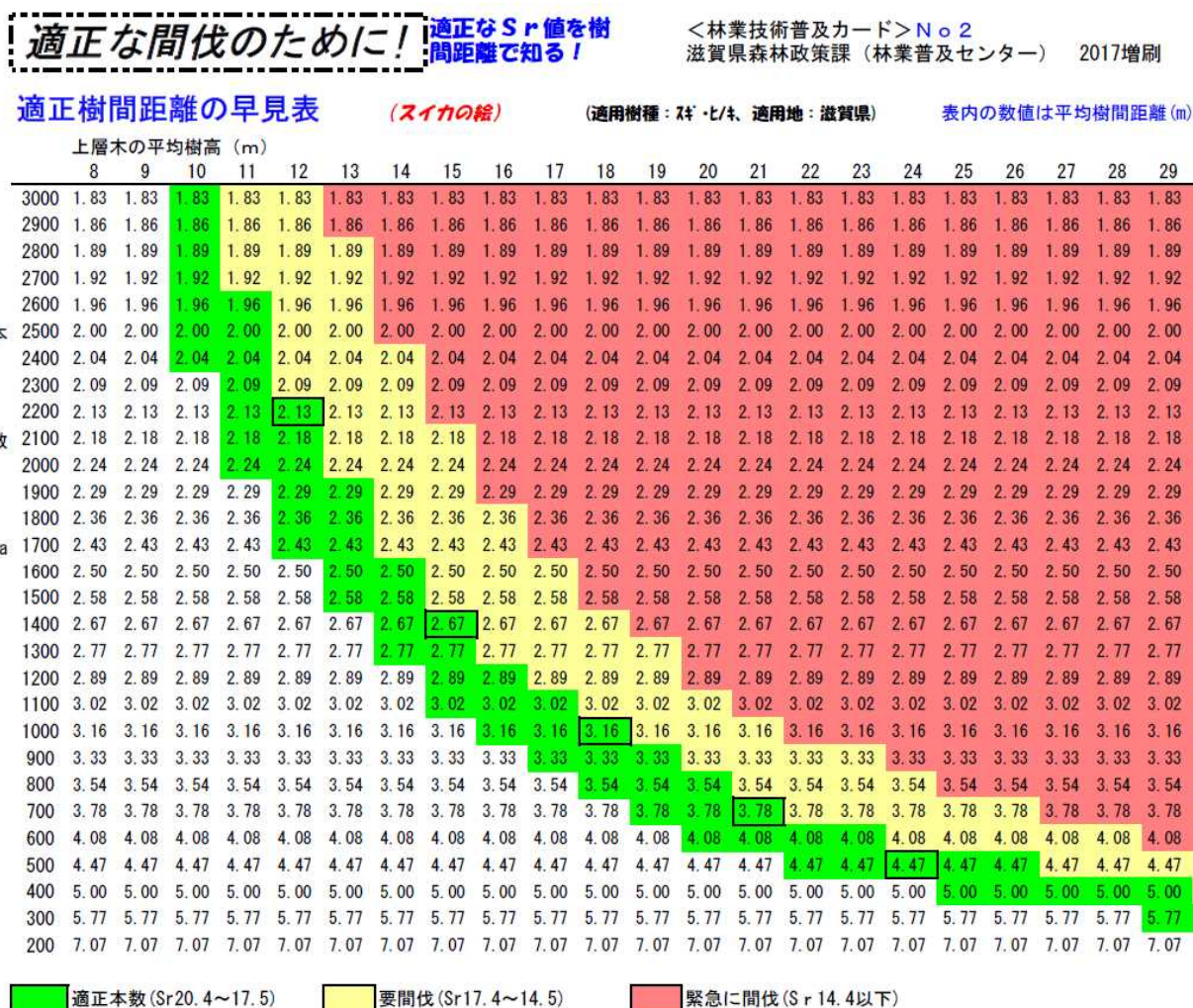
※補足2 保育状況について※13

保育状況については、林分の混み具合を指標として評価することができます。以下に林分の混み具合を示す基準を解説します。

1 相対幹距比 (Sr)

相対幹距比は、上層平均樹高（上層木の平均樹高）に対する平均個体間距離の割合。相対幹距比は、20%程度が適当な混み具合で、17%以下で要間伐、14%以下であればかなりの混み過ぎであるとされます。

滋賀県では、相対幹距比の早見表（図 4-6）を作成しておりますので、活用してください。



※1 Srとは、樹木間隔を樹高の何%にするかを示した数値で、＜平均樹間距離／樹高×100＞で算出できます。  
 ※2 表内の口で囲んだ欄は、Sr15→18の施業モデル例を示しています。(1回の間伐でSrが4以上変化することは避ける)  
 ※3 本表はあくまで目安なので、土壌条件、方位、遺伝的性質等によりある程度の調整が必要です。

図 4-6 相対幹距比 早見表※14

## 2 収量比数 (Ry)

林分密度管理図において、最多密度（ある樹高のもとで、もうこれ以上は入らないという上限の本数密度）を1としたときの、それに対する相対的な混み具合のこと。収量比数は対象林分の上層平均樹高と本数密度から読み取ります。一般に、0.8 以上が混み過ぎとみなされます。

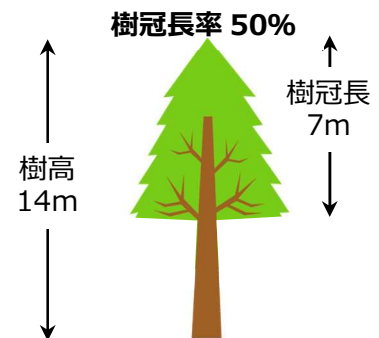
## 3 形状比 (H/D)

樹高 (cm) を胸高直径 (cm) で除した値を形状比といいます。形状比が 80 を超えると気象害に対して弱い樹形だとされていることから、この値を超えるような林木が多い林分は混み過ぎであると考えられます。



## 4 樹冠長率

樹冠長率は、樹高に対する樹冠長の割合です。樹冠長は、樹高から枝下高を引いて求めることができます。樹冠長率が 40%以下の林木が多くなると、混み過ぎであるといえます。



#### 4.3.2 災害リスクの評価項目と基準

『災害リスク』は、実務上、表 4-3 および図 4-7 で示すように、災害発生時の住民（人命）への影響という指標として、横軸に「保全対象からの距離」（＝土石流が発生した際に保全対象まで到達するか）、縦軸に「山地の崩れやすさ」（林地の土砂災害発生しやすさの条件として斜面の傾斜や地形・地質など）を用いて評価を行います。

表 4-3 各象限における災害リスクと評価の概要

象限	リスク順位	災害リスクと評価の概要
I	1 位	民家に土砂が到達する崩れやすい山であるため皆伐禁止
II	3 位	崩れやすいが民家に土砂は届かないので山地保全に配慮
III	4 位	林業適地である
IV	2 位	崩れにくい土砂が出ると民家に到達するため皆伐禁止

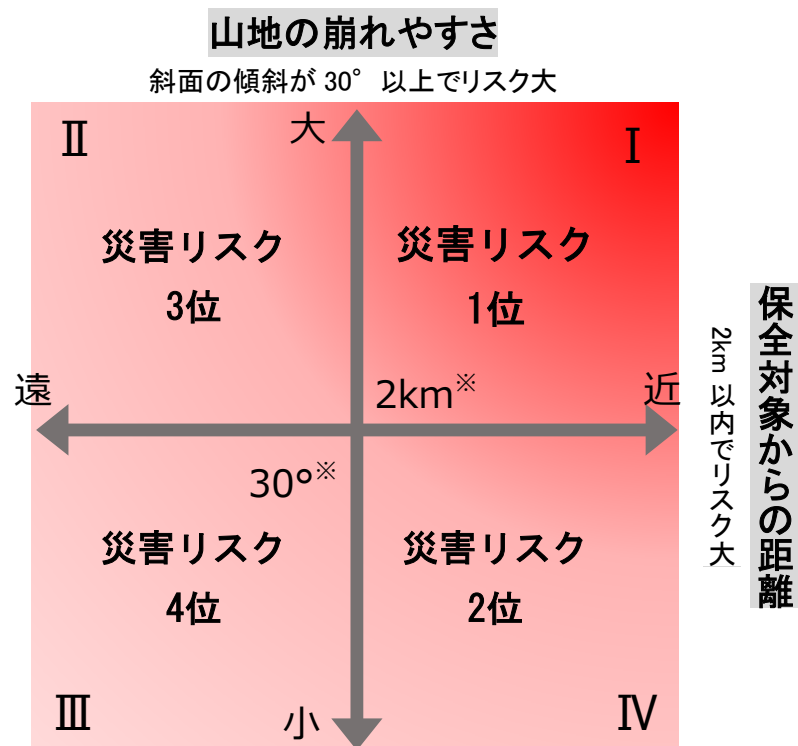


図 4-7 災害リスクの評価マトリクス

※補足・・・崩壊土砂流出危険地区の調査対象地として「溪流の出口からおおむね 2 キロメートル以内」、傾斜度による危険度の判定として「傾斜度 30 度以上」が示されています<sup>※15</sup>。

また、山地の崩れやすさは斜面の傾斜以外にも様々な指標があります。図 4-7 により机上でおおまかなリスク判断を行い、表 4-4 に示す評価項目や基準の例により、資料や現地での判断をもとに災害リスクの評価を行います。

保全対象からの距離や山の崩れやすさによって、災害発生時の影響・内容やリスクの大きさが異なるので、このような考え方を目安に、災害リスクの程度を総合的に判断することが大切です。

表 4-4 災害リスクの評価項目及び基準の例

基準	分類	項目	情報源	評価基準例
既存情報	保全対象との関係	保全対象からの距離	国土地理院地図	<input type="checkbox"/> 保全対象があり、最悪の場合、死者が出る立地である
		山地の崩れやすさ	降雨特性	30、50年確率雨量・最大日雨量
	地盤特性		活断層	
	災害履歴		土砂災害ハザードマップ	<input type="checkbox"/> 急傾斜地である
	斜面傾斜		傾斜区分図	
	山地災害危険地区		滋賀県防災情報マップ	<input type="checkbox"/> 法令指定地がある
	土砂災害警戒区域	滋賀県防災情報マップ		
崩壊跡地、小型の扇状地（沖積錘）	CS立体図、地すべり地形分布図	O次谷、地すべり地形、断層・鞍部・破砕帯、地質境界、崩積土	<input type="checkbox"/> 過去に土砂が出た履歴がある	
			<input type="checkbox"/> 土砂が出やすい危険地である	
現場情報	山地の崩れやすさ	土層厚	立木の根の進入角度（現地目視）	<input type="checkbox"/> 雨で流れる土砂が十分ある
		湧水	湧水位置と流下方向	<input type="checkbox"/> 崩壊の起点となる可能性がある
		地盤の水分量	立木やツル植物の伸長成長、コケの付着状況（現地目視）	地盤が、 <input type="checkbox"/> 過湿 <input type="checkbox"/> 湿潤 で、豪雨時に水が多く集まりやすい
		地盤の不安定度	構造物の変位、立木乱れ（現地目視）	<input type="checkbox"/> 地盤が不安定化している

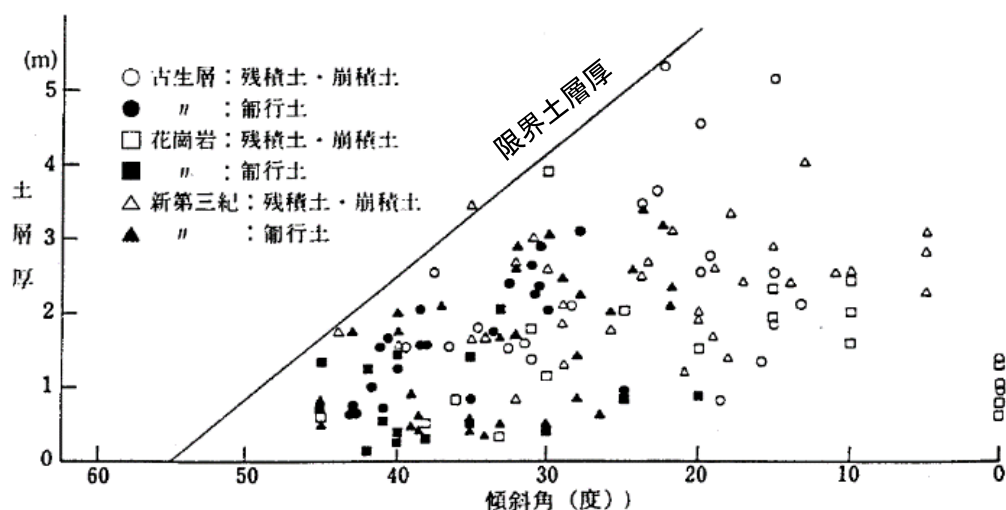


図 4-8 斜面勾配と土層厚の関係<sup>※16</sup>

※土層厚についての補足

土層は、発達⇒限界土層厚⇒崩壊⇒発達⇒・・・を繰り返しており、土層厚が厚く限界土層厚に近いほど、崩壊するリスクが高いと考えることができます（図 4-8）。



## 4.4 森林整備において重視すべきこと

図4.2で示した収益性と災害リスクによる評価に基づいた森林整備方針、それぞれについて次のような事項に留意して森林の整備を実施することが大切です。今後、伐期を迎え充実する森林資源を活用し、持続的な森林経営を目指す中で、留意することを示します。

### 4.4.1 共通事項

どのような林分でも災害リスクが潜んでいることから、伐採したら必ず植栽を行うとともに前項で示した指標（Sr等）に基づき適切な育林を行うことが必要です。

樹木根系による土壌の保全能力は、伐採後植栽しても20年程度は弱まるため、崩壊の危険性がある場所での皆伐には十分な配慮が必要です。皆伐後に植栽を行わず植生のない状態が続くと、土砂が流出し、崩壊を招く恐れがあります（図4-9）。

また近年は異常気象と言われるように豪雨が多く発生しているため、豪雨の発生を前提とし、下流域へ土砂を出さないよう配慮した森林整備を実施する必要があります。

このほか滋賀県では、全域でシカが生息しており、新植する際には必ずシカ食害への対策が必要となります。

なお、育林に関して、滋賀県では、植栽とその後  
の保育に関する施業の基準として、「生産目標と保育形式の選び方—良質材生産のための施業指針—」を定めています。施業技術はその林分の自然条件に大きく左右され、植付密度・保育方法が異なってきます。また、同一地方においても保育管理に対する自家労働力、投下資本等が異なる場合があるため、これらの条件をよく見極めたうえで、最も適正な生産目標を決めて、これに沿った計画的な施業が大切です。

以下に施業体系の一例を紹介します（表4-5、図4-10）。巻末資料に様々な目的ごと、樹種ごとの施業基準を整理していますので、参考にしてください。

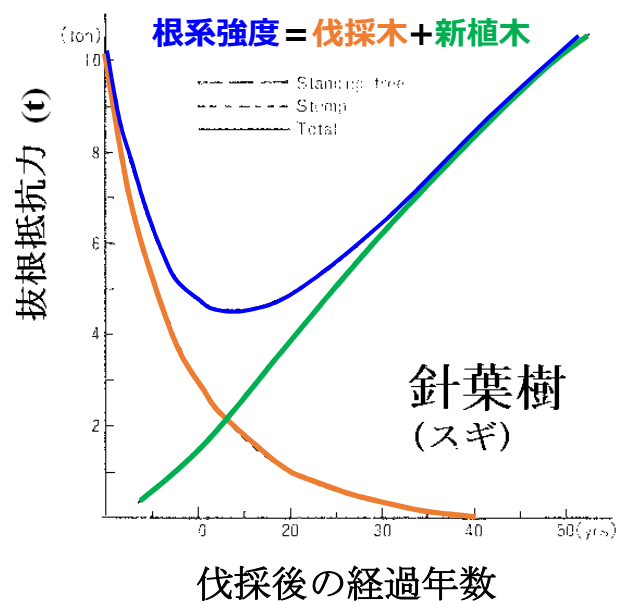


図 4-9 人工林伐採直後に植栽した場合の根系による斜面補強効果の経時変化

※17に加筆

表 4-5 施業体系一覧<sup>※17</sup>

目的	説明
良質材生産	積雪量が少なく、土壌条件の良いところでは良質材生産が可能です。 ヘクタール当りの植え付け本数を多くして、早くから弱度の間伐を繰り返えすとともに、枝下直径 6 センチメートルまでに枝打ちをすることにより、無節材が生産できます。
一般材生産	県下の一般的な林地で生産が可能です。とくに、積雪地域での密植は雪害にきわめて危険であるため、このコースが安全です。 間伐、枝打ちは、3～5 回実施しますが、長伐期を指向するため、収支がともなわない場合でも、保育間伐として実行しなければなりません。 枝打ちは直径 20 センチメートルまでに実行します。

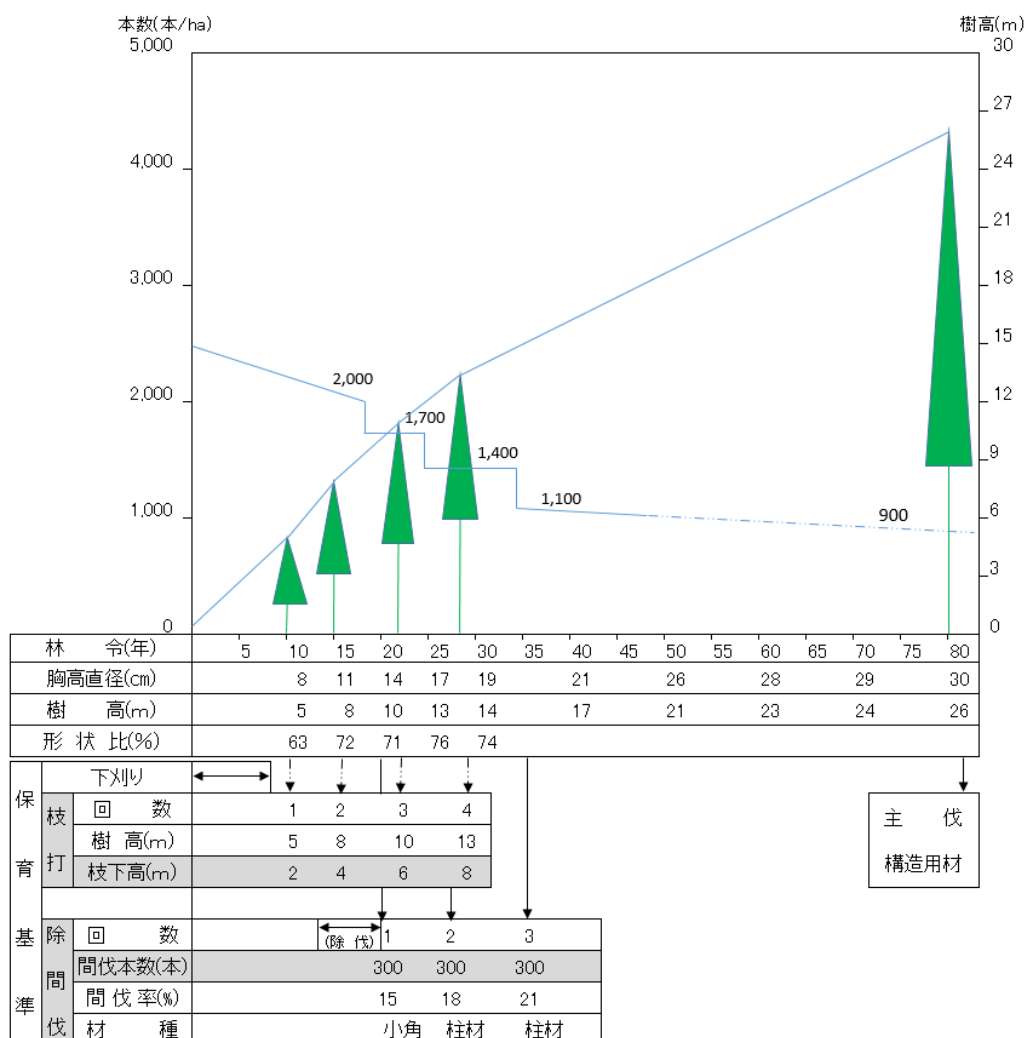


図 4-10 スギ一般材生産施業基準<sup>※17</sup>

#### 4.4.2 各象限において重視すべきこと

---

##### (1) 象限Ⅰ 林業収益性が高いが災害リスクも高い林分

- ・ 皆伐は災害リスクを高めます。無立木地となる施業は出来るだけ避けてください。また伐採した後は早期に成林させるため、適地適木に基づき速やかに植栽を行うことが必要です。
- ・ 地形改変に災害リスクを伴うので、作業道を作設する場合は、細心の注意が必要です。
- ・ 間伐を行う場合は、生長のよい木を残し、根系発達による土壌緊縛力の維持を図ることが必要です。
- ・ 溪流の流下・堆積区域においては、流出可能性のある倒木や、溪床及び溪岸沿いに生育している立木は、流木の発生源となるため、除去することが必要です。

##### (2) 象限Ⅱ 林業収益性が高く、災害リスクの低い林分

- ・ 林業適地であり、生産性の高い木材生産が可能です。
- ・ 高密度路網の設置や高性能林業機械による作業に適するので、生産性の高い木材生産が可能です。
- ・ マーケットのニーズに応じた積極的な育林が可能です。
- ・ 災害リスクはゼロではありません。皆伐した場合は必ず植栽することを心がけてください

##### (3) 象限Ⅲ 林業収益性、災害リスクいずれも低い林地

- ・ 地形改変が比較的容易です。
- ・ 路網整備等の社会的条件を整えることにより、収益性が改善される可能性があります。
- ・ 樹種が現地に適していない、適切な保育がされていない、などの理由から生育不良となっている場合、新たに現地に適した樹種に更新することも検討されます。

##### (4) 象限Ⅳ 林業収益性が低く、災害リスクが高い林地

- ・ 林業不適地です。
- ・ 林床が暗く細長い立木が高密度で生育しているような人工林をそのままにしておくと、下層植生の発達や上層木による土壌緊縛があまり期待できず、災害リスクをさらに高めてしまう可能性があります。
- ・ このような森林については、現在の針葉樹林から針広混交林に誘導したり、森林資源の利用は見込まないものの適正な立木密度になるように管理したりすることで、災害リスクを低減させることが必要です。針広混交林へ誘導は、広葉樹林化ハンドブック<sup>※19</sup>等を参照ください。

## 5 適地適業のポイント

本指針では、適地適業を実践する上で特に留意すべき事項を踏まえ、最新の技術動向等を森林整備技術資料集として整理しました。既存の技術資料と併せて活用してください。

### 5.1 持続的な資源利用に向けた取組

日本における林業は高い植栽・保育費をかけて行われてきました。しかし、木材価格が下落している現状により、これまでの標準的な施業方法では採算性が悪く、林業経営を続けていくことが難しい状況です。林業の収益性が厳しい中で、持続的な資源利用を実現していくため、どのように再造林を確保していくかが重要となっています。

そこで、従来の施業方法を見直し、コスト低減を図るため、特に費用負担が大きい初期の育林コストの低減策について取り組むことが重要です。

コスト削減効果は、現場条件や生育状況によって異なりますので、伐採から植栽、保育までの工程を含め、総合的に検討する必要があります。

なお、本章では、スギ、ヒノキの人工林を対象としており、広葉樹施業については、早生樹も含め、まだ技術的に確立されていないため、今後の知見の集積により、随時更新していくこととします。

#### 5.1.1 伐採と造林の一貫作業システム<sup>※20</sup>

皆伐一斉更新型の標準的な施業においては、皆伐時に林地に残された梢端や枝葉等が多く、地拵えや植栽に多くの労力が必要でした。また、皆伐から一定期間をあげたのちに植栽を実施するため、労力を要していました。

そこで、これらの作業を省力化するために、伐採から地拵え・植栽を同時期に並行して実施し、また地拵えを機械で行うこと（伐採と造林の一貫作業システム：以下「一貫作業システム」という）により、低コスト化を図ります。

一貫作業システムを進める理由は以下のとおりです。

- ・ 地拵え工程の機械化や、全木集材により林地残材を少なくすることで、地拵えの労力削減やコスト削減が期待できる。
- ・ 伐採工程において次の地拵えや植栽工程を見据えた作業を行うことで、コスト削減が期待できる。
- ・ 地拵えから時間を置かず植栽することで、競合植生の繁茂を許すことなく、再度の地拵えが不要となる可能性がある。

近年、伐採と造林の一貫作業システムの実証実験や導入が全国各地で進められていますので、林分の特性や作業員スキル、収益性の観点などから、実施判断を行ってください。以下に、伐採と造林



の一貫作業システムの内容と効果、留意点を示します。

なお、再生林の低コスト化技術は、国等でも知見の集積が図られていることから、こうした情報や本県での取組事例も加え、技術の更新を図っていくこととします。

■内容

- ・伐採：高密度路網と林業機械による木材搬出を実施する。
- ・地拵え：伐採後期間をあげず、主伐に用いた機械により伐木枝条を整理する。
- ・植栽：苗を材の搬出時に利用した機械等を活用して運搬する。

■効果

- ・機械を用いた地拵え、苗の運搬などを行うため、労働強度の軽減や機械作業による効率化、機械の稼働率向上により低コスト化が期待できる。
- ・活着のよいコンテナ苗を用いる場合は、夏場でも植栽が可能とされ、下刈りが初回1回分不要となる可能性がある。

■留意点

- ・林業機械が使用可能であることが必要。架線集材を行う現場では、機械による地拵え等はできないが、集材のための架線を苗木や柵資材の運搬に用いるなどの工夫を行うことで、架線を撤去してから植栽を行う従来作業より、効率化が図られる可能性がある。



図 5-1 通常の再生林と一貫システムのイメージ<sup>※21</sup>

### 5.1.2 コンテナ苗の活用<sup>※20</sup>

コンテナ苗とは、マルチキャビティコンテナで育成される根鉢が成型された「鉢付き苗」であり、林業の低コスト化を図る手段として、近年注目を集めています。コンテナ苗の特徴・効果・留意点を以下に示しますので、現場の状況を十分に踏まえて活用を検討してください。

#### ■ コンテナ苗の特徴

- ・ 植え付け現場での保管等の扱いが容易。
- ・ ディンプル、スパードなどの専用器具（図 5-2）をうまく使用することで、植え付け時間を短縮できる。また植え付け作業に熟練を要しない。
- ・ 植え付けの適期拡大が期待できる。

#### ■ 効果

- ・ 裸苗と比較して、植栽効率の向上が期待できる。

#### ■ 留意点

- ・ 一般的に苗木価格は裸苗より高額であるため、作業システム全体で採算性を考慮し適用を検討する必要がある。
- ・ また、コンテナ苗は裸苗よりも重量が大きいため、苗運搬には、材の搬出時に使用したフォワーダ等を活用することで省力化を図る。
- ・ コンテナ苗は万能ではなく、気候風土にあう樹種・品種の選択が必要。



図 5-2 ささまざまなコンテナ苗植栽専用器具（左）とコンテナ苗<sup>※20</sup>（右）

## コラム 平成 29 年度 植栽工程調査結果 ～大津市での事例～

滋賀県では、県内における伐採と再造林の一貫作業システムの労働生産性及びコストに関するデータ蓄積を目的に、平成 29 年度に大津市内の森林において工程調査を実施しました。調査では、伐採再造林の作業中に日報記録や作業時間の計測を行って作業人工を把握し、労働生産性とコストを算出しました。また、再造林工程では、苗や植栽密度を変えて比較を行いました。

### 調査時の作業システム

- ・ 皆伐工程……………下方伐倒→自走式搬器による全木集材→チェーンソー造材→トラック運搬
- ・ 地拵え工程……………人力による全刈り地拵え
- ・ 獣害対策工程……………鹿ネットおよびウサギネットの設置
- ・ 再造林工程……………ヒノキコンテナ苗およびヒノキ裸苗の植栽

### 現場条件

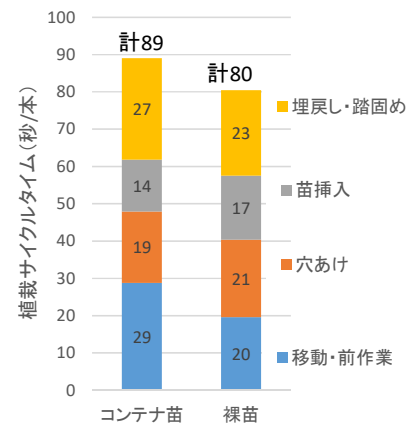
- ・ 面積：0.93ha
- ・ 樹種：ヒノキ、スギ、マツ
- ・ 傾斜：約 40°
- ・ 平均単木材積：0.7m<sup>3</sup>/本

### 植栽条件

- ・ コンテナ苗：植栽密度 2,000 本/ha  
2 年生苗(重さ約 130g/本)
- ・ 裸苗：植栽密度 3,500 本/ha  
3 年生苗(重さ約 210g/本)

今回の調査結果は下表のとおりです。例えば伐採工程は、全体の労働生産性 2.7m<sup>3</sup>/人日、コストは 12 千円/m<sup>3</sup>でした。

また、再造林工程では、右図のように 1 本の植栽にかかる時間はコンテナ苗 89 秒/本、裸苗 80 秒/本と、裸苗の方が速い結果となりました。これは、調査時に低密度植栽に不慣れであったことが要因と思われます。穴あけや苗挿入の要素だけを見ると、コンテナ苗の方が速い結果でした。



伐採再造林の生産性やコストは、作業者の慣れや現場条件に応じて変わります。滋賀県では、今後も実績を集め、様々な条件に応じた再造林の低コスト化の検討を行います。

	皆伐(m <sup>3</sup> /人日、円/m <sup>3</sup> )					地拵え (ha/人日、 円/ha)	獣害対策 (m/人日、 円/m)	再造林(本/人時、円/ha)	
	伐倒	集材	造材	積込 運搬	全体			コンテナ苗 (2,000本/ha)	裸苗 (3,500本/ha)
労働生産性	26	8	13	18	2.7	0.02	22	40	45
コスト	800	6,000	1,500	2,200	12,400	88.6	1,500	76.6	88.6

※コストには、人件費、機械損料、油脂燃料費、ネット等購入費、苗購入費を含む



図 5-3 調査位置 (左) 及び再造林工程の調査風景 (右)



### 5.1.3 低密度植栽<sup>※20</sup>

従来、植栽後、15年程度で灌木との競争を抜けて植栽木の林冠が閉鎖することを前提として、3,000本/ha前後の植栽密度で新規植栽や再造林を実施してきました。一方で、この植栽密度は、造林に要する経費が高くなる要因ともなっています。こうした中、造林経費の縮減につながるものとして、低密度の植栽が注目されてきています。

高品質で完満な木材を生産するためには、高密度に苗木を植栽した上で枝打ちや間伐等の保育作業が必要ですが、そのような手間やコストをかけない並材の生産を目的とする場合は、低密度植栽を実施することも検討されます。

ただし、前述（図4-2）の象限ⅠやⅣに分類されるような災害リスクが高い箇所においては、根による土壌保持力の低下期間が長くなる等の理由から、避けるべきと考えられます。

#### ■ 内容

- ・ 植栽本数を 2,000 本/ha 程度とする。

#### ■ 効果

- ・ 初期コストと育林コストの低減が期待できる。

#### ■ 留意点

- ・ 材の形質として、「ウラゴケ」形質となりやすいとされる。
- ・ 従来の 3,000 本/ha 植栽等と比較し、林冠閉鎖時期が遅くなることから、下刈りや除伐等の保育コストが増加する恐れがある。
- ・ 市町村森林整備計画との整合を図る必要がある。

### コラム 2,000 本植栽における育林体系事例

広島県では、植栽密度を 2,000 本/ha として再造林を実施するための育林技術体系（植栽・下刈り・ツル切り・雪起こし・枝打ち・除間伐等、材を生産するために必要な施業方法を記載したもの）を作成・公表しています。

本資料は、集成材や合板等の需要が増加していることを踏まえて、節がある等の並材の生産を前提として、再造林や保育作業コストを低減させることを意図して作成されています。

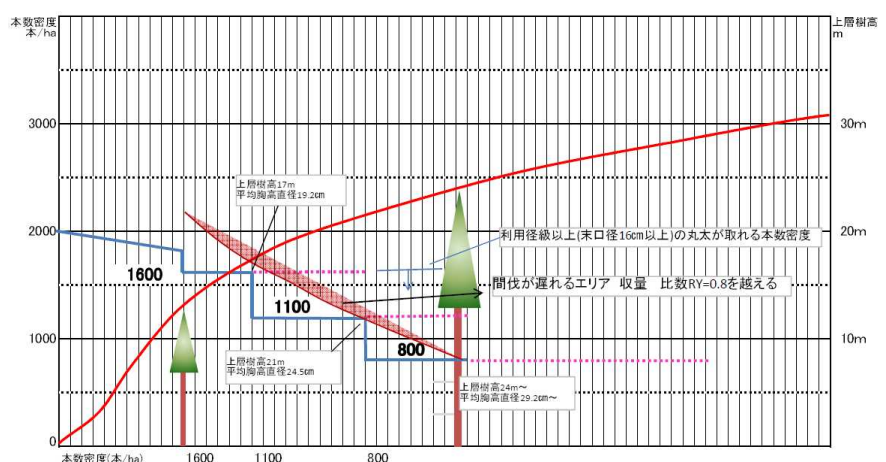


図 5-4 スギ林育林体系図<sup>※21</sup>



#### 5.1.4 大苗等の植栽<sup>※19</sup>

近年、シカ食害痕が120cm以上で減少することに着目し、植栽後の活着や成長が期待でき、取り扱いやすい苗高最大120cmの大苗を生産する試み等がなされています。

大苗の植栽や下刈り省略という環境でも成長しやすい樹種や品種の選択等により、雑草木との競争に有利となることが期待されます。

##### ■内容

- ・植栽後、下刈りを省略する。  
(大苗植栽、初期生長に優れた樹種、品種の選択等をあわせて実施。)

##### ■効果

- ・従来の苗木植栽より早く、競合する草本や灌木を超える高さに生長するため、下刈りコストを削減できる可能性がある。
- ・シカが届かない高さに早く生長することにより、食害による苗木被害を軽減できる可能性がある。

##### ■留意点

- ・大苗の運搬や植栽の煩雑さによりコスト増となることから、育林コスト全体を考慮する必要がある。
- ・植栽木の成長具合を定期的に確認し、状況に応じて下刈りを実施す必要がある。

## 5.2 流木・流出土砂対策に向けた取組

近年、林業就業者の減少や高齢化といった社会的背景から、全国的に健全な森林整備が十分に進まず、森林の荒廃が懸念されている地域も多く存在します。また、流木を含んだ土石流等の流下によって、下流域に甚大な被害を及ぼす流木災害が顕在化しており、大きな問題となっています。

滋賀県は琵琶湖を中心として閉鎖水系となっているため、流木が発生した際には琵琶湖へ流出することが想定されます。このため、琵琶湖の環境を保全するには、流木対策を特に考慮した施業を行うことが重要です。流木対策は斜面位置によって必要な対策が異なりますので、以下図 5-5、表 5-1 に示す流木対策における基本的な考え方・対策メニューを参考に森林整備方針を検討してください。

### ■ 流木対策における基本的な考え方<sup>※23</sup>

#### ■ 発生区域（傾斜 25°以上の急傾斜地な集水地形）

発生区域では、山腹崩壊を防止することにより、崩壊土砂および流木の発生を抑制することを基本とした対策を講ずる。

#### ■ 流下区域での対策（傾斜 8°～25°）

山腹崩壊で発生した土砂が溪流周辺の立木や土砂を巻き込みながら流下することにより、下流域の被害を拡大することとなる。このため、流下区域では、このような事態を回避又はその程度を抑制することを基本とした対策を講ずる。

#### ■ 堆積区域での対策（傾斜 8°未満）

堆積区域では、溪床勾配が緩くなり土石流の流下エネルギーが減衰し、土砂・流木の堆積が生じる。そのため、勾配が 8°未満あるいは河道の拡幅部では、堆砂を促進させるとともに、流木を捕捉する効果を発揮させることを基本とした対策を講ずる。

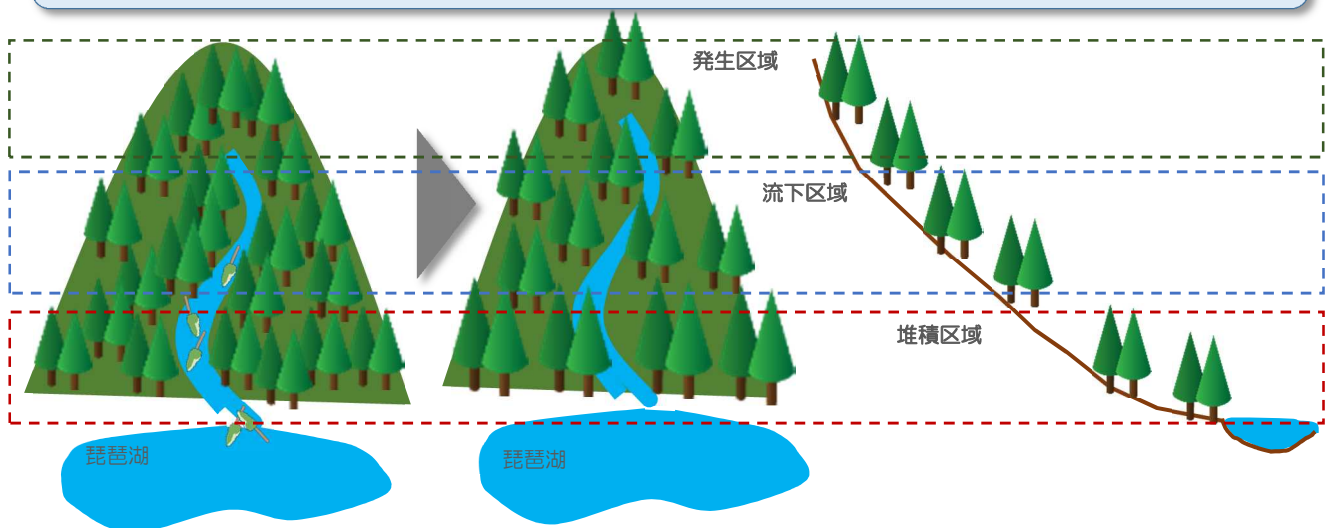


図 5-5 流木発生源対策前後の森林イメージ

表 5-1 対策メニュー

対策区分		内容
発生区域での対策 (傾斜 30°以上)	非皆伐施業	0次谷 <sup>注)</sup> 等の凹地形での非皆伐施業を進める。
	間伐等による密度管理	間伐等により、根系や下層植生の発達を促すとともに、立木間の根系による土壌の緊縛効果等が及ばないおそれがある場合は、当該林分の後継樹ともなり得る木本類を導入する。ただし、谷では列状間伐を実施しない(崩れる可能性があるため)。
流下区域での対策 (傾斜 8~30°)	流路木の伐採・林相転換	土石流に巻き込まれて流木化する可能性が高い流路部の立木を伐採、堆積木や倒伏木の除去を行い、広葉樹等に林相転換する。 ※溪流生態系の保全にも配慮する
	間伐等による密度管理	集中豪雨等の際に流木等が流下すると想定される範囲においては、間伐等により根系や下層植生の発達を促す。
堆積区域での対策 (傾斜 8°未満)	緩衝林の整備	立地条件等から緩衝林としての機能を発揮させることが可能な場合は、根系や下層植生の発達だけでなく、立木の肥大成長を促すための適切な密度管理を行う。

注) 0次谷とは、1/25,000 地形図あるいは大縮尺の地形図を使用して等高線の凹み具合を眺めて、凹んでいる等高線群の間口よりも奥行が小なる地形

### 5.2.1 間伐等による密度管理 (発生区域)

危険木の除去および適切な間伐の実施による森林整備を積極的に実施し、林内の光環境の改善と下層植生の発達成長を促し樹木根系を発達させることで土壌緊縛力を増加させ、崩壊を低減させることが可能と考えられます。その際、立地環境に適した樹種を選定するとともに、植栽を行う立木密度は、土砂崩壊防止機能が高いとされる 1,000~1,200 本/ha 程度を目標とする等、適正な管理についても実施します(図 5-6)。

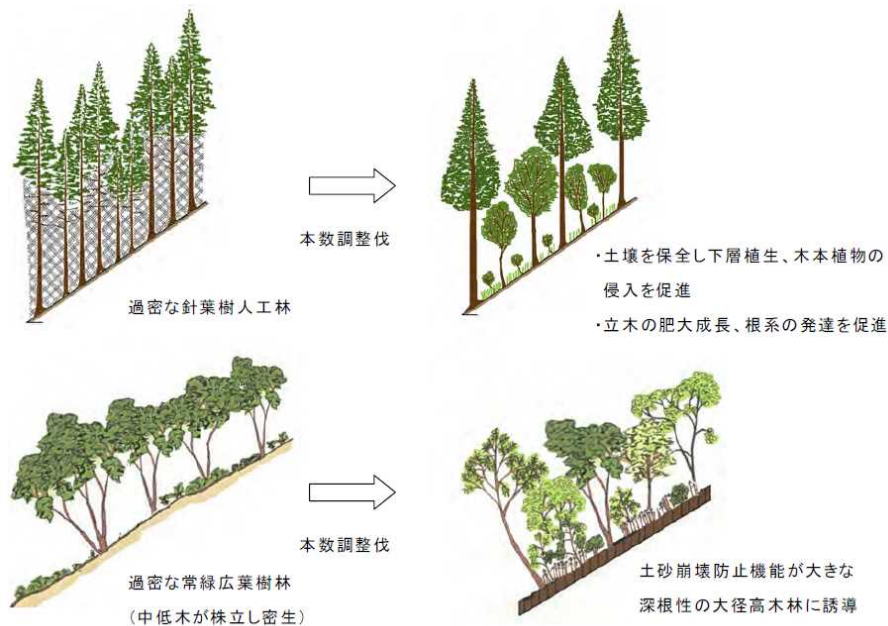


図 5-6 適切な森林整備および林相転換イメージ<sup>※24</sup>

### 5.2.2 流路木の伐採・林相転換（流下・堆積区域）

土石流に巻き込まれて流木化する可能性が高い流路部の立木を伐採、堆積木や倒伏木の除去を行います。

侵食されやすい溪流沿いの植生を全て除去してしまうことで、溪岸等の侵食が進行することが予想されます。このため、溪岸等の植生を、立地環境に適した樹種を選定するとともに、材積の小さな広葉樹等へ林相転換することが望ましいと考えられます（図 5-7）。

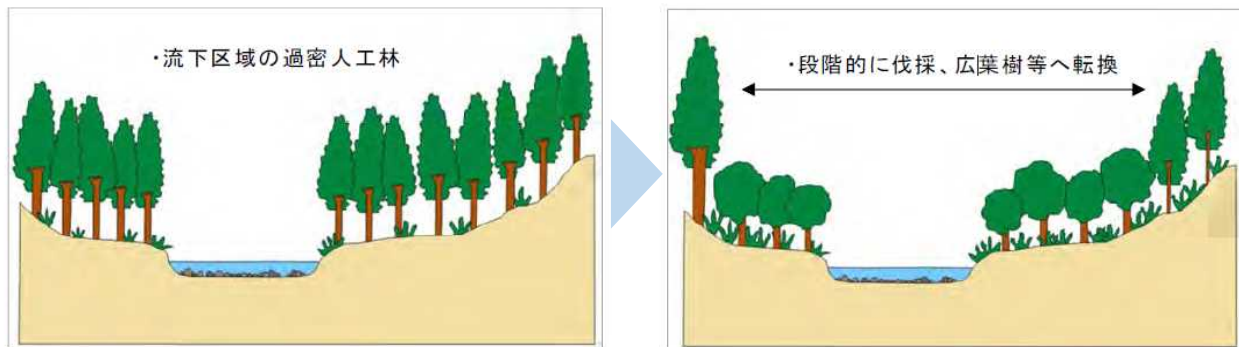


図 5-7 溪床および溪岸沿いに生育している危険な立木の樹種転換イメージ※24

### 5.2.3 流出可能性のある流木・倒木の除去（流下・堆積区域）

溪流内に残存している流木や倒木のうち、今後の豪雨時等によって二次的に流出する恐れのある流木や倒木については、今後の流木による災害規模を低減させるため、可能な限り除去することが望ましいです。なお、流域内から除去することが困難な場合には、玉切りし筋置きするなど、林内に安定した形で固定することが必要です（図 5-8）。

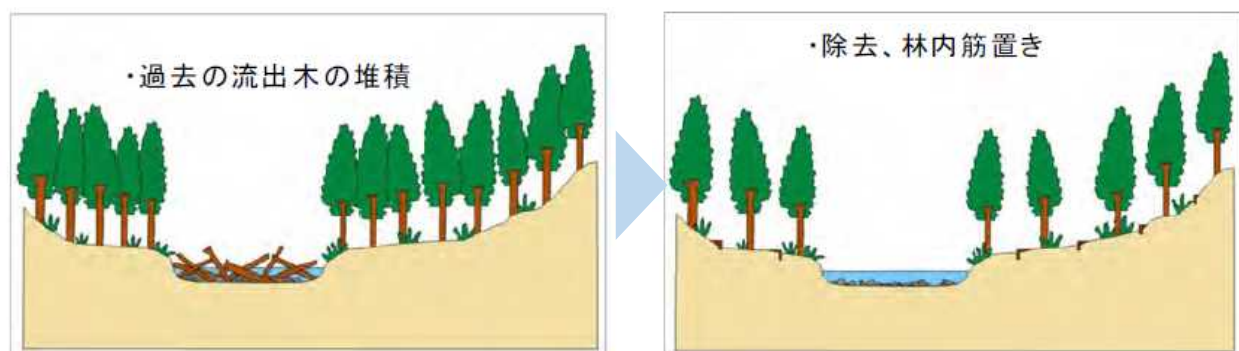


図 5-8 流出可能性のある流木・倒木の除去イメージ※24



#### 5.2.4 間伐等による密度管理（流下区域）

---

谷次数が1次谷や2次谷と小さく、流量が少ない谷では、流下する力が大きくそれほど大きくなっていない場合に立木で流木を捕捉することができる可能性があります。このような箇所では、根張りを良くし、土壌緊縛力を高めるために間伐を実施することが必要です。ただし、列状間伐は崩壊を招く可能性が高いため、注意が必要です。

#### 5.2.5 大径木による流木の捕捉（堆積区域）

---

川幅が広くなったり勾配が緩やかとなったりする場所では、水深や掃流力が低下し土砂や流木が堆積しやすくなります。このような場所では、ある程度の直径を有する立木からなる森林があれば、森林によって土砂や流木を捕捉することも可能だと考えられます。なお、下流側に保全対象がある場合には、捕捉が確実に実施され悪影響が及ばないよう、特に十分な検討が必要です。



図 5-9 立木による土砂・流木の捕捉事例（滋賀県内）※25

## コラム 平成 29 年度 流木発生原因調査結果※24

近年の局地的な集中豪雨の増加等により、土石流形態が溪流沿いの木を巻きこみ流下する土砂災害へ変化してきていることを受け、県内森林における流木対策計画立案のための流木発生メカニズムの調査を平成 29 年度に実施しました。

現地調査の結果、検討対象である平成 24 年災害は他事例と比較して発生した流木量が多い災害であり（図 5-11）、その要因として崩壊発生箇所が多かったこと、崩壊面積率が高かったことが上げられました。

流木の発生源について見ると、流路沿いの発生流木は崩壊地からの生産流木に比べて 2～6 倍程度であり、溪岸や溪床にあった立木が土石流や洪水に巻き込まれて流木となったことが考えられました（図 5-12 左）。

また、溪流毎に見ると、比較的傾斜が緩やかな溪流においては溪床に植林された立木によって流木が補足され、比較的傾斜が急な溪流においては流路内での土砂の堆積も少なく、多くの流木が谷出口まで到達していました（図 5-12 右）。ただし、谷出口では、概ね胸高直径 20 センチ以上の立木が流木を補足している事例が各溪流のなかで多く見られ、溪床もしくは溪床付近に胸高直径の大きい立木があることによる効果が見られました。

今回調査はひとつの溪流のみでの調査であったため、今後は異なる条件で同様の調査を実施し、有効な流木対策を検討していくためのデータを蓄積していくことが望ましいと考えられます。

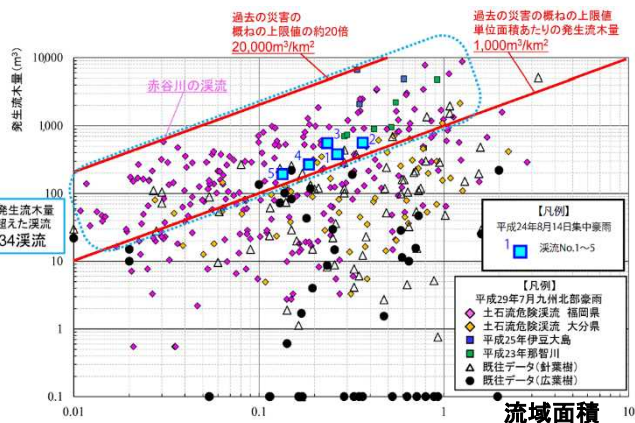


図 5-10 流域面積と発生流木量の関係

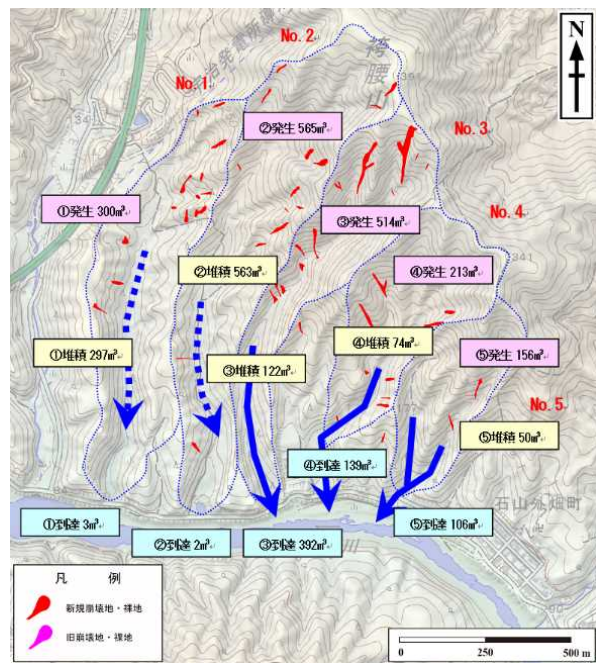


図 5-11 溪床侵食による流木（左）と流木発生分布（右）



### 5.3 水源涵養機能維持に向けた取組（ニホンジカ食害対策）

滋賀県内においては、ほぼ全域にニホンジカが生息しており、平成 24、5 年度および平成 29 年度の森林の下層植生衰退度調査で、ニホンジカによる森林被害が確認されています（図 5-12）。

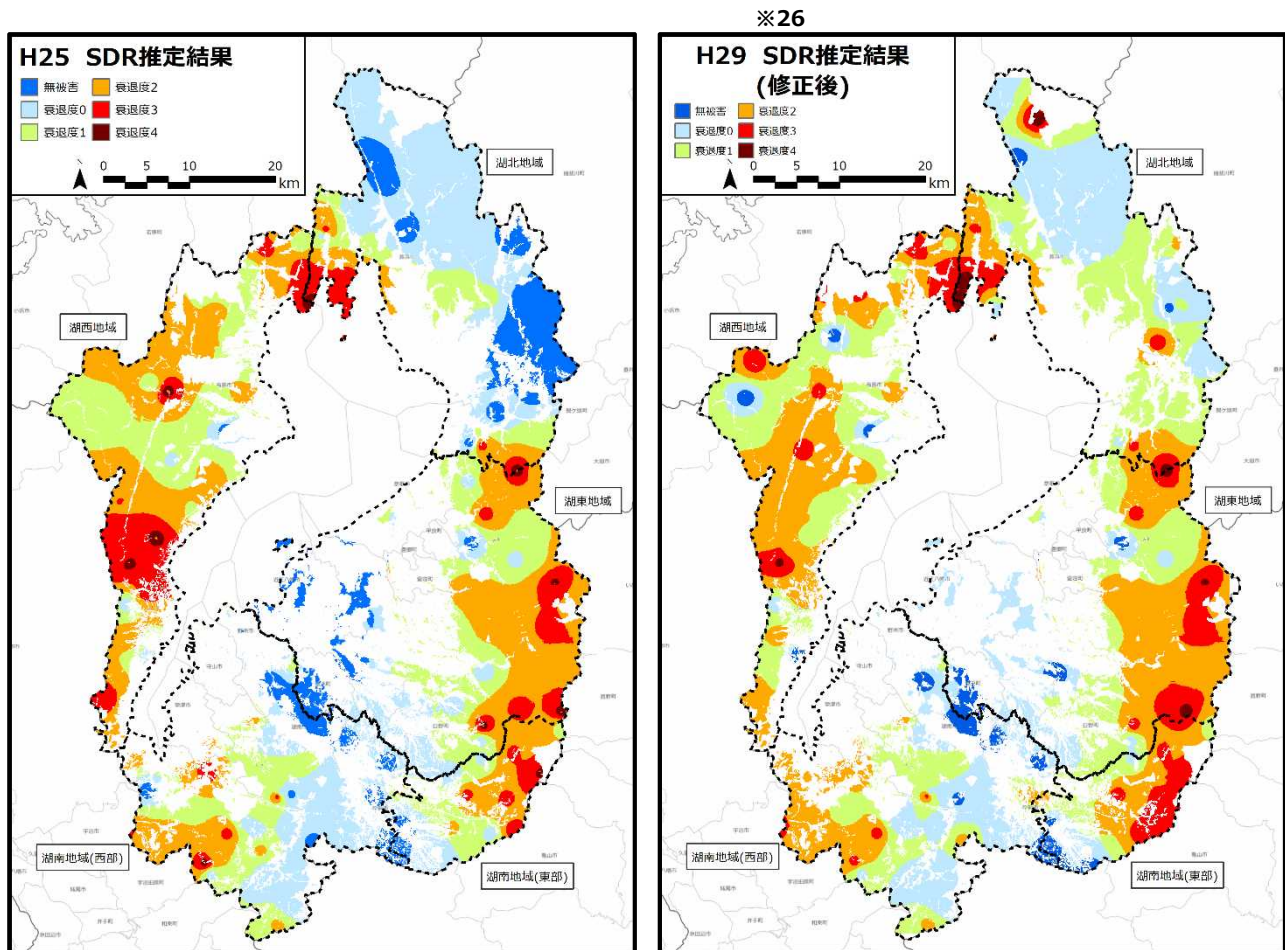


図 5-12 平成 25 年度、平成 29 年度の調査結果

琵琶湖の水源林においては、特に、水源涵養機能維持の観点から、下層植生の消失に伴う表土流出の発生などを抑止するため、ニホンジカ食害対策を検討することが求められます。

本指針では、ニホンジカ食害対策のうち土壌保全対策および造林木被害対策について、主な対応策を示しました。

なお、ニホンジカ食害対策の分類としては「ニホンジカそのものを減らすことで被害量を減らす方法」と「食害被害を受けないような対策を樹木や林地に講じる方法」があり（林野庁 平成 29 年度シカ被害対策）、双方を一体的に実施することが有効な対策となります。

### 5.3.1 土壌保全・植生回復対策

増えすぎたニホンジカは森林内の植物を次々に食べ、やがて土壌を守っている背が低い植物や下層植生は失われてしまいます。シカの採食により植生が失われると森林土壌を守る働きも失われ、むき出しになった土壌はやがて雨に流されてしまいます。また、高木の樹皮を剥ぐことによる被害も確認されており、造林地においては、材の価値を低下させてしまいます。



図 5-13 要対策箇所の例※27

前述のようなシカの影響はすでに県下のいたるところで見られるため、対策が急がれる状況です。

本指針では、シカ食害に対する土壌保全対策として、「ニホンジカ森林土壌保全対策指針（平成27年 滋賀県）」にてとりまとめられた内容を抜粋して掲載します。

なお、対策は応急的な対策を実施したのちに森林環境の改善を実施する手順とし、経過観察をしっかり行い、下層植生の回復状況等を見極めて、さらなる対策（防護柵の設置）が必要であるかを判断するものとします。土壌保全対策の体系とその概要を以下図表に示します。

目的	手法	分担	
シカの頭数管理	特定計画に基づく捕獲	シカを捕獲し頭数を調整します。	県・自治体が主体となり実施
	餌場価値の低減	シカが利用しづらい環境をつくり、餌場から遠ざけます。	地域と山主が協力して実施
	緩衝帯の造成	シカが近寄りにくい地域環境をつくります。	地域と山主が協力して実施
植物による土壌の保護	間伐・受光伐	森林に光を入れ、植物の生育を促します。	山主が主体となり実施し、県は技術支援
	防鹿柵	柵内の植物をシカの採食から守ります。	県・自治体と山主が協力して実施
	樹皮剥ぎ対策	造林木の樹皮剥ぎ被害を防止します。	山主が主体となり実施し、県は技術支援
	植栽木の食害対策	植栽木の梢端・枝葉採食害を防止します	山主が主体となり実施し、県は技術支援
土壌侵食の拡大防止	流水対策	地表を流れる水による土壌の侵食を防止します。	山主が主体となり実施し、県は技術支援
	傾斜緩和	斜面の傾斜を緩和し、土壌が動きにくい環境をつくります。	山主が主体となり実施し、県は技術支援

図 5-14 土壌保全対策の体系図※26



表 5-2 ニホンジカ食害に対する土壌保全対策※26

対策種別	内容	備考
樹皮剥ぎ対策	造林木を樹皮剥ぎから守るために、枝条巻き付け法や既製品の樹皮剥ぎ防止ネットを用います。	造林地では実施推奨
流水対策	深い溝状の土壌侵食が発生している場所に対して、水を通しつつ、土砂を徐々にとどめてためていくように金網柵工などの対策を適用します。	状況が見られれば原則実施
間伐・受光伐	森林のなかに光を取り入れ、下層植生の成長を促すことで、土壌流出の発生を抑えます。 ※一定以上シカ密度が高い地域では効果が見込めないで、シカ密度が高くない地域での対策	20 度以上の傾斜地で植物が乏しい場合に実施
傾斜緩和	下層植生の生育環境を安定させるために、丸太筋工（間伐木等を斜面に向かって横向きに筋状に置く）などを行い、傾斜緩和します。	
防護柵	シカの侵入を防ぎ、植生を守る対策。確実に侵入を防ぐために、「AF 規格」に準拠したものを設置することが重要です。	シカの影響が強い場合は推奨

### 5.3.2 造林木被害対策

再造林地における食害は、森林の再造成を妨げる非常に大きな被害ですので、被害状況に応じて適切な対策を講じる必要があります。再造林を実施する際は、以下に示す新植対策を行うことが重要です。

表 5-3 造林木被害対策メニュー

対策種別	内容
林分単位での対策	防護柵の設置 林分全体を柵で囲い、ニホンジカの侵入を防ぐものです。最も安定した効果が得られ、比較的費用も抑えられる方法として推奨されています。ただし、維持管理費や設置費等を含めると費用があがることに注意が必要です。
単木単位での対策	枝葉食害対策 新植地で苗木を単木毎に守る方法で、素材が丈夫で高さも十分であれば効果が高いが、コストが高いです。また、風や雪、シカに倒されることも多く見られます。
	剥皮対策 成木の樹皮が剥がされることへの対策です。単価が安いテープ巻きや、単価が高い不織布を用いる対策などがあります。

## (1) 防護柵の設置

シカ食害対策として、最も安定した効果が得られ、比較的費用も抑えられる方法として、防護柵の設置があります。柵の材料強度や接地部での補強、ウサギ柵との重複などさまざまな選択肢があります。大きな面積を一斉に守れる利点がありますが、倒木やシカによる破壊などにより一部に穴が開けばそこからシカが入り込むため、維持管理が必要となります。シカによる森林被害が大きい箇所において皆伐一斉更新を行う場合などは、必要な対策となります。



図 5-15 防護柵イメージ（左：大規模柵、右：小規模柵<sup>※28</sup>）

なお、滋賀県では以下に示す「AF 規格」<sup>※27</sup> に準拠した防護柵を推奨しています。

表 5-4 AF 規格のうち特に重要なポイント

規格項目	仕様	解説
柵の高さ	1.8m 以上 (2m 以上推奨)	高さを 1.8m とすることで通常シカの乗り越えを防止することができます。
支柱の間隔	3m 以下	柵の強度を保ち、ネットのたるみを防止するため、支柱の間隔は 3m 以下とします。
もぐりこみ 防止対策	20cm 以上地面を覆う (推奨 30cm 以上)	柵の下部が地面を覆う構造とし、柵の外側を 20cm 以上覆う構造とします。 シカの侵入はもぐりこみが最も多く、この点が特に重要です。
アンカーの 間隔	50cm 程度	地際のアンカーは 50cm 程度の間隔で内側・外側に交互に差し込みます。
ネットの目 合い	5cm 以下	目合いを小さくすることでネットの噛み切りや小さな個体が絡まることを防止できます。
入口の処理	地際に隙間を作らない	地際に隙間をつくらず、めくりあげられないように棒を通し、敷居のように丸太を置きます。

また、防護柵には維持管理が必要となります。以下にポイントを示します。

表 5-5 点検項目と補修方法

点検項目	補修が必要となる判定基準	侵入する気を起こさせない補修	物理的に侵入を遮断する補修※
下あき	下が 20cm 以上開いている。	目の粗い網で柵の外側 40cm 程度這わせ、1m 間隔以内で地面に固定。	目の細かい網で柵の外側 40cm 程度這わせ、50cm 間隔以内で地面に固定。
浮き	地際が、つま先が入る程度に持ちあがる。		
たるみ	柵の高さが 180cm 以下	支柱の高さが足りない場合は棒を継ぎ足しロープや番線を張る。柵が 1.6m より低い場合は目の粗い網で 1.8～2m までふさぐ。	支柱の高さが足りない場合は棒を継ぎ足し 1.8～2m にかさ上げし、目の細かい網で完全にふさぎます。
上あき	高さ 120～160cm の間に 20cm 以上の隙間がある。		
穴	直径 30cm 以上の穴がある。	目の細かい網で隙間・穴をふさぎます。	
隙間	支柱の間に網が無く隙間がある。		
倒れ	支柱や網が大きく傾いて斜めになっている。	支柱が倒れた、壊れた原因をと取り除く。支柱が無事な場合は引き抜いて打ちなおす。・網に破損がある場合は目の細かい網でふさぐ。支柱が破損されている場合は新しい支柱を網の内側に打ち直し、網を取り付ける。	
壊れ	網が外れたり支柱が曲がったりして壊れている。		

※足跡、毛、けもの道など柵内にシカが侵入した痕跡がある場合は「物理的に侵入を遮断する補修」を行います。

## (2) 枝葉食害対策

新植地で植栽木の枝葉がニホンジカに採食されないようにするための対策です。ネットやチューブを用いて、植栽木を覆うことで、ニホンジカが枝葉に触れられないようにするものです。様々な製品がありますが、基本的にコストが高い対策となります。



図 5-16 枝葉食害対策イメージ

### (3) 剥皮対策

成木の樹皮が剥がされることを防ぐための対策です。樹皮が剥がれると、剥がされた部分から菌が侵入するなどして材に腐れや変色が生じ、価値が大きく低下してしまいます。また、樹幹一周剥がされてしまうと樹木が枯れてしまう可能性があるため、剥皮被害が見られる箇所については対策を検討する必要があります。

表 5-6 剥皮対策資材の違いによるメリット・デメリット※29

資材	メリット	デメリット
テープ	<ul style="list-style-type: none"> <li>・軽量で搬入容易</li> <li>・単価が安い</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・伸縮性があまりないので、肥大成長を阻害する恐れがある。</li> <li>・生分解性テープの場合、肥大成長を阻害する恐れが少ないが、分解の進行が早い。</li> </ul>
ネット	<ul style="list-style-type: none"> <li>・製品によっては現場で径級に合わせて設置できる</li> <li>・通気性に優れ、病害虫の発生が少ない。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・製品によっては重量があり搬入が困難で、現場での作業時間がかかる。</li> <li>・製品によっては径級に応じた設置が困難。</li> </ul>
不織布	<ul style="list-style-type: none"> <li>・軽量で折り畳めるので搬入・現場での作業が容易</li> <li>・ブリーツ加工により肥大成長を抑制しにくい</li> <li>・通気性・耐久性がある</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・単価が高い</li> </ul>



## コラム 平成 29 年度 森林下層植生衰退度調査結果

滋賀県では概ね 5 年おきに森林下層植生衰退度調査を行っています。県内の落葉広葉樹林 180 箇所を対象に調査を行い、ニホンジカの食痕の有無と低木層の植被率をもとに SDR<sup>※25</sup> と呼ばれる森林の衰退程度を表す指標を用いて 6 段階で評価し、この結果をもとに県内の面的な衰退状況を推定して図化しています。

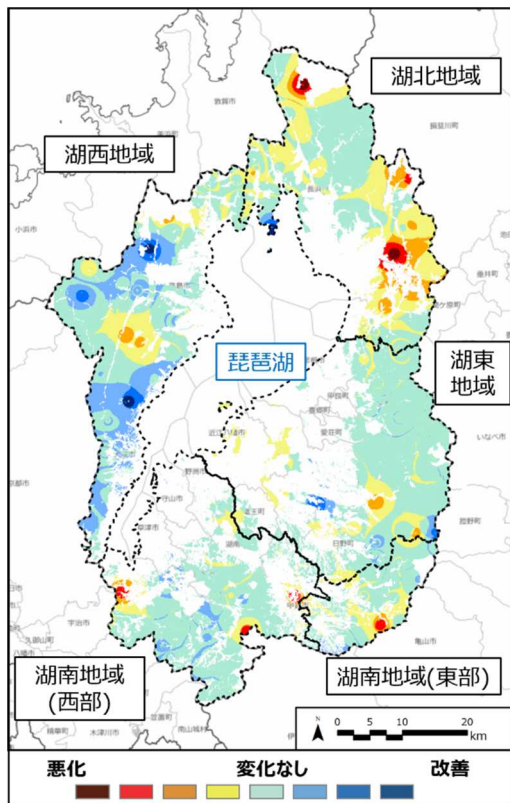


図 5-17 衰退状況の変化



平成 24・25 年度と平成 29 年度の推定結果の変化を確認したところ、湖西地域の衰退程度は「改善傾向」にあり、湖北地域は全体的に「悪化傾向」にあることが分かりました。近年のニホンジカ地域別捕獲数の推移をみると<sup>※30</sup>、湖西地域での捕獲数が最も多く、湖北地域については、平成 28 年度は多かったもののそれ以前は他の地域に比べて少ない状況であることから、ニホンジカの捕獲活動の効果が湖西地域における「改善傾向」、湖北地域における「悪化傾向」の要因となっていることが示唆されました。

森林のシカ食害被害は、防護柵の設置等の対策を行うとともに、捕獲等による個体数を減らす対策も引き続き実施していくことが望ましく、今後も状況をモニタリングして必要な対策を講じる予定です。

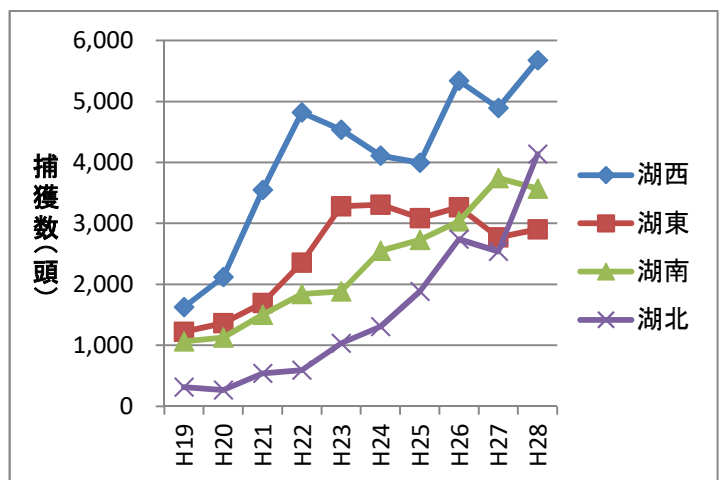


図 5-18 下層植生衰退の様子（左）と地域別シカ捕獲数の推移（右）

## 6 引用・参考文献

### 6.1 引用文献

- ※1 地域防災計画 震災対策編 滋賀県  
設計便覧（案）砂防編 第5編 参考資料 滋賀県  
琵琶湖ハンドブック改訂版 滋賀県
- ※2 国土数値情報  
河川 (<http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/gml/datalist/KsjTmplt-W05.html>)  
湖沼 ([http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/gml/datalist/KsjTmplt-W09-v2\\_2.html](http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/gml/datalist/KsjTmplt-W09-v2_2.html))  
森林地域 (<http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/gml/datalist/KsjTmplt-A13.html>)
- ※3 産総研 活断層データベース  
([https://gbank.gsj.jp/activefault/cgi-bin/search.cgi?search\\_no=j024&version\\_no=1&search\\_mode=1](https://gbank.gsj.jp/activefault/cgi-bin/search.cgi?search_no=j024&version_no=1&search_mode=1))
- ※4 琵琶湖ハンドブック改訂版 滋賀県
- ※5 地域防災計画 風水害対策編 滋賀県
- ※6 地域防災計画 震災対策編 滋賀県
- ※7 目で見える森林・林業 滋賀県森林林業統計要覧（平成28年）概要版 滋賀県
- ※8 大津市南部豪雨災害 平成24年 滋賀県
- ※12 施業集約化のための作業システム検索表 平成24年 滋賀県
- ※13 森林総合監理士（フォレスター）基本テキスト（平成29年度版）林野庁
- ※14 相対幹距比（Sr）の早見表 平成29年 滋賀県
- ※16 自然斜面の土層の厚さについて 昭和62年 逢坂・塚本
- ※17 伐根試験を通して推定した材木根系の崩壊防止機能 昭和56年 北村
- ※21 森林・林業白書 平成29年度 林野庁編
- ※22 2000本植栽 育林技術体系 平成28年3月 広島県
- ※23 流木災害対策の必要な森林を抽出する手法手引書（素案）平成27年3月 林野庁
- ※24 平成26年度流域山地災害等対策調査（流木災害対策手法検討調査）委託事業報告書 平成26年 林野庁
- ※25 平成29年度 第101号 治山調査等業務委託 平成29年 滋賀県
- ※26 兵庫県におけるニホンジカによる森林生態系被害の把握と保全技術 平成24年3月 兵庫県森林動物研究センター
- ※27 ニホンジカ森林土壌保全対策マニュアル 平成27年 滋賀県
- ※28 森林における鳥獣被害対策のためのガイド 平成24年3月 林野庁
- ※30 滋賀県ニホンジカ第二種特定鳥獣管理計画(第3次) 平成29年3月 滋賀県

## 6.2 参考文献

- ※9 皆伐・更新等に関する指針 平成 26 年 3 月 愛媛県
- ※10 皆伐施業後の森林を確実に育てるために 平成 27 年 3 月 長野県
- ※11 路網・作業システム検討委員会 資料 平成 22 年 林野庁
- ※15 山地災害危険地区調査要領 平成 28 年 7 月 林野庁
- ※18 生産目標と保育形式の選び方ー良質材生産のための施業指針ー 滋賀県
- ※19 広葉樹林化ハンドブック 2010 平成 22 年 12 月 森林総研
- ※20 低コスト再造林の実用化に向けた研究成果集 平成 25 年 3 月 森林総研
- ※29 森や木を野生動物から守る ー 獣害防除事例集 ー 平成 21 年 山梨県森林総合研究所

## 《参考資料》

### 琵琶湖の保全・再生の視点に立った森林整備指針策定経過

[琵琶湖の保全・再生の視点に立った森林整備指針検討会における検討]

- 平成 29 年 8 月 4 日 森林整備指針の調査、策定の進め方について
- 平成 29 年 11 月 20 日 森林整備指針について
- 平成 30 年 1 月 29 日 森林整備指針案適用の具体例による検討について
- 平成 30 年 3 月 7 日 森林整備指針案について

[琵琶湖の保全・再生の視点に立った森林整備指針検討会 委員名簿] (◎会長、○副会長)

委員名	所属名・役職名等
多田 泰之	国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所 関西支所 森林環境研究グループ 主任研究員
藤木 大介	公立大学法人 兵庫県立大学 自然・環境科学研究所 准教授 兵庫県森林動物研究センター 主任研究員
◎ 松村 直人	国立大学法人 三重大学 生物資源学研究科 教授
○ 山下 直子	国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所 関西支所 森林生態研究グループ 主任研究員

(敬称略、50 音順)

[琵琶湖の保全・再生に資する森林整備指針ワーキンググループ]

- 琵琶湖環境部森林政策課 森林計画係、林政企画係、普及指導係
- 琵琶湖環境部森林保全課 治山林道係、森づくり推進係
- 琵琶湖環境部自然環境保全課 鳥獣対策室
- 滋賀県琵琶湖環境科学センター

[策定協力]

- パシフィックコンサルタンツ株式会社