

II 水源となる森林づくり



1 森林における水循環をめぐる現状と森林づくりの課題

降雨量や時期に偏り

人工林の大半は針葉樹



健全な森林土壌の造成

(1) 集中豪雨などの降雨量や時期が偏在

本県は、年間降水量が県全域で2,000mmを超えるなど降雨量に恵まれています。平野部で2,000mm前後、山間部で2,500～3,000mm程度、山岳部は3,000mmを超えるなど地域によって偏りがあります。また、6～7月の梅雨期から秋口の台風時期に降水が集中しており（梅雨期44%、台風期30%、秋雨期20%）、山地崩壊や土石流、洪水等の発生する可能性が高く、近年は、台風による災害が多発する傾向にあります。

(2) 人工林の大半は針葉樹

本県の森林資源は、人工林を中心に成熟していますが、温暖多雨の気象条件や適潤で肥沃な性質を有する土壌条件等から、その大半は成長量の旺盛なスギを中心とした針葉樹となっています。

しかしながら、長年にわたる林業経営環境の著しい悪化に伴い、間伐などの手入れが十分行われず、下層（低木）や林床（地表面）の植生が乏しく、水資源の保全（水源かん養）に有効な土壌の維持に支障を来している場合も見られます。

このため、林齢の違う樹木群が混在する複層林や針広混交林、高齢林への誘導等を行うとともに、人工林における間伐の適切な実施や広葉樹を中心とした天然林の適切な管理等により、下層植生や多様な樹木等による根の成長を促進し、孔隙量の多い土壌の発達した森林づくりが必要です。なお、漁場の確保のためには、鉄イオンの豊富な養分を供給する広葉樹の植栽が有効です。

2 具体的な森林の管理方法

(1) 洪水や渇水の緩和

森林（主に土壌）には、降雨を浸透させ地中に時間差をつけて流出させることによって洪水や渇水を緩和する機能がありますが、これらの機能を維持・増大させるためには、林地の水の浸透能（水を吸収する能力）や貯留能（水を貯める能力）を高める必要があります。

そのため、下層植生の繁茂及び落葉落枝の供給による雨水の流下速度の低減や表層土壌の形成とともに、太さや性質の異なる根系の組み合わせによる土壌中の孔隙量の増大等を図ることが重要です。

また、降水が樹木の枝葉などで遮断され、大気中に蒸発する遮断蒸発によって、森

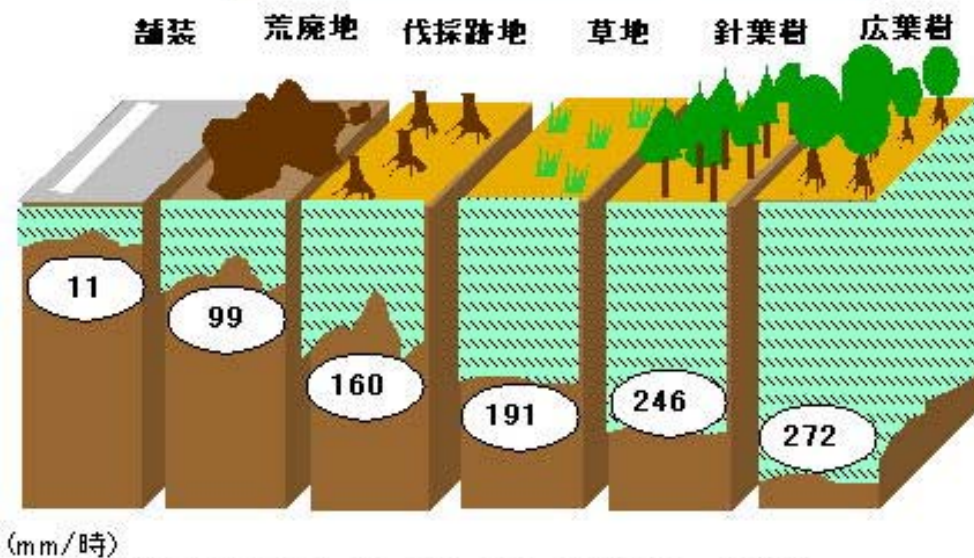
林土壌へ到達する降水量が減少し、それによって河川への流出量も減少することになることから、渇水が懸念される地域では、遮断蒸発を含む蒸発散量をできるだけ減少させることが望ましいとされています。

このようなことから、太陽エネルギーによってもたらされる水循環システムを無駄なく活用できるよう、スギ、ヒノキなどの人工林においては、植林された樹木や下層植生等が健全な姿で育成・維持され、落葉落枝などが十分に供給されるよう下刈りや除・間伐等の保育を適切に行うとともに、深根性樹木の植栽や複層林、針広混交林（針葉樹と広葉樹の混交林）の育成、高齢林（標準の伐期齢の2倍程度に相当する林齢で主伐*を行う森林）への誘導等も行います。

〔参考〕 植生による浸透能の違い

森林の土壌は、落葉落枝などの供給や土壌生物の働きにより、穴の多いスポンジのようになっており、雨水等をすみやかに地中に浸透させる働きがあり、広葉樹林におけるその能力は、伐採跡地の約1.7倍との報告がある。

地表の状況による降雨の浸透力の違い



※1 針葉樹林: スギ・ヒノキ・アカマツの人工林 22~45年生
 ※2 広葉樹: ブナ・ミズナラ・コナラ・サクラなどの天然林 60~190年生
 出典: 「森林環境科学」只木良也

リスト: 独立行政法人情報処理推進機構 教育用画像素材集

図4-II-1

(村井宏、岩崎勇作「林地の水および土壌保全機能に関する研究」1975)

ポイント: 土壌孔隙量の増加による浸透力向上に留意した管理

① 深根性樹木の植栽や長伐期施業*等による孔隙量や保水力の増加

林地の水の浸透能や貯留能に深いかかわりがあるのは、森林土壌を構成している粒子の大きさとその構造です。土壌粒子が団粒状構造を形成すれば孔隙量も増え保水力も向上しますが、その土壌間隙の形成には、落葉落枝と根系、土壌動物が大きい

な役割を果たしています。森林は、根系によって形成されるルートチャンネル（樹根が腐朽してできた管状の間隙）や土壌動物によって作られる空隙の量を増やすとともに、この根系の成長と枯死、腐朽の繰り返しによって土壌中の孔隙量が増加した団粒状構造となって、土壌の理化学性が改良されます。

このため、地形や土壌条件等も考慮しながら、植栽にあたっては土壌の深い位置まで根系が及ぶカヤやイチイガシ、アラカシ、スダジイ、クヌギなどの深根性樹木を選定するとともに、多様な根系の発達等が期待できる複層林や針広混交林への誘導、根系の発達や下層植生の増加が見込める長伐期施業への移行等に努めます。

【参考】 団粒状構造の土壌

土壌は、大きさや形がまちまちの一次粒子の集合体と考えられ、この1次粒子がさらに団粒（2次粒子）をつくっています。1次粒子が団粒を形成せずに存在している状態を単粒構造といい、2次粒子の団粒、あるいはこれがさらに立体的な構造を形成している状態を団粒状構造といいます。

団粒状構造は、砂（粒径2mm～1/16mm）やシルト（粒径1/16mm～1/256mm）、粘土（粒径1/256mm以下）などの単粒子が結合した微小粒子が細菌の出す粘性物質やカビの菌糸、生物の排泄物等によって相互に結合し団粒を構成しています。このため、土壌の中に大小さまざまな孔隙（すき間、間隙）があり、大きな孔隙は通気性に、小さな孔隙は保水性に寄与し、土壌に適度な物理性をもたらし、排水性もよくなり、雨水の浸透性もよくなることから、水侵食に対する抵抗性も高くなります。このような構造は微生物の生息にも好適であり、植物への養水分の供給が促進されることから、排水性、通気性、保水性、保肥性に優れ、樹木の生育に適した土と言えます。

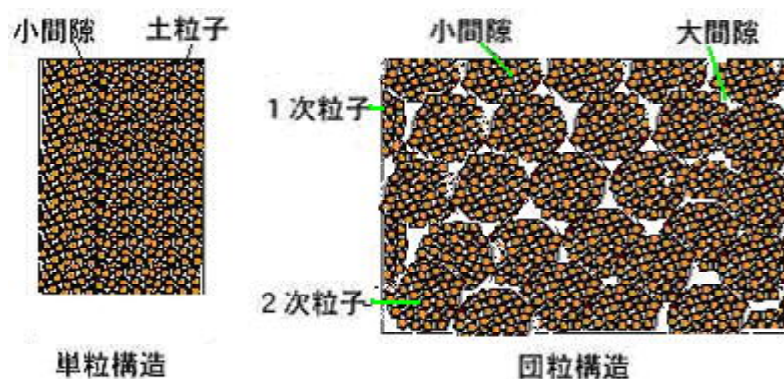


図4-II-2 (全国農業協同組合連合会「施肥診断技術者ハンドブック」1999等)

ア) 複層林・針広混交林への誘導

複層林や針広混交林は、樹種や樹高の異なる樹木が混在する森林であり、地中に巡らされた大小無数の樹根は、孔隙の多い土壌を形成するとともに、深い主根が浸透した雨水をさらに下層まで誘導します。さらに、複層林や針広混交林は、裸地化することがないため、表土の流亡や雨滴の直撃による繊細な構造の表層土壌の破壊等も防げるものと考えられています。

このため、地形や土壌、林道からの距離等の立地条件に配慮しながら、複層林や針・広混交林に誘導し、種類や大きさの異なる多様な根系の発達による土壌間隙の増大や裸地化の軽減による土壌の流出防止等に努めます。

なお、複層林や混交林へ誘導の詳細については、I 災害に強い森林づくりの2-(1)-②-ア)の記述を参照してください。

イ) 高齢林への誘導

高齢林への誘導により、通常の伐期（植栽から皆伐までの期間）を長くし、同期間における皆伐の回数を減らすことで裸地化による土壌の流亡や浸透能の低下を軽減でき、根系が大きく成長することで土壌間隙を増加させることができます。さらに、人工林の下層植生は、40年生以上になると増加する傾向があるとされています。

本県におけるスギの標準的な伐期は35～40年ですが、県内のスギ高齢林としては、北郷町の三ツ岩林木遺伝資源保存林（オビスギ120年生以上、5.07ha）がまとまりのある団地としてあるほか、小規模な団地が県内に点在している状況です。高齢林への誘導は、単に伐期を延ばせばよいというものではなく、下層植生の状況等を見ながらの適期の間伐など適切な管理が必要であり、これらの森林の成り立ちも参考にしながら施業を進めることが大切です。



三ツ岩林木遺伝資源保存林（写真：宮崎森林管理署提供）

高齢林への誘導を図る上では、特に気象害には注意しなければなりません。

数十年に一度、あるいは100年に一度といった気象条件に耐える森林づくりが求められるものであり、高齢林への誘導を図るにあたっては、これまで気象害を受けた場所や風あたりの強い場所（P29「暴風害の発生危険箇所」参照）を判定し、そのような地形条件を避けることも必要ですし、さらに、高齢林の生育事例が少ない地域では、病虫害の発生にも注意しなければなりません。

高齢林への誘導には、生産コストや労働量の低減、わずかな幹曲がりや修正できるなどの木材の質の向上等木材生産面の有利性は考えられますが、資金回収の長期化や気象害等の短所も踏まえ、地形、地質、路網の整備状況から高齢林への

誘導を判断する必要があります。

② 下層・林床植生の繁茂による地表水流出の抑制

森林に降った雨は、樹木の枝や葉に捉えられ蒸発するものと樹冠の隙間を通過したり樹幹を流下したりして地表流や地中流となるものなどに分けられます。また、後者は、地表流や浅い地中流で構成される直接流出と地下水流や比較的深いところまで透下し遅く流出する遅い地中流で構成される基底流出に区分されます。地表流などの直接流出が増加すれば、洪水が早く生じ、ピーク流量が大きくなり、また、地表流によって、雨水の森林土壌への浸透能と大きな関係がある表層土壌の侵食や流亡等も考えられます。

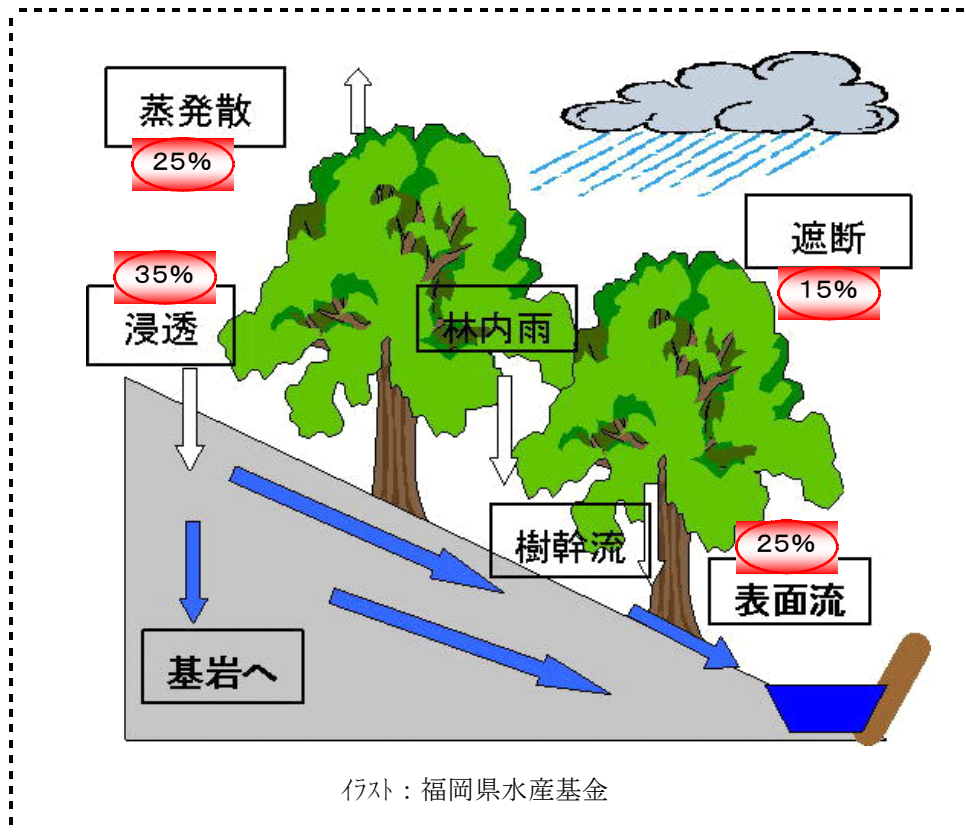


図4-II-3 森林に降った雨の行方（林業技術ハンドブック）

このため、森林内を明るくし光環境を改善することで、下層や林床の植生を繁茂させ地表水流出の抑制に努めます。

人工林における間伐をはじめとした適切な保育の実施や、天然林での必要に応じた更新の補助や除・間伐等の手入れの実施のほか、奥山の原始的な森林の保護など、その森林の発達段階に応じた管理を行うことを基本とします。

【参考】基底流量と地質

基底流量は、雨量と地質の影響を受けますが、本県の各流域の基底比流量（面積1km²当たりの毎秒流出量）を見ると、火山岩等からなる五ヶ瀬川や大淀川が高く（0.022～0.029m³/s/km²）、堆積岩からなる北川や一ツ瀬川、広渡川が低く（0.007～0.012m³/s/km²）なっています。

森林計画区	主要河川	流域面積 (km ²)	主な地質	年平均降水量 (mm)	基底流量 (m ³ /s/km ²)
五ヶ瀬川	北川	589	堆積岩	2,360	0.010
	五ヶ瀬川	1,214	火山岩・堆積岩		0.022
耳川	五十鈴川	209	堆積岩	2,960	0.011
	耳川	851	堆積岩		0.030
一ツ瀬川	小丸川	468	堆積岩	2,430	0.009
	一ツ瀬川	839	堆積岩		0.012
大淀川	大淀川	2,233	火山岩	2,560	0.029
	清武川	113	堆積岩・火山岩		0.013
広渡川	広渡川	195	堆積岩	3,440	0.007

(平成16年度山地災害の現状等調査事業報告書

「宮崎県における平成16年山地災害の現状と森づくり」より)

ア) 人工林の適切な間伐・筋工設置

人工林における地表水の流出を抑制するためには、浸透能の高い土壌の維持・形成が不可欠であり、手入れが不十分で込みすぎた人工林を適正な密度となるよう間伐を実施し、樹冠（樹木の枝葉の広がり）同士が連なって暗い状態の森林内に太陽光を十分に取り入れ、樹木の健全な育成、下層や林床植生を繁茂させることが必要です。

なお、間伐の適切な実施や筋工の設置の詳細については、I 災害に強い森林づくりの2-(1)-①-ア)を参照してください。

イ) 天然生林の適切な保全管理

天然生林の保全管理の詳細については、I 災害に強い森林づくりの2-(1)-①-イ)を参照してください。

(2) 豊富な栄養分の供給

森林内では、地表水の影響を受けながらも落葉や落枝、枯れ草など多くの腐植（難分解性の高分子有機化合物）が堆積することになります。この腐植は、養分として直接樹木に吸収されるわけではありませんが、土壌の物理性、化学性等を改良する土壌改良効果が期待できるほか、腐植の量によって養分を貯える力が大きくなります。

もちろん、この腐植が微生物などの力によって分解されれば、腐植中の養分元素が可給体（樹木等が吸収できる物質）となって樹木等の生育を助けることになります。

また、腐植が多いと土壌pH（ペーハー：酸性、アルカリ性の尺度）の急激な変化を防ぐとともに、粘土の10倍以上といわれる腐植の水分保持力により植物体への水分

補給の役割もあることから、一般的に腐植含量が多く、腐植層が厚いことが望ましいとされています。

森林土壌内の微生物による落葉等の分解の過程で生成されるフルボ酸鉄は、海の動物のエサとなる植物プランクトンや産卵場所等となる海藻類などを支える大きな役割を果たすとともに、磯焼けの原因となる石灰藻の繁殖を抑制する働きもあります。

「森は海の恋人」と言われるように、森林は海と深くつながっており、健全で豊かな森林は海に住む多くの命を育てています。

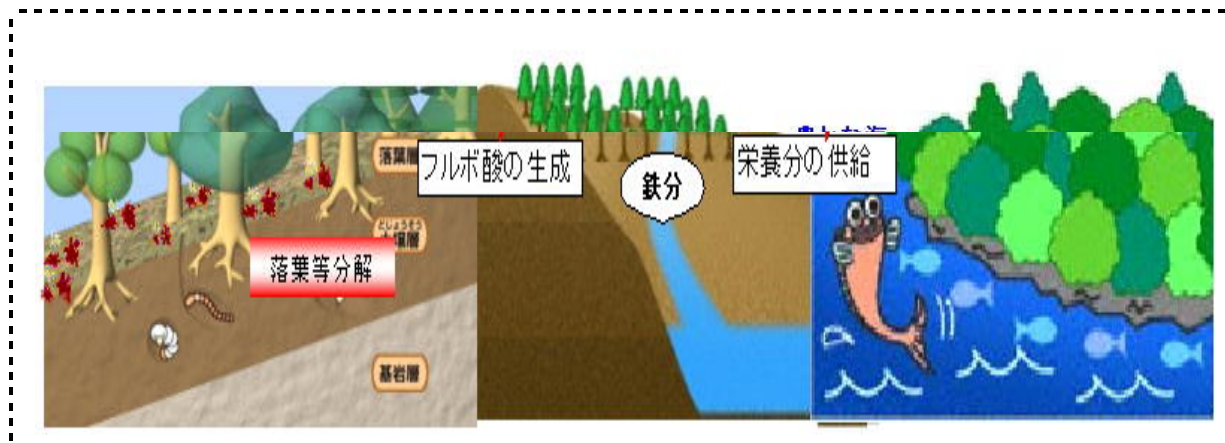


図 4 - II - 4 「フルボ酸鉄」の生成

ポイント：川や海とのつながりに留意した管理

① 広葉樹の植栽による鉄イオン養分等の供給

海の動物が生きていく上で植物プランクトンや海藻類は欠かせません。これらの生物は、基本的には、二酸化炭素と水と太陽のエネルギーで成長しますが、その他にも肥料分として、チッソ、リン、ケイ素が必要です。ところが、これらの肥料分を体内に取り入れるためには、水に溶ける形の鉄分を吸収しておく必要があります、その物質こそが「フルボ酸鉄」です。

フルボ酸鉄は、落葉などの腐植の分解過程で生成されますが、その量を比較すると、広葉樹は針葉樹の10倍（西村昌数 「北海道の沿海の復活を目指して」より）にもなるといわれており、豊かな海につながる森林づくりは広葉樹の森林づくりとも言え、今ある広葉樹林を適切に保全・整備するとともに、植栽や天然更新などによりその面積を増やしていくことも有効な手段になります。

ア) 広葉樹林の保全・整備

かつて人々の生活と深い関わりがあった里山林等で人の手が入らなくなり、竹やササの侵入等により荒廃した森林については、積極的な手入れも必要ですが、奥地の森林については、基本的に人為の影響を極力抑えて保全（保護）することが必要です。

また、地力の維持や林野火災の拡大防止等の観点から、山頂部や尾根部などに広葉樹を残しながら、中腹から麓地域までの緩傾斜地を中心とした肥沃な土壌の多い位置で針葉樹等を育成するなど、地形や土壌条件にあったエリア分けも考えていく必要があります。

さらに、広葉樹林を新たに造成する場合は、遺伝子攪乱への配慮が重要で、植栽に当たっては、近くの森林に自生している樹種を選び、できるだけ地域内で種子や苗木を手配するとともに、前生樹の萌芽が認められる場合は、できるだけこれを利用するようにします。また、本県は温暖多雨な気象条件にあることから、落葉などの分解スピードが早く、特に急峻な地形ではこれら分解物が降雨等により流亡するなど腐植層が形成されにくいことも念頭においておかなければなりません。

なお、広葉樹林の保全・整備の詳細については、I 災害に強い森林づくりの2-(1)-①-イ) 及び(2)-①-ア)を参照してください。

イ) 針広混交林への誘導

本県の森林の約6割は人工林であり、そのほとんどは、スギやヒノキなどの針葉樹になっています。フルボ酸鉄など養分供給量が多い森林へ誘導するためには、広葉樹の植栽のほか、これらの針葉樹人工林を生かしながら、針葉樹と広葉樹が入れ混じった針広混交林化を図っていくことが有効です。

また、前述したように、針広混交林は、多様な樹冠や根系からなる森林であり、養分供給だけでなく、土壌緊縛力や保水能力の高い森林でもあります。

なお、針広混交林への誘導の詳細については、I 災害に強い森林づくりの2-(1)-②-ア)を参照してください。