

「ぐんま緑の県民税」効果検証調査  
(水源地等の森林整備事業)  
報告書



平成 29 (2017) 年 8 月

群馬県環境森林部 林業試験場

## 摘要

- 本調査は、「ぐんま緑の県民税」事業のうち、水源地等の森林整備事業における間伐施業地を対象とし、水土保持機能効果の向上に寄与すると考えられる相対照度、植被率などをモニタリング調査し、間伐効果を検証することを目的とした。
- 調査地は、県内4地域から5林分ずつ選定し、そのうち地域ごとに1林分、計4林分を特定調査地として選定した。スギ12林分、ヒノキ8林分、計20林分の調査地を継続調査した。
- 相対照度は、間伐前は最大5.6%、最小0.5%、平均2.6%、間伐後3年目は最大29.2%、最小1.7%、平均10.9%であり、間伐により改善された。
- 林床の植生の割合を示す植被率は、間伐前はスギ林で平均9.3%、ヒノキ林で平均1.6%、間伐後3年目はスギ林で平均26.2%、ヒノキ林で平均7.7%であり、間伐前より増加し、水土保持機能の向上が示唆された。
- 植物種及び生育状況を調査した結果、間伐前の平均出現種数は5.2種、平均植生高は24.4cm、間伐後3年目の平均出現種数は6.3種、平均植生高は28.6cmであり、間伐前より増加した。下層植生は、間伐作業により一時的に攪乱されたものの、間伐により林内が明るくなったことにより、植物の発生及び成長が進み、下層植生が充実しつつあると考えられる。
- 特定調査区で調査した植生乾燥重は、間伐前は平均 $2.6 \text{ g/m}^2$ 、間伐後3年目は平均 $14.7 \text{ g/m}^2$ であり、間伐前より5.7倍増加し、下層植生が増えて土壌が安定してきたことが示唆された。また、リター（落枝落葉層）の厚さを示す $A_0$ 層厚は、間伐前は平均2.7cm、間伐後3年目は平均4.0cmであり、間伐前より1.5倍増加した。これは、土壌侵食が抑制されたためと考えられる。
- 毎木調査の結果、特定調査区は立木密度及び形状比が高く、気象害を受けやすい林分であった。今回の間伐で立木の過密状態は緩和されたが、間伐後、残存木が成長したため林内が再び混み合い、林床へ到達する光が減少しつつあることが示唆された。水土保持機能の高い森林に誘導するためには今後も段階的な間伐が必要であると考えられる。

## 目次

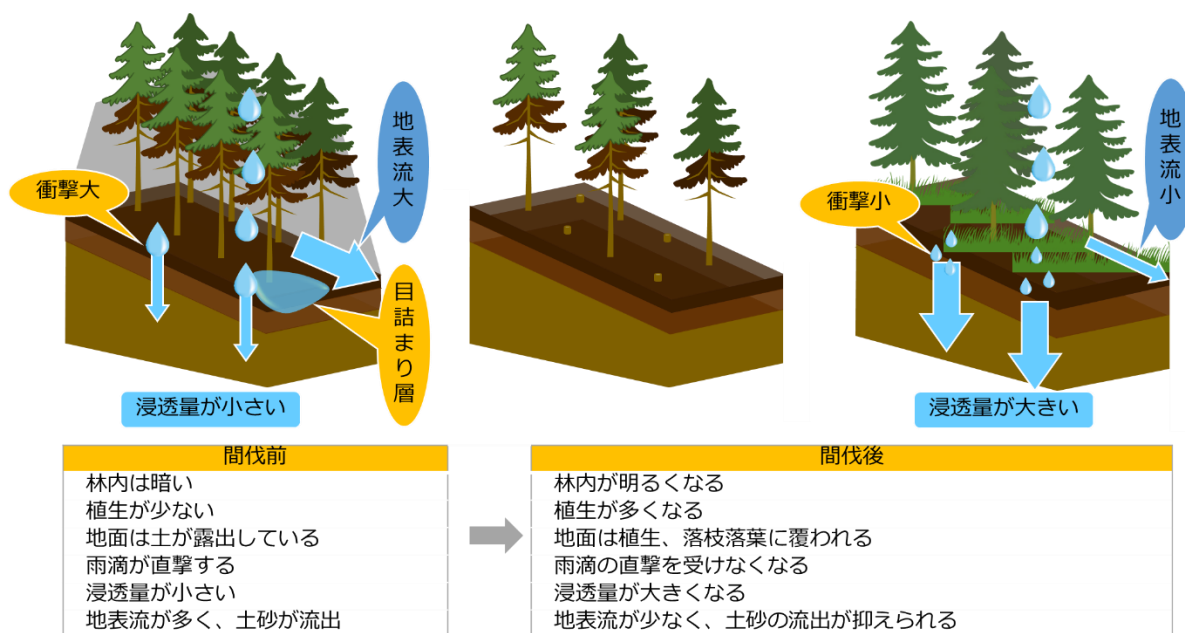
1	調査概要	
	(1) 趣旨.....	1
	(2) 調査対象事業.....	1
	(3) 調査地.....	1
2	調査方法及び結果	
	(1) 光環境について.....	3
	相対照度（間伐による光環境の変化）	
	(2) 下層植生について.....	4
	ア 植被率（間伐による下層植生の変化）	
	イ 植物種（主な出現種数）及び生育状況	
	(3) 特定区の調査について.....	6
	ア 毎木調査の結果	
	調査地の間伐状況	
	相対幹距比収量比数	
	収量比数	
	樹冠長率	
	形状比	
	本数間伐率・材積間伐率	
	イ 植生乾燥重（下層植生の量の変化）及び	
	土壌の $A_0$ 層厚	
3	まとめ.....	8
	付録一	
	個別調査地の状況	
	各調査地に出現した植物	

## 1 調査概要

### (1) 趣旨

「ぐんま緑の県民税」事業において実施する間伐施業の効果を科学的・客観的手法により調査分析し、評価検証委員会にフィードバックすることにより、税事業の円滑な推進を図ることを目的としている。

一般に間伐前の人工林は暗く、林床植生がないため、降雨により林床に目詰まり層が生じ、透水機能が低下し、地表流が生じやすい（図—1）。間伐を行うと、林内に光が届き、下層植生が回復する。このことにより、土砂の流出や斜面の崩壊が抑えられ（土砂流出防備機能）、土壌が雨水を貯留し、河川へ流れ込む水量を平準化して洪水を緩和するとともに、川の流量を安定させる（水源涵養機能）。また、雨水が土壌を通過することにより水質が浄化される（水源涵養機能）。これらの機能をまとめて「水土保持機能」といい、適正な間伐を行うことにより向上が期待できる。そこで本調査では、林内の植生と照度（明るさ）がどのように回復していくかを間伐前と間伐後とで比較し、数年に亘りモニタリング調査することにより間伐効果を検証する。



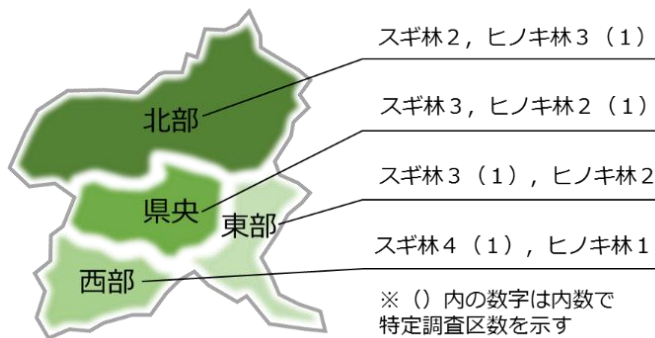
図—1 間伐による効果の模式図

### (2) 調査対象事業

水源地等の森林整備 条件不利地森林整備

### (3) 調査地

調査地は県民税を利用した間伐事業対象地のうち、県内4地域から5林分ずつ選定し、そのうち地域ごとに1林分計4林分を特定調査区として選定した（図—2）。スギ12林分、ヒノキ計8林分、計20林分内に設置した調査地において、表—1の項目について調査を実施した。調査地の概要を表—2に示し、個別調査地の状況は付録に示した。



数

表一 1 調査項目

調査項目	通常区	特定調査地
毎 年 調 査		○
照 度	○	○
植 被 率	○	○
植 生 乾 燥 重		○
土 壌 断 面		○
植 生 調 査	○	○

表一 2 調査地の概要

No.	区域	所在地	植栽樹種	林齢 (2014)	調査地
1	北部	東吾妻町岡崎	ヒノキ	36	特定調査地
2		長野原町林	スギ	54	通常区
3		中之条町五反田	スギ	29	〃
4		沼田市利根町穴原	ヒノキ	25	〃
5		沼田市利根町追貝	ヒノキ	41	〃
6	県央	渋川市赤城町溝呂木	ヒノキ	28	特定調査地
7		渋川市赤城町溝呂木	スギ	28	通常区
8		松井田町坂本	ヒノキ	21	〃
9		松井田町坂本	スギ	62	〃
10		高崎市下室田	スギ	57	〃
11	西部	藤岡市譲原	スギ	65	特定調査地
12		上野村勝山	スギ	70	通常区
13		上野村勝山	ヒノキ	49	〃
14		下仁田町西野牧	スギ	47	〃
15		下仁田町風口	スギ	47	〃
16	東部	桐生市宮本町	スギ	54	特定調査地
17		桐生市宮本町	ヒノキ	50	通常区
18		みどり市大間々町浅原	スギ	57	〃
19		みどり市東町座間	スギ	46	〃
20		みどり市東町座間	ヒノキ	46	〃

注：調査地 No. 12、13 については、平成 26 年度の報告書とは異なる調査地に変更し、平成 27 年度に間伐前調査と間伐後調査を行った。

## 2 調査方法及び結果

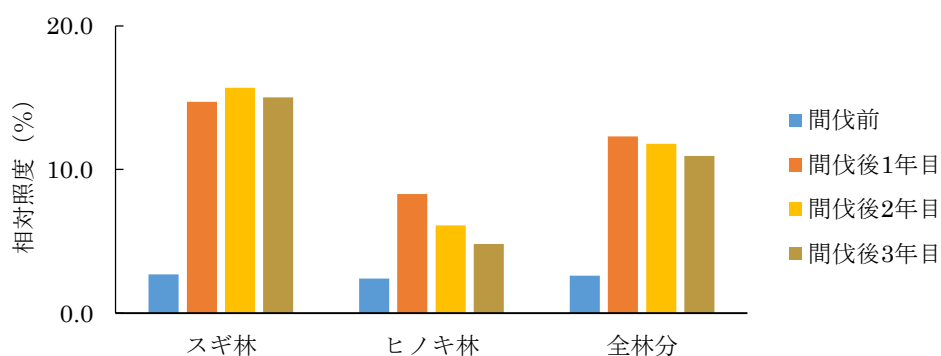
### (1) 光環境について

林内と林外対照地において積算照度を測定し、林外対照地の積算照度に対する林内積算照度の割合（以下、相対照度という。）を算出した。相対照度は、間伐前は全林分で最大 5.6%、最小 0.5%、平均 2.6%であり、間伐後 3 年目は全林分で最大 29.2%、最小 1.7%、平均 10.9%であった（表一 3、図一 3）。調査地別に見ると、スギ林よりヒノキ林の相対照度が全体的に低かった（図一 4）。ヒノキの枝葉は水平方向に展開する性質があり、これが入射光を遮り、相対照度に影響を及ぼしたと推察される。間伐により残された樹木が成長すると、林内に到達する光が減少し相対照度が低下するが、本調査においても、全林分の平均で間伐後から年数が経過するにつれ相対照度が低下した。

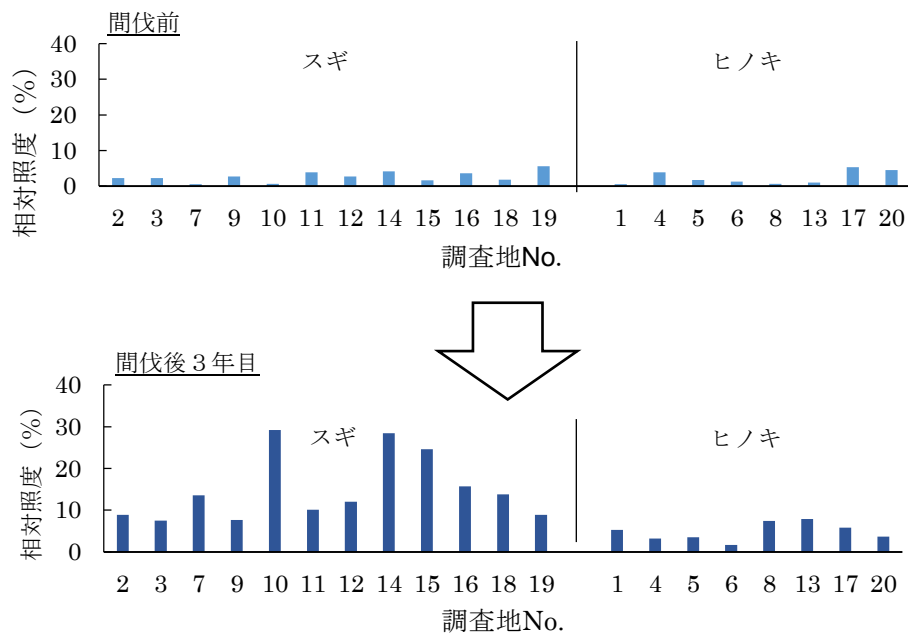
表一 3 樹種ごとの平均相対照度

(単位：%)

	スギ林				ヒノキ林				全林分			
	間伐前	間伐後 1 年目	間伐後 2 年目	間伐後 3 年目	間伐前	間伐後 1 年目	間伐後 2 年目	間伐後 3 年目	間伐前	間伐後 1 年目	間伐後 2 年目	間伐後 3 年目
最大	5.6	36.8	38.9	29.2	5.3	13.3	7.9	7.9	5.6	36.8	38.9	29.2
最小	0.6	6.5	7.7	7.5	0.5	5.0	2.9	1.7	0.5	5.0	2.9	1.7
平均	2.7	14.7	15.7	15.0	2.4	8.3	5.2	4.8	2.6	12.3	11.5	10.9



図一 3 樹種ごとの平均相対照度の変化



図一4 各調査地における間伐前及び間伐後3年目の平均相対照度

## (2) 下層植生について

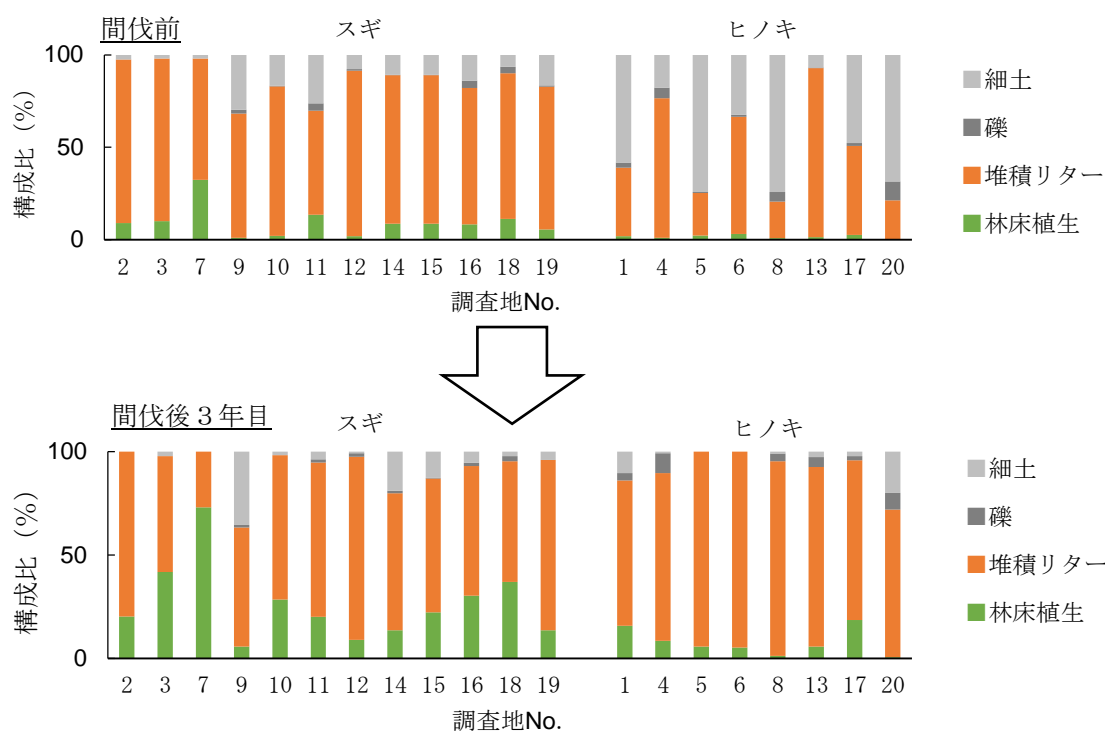
### ア 植被率

林床植生の様子を把握するため、調査区内に4点ずつ固定点を設け、ポイントカウンティング法により林床植生の割合（以下、植被率という。）、堆積リター（落枝落葉層）の割合、礫の割合及び細土の割合を調査した。植被率は、間伐前はスギ林で平均 9.3%、ヒノキ林で平均 1.6%であり、間伐後3年目はスギ林で平均 26.2%、ヒノキ林で平均 7.7%であり（表一4）、間伐前と比較してスギ林で平均 16.9%、ヒノキ林で平均 6.1%改善された。間伐直後は作業による林床攪乱のため、植被率は間伐前と比較して変化があまりみられなかったが、間伐後3年目は、全ての調査地において、間伐前より植被率が増加した（図一5）。一部の調査地については、動物による下層植生の食害が観察された。ヒノキ林は、スギ林より相対照度が低く（表一3）、植被率の平均がスギ林よりも低かったが（表一4）、堆積リターの割合が8調査地中7調査地で増加した（図一5）。土壌侵食を抑制するにはリターが地表面を覆うことが重要であることから（村井・岩崎 1975）、ヒノキ林についても、土壌侵食を防ぐ機能は間伐前より向上していると考えられる。植被率の回復は、間伐前の植被率、間伐後の相対照度及び林内の傾斜などが影響していると考えられる。

表—4 樹種ごとの植被率

(単位：%)

植被率	スギ林				ヒノキ林				全林分			
	間伐前	間伐後1年目	間伐後2年目	間伐後3年目	間伐前	間伐後1年目	間伐後2年目	間伐後3年目	間伐前	間伐後1年目	間伐後2年目	間伐後3年目
最大	32.3	75.3	79.5	73.0	3.0	5.0	16.8	18.5	32.3	75.3	79.5	73.0
最小	1.0	0.0	5.0	5.8	0.0	0.3	0.5	0.5	0.0	0.0	0.5	0.5
平均	9.3	10.6	21.9	26.2	1.6	1.6	6.4	7.7	6.2	6.7	15.7	18.8



図—5 各調査地における間伐前及び間伐後3年目の林分構成要素の構成比

### イ 植物種及び生育状況

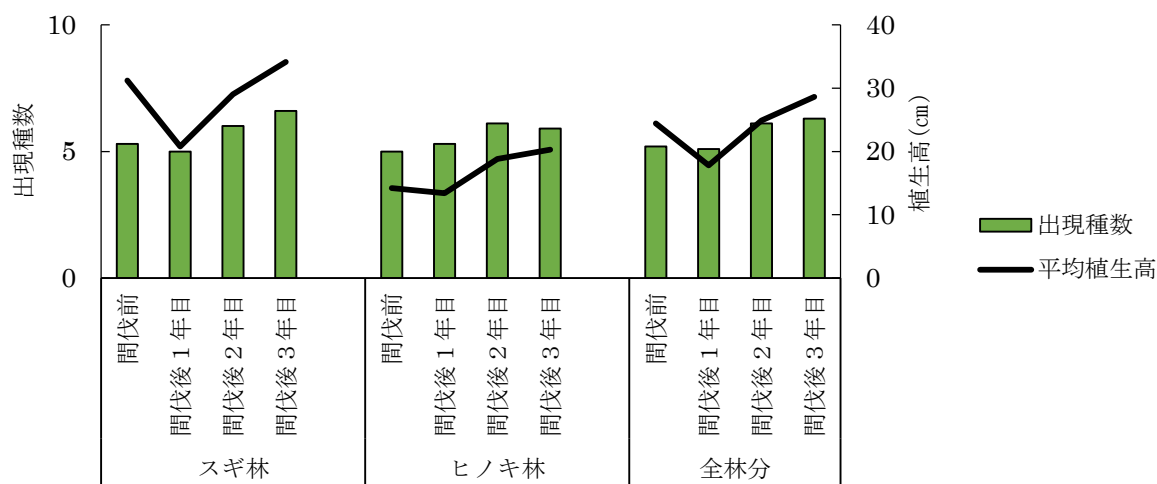
間伐が遅れて林床が暗い環境では、明るい林床に生育する植物がみられなくなる。そこで林床の環境の指標とするため植物種及び生育状況を調査した。斜面方向に1m×10mのライン調査地を設置し、1㎡ごとに出現した最も植生高の高い植物の種名と植生高を記録した(表—8、付録)。間伐前の全林分の平均の出現種数は5.2種、平均植生高は24.4cmであり、間伐後3年目の全林分の平均の出現種数は6.3種、平均植生高は28.6cmであり、間伐前より増加した(表—5、図—6)。全林分の平均植生高の変化をみると、間伐前と比較して間伐後1年目は低くなったが、間伐後2年目以降は増加傾向となった(図—6)。間伐作業により一時的に攪乱されたものの、間伐により林内が明るくなったことにより、発生した植物が定着し成長していると考えられる。



表一五 間伐後3年目の林床植生の出現種数、最大植生高、平均植生高及び主な出現種

	出現種数	最大植生高 (cm)	平均植生高 (cm)	主な出現種
スギ林平均	6.6 (5.3)	59.9 (90.0)	34.1 (31.2)	フジ、エゴノキ、ケヤキ、サンショウ、クリ、コアジサイ、タラノキ、ムラサキシキブ、オオバイノモトソウ、チヂミザサ
ヒノキ林平均	5.9 (5.0)	37.4 (28.8)	20.3 (14.2)	コナラ、ノブドウ、フジ、エゴノキ、エノキ、アズマネザサ、フタリシズカ
全林分平均	6.3 (5.2)	50.9 (65.5)	28.6 (24.4)	

注：( ) 内の数字は間伐前の値。



図一六 木本植物及び草本植物種数の変化と平均植生高の変化

### (3) 特定区の調査について

#### ア 毎木調査の結果

特定調査地について、毎木調査により 20m×20mの調査地内の全立木について、樹高、胸高直径、枝張り、枝下高及び林分密度を調査した。間伐前及び間伐後3年目の特定調査地の林分現況について、表一六に示す。間伐前は、林分密度が高く、相対幹距比\*\*が小さいため、混んでいる状態と判断でき、立木は形状比が高く、風倒害の危険があった。間伐前と間伐後について、適正な密度管理を行った場合の理論値を示した民有林人工林収穫予想表と比較して、調査地 No. 1 と No. 6 においては立木密度が少なくなり、過密状態が改善された。しかし、調査地 No. 11 と No. 16 については間伐後も立木密度が高い状況であった。

間伐後3年目について、樹幹幅は調査地 No. 6 については下がったが、その他の調査値では増加し、回復傾向であった。相対幹距比は 17% を下回ると林内が混み過ぎであると言われているが、調査地 No. 1 で 15.4%、調査地 No. 11 で 15.1% 及び調査地 No. 16 で 15.9% であり、17% を下回った。また、収量比数\*\*\*については、0.8 以上になると林内が混み過ぎであると言われているが、調査地 No. 1 で 0.82 であり、0.8 以上となった。これらのことから、間伐後の残存木の成長にともない林内が再び混みつつあると考えられる。樹冠長率\*については、40% 以下の

林木が多くなると混み過ぎであるが、調査地 No. 16 において 33.5% であり、樹冠の回復が遅れていると考えられる。形状比については、80 を超えると立木が気象害に対して弱くなると言われているが、調査地 No. 11 で 86.0 及び調査地 No. 16 で 81.2 であり、気象害に対していまだに弱い可能性がある。以上のことから、調査地林分は混みつつあり、気象害に対する危険性もあるため、今後も間伐する必要があると考えられる。

間伐率は、本数間伐率は 31.1~40.0%、材積間伐率は 11.7~23.5% であった（表一七）。材積間伐率が低い場合（間伐材積が少ない場合）で、胸高直径の低い劣勢木のみの間伐であると、本数間伐率が高くても林内の光環境があまり改善されない場合があるため、間伐時は本数間伐率のみでなく、材積間伐率や林内の状況を考慮して実施する必要があると考えられる。

表一六 特定調査地の林分現況

No.	樹種	伐採時 林齢	間伐前	立木密度 (本/ha)	A		B		形状比 (A(cm)/ B(cm))	樹冠 長率* (%)	樹冠 幅 (m)	相対 幹距比**	収量 比数***
					平均 樹高 (m)	平均 胸高 直径 (cm)	平均 樹高 (m)	平均 胸高 直径 (cm)					
1	ヒノキ	36	間伐前	1,786 (+683)	15.0	21.5	69.9	35.8	3.9	15.7	0.84		
			間伐後 3 年目	1,071 (-77)	19.8	25.6	78.1	46.8	5.4	15.4	0.82		
6	ヒノキ	28	間伐前	1,525 (+372)	14.9	18.8	82.0	40.5	4.4	17.2	0.77		
			間伐後 3 年目	1,050 (-103)	15.6	21.1	76.6	45.2	4.3	19.8	0.72		
11	スギ	65	間伐前	1,050 (+573)	22.1	23.9	97.3	47.6	4.1	12.9	0.82		
			間伐後 3 年目	700 (+223)	25.1	30.6	86.0	43.1	4.5	15.1	0.72		
16	スギ	54	間伐前	1,700 (+788)	16.7	20.6	85.9	34.7	3.2	14.5	0.80		
			間伐後 3 年目	1,075 (+163)	19.2	24.1	81.2	33.5	4.1	15.9	0.73		

注：立木本数における括弧内数値は民有林人工林収穫表との差異を示す。

\*樹冠長率・・・樹高 (m) に対する樹冠長 (m) の割合。

\*\*相対幹距比・・・上層木の平均樹高に対する平均個体間距離の割合。

\*\*\*収量比数・・・最多密度（ある樹高での上限の本数密度）の林分材積に対する現状の林分材積の比。

表一七 間伐による本数変化及び材積変化

No.	樹種	間伐前		間伐後		本数間伐率		間伐前		間伐後		材積間伐率	
		立木密度 (本/ha)	( )	立木密度 (本/ha)	( )	(%)	( )	立木材積 (m <sup>3</sup> /ha)	( )	立木材積 (m <sup>3</sup> /ha)	( )	(%)	( )
1	ヒノキ	1786	(1905)	1071	(1071)	40.0	(43.8)	540.6	(545.8)	443.5	(443.5)	18.0	(18.7)
6	ヒノキ	1525	(1750)	1050	(1050)	31.1	(40.0)	363.8	(371.8)	278.4	(278.4)	23.5	(25.1)
11	スギ	1050	(1175)	700	(700)	33.3	(40.4)	729.2	(755.0)	643.8	(643.8)	11.7	(14.7)
16	スギ	1700	(1850)	1075	(1075)	36.8	(41.9)	568.3	(583.2)	441.6	(441.6)	22.3	(24.3)

注：括弧内の数字は枯死木を含めた数値を示す。

#### イ 植生乾燥重及び土壌の A<sub>0</sub> 層厚

特定調査地において 1 林分あたり 4 点ずつ計 1 m<sup>2</sup> の下層植生を刈り取り、80℃、24 時間乾燥して全乾重量を測定した。浸透能は植生乾燥重と相関が高いとされており、植生乾燥重が大き

いほど浸透能が高いと考えられる。植生乾燥重は、間伐前は全林分の平均で  $2.6 \text{ g/m}^2$ 、間伐後3年目は  $14.7 \text{ g/m}^2$  であり（表一7）、間伐前より 5.7 倍増加し、下層植生の量が増加した。また、土壌調査として、地表に堆積した有機質の層で、落葉や落枝からできている堆積腐植層の厚さ（以下、 $A_0$  層厚という。）を各特定調査区の中央部付近で測定したところ、間伐前は平均  $2.7 \text{ cm}$ 、間伐後3年目は  $4.0 \text{ cm}$  であり（表一7）、間伐前より 1.5 倍増加した。間伐前と比較して間伐後3年目は、調査区 No. 1 において植生乾燥重及び土壌の  $A_0$  層厚は減少したが、相対照度及び植被率は回復しているため（図一4 及び図一5）、下層植生が生育途上であると考えられ、また、堆積リターが間伐後3年目に増加していることから（図一5）、土壌侵食は抑制されていると考えられる。

表一7 植生乾燥重及び土壌の  $A_0$  層厚

No.	樹種	植生乾燥重		$A_0$ 層厚	
		( $\text{g/m}^2$ )		(cm)	
		間伐前	間伐後 3年目	間伐前	間伐後 3年目
1	ヒノキ	1.7	1.3	2.3	1.5
6	ヒノキ	0.3	17.1	2.9	5.9
11	スギ	4.7	16.2	2.0	4.8
16	スギ	3.8	24.0	3.6	3.7
	全林分平均	2.6	14.7	2.7	4.0

### 3 まとめ

「ぐんま緑の県民税」事業において実施した間伐施業の効果を検証するため、林内の植生と照度がどのように回復していくかを間伐前と間伐後とで比較し、モニタリング調査を実施した。その結果、間伐後3年目には林内の光環境が改善され、植被率が全ての調査地で回復した。また、植物種及び生育状況の調査の結果、間伐後3年目の植物種数及び平均植生高は、間伐前よりも増加し、間伐作業で一時的に植生が攪乱されたものの、その後下層植生が定着し成長したことが示唆された。これらのことから、水土保持機能は改善しつつあり、今後も植被率の増加及び堆積リターの蓄積によりさらなる向上が期待される。

一方、本事業による間伐により立木密度を下げることはできたが、間伐後、残存木が成長するにつれ、林床に到達する光が減少する傾向がみられた。水土保持機能の高い森林すなわち災害の少ない森林に誘導するためには、今後も段階的な間伐を行い、光環境の改善及び下層植生の回復を図る必要があると考えられる。

引用・参考文献：恩田裕一．2008．人工林荒廃と水・土砂流出の実態．岩波書店，245p．

村井宏・岩崎勇作．1975．林地の水及び土壌保全機能に関する研究（第1報）森林状態の差異が地表流下，浸透及び侵食に及ぼす影響．林業試験場研究報告 274:23-84．