

「ぐんま緑の県民税」の間伐効果検証
—スギ人工林及びヒノキ人工林における間伐後4年間の
下層植生及び林床被覆率の推移—

Effect of thinning on Gunma green prefectural tax

— Transition of understories and forest floor cover percentage within 4 years after thinning
in *Cryptomeria japonica* plantations and *Chamaecyparis obtusa* plantations —

飯田玲奈・中山ちさ*

要旨

「ぐんま緑の県民税」における間伐事業地を対象とし、林内相対照度、植被率、林床被覆率、植生高、植物種について、間伐効果を検証した。

- 1 林内相対照度が間伐前より改善されたことにより、植被率及び林床被覆率が改善された林分が見られた。
- 2 下層植生の平均植生高が高くなり、下層植生の充実した林分が見られた。
- 3 水土保持機能の高い森林に誘導するためには、引き続き間伐が必要であると考えられた。

キーワード：下層植生、林床被覆率、林内相対照度

I はじめに

群馬県は、県土の約2/3を森林が占めており、そのうち54%は民有林である（群馬県環境森林部林政課，2018）。県では森林を守り、育て、次世代に引き継いでいくため、「ぐんま緑の県民基金（通称：ぐんま緑の県民税）」を2014年4月から導入した（群馬県環境森林部林政課，2015）。当該基金に基づき県が実施する事業の一つに、立地等の条件が不利であることにより、林業経営が成り立たず放置されている人工林を整備し、森林の公益的機能の発揮を図る「条件不利地森林整備」事業（以下、当該事業）があり、本数間伐率35%以上となる除間伐等を実施している（群馬県環境森林部林政課，2015）。

当該事業による間伐により、水土保持機能等の向上が期待されるが、浸透能低下を抑制するには、下層植生及びリターの堆積が重要であり（湯川・恩田，1995a；湯川・恩田，1995b）、土壌浸食防止及び土砂流出防止に対しても下層植生及びリターの堆積が重要である（村井・岩崎，1975；赤井ら，1981；服部ら，1992；入田ら，2001）。また、下層植生の回復には光環境の改善が必要である（清野，1990）。そこで、当該事業による間伐効果を検証するため、林内の光環境、下層植生及び林床被覆率（林床要素のうち林床植生の占有率及びリターの占有率の合計（三浦，2000））について、間伐後4年間にわたり調査した。

*森林環境部環境局自然環境課（環境省自然環境局野生生物課鳥獣保護管理室派遣）（兼）東京事務所

II 方法

調査地の概要を表－1に示す。調査地は当該事業地において、県内4地域（県央、北部、東部、西部）から5林分ずつ計20林分選定した。樹種はスギが12林分、ヒノキが8林分である。調査地の林齢については、森林簿による。標高についてはGPSを用い、方位及び斜面傾斜についてはクリノメーターを用いて測定した。間伐前の平均樹高、平均胸高直径、本数密度については、現地調査及び調査委託資料から、間伐後の本数密度及び本数間伐率については、現地調査及び間伐事業発注時の資料から引用した。なお、現地調査は、特定調査地4林分（県内の4地域から各1林分を選定）について実施した。各調査地において、20m×20mの調査区を設け、林内相対照度、植被率及び林床被覆率、ライン調査を行った。調査は間伐前の2014年、（調査地No. 12及び13は調査地変更のため2015年）、間伐後の2015年秋、2016年秋、2017年夏、2018年秋に行った。

1 林内相対照度

間伐による光環境の改善状況を調査するため、調査区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、林内相対照度）を算出した。積算照度の測定は、5分間×3反復行い、平均値をその調査地の林内相対照度とした。

2 植被率及び林床被覆率

林床植生及びリターの林床被覆状態を把握するため、調査区内に4点の固定点を設け、5cmメッシュで100点の交点をもつ各辺50cmの林床被覆測定用木柵を作成し、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）、リター（落枝落葉層）の割合（以下、リター率）、礫（>2mm）の割合及び細土（≤2mm）の割合を算出し、間伐前から間伐後4年目における林床要素ごとの割合を図化した。植被率及びリター率の合計を林床被覆率とした。

3 ライン調査

林床の環境の指標とするため、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について、植物種名及び植生高を記録し、出現種数を調査した。調査地ごとに、植生高の合計を平均し、その調査地の平均植生高とした。間伐後1年目から間伐後4年間の間に出現した植物種数を調査地別に累計し、間伐前に出現した種数と比較した。

III 結果

1 林内相対照度

図－1にスギ林における調査地別の林内相対照度を、図－2にヒノキ林における調査地別の林内相対照度を示す。間伐後は、間伐前より林内相対照度が改善された。年次経過について、スギ林、ヒノキ林ともに、林内相対照度は間伐後1年目から間伐後4年目に向かって低下もしくは横ばいである傾向が見られた。

2 植被率及び林床被覆率

図－3に間伐前後の植被率を示す。植被率は、間伐後4年目には、スギ林で16.1ポイント、ヒノキ林で5.8ポイント改善された。調査地別の林床要素の割合を図－4に示す。スギ林は、間伐前から林床被覆率が60%以上であったが、ヒノキ林は、間伐前の林床被覆率がスギ林よりも低かった。間伐後4年目において、スギ林では、間伐前より植被率が増加した林分が10林分見られた。ヒノキ林では、間伐前より植被率が増加した林分が6林分見られたが、植被率の増加はスギ林ほど認められなかった。

表-1 調査地の概要

調査地 No.	区域	所在地	樹種	林齢 (年)	標高 (m)	方位	斜面傾斜 (度)	間伐前 平均樹高(m)	間伐前 平均胸高直径 (cm)	間伐前 本数密度 (本/ha)	間伐後 本数密度 (本/ha)	本数間伐率 (%)
1	北部	東吾妻町岡崎	ヒノキ	36	550	N5W	30	15.0	21.5	1,786	1,072	40.0
2	北部	長野原町林	スギ	54	760	S5E	14	21.7	23.1	1,308	837	36.0
3	北部	中之条町五反田	スギ	29	662	S20E	10	23.1	22.0	1,410	900	36.2
4	北部	沼田市利根町穴原	ヒノキ	25	877	N25W	45	13.8	18.7	2,354	1,438	38.9
5	北部	沼田市利根町追貝	ヒノキ	41	657	S75W	7	16.7	21.1	1,420	920	35.2
6	県央	渋川市赤城町溝呂木	ヒノキ	28	541	N85W	7	14.9	18.8	1,525	1,051	31.1
7	県央	渋川市赤城町溝呂木	スギ	28	537	N80W	12	16.6	17.7	2,375	1,537	35.3
8	県央	安中市松井田町坂本	ヒノキ	21	793	S35E	15	10.9	14.9	1,725	1,101	36.2
9	県央	安中市松井田町坂本	スギ	62	920	S50W	43	21.6	30.7	1,075	699	35.0
10	県央	高崎市下室田	スギ	57	864	S20E	35	19.0	26.3	1,343	818	39.1
11	西部	藤岡市譲原	スギ	65	394	N30E	23	22.1	23.9	1,050	700	33.3
12	西部	上野村勝山	スギ	70	740	N70E	32	25.0	34.2	1,833	1,155	37.0
13	西部	上野村勝山	ヒノキ	49	745	NE	20	17.0	17.2	1,833	1,155	37.0
14	西部	下仁田町西野牧	スギ	47	712	S45W	35	18.5	23.2	1,494	971	35.0
15	西部	下仁田町風口	スギ	47	597	S20E	37	18.6	21.1	1,660	1,079	35.0
16	東部	桐生市宮本町	スギ	54	235	W	25	16.7	20.6	1,700	1,074	36.8
17	東部	桐生市宮本町	ヒノキ	50	275	S30W	24	18.2	23.1	2,052	1,231	40.0
18	東部	みどり市大間々町浅原	スギ	57	265	N65W	20	23.0	25.9	1,454	945	35.0
19	東部	みどり市東町座間	スギ	46	491	N70W	40	13.5	16.0	2,188	1,422	35.0
20	東部	みどり市東町座間	ヒノキ	46	473	N28W	43	13.4	16.0	2,188	1,422	35.0

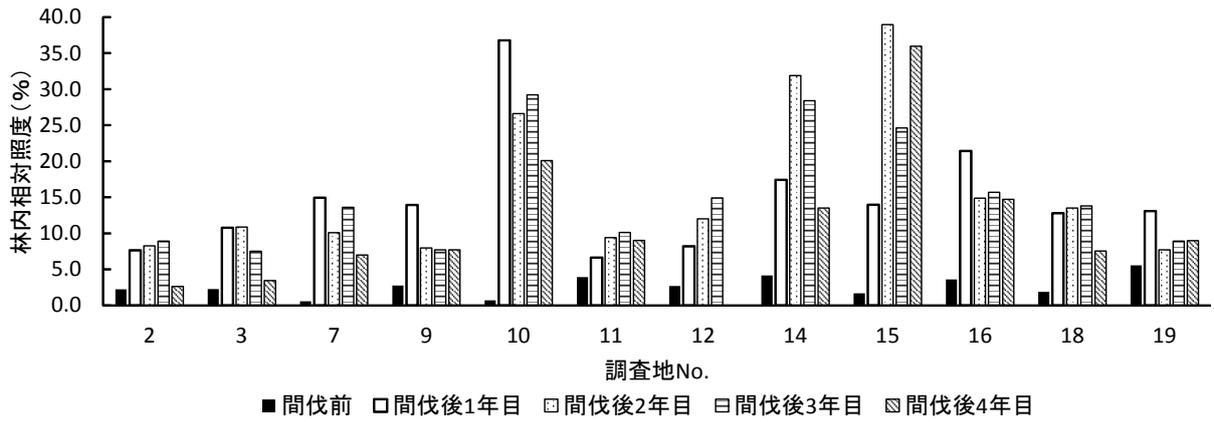


図-1 スギ林における調査地別の林内相対照度

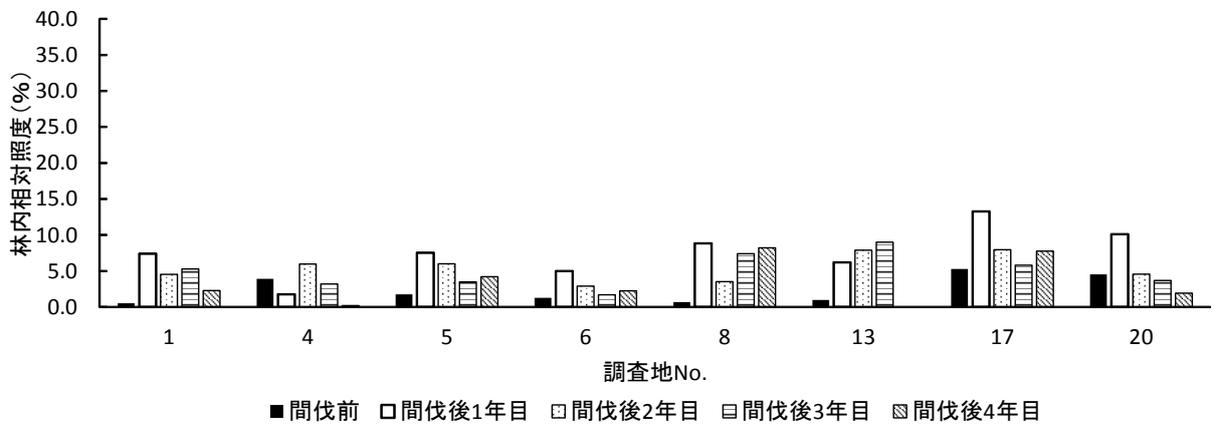


図-2 ヒノキ林における調査地別の林内相対照度

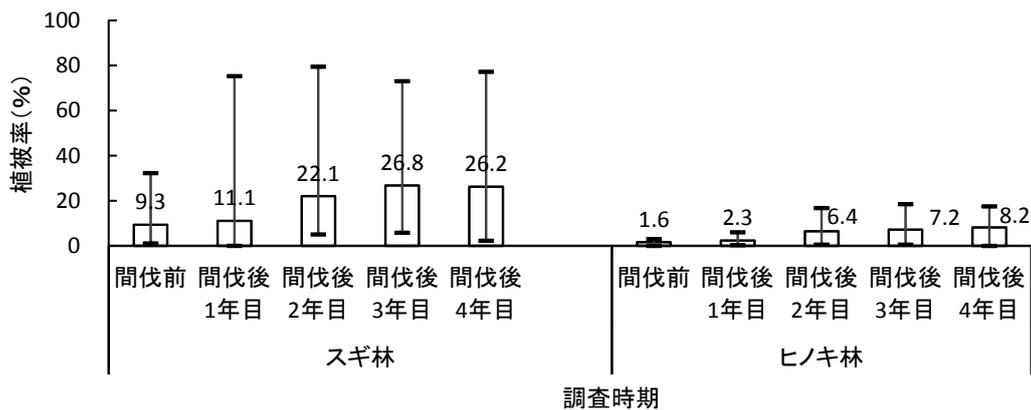
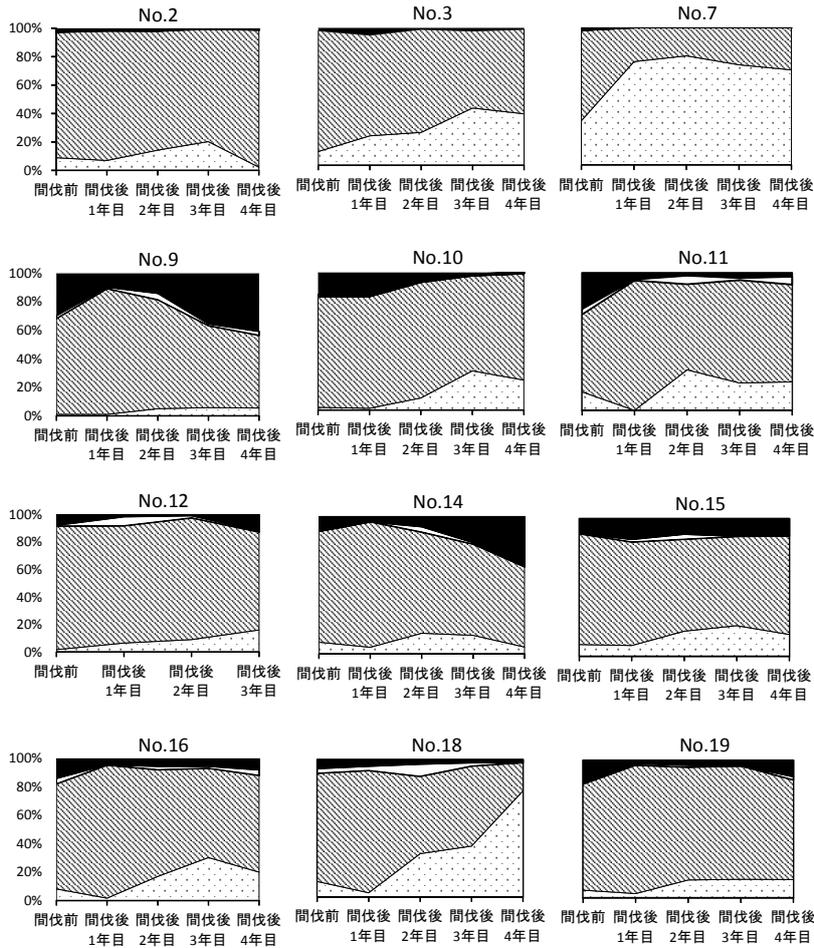


図-3 間伐前後の植被率

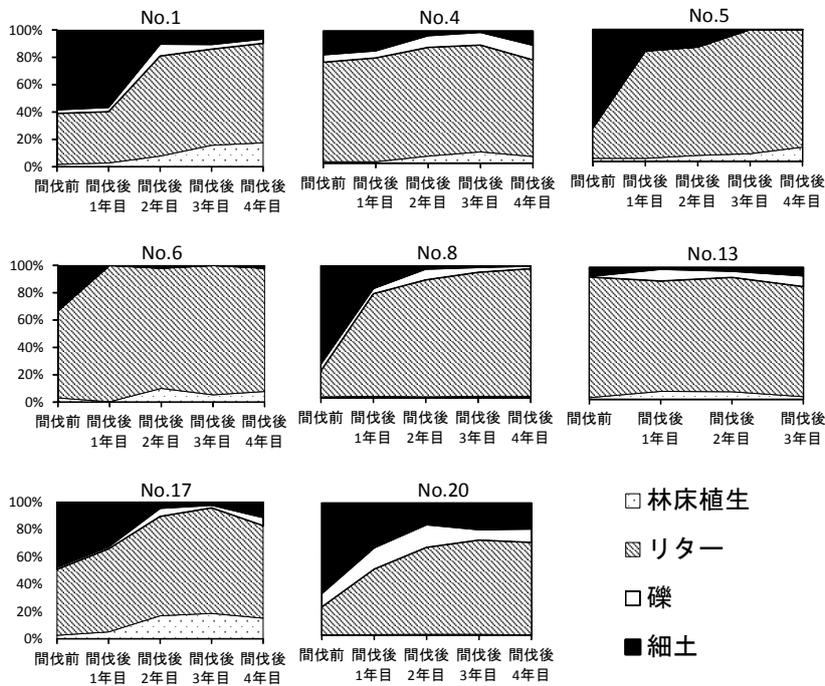
注：図中の数値は平均値、エラーバーの上端は最大値、下端は最小値を示す。

林床被覆率については、間伐後4年目において間伐前より増加した調査地が、スギ林では8林分あり、ヒノキ林では7林分あった。スギ林、ヒノキ林ともに、間伐前より林床被覆率が減少した調査地は、斜面傾斜が30度以上の急傾斜地であった。

スギ林



ヒノキ林



調査時期

図-4 各調査地の林床要素

注：林床被覆率は林床植生の割合（植被率）及びリター率の合計。

スギ林のNo. 9、12、14、15、19、ヒノキ林のNo. 4、20は斜面傾斜30度以上。

3 ライン調査

図-5に樹種別の植物種数及び平均植生高の推移を示す。間伐後4年目の平均出現種数は、間伐前と比較して、スギ林では5.3種と変わらず、ヒノキ林では0.4種増加し5.4種であった。間伐後の平均植生高は、スギ林、ヒノキ林ともに、間伐後3年目まで増加し続け、間伐後4年目において低下した。

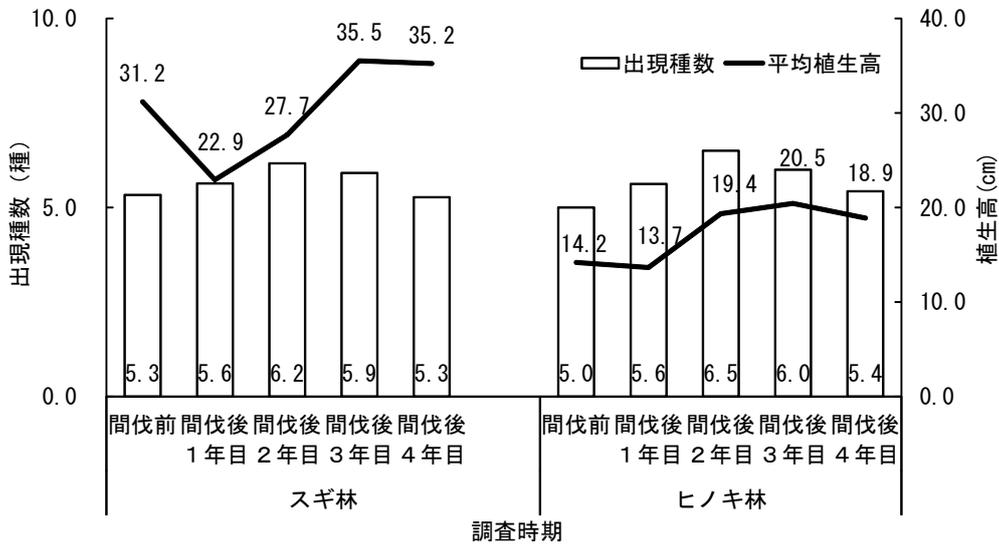


図-5 樹種別の植物種数及び平均植生高の推移

間伐前の植物種数及び間伐後4年間に出現した植物種数を、図-6（スギ林）及び図-7（ヒノキ林）に示す。間伐後4年間に出現した植物種数は、スギ林で最大20種、最小7種、ヒノキ林で最大23種、最小9種であった。全ての調査地において、間伐後4年間に出現した植物種数は間伐前に出現した植物種数を上回り、間伐後は、間伐前に出現した種の他に、間伐前と異なる種が確認された。

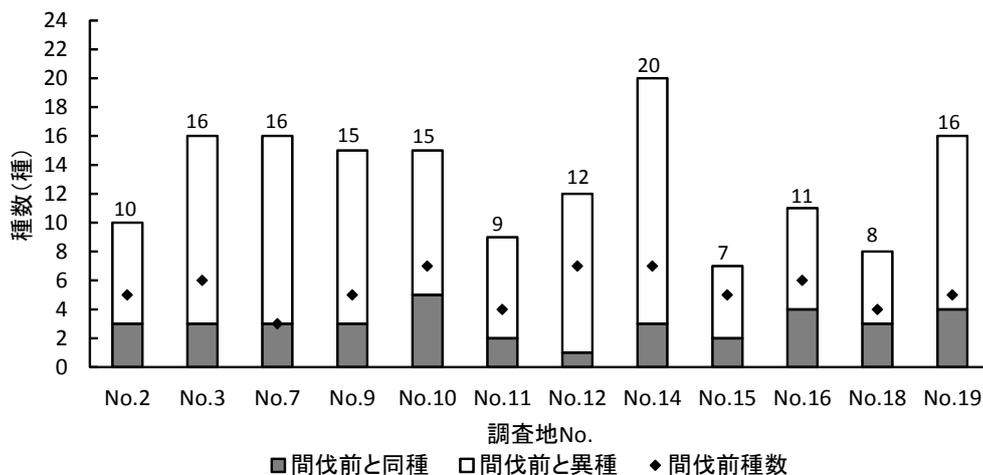


図-6 スギ林における間伐前の植物種数及び間伐後4年間に出現した植物種数

注：No. 12は間伐後3年間に出現した植物種数を示す。

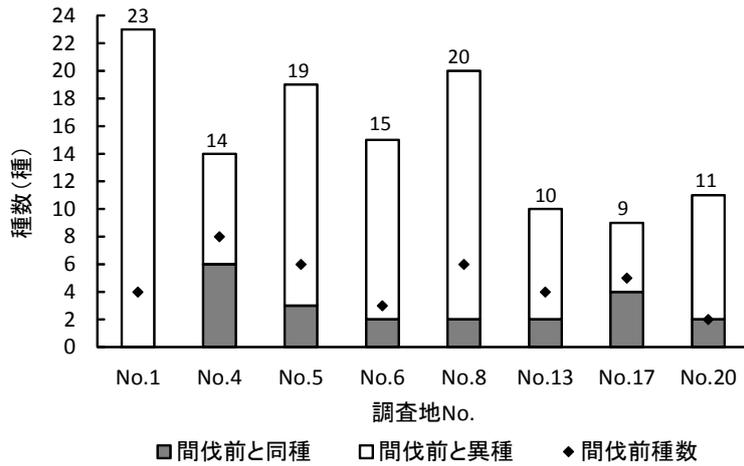


図-7 ヒノキ林における間伐前の植物種数及び間伐後4年間に出現した植物種数

注：No. 13は間伐後3年間に出現した植物種数を示す。

間伐前後の平均植生高を図-8（スギ林）及び図-9（ヒノキ林）に示す。間伐後4年目において、間伐前よりも平均植生高が高くなった調査地は、スギ林で11林分、ヒノキ林で7林分であった。

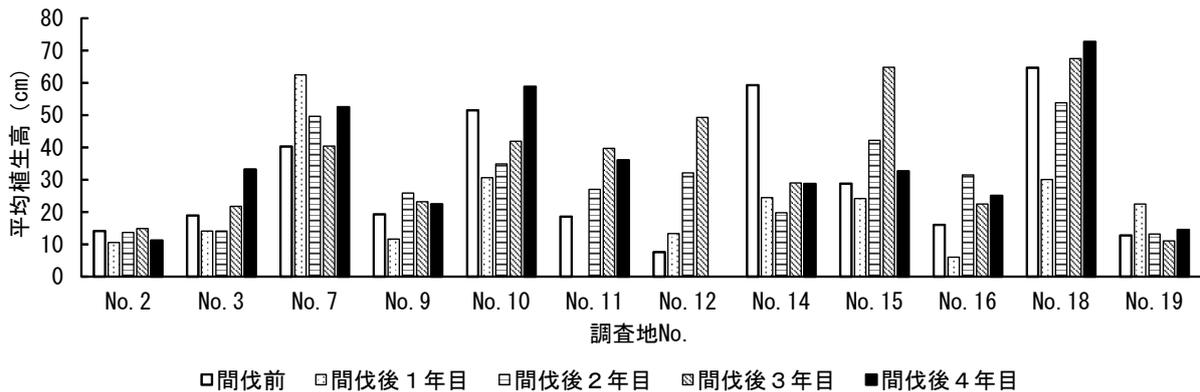


図-8 スギ林における間伐前後の平均植生高

注：No. 11の間伐後1年目は植物種が出現しなかった。

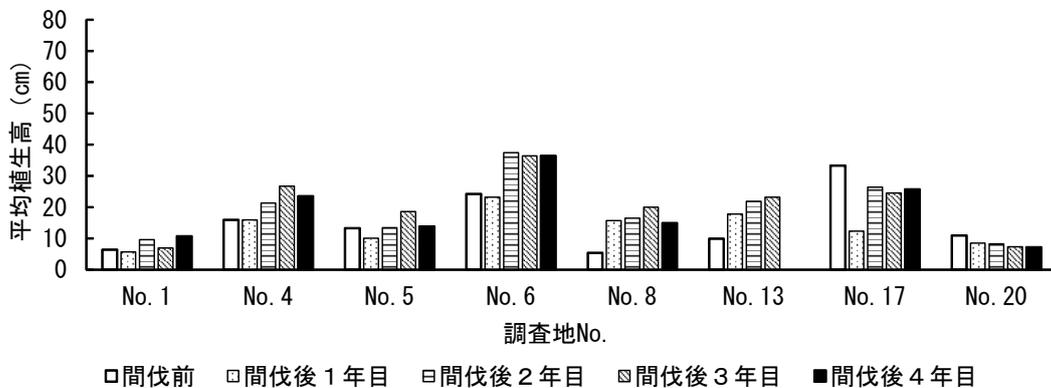


図-9 ヒノキ林における間伐前後の平均植生高

IV 考察

1 林内相対照度

林内相対照度はヒノキ林において低かったが、これは、ヒノキ枝葉が水平方向に展開する性質があり、これが入射光を遮るため（服部ら，1992）、また、スギの枯れ枝は時間の経過により自然落下するが、ヒノキの枯れ枝は自然落下しにくいと考えられた。

間伐後から年数が経過するにつれ林内相対照度が低下する傾向が見られたが、水資源効率を最大化するには、林内相対照度を10～20%程度に保つ森林管理が有効である（国立研究開発法人科学技術振興機構，2015）。間伐後4年目において、林内相対照度が10%以下である調査地は、スギ林については7林分、ヒノキ林については7林分あり、これらの林分は、早期の間伐が必要であると考えられた。

2 植被率及び林床被覆率

スギ林では、一部の急傾斜地林分を除いて間伐後の植被率及び林床被覆率の増加が認められ、ヒノキ林では、間伐後は主にリター率の増加により林床被覆率が増加した。表面侵食に対して落葉層がきわめて有効な役割を果たしていること（村井・岩崎，1975）、ヒノキ人工林において下層植生及びリターが浸透能低下を抑制することから、（恩田・湯川，1995b）、これらの林分は、浸透能低下の抑制、土壌侵食防止等の機能が間伐前より回復しつつあると考えられた。しかし、ヒノキ林の植被率の増加は緩やかであり、その一因は間伐後の光環境にあると考えられた。清野（1990）は、ヒノキ人工林において、林内相対照度が10%以上の林内では下層植物群落高は低くても植被率が100%に達したのに対し、林内相対照度10%未満では植被率はより小さくなったことを明らかにしている。本調査地のヒノキ林は、林内相対照度が10%未満の林分が8林分中、間伐前0林分、間伐後1年目6林分、間伐後4年目0林分であり、間伐後に林内相対照度が回復したものの総じて低かったため、植被率の増加が緩やかであったと考えられた。ヒノキ林については、細片化して2mm以下の大きさになったヒノキ葉リターは、地表保護効果が期待できず（三浦，2000）、また、ヒノキ人工林のA₀層被覆率に最も影響するのは斜面の傾斜角の次に草本層被度であることから（清野，1988）、今後も間伐を行い、光環境を改善させ、下層植生の発達を促す必要があると考えられた。

3 ライン調査

樹種別の平均植生高は、間伐前より高くなったことから、光環境が改善されたことにより、発生した植物が定着し成長していると考えられた。間伐後4年目の平均植生高は間伐後3年目より低下したが、これは林内相対照度が間伐後4年目に向かって低下傾向であるためと考えられた。

樹種別の平均出現種数は間伐後に1種程度増えるにとどまったが、間伐後に出現した植物種については、間伐前と異なる種が各調査地で確認され、種が多様化したと考えられた。草本層の植被率が増加すると下層植物群落の種数も増加することから（清野，1990）、間伐により光環境が改善され、植被率が増加したことが、植物種が多様化につながったと考えられた。

草本層は乾湿条件によって多少異なるものの下層植物群落高が0.5～2mの時に最も発達するが（清野，1990）、間伐後4年目において、平均植生高が50cm以上あった林分はスギ3林分のみであった。このことから、調査地林分の草本層は発達途上であると考えられ、今後も下層植生を保つためには、間伐や枝打ちを行うことが望ましいと考えられた。

V おわりに

水資源効率を最大化させるためには、林内相対照度を10～20%程度に保つ必要があり（国立研究開発法人科学技術振興機構，2015）、また、下層植生発達させ、リター量を維持することが、浸透能の

低下抑制（湯川・恩田，1995a；湯川・恩田，1995b）、土壌浸食防止及び土砂流出防止（村井・岩崎，1975；赤井ら，1981；服部ら，1992；入田ら，2001）につながることから、引き続き、間伐及び枝打ち等の管理が必要であると考えられた。

謝辞

本研究にあたり、県内各森林組合の皆様、各森林事務所及び各環境森林事務所の皆様、林政課の皆様、当场職員の皆様には多大なるご協力をいただいた。また、検証委員の皆様には貴重なご意見をいただいた。群馬県立農林大学校の金井田俊男氏、群馬県立自然史博物館の大森威宏博士には植物種の同定にご協力をいただいた。この場を借りて厚く御礼申し上げる。

引用文献

- 赤井龍男・吉村健次郎・真鍋逸平・有光一登・相場芳憲・杉浦孝蔵（1981），人工降雨によるヒノキ林内の落葉、土壌等の流出移動について（Ⅱ）-下層植生の成立状態の異なる若齢林分のリター、表層土の移動量-，日林論92，213-214
- 群馬県環境森林部林政課（2018），群馬県森林林業統計書，1
- 群馬県環境森林部林政課（2015），みんなの森をみんなで守ろう「ぐんま緑の県民税」，12pp
- 服部重昭、阿部敏夫、小林忠一，玉井幸治（1992），林床被覆がヒノキ人工林の侵食防止に及ぼす影響，森林総研研報No. 362，1-34
- 入田慎太郎・塚本次郎・梶原規弘（2001），下層植生と地形に基づくヒノキ人工林の土壌浸食危険度区分，日林誌83（3），204-210
- 清野嘉之（1988），ヒノキ人工林のA₀層被覆率に影響を及ぼす要因の解析，日林誌70（2），71-74
- 清野嘉之（1990），ヒノキ人工林における下層植物群落の動態と制御に関する研究，森林総研研報No. 359，1-122
- 国立研究開発法人科学技術振興機構（2015），戦略的創造研究推進事業CREST研究領域「持続可能な水利用を実現する革新的な技術とシステム」研究課題「荒廃人工林の管理により流量増加と河川環境の改善を図る革新的な技術の開発」研究終了報告書，http://www.jst.go.jp/kisoken/crest/research/s-houkoku/JST_1111074_09154476_EE.pdf，（参照2018-12-10）
- 三浦覚（2000），表層土壌における雨滴侵食保護の視点からみた林床被覆の定義とこれに基づく林床被覆率の実態評価，日林誌82（2），132-140
- 村井宏・岩崎勇作（1975），林地の水およ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、浸透および侵食に及ぼす影響-，林試研報No. 274，23-84
- 湯川典子・恩田裕一（1995）a，ヒノキ林において下層植生が土壌の浸透能に及ぼす影響（Ⅰ）散水型浸透計による野外実験，日林誌77(3)，224-231
- 湯川典子・恩田裕一（1995）b，ヒノキ林において下層植生が土壌の浸透能に及ぼす影響（Ⅱ）下層植生の効果に関する室内実験，日林誌77(5)，399-407