

原著論文

三重県内のヒノキ幼齢林における雑草木群落タイプと植栽木の成長の関係

Relationship between weed community types and growth of planted trees
in young hinoki (*Chamaecyparis obtusa*) plantations in Mie Prefecture, Japan

島田博匡^{1)*}・奥田清貴¹⁾

Hiromasa Shimada^{1)*} and Kiyotaka Okuda¹⁾

要旨：幼齢林における下刈り省略の可否は、雑草木群落のタイプに左右される可能性があることから、三重県内のヒノキ幼齢林に出現する雑草木群落タイプ、各タイプにおける植栽木の成長特性、下刈り省略履歴の調査を行い、下刈り省略が可能な条件を明らかにすることを試みた。2～10年生ヒノキ幼齢林101地点で行った植生調査の結果から、調査地点の植生はウラジロ・コシダタイプ、ススキタイプ、その他（植被率5%未満の種群）タイプ、イズセンリョウ・タケニグサタイプの4つの雑草木群落タイプに分類された。各群落タイプに分類された調査地点群について、雑草木群落タイプ間、下刈り省略履歴の有無間で植栽木の林齢と樹高の関係を比較したところ明確な差異がみられなかった。ウラジロ・コシダタイプでは下刈り省略履歴がある調査地点数割合が高かった。樹高成長に明確な差異が出ないように下刈り実施の有無が決定されてきたなかで、下刈り省略履歴のある調査地点数割合が高かったことから、ウラジロ・コシダタイプは下刈りを省略しやすい雑草木群落タイプであると考えられた。

キーワード：下刈り、低コスト育林、初期成長、ヒノキ、競合植生

Abstract: Different weed community types may affect the required weeding frequency in young plantations. We investigated emerging types of weed communities, growth traits of planted trees, and history of reduction in weeding for each weed community type in young hinoki (*Chamaecyparis obtusa*) plantations; we have further attempted to clarify the conditions that allow a reduction in the required weeding frequency. Vegetation surveys were conducted in 101 stands in 2- to 10-year-old young hinoki plantations. A two-way indicator species analysis (TWINSPAN) divided these stands into four weed community types dominated by: (i) *Gleichenia japonica* and *Dicranopteris linearis*, (ii) *Miscanthus sinensis*, (iii) *Maesa japonica* and *Macleaya cordata*, and (iv) various species. No clear differences were observable in the relationship between forest age and height of the planted trees among the four weed community types or with the presence and absence of a history of reduction in weeding. In the weed community type dominated by *Gleichenia japonica* and *Dicranopteris linearis*, the proportion of the number of stands with a history of reduction in weeding was higher, and thus, it was thought to be conducive to reduced weeding.

Key Word: weeding, low cost management, *Chamaecyparis obtusa*, early growth, weed community

¹⁾ 三重県林業研究所

Mie Prefecture Forestry Research Institute

* E-mail : shimah03@pref.mie.jp

はじめに

人工林施業の低コスト化を目指す上で、全育林コストの3~4割程度を占める下刈り（室2008）のコストを低減することが重要である。下刈りは植栽後、植栽当年あるいは植栽1年後から5~6年間、毎年夏期に実施されることが多く、この回数を減らすことができれば、下刈りの省力化につなげることができる。そのため、全く下刈りを行わない無下刈り（長谷川ら2005；島田2008b；平田ら2012；島田ら2017）や回数を減らす省略化（丹下ら1993；金城ら2011）などの試験が各地で実施されている。また、谷本（1982, 1983）は雑草木のタイプを分類し、タイプ毎に異なる植栽木と雑草木の競争関係から新植地の下刈り省略について議論している。このような生態学的なプロセスを判断の根拠とすることで効率的かつ確実に下刈りの省力化を実現できると考えられる。伐採後初期の新植地に侵入する雑草木は、気象条件や立地条件などに影響を受けて様々なタイプが発達する（谷本1982；Sakai *et al.* 2005；島田2008a）。また、新植地における植栽木の初期成長についても、林地生産力と関係する要因である地形や傾斜などの立地条件に強く影響を受ける（真下ら1958）。つまり、立地条件の違いにより雑草木のタイプと植栽木の成長、それらの相互作用も異なることから、事前に立地条件をみて、どのような群落タイプが出現するかを予測すること、あるいは新植地に成立した群落タイプをみることで、その現場での下刈りの省略可否や可能な省略の程度を事前に予測できる可能性がある。そこで、本研究では、三重県内の様々な立地条件下、下刈り省略履歴下にあるヒノキ幼齢林において多点調査を行い、出現する雑草木群落タイプとその規定要因を明らかにするとともに、各タイプにおけるヒノキ植栽木の成長特性と下刈り省略履歴の関係を検討することで、下刈り省略が可能な条件を解明することを試みた。

調査地と調査方法

1. 調査地

三重県全域の様々な下刈り履歴を有する2~10年生ヒノキ幼齢林37カ所を調査地として選定した（表-1）。各調査地内の様々な立地条件の地点に1~5個の5m×5m（25m²）の調査区を設定し、これにより合計101個の調査区を得た。メッシュ平年値2010（気象庁2012）から算出した調査地のWI（暖かさの指数）は76.3~127.3℃、年間降水量は1737.2~3529.9mmであった（表-1）。

また、森林管理者に対するヒアリングから明らかになった各調査地で植栽された苗タイプ（実生苗、挿し木苗）、下刈り実施状況を表-1に示す。苗タイプについては、実生苗が中心であったが、挿し木品種の神光2号、MKNが植栽されていた調査地も10カ所、24調査区みられた。下刈り省略履歴については、試験的に無下刈り施業が行われている調査地が6カ所（調査地No7, 8, 34, 35, 36, 37）、18調査区含まれているが、その他の調査地では森林管理者の判断により下刈り実施の有無が決定されていた。ここでは標準的な下刈り実施期間を林齢2~5年生とし、2~5年生の4年間に下刈りを行わなかった年数を4で除した値に100を乗じたものを下刈り省略率（%）とした。調査地が5年生未満の場合には下刈りを行わなかった年数を林齢-1で除した。本調査で確認された下刈り省略率は0%、25%、33%、50%、67%、100%であり、下刈り省略率が大きいほど省略年数が多く、100%で無下刈り、0%で毎年下刈りとなる。下刈りを毎年行った後に5年生未満で終了した場合も省略に含めた。1年間に2回の下刈りが行われた調査地も多いが、1年間の下刈り回数に関わらず下刈りを行った年数をカウントした。なお、植栽年（1年生時）に下刈りを行った調査地も複数みられたが、そのいずれにおいても2年生時にも下刈りが行われており、植栽年のみ下刈りを行った調査地はみられなかった。

表-1. 調査地の概要

No	調査地名	WI (°C)	年間降水量 (mm)	調査区数 (個)	苗タイプ	獣害防護 方法	植栽年	調査時 林齢 (年)	下刈り実施年	2~5年生の 下刈り年数	下刈り 省略率 (%)	調査年月
1	菟野1	103.3	2392.1	5	実生	単木防護資材	2003	8	2004 2006	2	50	2010.08
2	紀北1	116.5	3529.9	4	挿し木	獣害防護柵	2005	6	2007 2008	2	50	2010.10
3	紀北2	126.6	3280.3	2	挿し木	獣害防護柵	2007	4	2007(2回) 2008(2回) 2009 2010	3	0	2010.09
4	紀北3	126.6	3280.3	4	実生, 挿し木	獣害防護柵	2007	4	2008	1	67	2010.10
5	紀北4	126.6	3280.3	2	挿し木	獣害防護柵	2007	4	2008 2009 2010	3	0	2010.10
6	紀北5	127.3	3330.5	4	実生, 挿し木	獣害防護柵	2007	4	2009 2010	2	33	2010.10
7	熊野1	108.1	2984.2	4	挿し木	無し	2009	2		0	100	2010.11
8	熊野2	116.1	3045.7	4	挿し木	無し	2009	2		0	100	2010.11
9	大紀1	110.2	2762.0	4	実生	獣害防護柵	2007	5		0	100	2011.10
10	大紀2	111.4	2385.3	4	実生, 挿し木	獣害防護柵	2008	4	2008 2009 2010 2011	3	0	2011.10
11	松阪1	92.5	2166.8	2	実生	獣害防護柵	2010	2	2010(2回), 2011(2回)	1	0	2011.11
12	紀北6	113.2	2932.2	5	実生	獣害防護柵	2007	5	2007 2008 2009 2010	3	25	2011.11
13	松阪2	76.3~84.8	2314.6~2337.1	2	実生	獣害防護柵	2010	2	2010(2回), 2011(2回)	1	0	2011.11
14	大台1	108.1~112.8	2299.3~2357.6	4	実生	獣害防護柵	2008	4	2008 2009 2010 2011	3	0	2011.11
15	大台2	108.1	2357.6	4	実生	獣害防護柵	2009	3	2009 2010 2011	2	0	2011.11
16	大紀3	112.8	2299.3	4	実生	獣害防護柵	2006	6	2006 2007 2008 2009	3	25	2011.11
17	大紀4	112.8	2299.3	3	実生	獣害防護柵	2007	5	2007 2008 2009 2010 2011	4	0	2011.11
18	松阪3	87.9	2280.9	3	実生	獣害防護柵	2006	6	2006(2回) 2007(2回) 2008(2回) 2009 2010	4	0	2011.11
19	龜山1	111.0	2054.5	4	実生	獣害防護柵	2006	7	2006(2回) 2007(2回) 2008(2回)	2	50	2012.06
20	伊勢1	116.7	2390.6	2	実生	獣害防護柵	2008	5	2009 2010 2011	3	25	2012.05
21	伊勢2	116.7	2390.6	2	実生	獣害防護柵	2007	6	2008 2009 2010 2011	4	0	2012.05
22	伊勢3	116.7	2372.7	1	実生	獣害防護柵	2009	4	2010 2011	2	33	2012.05
23	伊勢4	110.0	2370.2	2	実生	獣害防護柵	2009	4	2010 2011	2	33	2012.05
24	伊勢5	109.4	2370.2	2	実生	獣害防護柵	2003	10	2004 2005 2006 2007	4	0	2012.06
25	伊勢6	107.3	2379.2	2	実生	獣害防護柵	2005	8	2006 2007 2008 2009	4	0	2012.06
26	伊勢7	107.3	2379.2	2	実生	獣害防護柵	2006	7	2007 2008 2009 2010	4	0	2012.06
27	伊勢8	109.0~112.7	2341.1~2408.4	2	実生	獣害防護柵	2003	10	2004 2005 2006 2007	4	0	2012.06
28	大台3	84.0	2701.9	1	実生	獣害防護柵	2011	2	2011(2回) 2012	1	0	2012.07
29	大台4	92.9	2687	2	実生	獣害防護柵	2010	3	2011 2012	2	0	2012.07
30	大台5	84.5	2643.7	2	実生	獣害防護柵	2006	7	2006 2007 2008 2009 2010	4	0	2012.07
31	大台6	84.5	2643.7	1	実生	獣害防護柵	2009	4	2010 2011 2012	3	0	2012.07
32	大台7	101.2~104.2	2524.3~2539.0	2	実生	獣害防護柵	2009	4	2010 2011 2012	3	0	2012.07
33	大台8	101.2	2524.3	1	実生	獣害防護柵	2010	3	2011 2012	2	0	2012.07
34	津1	106.0	1737.2	1	実生	獣害防護柵	2012	2		0	100	2012.09
35	津2	106.0	1737.2	2	実生	無し	2011	3		0	100	2012.09
36	津3	106.0	1737.2	2	実生, 挿し木	獣害防護柵	2011	3		0	100	2012.09
37	紀北7	106.6	3103.0	5	実生, 挿し木	獣害防護柵	2010	3		0	100	2012.09

2. 調査方法

各調査区内にみられた全てのヒノキ植栽木に対して樹高 (cm) を測定した。測定にはミニ箱尺あるいは測棹を使用した。また、調査区内に出現した全維管束植物を対象として植生調査を行い、植被率5%以上の植物種の植被率 (%) を記録した。5%未満の植物種は「その他」として一つにまとめて植被率 (%) を記録した。そのほか、調査区の位置 (緯度, 経度) をハンディGPS (Garmin社製Etrek30, MAP62SCJなど) で記録するとともに、ハンドレベルにより斜面傾斜 (°) を測定した。また、田村 (1987) の微地形区分に従い、地形図を参考にして現地の微地形を記録した。本調査でみられた微地形区分のうち頂部斜面は尾根部, 上部谷壁斜面は斜面上部, 下部谷壁斜面, 谷頭源頭は斜面下部, 麓部斜面は谷部とし、4区分に簡略化した。

各調査区の位置における標高, 傾斜方位, HLI (Heat Load Index ; McCune *et al.* 2002), 平均曲率, TWI (Topographic Wetness Index ; Beven and Kirkby 1979) を三重県市町総合事務組合が2011年に作成した5mメッシュDEMからQGIS2.12.2とGRASS6.4.4を用いて算出した。標高, 平均曲率はGRASS6.4.4のモジュールv.surf.rstにより求めた。また、同様に傾斜方位を求めたのち、HLIを(1)式から算出した。

$$HLI = \frac{1 - \cos(\theta - 45)}{2} \quad \dots (1)$$

θ : 傾斜方位 (°)

TWIはgrass6.4.4のモジュールr.terraflowを使用し、(2)式により求めた。このとき、各セルにおける流れの方向の計算にはMultiple flow direction法を使用した。

$$TWI = \ln \frac{A}{\tan \beta} \quad \dots (2)$$

A : 単位等高線幅あたりの上り斜面領域, β : 傾斜角 (°)

3. 解析方法

各調査区において各植物種の相対優占度を植被率から算出した (各植物種の植被率/全植物種の植被率合計)。このデータをもとにPC-ORD for Windows 6.19 (MjM Software社) を使用してTWINSPAN (Hill 1979) による雑草木の群落タイプの分類 (各調査区の分類) を行った。このとき、分類のcut levelは0, 0.1, 0.2, 0.3とした。なお、TWINSPANの解析において、出現頻度に注目するために、出現地点数の少ない種の影響を受けやすいことから、出現地点数が3地点以下の種は削除して解析を行うことが一般的であるが (佐々木ら2015)、本研究においては植被率5%未満の種については「その他」として一括して記録したため、出現地点3地点以下の種の割合が高く (74種中49種)、それらには調査区の最優占種など主要種もみられたため、本研究では出現地点3地点以下の種も含めて解析を行った。

種組成に影響する要因を明らかにするために、各調査区の相対優占度をもとにPC-ORD6.19を使用してNMS (Clarke 1993) による序列化を行った。このとき、類似度はSørensen距離を用い、PC-ORDの解析メニューに装備されている“slow and thorough” autopilotモード (step length=0.2, stability criterion=0.0000001, Maximum number of iterations=500) により解析を行った。最適次元数はSTRESS値が20%以下となり、統計的に有意性がみられ ($p < 0.05$)、さらに次元間でSTRESS値が5%以上減少したときの次元数とした (Peck 2010)。また、序列化で得られた各調査区の座標軸のスコアと林齢, 植栽木密度, WI, 年間降水量, 標高, 斜面傾斜, 平均曲率, TWI, HLIの関係についてケンドールの順位相関係数 τ を求め、群落タイプを規定する要因を検討した。ここで、植栽木密度については、雑草木群落の種組

成に対する植栽木の影響の大きさを示す指標としている。微地形については尾根部，斜面上部，斜面下部，谷部の各カテゴリー属する調査区群の軸スコアに対してKruskal-Wallis検定を行い，有意差がみられた場合にはどのカテゴリー間に有意差があるかを明らかにするためにHolmの多重比較を行った。

TWINSpanで明らかになった各群落タイプにおけるヒノキ植栽木の成長特性を明らかにするために，データ数の多かった実生苗を植栽した調査区を対象として，各群落タイプにおける林齢と平均樹高，最大樹高の関係を下刈り省略履歴の有り（下刈り省略率0%以外）と無し（下刈り省略率0%）の別にプロットし，それらの関係に(3)式（ネスルンド式）を当てはめ比較した。なお，最大樹高は各調査区内の植栽木の最大樹高値であり，その調査地点の潜在的な成長可能値に近い数値を示すと考えた。

$$H = \left(\frac{t}{a + bt} \right)^2 \quad \dots (3)$$

H ：平均樹高あるいは最大樹高， t ：林齢， a ， b ：係数

また，各群落タイプにおいて雑草木が植栽木の成長に及ぼす影響を明らかにするために，各調査区の植栽木の樹高の変動係数（%）を求め，群落タイプ，下刈り省略履歴の有無が異なる調査区群間で変動係数をKruskal-Wallis検定により比較した。

結果

1. 雑草木群落タイプの分類と規定要因

101調査区，74種のデータを用いてTWINSpanにより群落タイプを分類したところ，ウラジロ，コシダが指標種として出現するウラジロ・コシダタイプ，ススキを指標種とするススキタイプ，その他（植被率5%未満の複数種群）を指標種とするその他タイプ，イズセンリョウ，タケニグサなどを指標種とするイズセンリョウ・タケニグサタイプの4つのタイプに分類された（図-1，表-2）。ウラジロ・コシダタイプではウラジロ，コシダの平均相対優占度が高く，それぞれ0.47，0.26であった。ススキタイプでは全ての調査区にススキが出現し，平均相対優占度が0.49と高かった。その他タイプはその他の相対優占度が最も高く（0.32），優占種が明瞭でないタイプといえる。イズセンリョウ・タケニグサタイプに分類された調査区は8地点と少なかった。

NMSによる序列化により，データ全体の変動の61.3%を説明する3次元の解析結果が得られた（図-2）。第1軸は19.8%，第2軸は22.7%，第3軸は18.9%を説明した。このときのfinal stress値は17.75であった。第1軸ではスコアの低い部分にウラジロ・コシダタイプ，中間部分にススキタイプ，高い部分にその他タイプ，イズセンリョウ・タケニグサタイプがみられた。第2軸ではスコアが低い部分にススキタイプ，中間部分にウラジロタイプ，中間から高い部分にかけてその他タイプ，高い部分にイズセンリョウ・タケニグサタイプがみられた。第3軸では，スコアの低い部分から中間部分にかけて，ウラジロ・コシダタイプとその他タイプ，中間部分にススキタイプ，高い部分にイズセンリョウ・タケニグサタイプがみられた。なお，イズセンリョウ・タケニグサタイプについて，分類された調査区数が8地点でわずかであったこと（図-1），種組成がその他タイプと近いことから（図-2），以後の解析ではその他タイプに含めることとする。

NMSで得られた軸スコアと環境要因の関係を解析した結果を表-3，表-4に示す。第1軸は標高，WI，年間降水量との間に強い相関がみられた。標高とWIの間には強い相関（ $r = -0.90$ ）がみられ，標高の上昇はWIの低下と関係していることから，第1軸はWIや年間降水量といった気象要因の違いを強く反映していた。第2軸はTWI，WI，年間降水量との間に相関を示し，第1軸と同様に気象要因との関

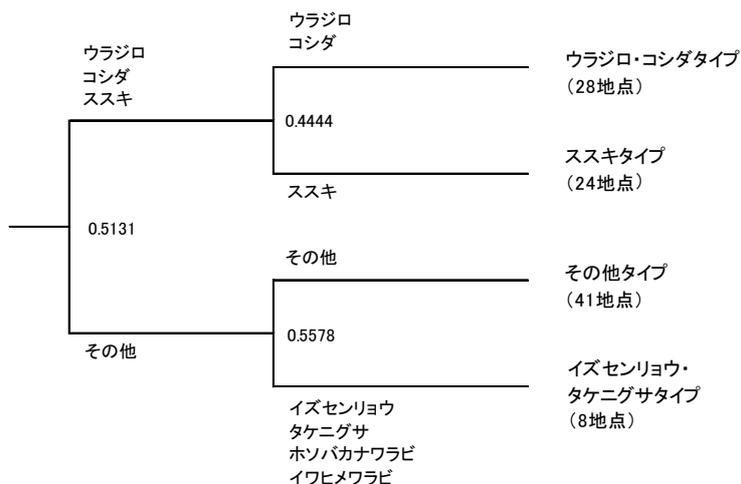


図-1. TWINSpanによる雑草木群落タイプの分類. 分岐点の数字は固有値, 分枝の種名は指標種を示す.

表-2. TWINSpanで分類された雑草木群落タイプにおける主要種

群落タイプ	調査区数	主要種*
ウラジロ・コンダタイプ	28	ウラジロ82(0.47), コンダ57(0.26), ススキ43(0.07), ヒサカキ14(0.01), その他100(0.08)
ススキタイプ	24	ススキ100(0.49), ヒサカキ29(0.02), ウラジロ25(0.08), コンダ17(0.02), フユイチゴ17(0.02), その他100(0.11)
その他タイプ	41	ニガイチゴ37(0.08), ススキ32(0.07), ヒサカキ20(0.05), リョウブ15(0.03), タラノキ15(0.02), その他100(0.32)
イズセンリョウ・タケニグサタイプ	8	イズセンリョウ75(0.32), タケニグサ63(0.23), ホソバカナワラビ38(0.15), イワヒメワラビ38(0.11), その他100(0.07)

*: 各群落タイプの出現率上位5種を示す. 数値は各群落タイプにおける出現率(%: 出現調査区数/調査区数), 括弧内は平均相対優占度(各群落タイプにおける平均値)

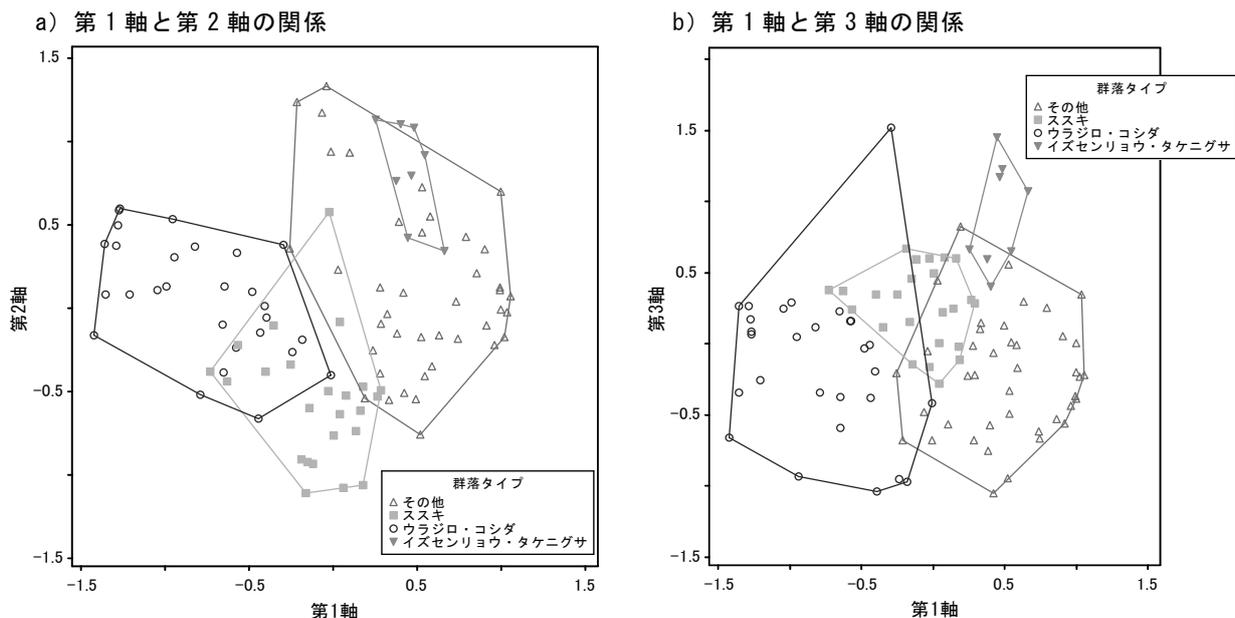


図-2. NMSによる群落タイプの序列化. 異なる線で囲まれたグループはTWINSpanで分類された群落タイプに含まれる調査区群を示す.

表-3. NMSの軸スコアと環境要因の関係

要因	第1軸	第2軸	第3軸
林齢 (年)	-0.023	-0.014	-0.029
植栽木密度 (本/ha)	-0.062	-0.065	0.020
WI (°C)	-0.299 **	0.209 **	0.168 *
年間降水量 (mm)	-0.300 **	0.182 **	0.057
標高 (m)	0.211 **	-0.114	-0.119
斜面傾斜 (°)	-0.172 *	0.032	0.059
平均曲率	0.061	-0.081	-0.201 **
TWI	-0.052	0.187 **	0.176 **
HLI	0.088	0.118	-0.009

数値はケンダールの τ . *: $p < 0.05$ **: $p < 0.01$

表-4. NMSの軸スコアと微地形の関係. 異なる英文字間には有意差がある ($p < 0.05$; Holmの多重比較).

要因	第1軸	第2軸	第3軸
微地形 谷部	0.326	-0.015	0.380 a
下部斜面	-0.045 n.s.	0.110 n.s.	0.043 ab
上部斜面	-0.092	-0.020	-0.105 b
尾根部	0.025	-0.236	-0.260 b

数値は軸平均値.

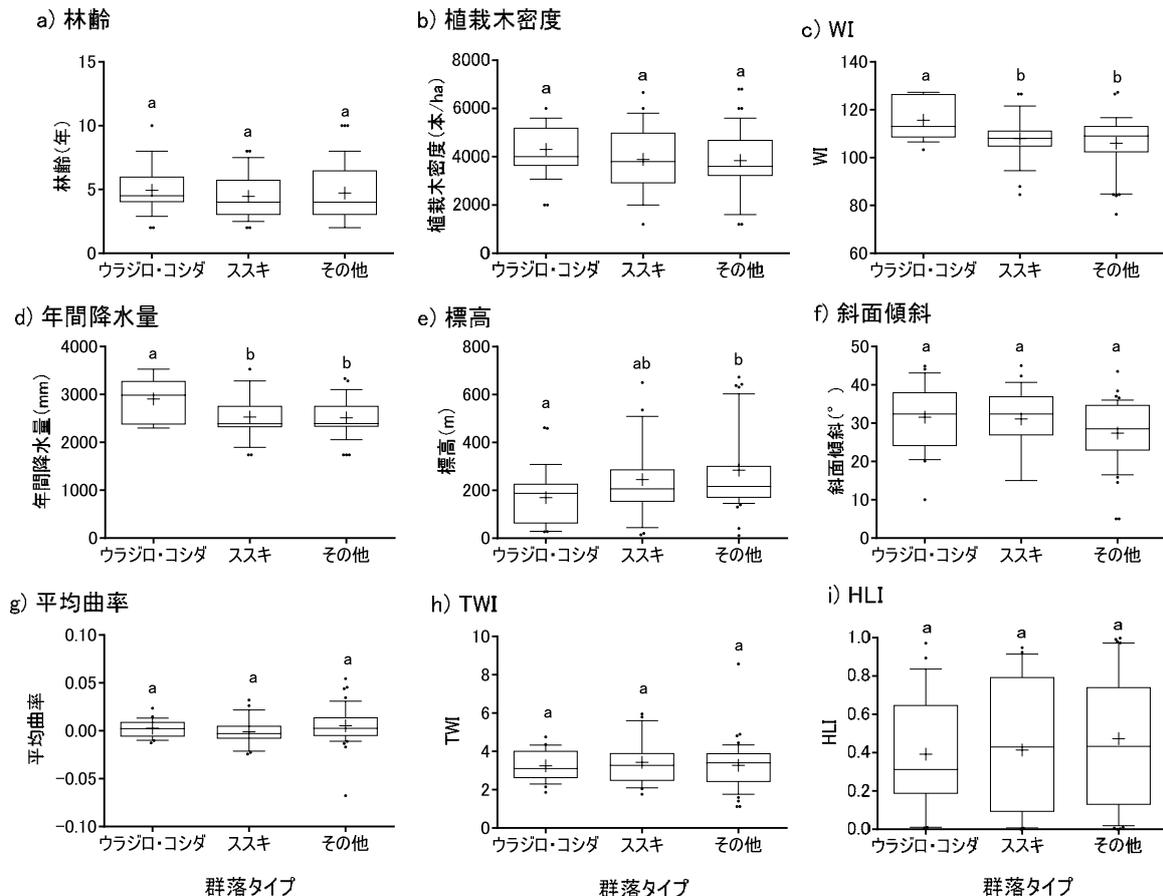


図-3. 群落タイプ別の環境要因の比較. 箱の上端は75パーセントイル, 下端は25パーセントイル, 箱中の横線は中央値を示す. 箱から上に伸ばしたひげは90パーセントイル, 下に伸ばしたひげは10パーセントイルを示す. +は平均値, 黒丸は外れ値を示す. 異なる英文字間には有意差がある ($p < 0.05$; Holmの多重比較).

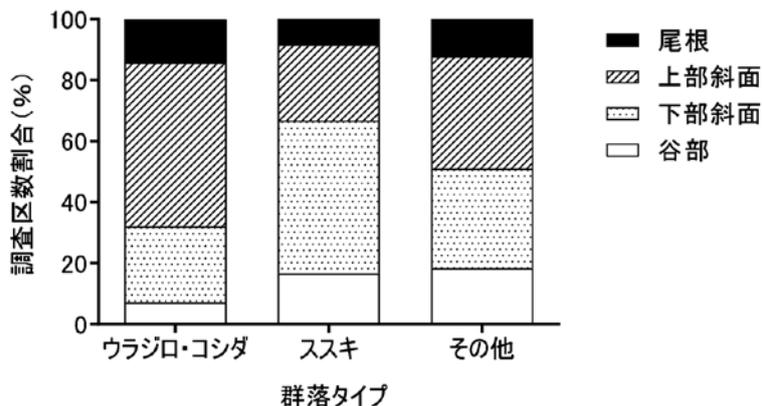


図-4. 群落タイプ別の微地形構成割合の比較

係が強かった。ウラジロ・コシダタイプに含まれる調査区群のWIや年間降水量は他の群落タイプよりも大きく(図-3c, 3d), WI, 年間降水量が大きい地点ではウラジロ・コシダタイプが生じやすい傾向がみられた。第3軸は平均曲率, TWIとの間に強い相関がみられた。微地形カテゴリー毎の平均スコア値にも有意差が認められ, 斜面位置が低いほど大きく, 高いほど小さくなる傾向がみられた(表-4)。なお, 各群落タイプに含まれる調査区群の平均曲率, TWIには有意差は認められなかった(図-3g, 3h)。各群落タイプに含まれる調査区群の微地形区分割合において, ウラジロ・コシダタイプに含まれる調査区では上部斜面の割合が高く, ススキタイプでは下部斜面の割合が高い傾向がみられたが, 統計的な有意差は認められなかった(図-4; χ^2 検定, $p = 0.2995$)。

2. 植栽木の初期成長と下刈り省略

ウラジロ・コシダタイプでは, 下刈り省略履歴が有る調査区が22地点, 無い調査区が6地点, ススキタイプではそれぞれ10, 14地点, その他タイプではそれぞれ24, 25地点であった。そのうち, 実生苗が植栽された調査区(ウラジロ・コシダタイプの下刈り省略履歴が有る調査区15地点, 無い調査区5地点, ススキタイプではそれぞれ7, 11地点, その他タイプではそれぞれ16, 23地点)について, 図-5に雑草木の群落タイプ毎に林齢とヒノキ植栽木の平均樹高, 最大樹高の関係を, 下刈り省略履歴の有りと無しに分けて示す。群落タイプ毎に下刈り省略履歴の有無に注目して比較すると, ウラジロ・コシダタイプでは平均樹高, 最大樹高ともに下刈り省略履歴無しのほうが, 履歴有よりも大きい傾向がみられた。ススキタイプ, その他タイプでは平均樹高, 最大樹高ともに省略履歴の有無間で明確な差異が認められなかった。群落タイプ間の比較においては, 平均樹高, 最大樹高ともにいずれのタイプ間においても明確な差異が認められなかった。

図-6に各群落タイプの樹高の変動係数を下刈り省略履歴有無別に示す。群落タイプ間, 下刈り履歴有無間で有意差はみられなかったが, いずれの群落タイプにおいても下刈り省略履歴有りは無しよりも変動係数とそのバラツキが大きい傾向がみられた。

図-7に群落タイプ毎の下刈り省略率の調査区数割合を示す。なお, ここでは試験的に下刈りを省略した18調査区のデータを除き, ウラジロ・コシダタイプは24地点, ススキタイプ20地点, その他タイプ39地点のデータから割合を算出した。ウラジロ・コシダタイプでは下刈り省略履歴がある調査区数割合が高く, 75%以上で下刈り省略履歴がみられた。ススキタイプ, その他タイプの下刈り省略履歴がある調査区数割合は30~40%であった。

考察

1. 雑草木群落タイプの分類と規定要因

101地点の調査区はTWINSpanによりウラジロ・コシダタイプ、ススキタイプ、その他(植被率5%未満の複数種群)タイプ、イズセンリョウ・タケニグサタイプの4タイプに分類された(図-1, 表-2). イズセンリョウ・タケニグサタイプは地点数が少なく, 種組成がその他タイプに近かった(図-2). 今回調査を行ったヒノキ幼齢林では, ウラジロ, コシダ, ススキのほかは優占種が明瞭でない群落タイプが多く, 木本種が優占する雑草木群落は全てその他タイプに分類された. 今回の調査地は, 試験的に下刈りを省略した6調査地の18調査区以外では, 森林管理者の判断で必要な時期に下刈りが実施されていた. ウラジロ, コシダ, ススキは下刈り後も地下茎が残存するので, 下刈り後に速やかに地上部が再生し, 優占状態となりやすいが, 先駆高木, 低木, キイチゴ類, 木本性ツル植物などの木本種, 多くの1年生草本類は下刈りにより衰退し, 特定の種が優占しにくい状況になっていたと考えられる.

各群落タイプの出現を規定する要因について, NMSによる序列化, 軸スコアと環境要因の相関, 群落タイプ毎の環境要因値の比較から, 概ね, WIが大きく, 年間降水量も多い地域の尾根部, 上部斜面でウラジロ・コシダタイプが出現しやすく, 平均曲率が小さく, TWIが大きくなる地形(斜面下部, 谷部)でススキタイプ, イズセンリョウ・タケニグサタイプが出現しやすい傾向がみられた. 気象要因

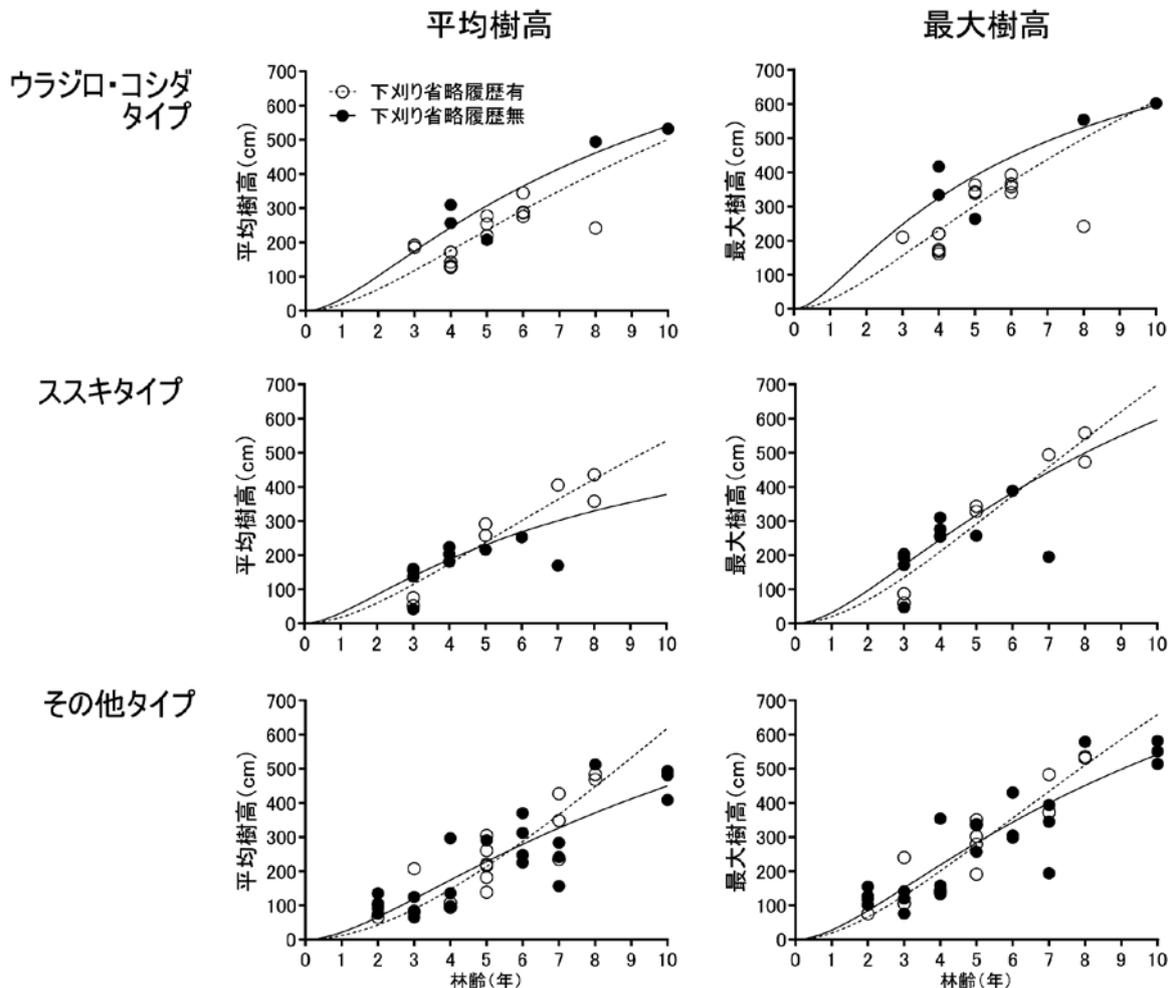


図-5. 林齢とヒノキ植栽木の平均樹高の関係. 図中の線はネスルンド式による近似線を示す.

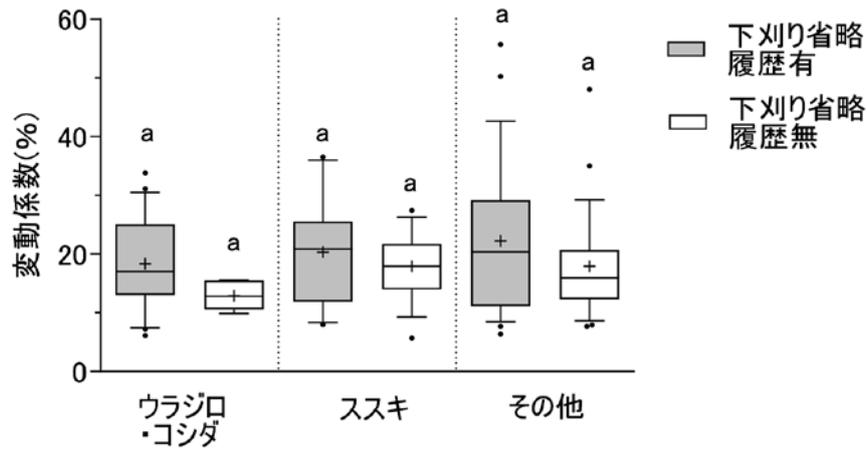


図-6. 群落タイプ別、下刈り省略履歴有無別の樹高の変動係数の比較. 図の読み方は図-3と同じ. 異なる英文字間には有意差がある ($p < 0.05$; Holmの多重比較).

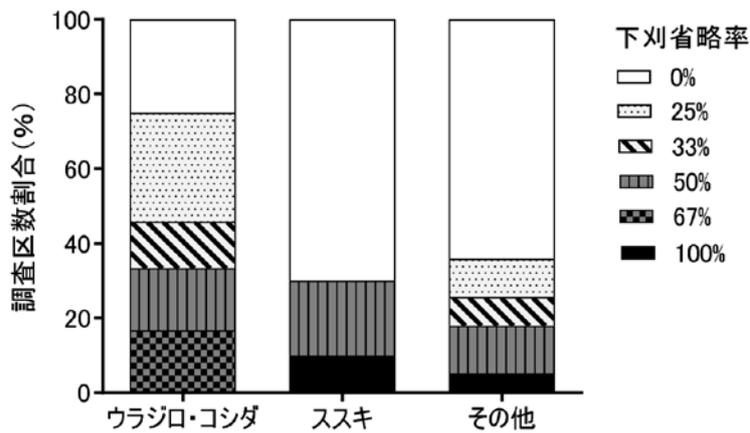


図-7. 群落タイプ別の下刈り省略率

と土壌中の養水分に関する地形要因の影響が示唆されたが、これは三重県尾鷲地域の再生林未済地で示された植生タイプの規定要因と同様の傾向であった (島田 2008a)。しかし、本研究のNMSによる解析結果において、いずれの群落タイプも広い環境傾度上に分布していたことから (図-2)、どのような条件でどの群落タイプが出現するかについて、明確に判断できるまでには至らなかった。

2. 群落タイプ毎の植栽木の初期成長と下刈り省略

林齢とヒノキ植栽木の平均樹高、最大樹高の関係を、群落タイプ毎に下刈り省略履歴の有無に注目して比較すると、ウラジロ・コシダタイプでは平均樹高、最大樹高ともに下刈り省略履歴無しの方が、有りよりも大きい傾向がみられたが (図-5)、平均樹高のみでなく、潜在的な成長可能値に近い数値を示すと考えられる最大樹高まで同様の傾向がみられたことから、下刈り省略履歴の有無に起因したというよりも調査区の林地生産力や獣害など外的要因の影響が差異を生じさせたものと考えられる。他の群落タイプでの下刈り省略履歴有無間の比較、群落タイプ間の比較でも明確な差異は認められなかった。試験的に下刈りを実施しなかった調査地を除き、森林管理者が雑草木の繁茂状況を確認し、植栽

木の成長量が低下しないように下刈り実施の「有り」、「無し」を判断していることから、平均樹高に明確な差異が生じなかったものと考えられる。ただし、いずれの群落タイプでも、下刈り省略履歴の有無間で樹高の変動係数を比較すると、統計的な有意差はみられないもの下刈り省略履歴有りの方が無しよりも変動係数もそのバラツキも大きい傾向がみられ(図-6)、下刈り省略により成長が阻害されている個体がみられること、同じ群落タイプにおいても、その影響程度は様々であることが示唆された。今回は下刈り省略履歴の有りと無し間での比較であったが、省略履歴有りのなかには下刈り省略率25%から100%(無下刈り)までが含まれていたことから、今後はデータ数を増やした上で、様々な下刈り省略履歴間での成長の比較を行う必要がある。

群落タイプ毎の下刈り省略率の調査区数割合の比較において(図-7)、ウラジロ・コシダタイプで下刈り省略を行った調査区数割合が高い傾向がみられた。群落タイプ間、下刈り省略履歴の有無間で成長に明確な差異が出ないように、森林管理者が下刈り実施の有無を判断してきたなかで、下刈り省略履歴のある調査区数割合が高かったことから、ウラジロ・コシダタイプは下刈りを省略しやすいタイプであると考えられる。下刈りを省略しやすい理由として、ウラジロやコシダなど大型シダ植物の優占度が高い場所では木本種の更新が妨げられることが明らかになっているが(Slocum *et al.* 2006; 島田2008a)、これによりヒノキ植栽木の成長を妨げる木本類の個体数が少なくなること、また、ウラジロの高さは最大で2 m程度であり(島田2007)、ヒノキ植栽木が雑草木の高さを比較的早い時期に越えやすいことが関係していると考えられる。

おわりに

三重県の2~10年生ヒノキ幼齢林における雑草木の群落タイプは4つのタイプに分類され、そのなかでウラジロ・コシダタイプは下刈りを省略しやすいタイプであることが明らかになった(図-7)。ウラジロ・コシダタイプは概ね、WIが大きく、年間降水量も多い地域の尾根部、上部斜面に出現しやすい傾向がみられたが、気象データや地形条件を見て、その出現を明確に予測できるようになるまでには至らなかった。実際の森林管理の現場において、下刈りを実施するか否かの判断は、毎年、現場で植栽木の成長、雑草木の種組成や繁茂程度、植栽木と雑草木の競合程度、ツル植物の侵入有無などの状況などを見て判断する必要がある。この意思決定の際に、本研究が示したような下刈りを省略しやすい群落タイプの情報は有効な補助材料になると考えられ、適切な下刈り省力化の実現に寄与するものと期待される。

謝辞

本研究の実施にあたり、多くの森林所有者、林業事業者の皆様にご協力いただきました。ここに記して謝意を表します。

引用文献

- Beven K J, Kirkby M J (1979) A physically based, variable contributing area model of basin hydrology. *Hydrological Sciences Bulletin* 24 : 43-69
- Clarke K R (1993) Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure. *Australian Journal of Ecology* 18: 117-143
- 長谷川健一・岡野哲郎・川崎圭造(2005) 下刈り省略試験地のヒノキの成長. *中森研* 53 : 19-22
- Hill M O (1979) TWINSpan-A FORTRAN program for arranging multivariate data in an ordered two-way table

by classification of the individuals and attributes. Cornell University.

- 平田令子・伊藤 哲・山川博美・重永英年・高木正博 (2012) 造林後5年間の下刈り省略がヒノキ苗の成長に与える影響. 日林誌94 : 135-141
- 金城智之・寺岡行雄・芦原誠一・竹内郁雄・井倉洋二 (2011) 下刈り実施パターンの違いが植栽木に及ぼす影響. 九森研64 : 56-59
- 真下育久・橋本与良・宮川 清 (1958) スギ・ヒノキの成長と土壌条件. 林野土壌調査報告9 : 17-43
- 気象庁 (2012) 平年値メッシュデータ (メッシュ平年値2010). 国土交通省国土数値情報ダウンロードサービス <http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/gml/datalist/KsjTmplt-G02.html> (参照 : 2016-5-2)
- McCune B, Grace J B, Urban D L (2002) Analysis of ecological communities. MjM software design
- 室 孝明 (2008) 森林組合の事業・経営動向 - 第20回森林組合アンケート調査結果から -. 農林金融61 : 295-301
- Peck J E (2010) Multivariate analysis for community ecologist: step-by-step using PC-ORD. MjM software design
- Sakai A, Sato S, Sakai T, Kuramoto S, Tabuchi R (2005) A soil seed bank in a mature conifer plantation and establishment of seedlings after clear-cutting in southwest Japan. Journal of Forest Research 10 : 295-304
- 佐々木雄大・小山明日香・小柳知代・古川拓哉・内田 圭 (2015) 生態学フィールド調査法シリーズ3 植物群集の構造と多様性の解析. 共立出版
- 島田博匡 (2007) ウラジロに覆われた再造林放棄地内の坪刈地に植栽したヒノキに対するシカ食害. 日緑工誌33 : 122-127
- 島田博匡 (2008a) 三重県南部の暖温帯域における再造林未済地の森林再生に向けて. 山林1491 : 30-38
- 島田博匡 (2008b) 低密度植栽したヒノキの初期成長に及ぼす雑草木処理方法の影響. 中森研56 : 43-46
- 島田博匡・奥田清貴・中井昌之 (2017) 三重県鍛冶屋又国有林において低密度で植栽したヒノキの初期成長に及ぼす植栽密度と下刈り及び苗タイプの影響. 三重県林業研報7 : 1-19
- Slocum M G, Aide T M, Zimmerman J K, Navarro L (2006) A strategy for restoration of montane forest in anthropogenic fern thickets in the Dominican Republic. Restoration Ecology14: 526-536
- 田村俊和 (1987) 湿潤温帯丘陵地の地形と土壌. ペドロジスト31 : 135-146
- 丹下 健・鈴木祐紀・八木久義・佐々木恵彦・南方 康 (1993) 雑草木の刈り払い方法が植栽木の成長に与える影響. 日林誌75 : 416-423
- 谷本丈夫 (1982) 造林地における下刈, 除伐, つる切りに関する基礎的研究 (第1報) スギ幼齢造林地におけるスギと雑草木の生長. 林試研報320 : 53-121
- 谷本丈夫 (1983) 造林地における下刈, 除伐, つる切りに関する基礎的研究 (第2報) スギ幼齢木の生長と雑草木の相互関係の解析とその応用. 林試研報324 : 55-79