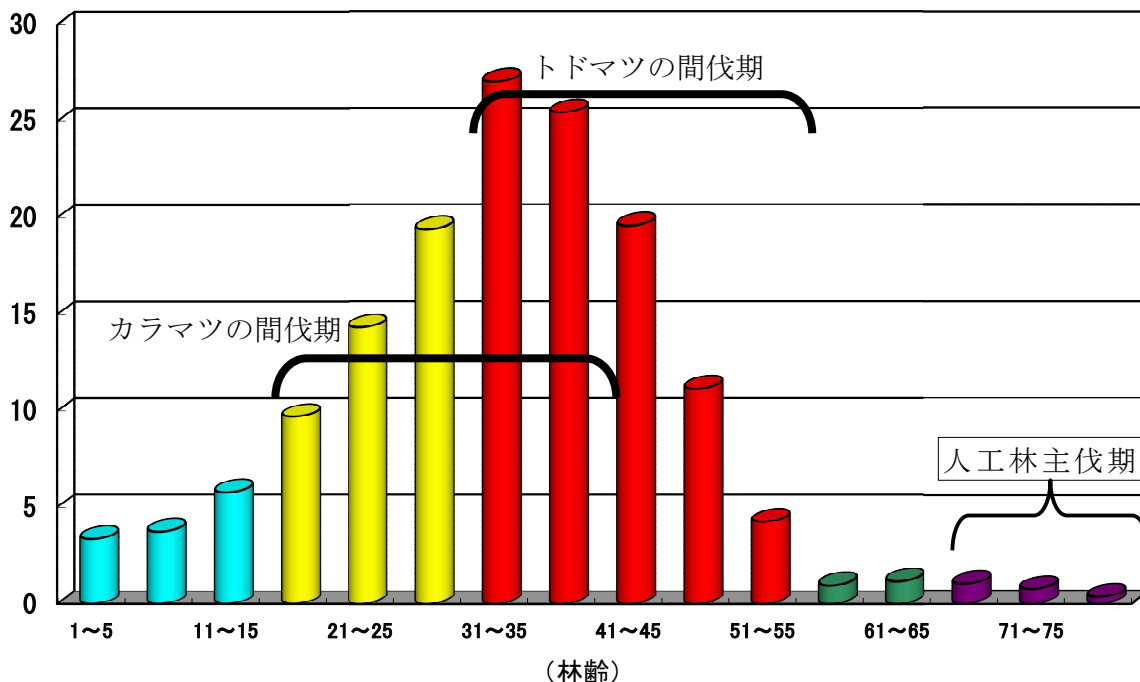


カンバ類が侵入したトドマツ人工林の高性能林業機械による 間伐手法の確立

1. 課題を取り上げた背景

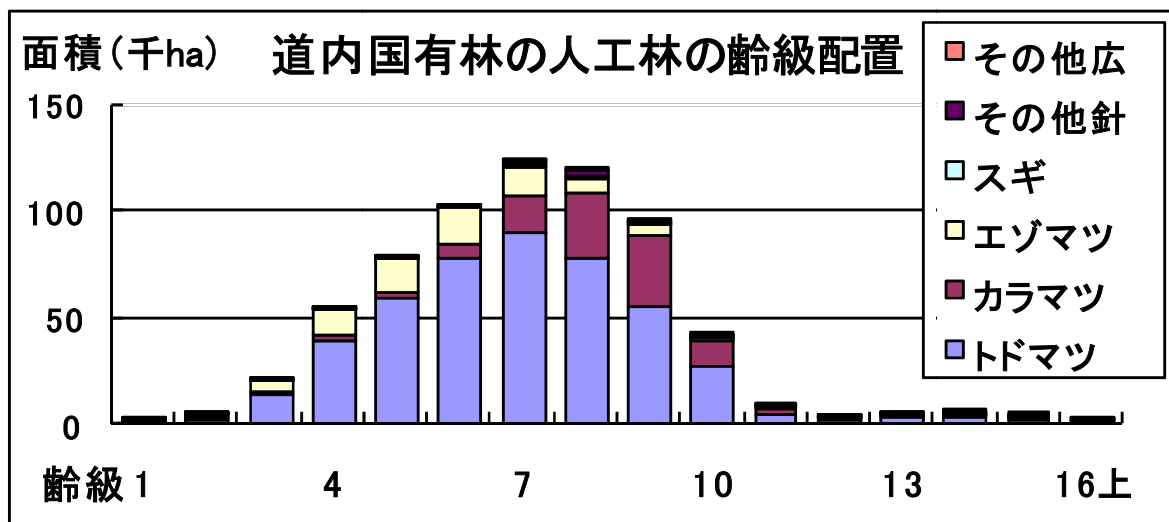
北海道の国有林・民有林を合わせた人工林面積は約 150 万 ha となっており、そのうちトドマツの初回間伐が必要となってくるⅦ齢級以上の森林は 90 万 ha を超え、これは全体の約 6 割が間伐期を迎えていることになります。（グラフ 1）



グラフ 1 北海道の国・民有林の人口林齢級別構成 (2004)

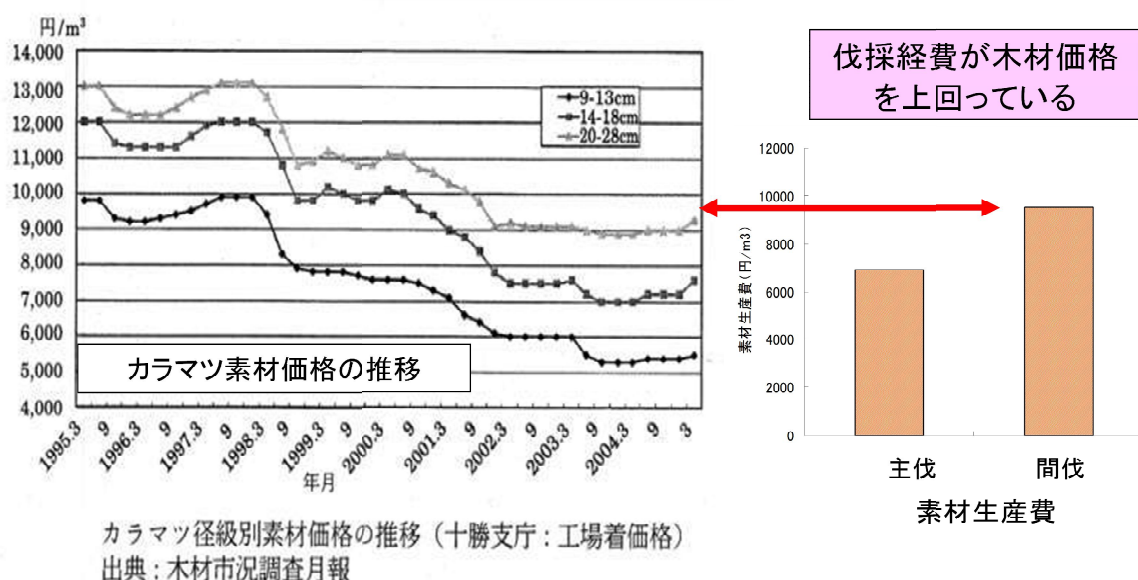
また、このうち国有林の人工林面積は、約 68 万 ha ですが、トドマツが一番多く約 46 万 ha で、次にカラマツが約 11 万 ha、エゾマツが約 9 万 ha となっています。

初回間伐時期の目安はトドマツが 7 齢級、エゾマツが 8 齢級、カラマツが 4 齢級であり、間伐対象の林分が過半数を超えております。（グラフ 2）



グラフ 2 北海道の国有林の人口林齢級別樹種構成 (2004)

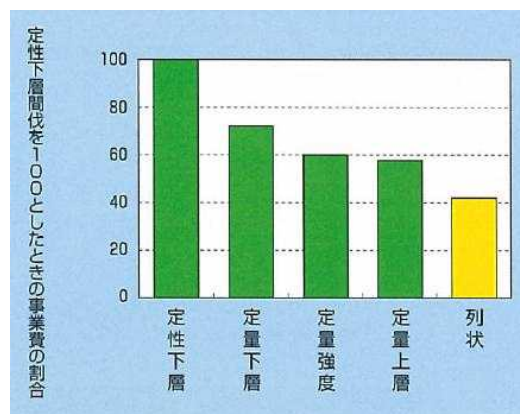
しかしながら、木材輸入自由化以来の長期に亘る木材価格の低迷により、森林保育に掛かる間伐経費が木材価格を上回る状況が続き、国有林野事業における収支の圧迫、民有林林家・森林所有者の経営意欲の低下を招いたことから、日本全国での間伐遅れによる人工林の放置が林地荒廃という問題を引き起こしてきました。（グラフ3）



グラフ3 木材（素材）価格の推移と間伐経費の比較

これらの問題を、特にコストの面から解決する方法として、従来型の列状間伐による効率的な伐倒・搬出による作業、高性能林業機械による高効率・低コストな機械作業の導入・普及が図られてきました（グラフ4・図1）

また、それだけではなく昨今において、公益的機能・森林の多様性を勘案し、広葉樹の一斉除伐・間伐から「有用広葉樹」を選別して残す施業が行われてきたことから、広葉樹が侵入し期待する造林木が育成しない、いわゆる不成績造林地の存在があります。



グラフ4 作業方法ごとのコスト比較



図1 従来型作業と高性能林業機械との作業効率の比較

※グラフ4・図1は北海道林業試験場「やってみよう列状間伐」より引用

このような人工林において間伐を実施しようとする場合には、侵入した広葉樹により伐倒が容易でなく、掛かり木が発生しやすくなるため労働災害の危険が増す等、作業効率の低下により間伐コストがさらに上昇するという問題のほか、侵入した広葉樹もともに育成を図り、針広混交林へと誘導する施業方法確立する必要があります。

以上から、本試験は、高性能林業機械を導入した低コスト作業システムによる間伐で実施し、それぞれの間伐手法毎のカンバ類等の広葉樹が侵入したトドマツ人工林における推移を調査し、効率的・効果的間伐手法の開発を目的としています。

2. 取組の経過

(1) 試験地概要

試験地はS46植栽のトドマツ人工林で、カンバ類等の広葉樹が侵入した状態にあり、トドマツは成長の劣るものが部分的に残っているだけです。(表1・図2)

林 小 班	上川北部森林管理署2334る林小班
面 積	2.69ha
標 高	410m～500m
方 位	北東
傾 斜	約10°～25°
土 壌	適潤性褐色森林土壌
樹 種	トドマツ (S46植栽)
植 栽 仕 様	二条植 (苗間1.1m・列間1.5m)
蓄 積	201m ³ /ha
施 業 履 歴	H21間伐

表1 試験地概要



図2 試験地位置

(2) 試験地設定

試験地はH19～21年度に実施した『高性能林業機械の導入・普及に向けた間伐手法の開発』のうち、る小班に設定しました。(図3)



(3) 試験方法

トドマツ人工林へのカンバ類の侵入パターンにより、モザイク状に侵入している部分は、針葉樹人工林初回間伐と同様に列状間伐、また高密度に

図3 試験地の状況

侵入している部分については定性間伐を実施しました。

1. 高性能林業機械による列状間伐の実施。(列状間伐区) ※実施済み
2. 密度管理の比較プロットの設定。(定性間伐区) ※実施済み
3. 成長量比較プロットの設定。(無間伐区) ※実施済み
4. 各プロットの成長量調査。
5. 次回間伐手法の検討。

※実施済み項目は表3に掲載

凡	例
●●●●	2 伐 4 残
●●●●	1 伐 3 残
●	照度調査・全天撮影定点

無施業 L

無施業 N

プロット D

プロット C

弱度定性

強度定性

0 100 [m]

【試験区の設定】

プロット無 N・L 無間伐区 (間伐対照区)

プロット	大きさ	間伐仕様	方向	間伐幅	間伐率
C	40m×30m	列状(2残1伐)	最大傾斜	7.0m	31%
D	30m×30m	列状(3残1伐)	最大傾斜	5.5m	21%
弱度定性	25m×25m	定性	—	—	25%
強度定性	25m×25m	定性	—	—	33%
無施業N	25m×25m	—	—	—	—
無施業L	25m×25m	—	—	—	—

表 2 試験区のプロット概要

高性能林業機械での作業にあたり、この間伐幅の区域内の立木はすべて伐採対象木となります。



表 3 年度別実施計画

内 容	H21	H22	H23	H24	H25	H26	H27
間伐	○						
功程調査	○						
プロット設定	○						
毎木調査	○						
照度調査	○	○	○	○	○	○	○
全天撮影	○	○	○	○	○	○	○
下層植生調査	○		○		○		
土壌調査		○					
成長調査		○	○	○	○	○	○
試験結果報告							○
2回目間伐検討							○

高性能林業機械によるカンバ等広葉樹が侵入した人工林での間伐の生産性は表 4 によるハーベスタが単独で作業した場合の時間観測結果から、作業列毎に列全体の作業時間から列全体の伐木本数で割って立木 1 本当たりの作業時間を算出したものをサイクルタイムとしました。

表-4 ハーベスタが単独で作業した場合の生産性						
列番	伐木本数 (本)	伐木材積 (立木) (m3)	素材材積 (検知) (m3)	サイクル タイム (秒)	生産性 (m3/時)	
列状 プロットC	⑦	25	490	3,004	74	5.81
	⑧	22	3.36	3,460	59	9.58
プロットD	⑨	11	2.74	1,993	104	6.27
	⑩	10	2.09	1,705	85	7.26
平均						7.23
定性 強度	18	480	3,502	76	9.24	
弱度	13	3.32	3,243	186	4.82	
平均						7.03
合計	99	21.21	16,907		全体	
平均						7.13

※生産性:60/サイクルタイム*素材材積*60/間伐本数

注:サイクルタイムは、列全体の作業時間から列全体の伐木本数で割って立木1本当たりの作業時間を算出したものをサイクルタイムとした。

※生産性:60/サイクルタイム*素材材積*60/間伐本数
注:サイクルタイムは、列全体の作業時間から列全体の伐木本数で割って立木1本当たりの作業時間を算出したものをサイクルタイムとした。

表 4 ハーベスタが単独で作業した場合の生産性

作業システムの生産性 (試算)		単位: m ³ /人・日
項 目	試 験 結 果	低コスト作業システム 構築事業 (釧路モデル林)
ハーベスタ + グラップルローダ + フォワーダ	11.1	14.7
従来型システム	7.3	

作業システム全体の生産費 (試算)		単位: ¥/m ³
項 目	試 験 結 果	低コスト作業システム 構築事業 (釧路モデル林)
ハーベスタ + グラップルローダ + フォワーダ	5,323	4,046
従来型システム	6,990	

この結果では、列状間伐における生産性の平均値は 7.23m³/時でした。定性間伐では平均値が 7.03m³/時であり、列状間伐と定性間伐の差は 0.20m³/時と、ほとんど変わらない結果となりましたが、列状間伐のプロット C、D の間伐列の平均傾斜が 17.3 度に対して、定性間伐の平均傾斜は 12.0 度で、列状間伐列の方が傾斜が急であることから、列状間伐の生産性は定性間伐に比べて若干有利であると考えられました。

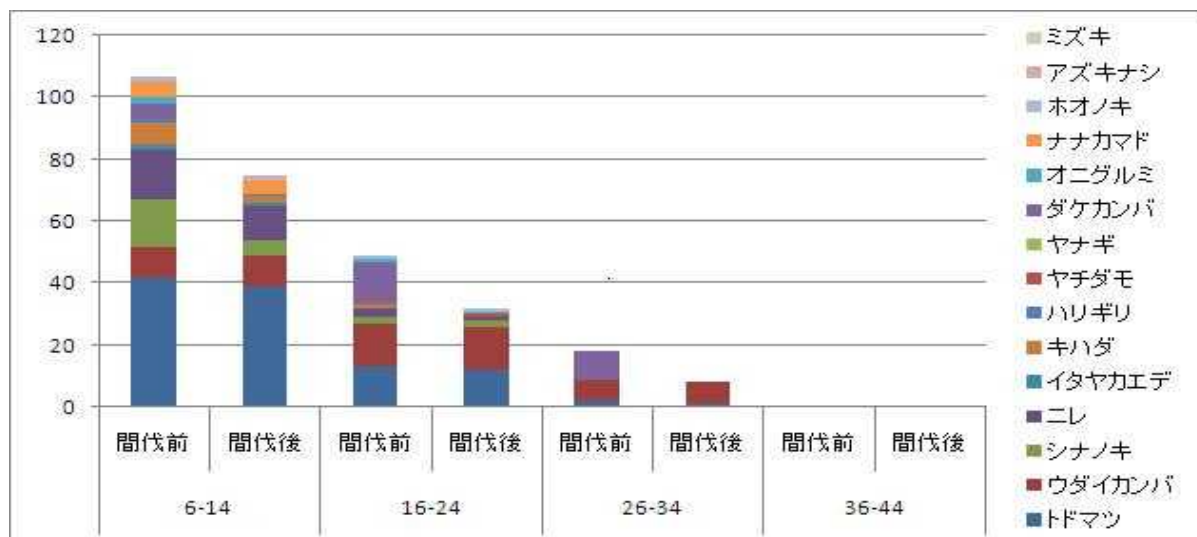
本課題の前課題である「高性能林業機械の導入・普及に向けた間伐手法の開発」では、このような不成績造林地における低コスト作業の研究開発を実施し、表 4 および左表 5・6 のとおりの結果を得ているところです。

表 5・6 はハーベスタ、グラップル、フォワーダ等の組み合わせによる作業システムにより、従来型システムと釧路モデル林での低コスト作業システム (タイプ II) の生産性と生産費を当試験林分での試験結果と対比したものです。

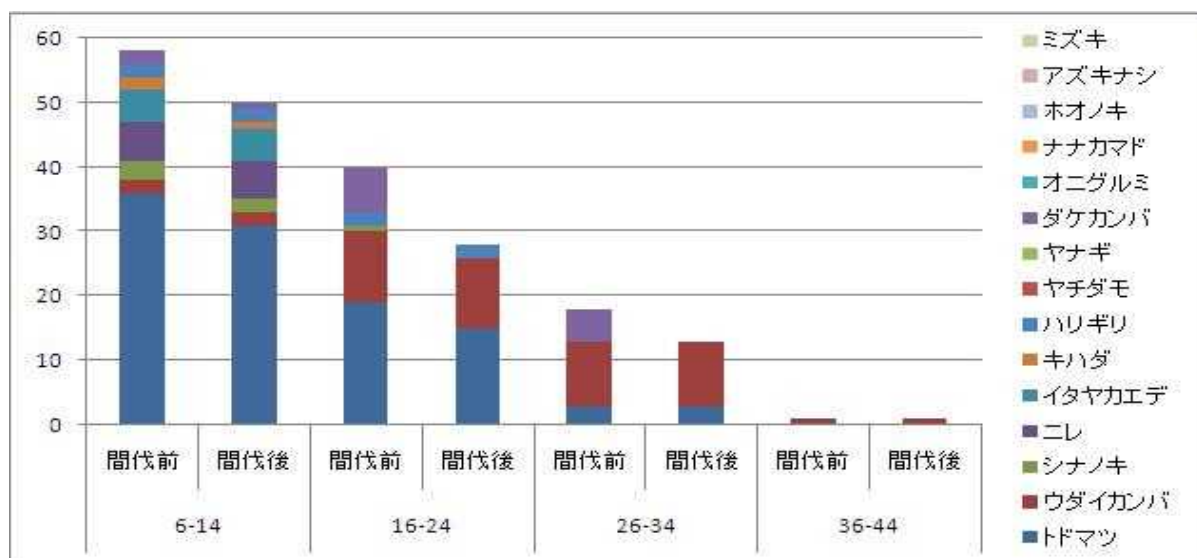
「平成 19 年度低コスト作業システム構築事業 (釧路モデル林)」報告書より抜粋

(4) 試験地の間伐実施前後の状況

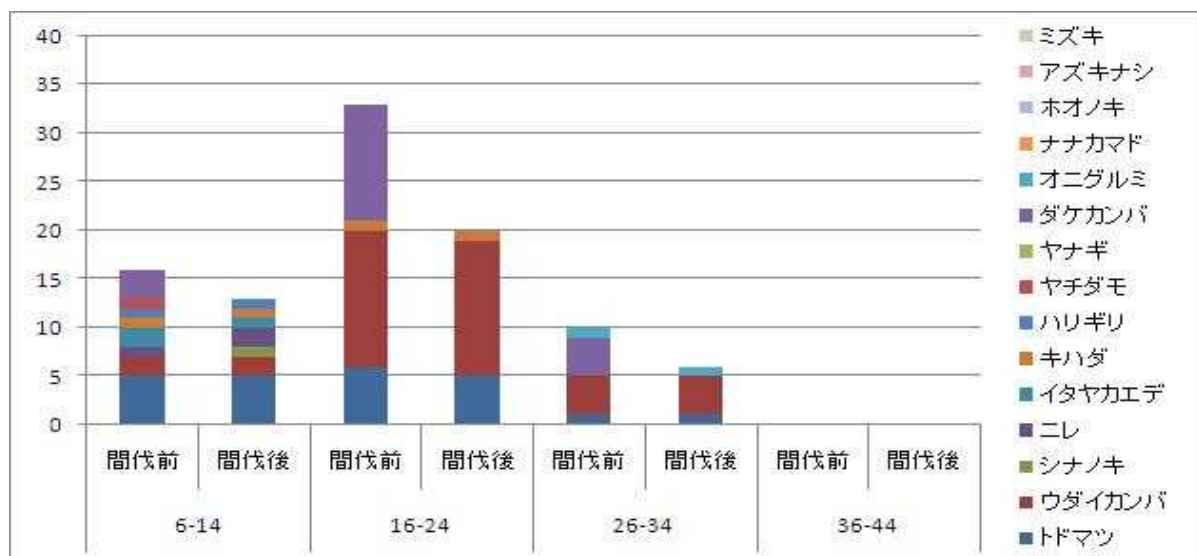
各プロットの間伐実施前後の直径階別の樹種ごとの本数の変化をグラフにしました。



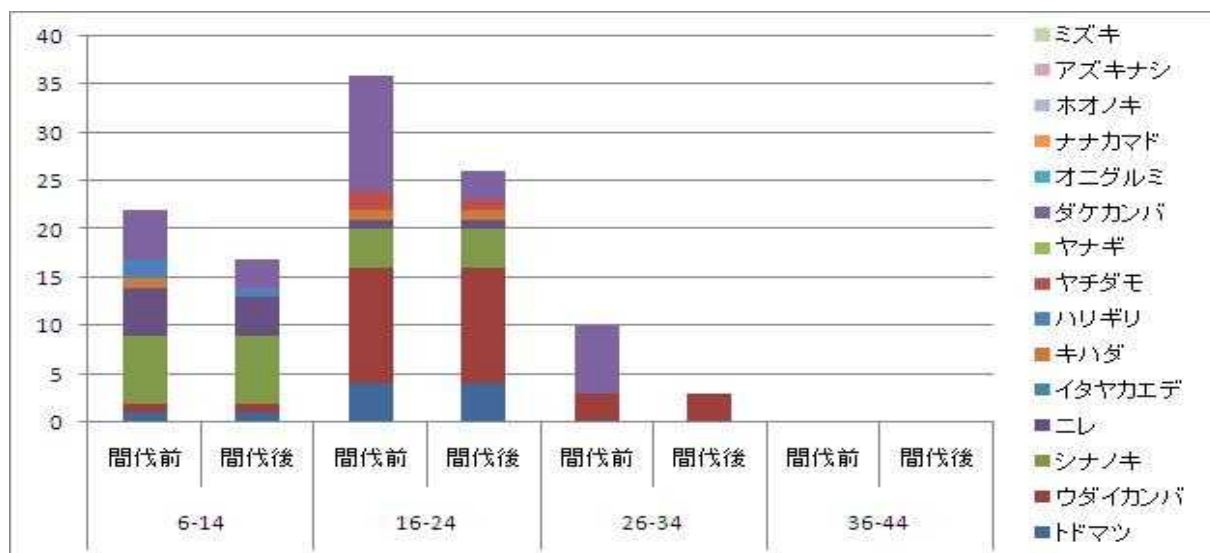
プロット C の間伐実施前後の直径階別の樹種ごとの本数変化



プロット D の間伐実施前後の直径階別の樹種ごとの本数変化



プロット E の間伐実施前後の直径階別の樹種ごとの本数変化

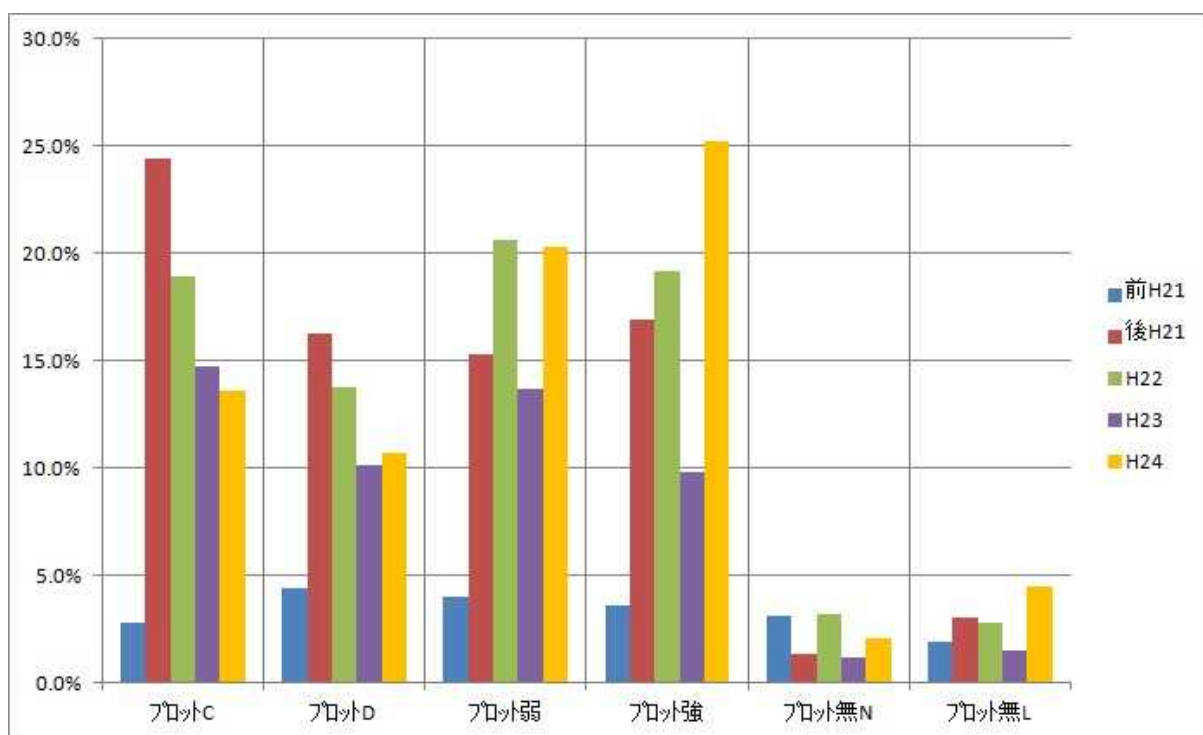


プロット弱の間伐実施前後の直径階別の樹種ごとの本数変化

(5) プロットの現況

各プロットの年毎の照度の推移

平成 21 年 7 月に間伐を実施する前と後及び各年、各プロットごとの照度の推移については、**グラフ 5** のとおりとなっています。



グラフ 5 各プロットの年毎の照度の推移

プロット C(間伐率 31%)、D(21%)、弱度定性間伐(25%)、強度(33%)は、間伐実施前後で大幅に照度が改善しています。無施業プロットの N、L はともに変化有りませんでした。

C、D、弱、強ともにプロットごとにばらつきがありますが、照度は減少傾向にあり、上木がうっ閉してきている状態となっています。

弱度(25%)プロットは強度(33%)プロットよりも照度が高く、これは上木の NL 比がプロット弱では 13:87 で、プロット強(NL=28:72)より広葉樹の割合が高いためと思われます。

下層植生

平成23年に調査した各プロットの下層植生は右グラフ6のとおりとなっています。

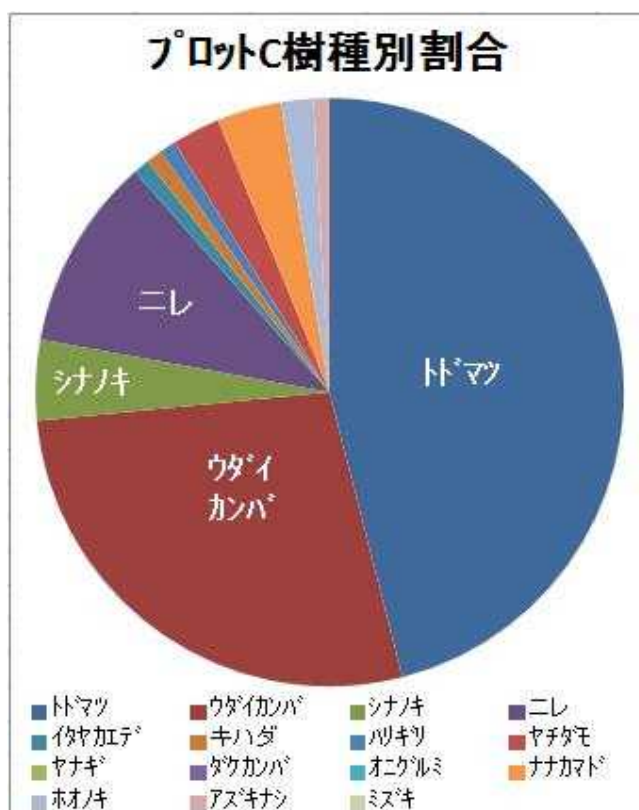
弱度定性間伐プロットの下層植生が極端に少ないこと以外は、あまり差は有りませんでした。

各プロットの樹種構成

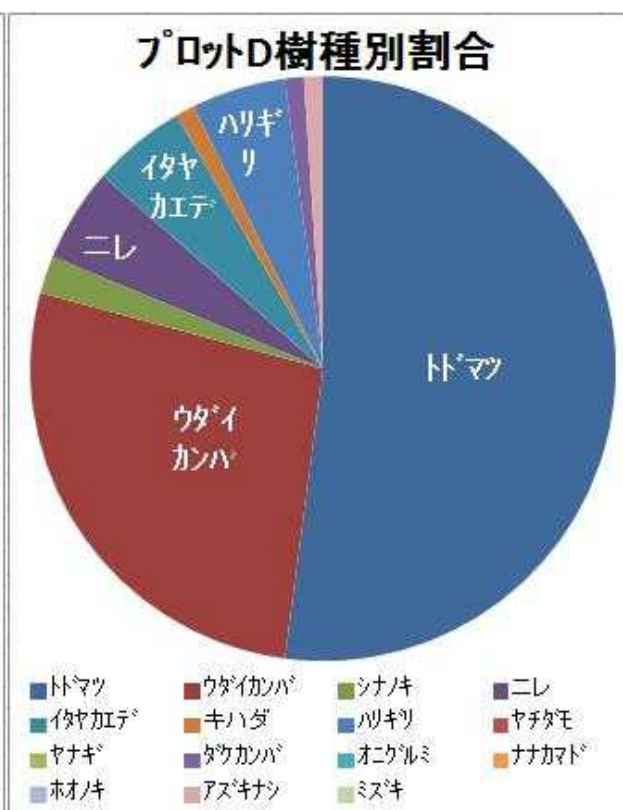
プロット C(間伐率 31%)
2 残 1 伐による列状間伐を実施した箇所です。N 比率は 46%で、
無施業 N プロットと同じような NL 比構成となっています。(グラフ 7)



グラフ6 プロット毎の下層植生



グラフ7 プロットC樹種構成



グラフ8 プロットD樹種構成

プロット D(間伐率 21%)

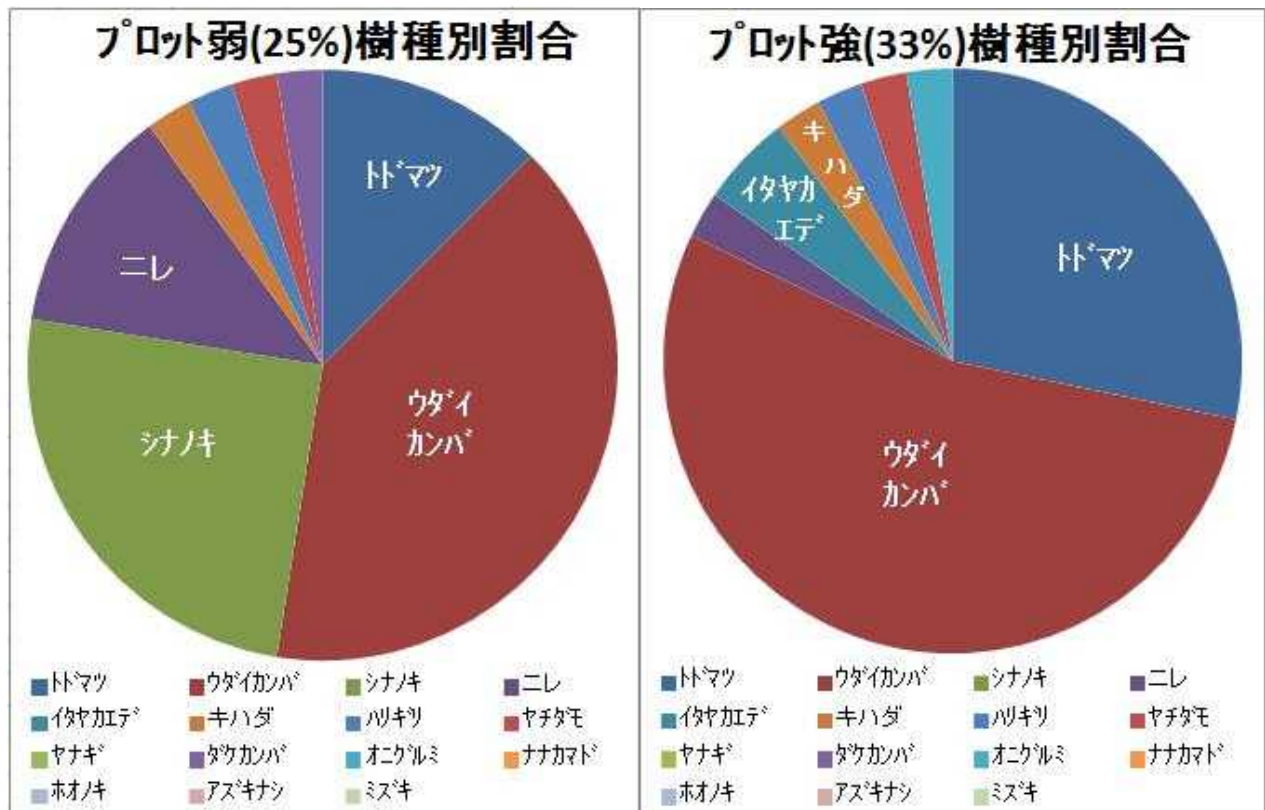
プロット D は(3 残 1 伐) による列状間伐を実施した箇所です、プロット C と比べてトマツの伐採割合が少ないため N 比率が 52%と最も多くなっています。(グラフ 8)

プロット弱(間伐率 25%)

プロット弱度定性間伐はプロット中最も N 比率が低く 13%以下となっています。(グラフ 9)

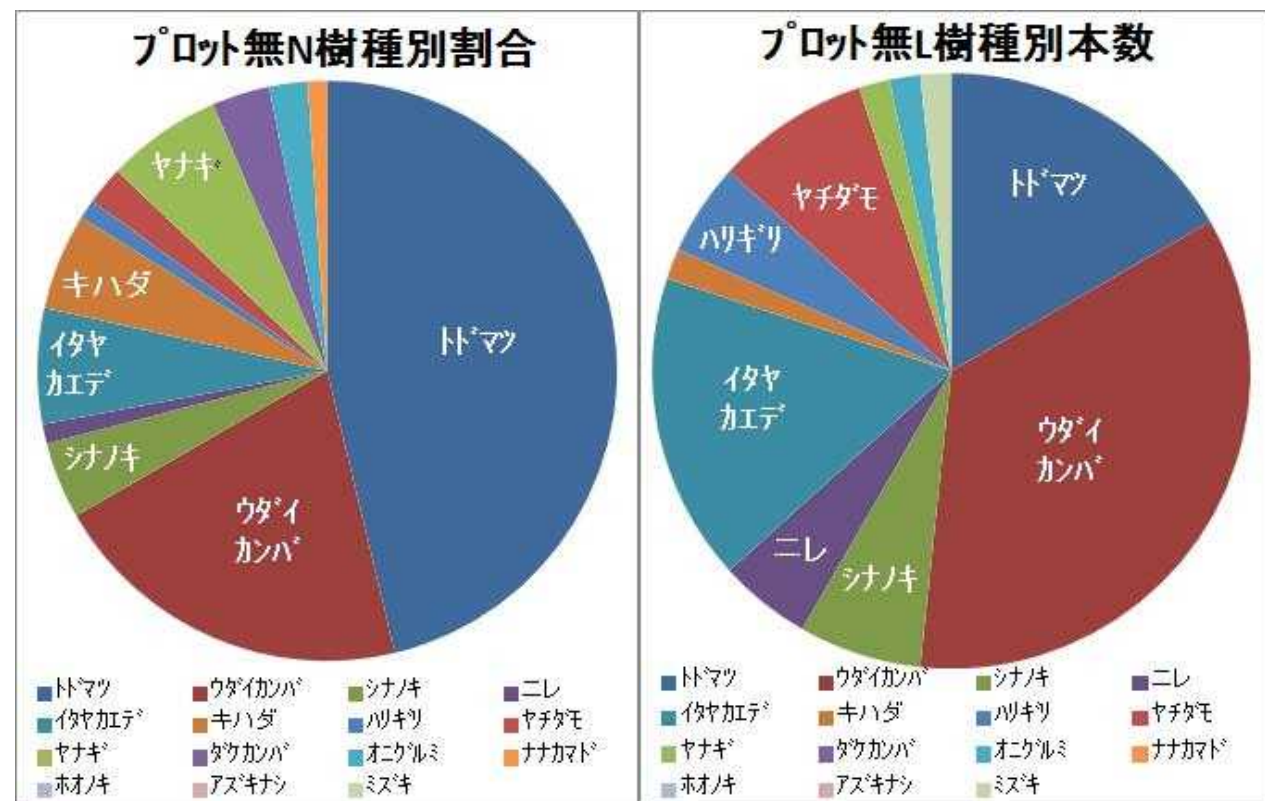
プロット強(間伐率 33%)

プロット弱度定性間伐は N 比率 28%で、ウダイカンバが全体の 54%にもなっています。(グ



グラフ 9 プロット弱度定性間伐樹種構成

グラフ 10 プロット強度定性間伐樹種構成



グラフ 11 プロット無施業 N 樹種構成

グラフ 12 プロット無施業 L 樹種構成

プロット無 N (間伐率 0%)

プロット無施業 N は N 比率が 46%と比較的高く、プロット C と同じ NL 比となっています。
(グラフ 11)

プロット無 L(間伐率 0%)

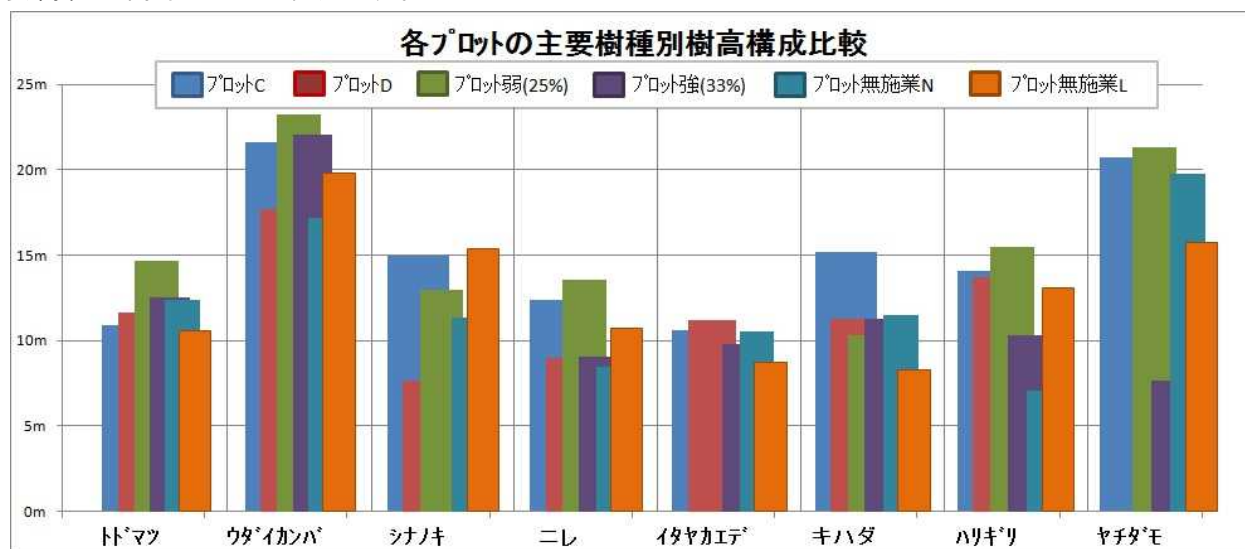
プロット無施業 L は広葉樹主体の林分で N 比率が 17%となっており、プロット弱と似たような NL 比となっています。(グラフ 12)

3. 実行結果

(1) 樹高調査

平成 23 年度の樹高調査については、精度が高くなる葉のない時期の 24 年 3 月～4 月に実施しました。

すべてのプロットでトドマツより成長の早いウダイカンバやヤチダモの樹高が高い傾向が見られ、被圧されている状況がわかりました。(グラフ 13) ※樹高構成のグラフは主要樹種に簡略化してあります。

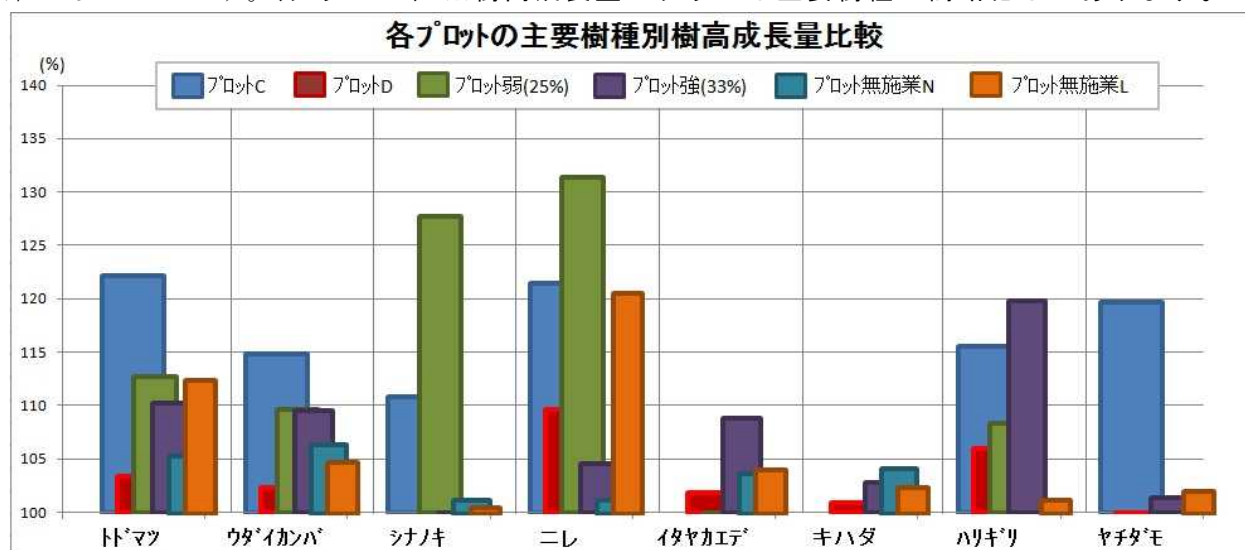


グラフ 13 各プロットの樹高比較

(2) 樹高成長調査

間伐を実施する前の平成 20 年度から平成 23 年度までの、各プロットの平均樹高を比較して主要樹種の樹高成長量を示したのがグラフ 14 です。

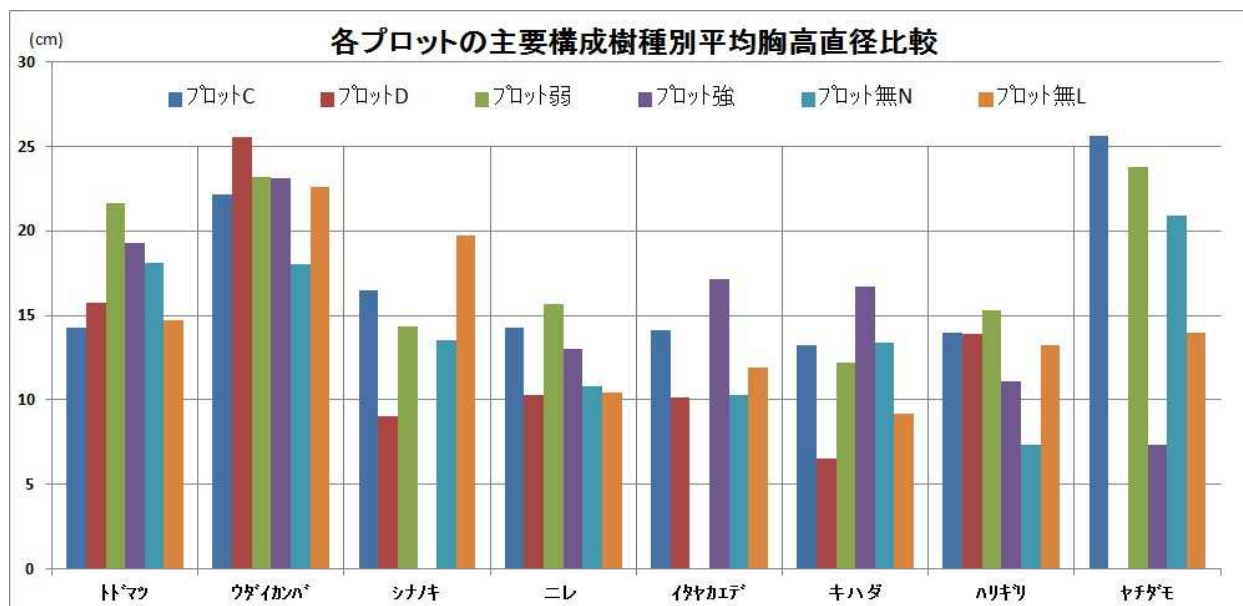
樹高成長の比較では、上木を構成するウダイカンバやヤチダモに対しトドマツが良い結果となっています。(グラフ 14) ※樹高成長量のグラフは主要樹種に簡略化してあります。



グラフ 14 各プロットの樹高成長量比較

(3) 直径調査

平成 24 年度調査における各プロットの樹種別の胸高直径の比較では、樹高比較と同様の結果となり、上木を構成するウダイカンバやヤチダモが大きくなっています。(グラフ 15)
※胸高直径のグラフは主要樹種に簡略化してあります。



グラフ 15 各プロットの胸高直径比較

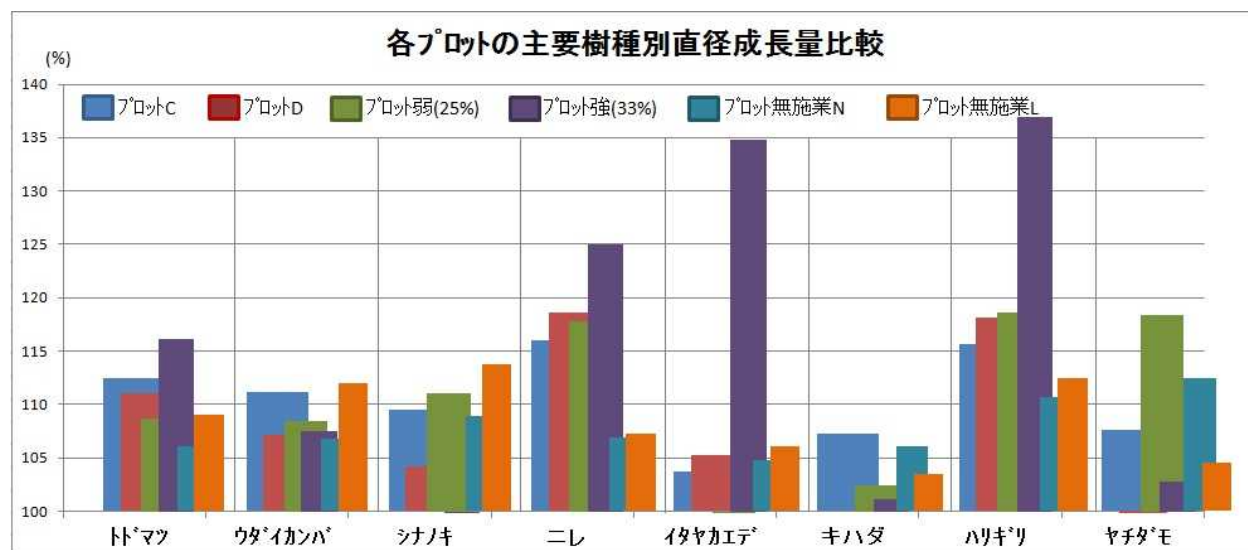
(2) 直径成長調査

間伐を実施する前の平成 20 年度から平成 24 年度までの、プロット毎の平均胸高直径を比較して主要樹種の直径成長量を示したのがグラフ 16 です。

プロット強度定性間伐において下木となるニレ、イタヤカエデやハリギリが突出している以外はほとんどのプロットで大きな差は有りませんでした。

間伐を実施したプロットではトドマツがウダイカンバよりわずかに成長が良い結果となっており、これは樹高成長調査の結果と同様の傾向となっています。

無施業プロット無 N・L とともにシナノキの成長が良く、逆に間伐を実施したプロットで成長の良かったニレの成長が悪くなっています。(グラフ 16) ※直径成長量のグラフは主要樹種に簡略化してあります。



グラフ 16 各プロットの直径成長量比較

4. 今後に向けて

本試験地のような、高性能林業機械による作業が行われた、カンパ類等の広葉樹が侵入したトドマツ人工林の間伐後の林況への変化を観察し、これを解明することは持続的な森林管理を行う上で重要であると考えています。

昨今において、公益的機能・森林の多様性を勘案し、広葉樹の一斉除伐・間伐から「有用広葉樹」を選別して残す施業が行われてきました。また、広葉樹が侵入し期待する造林木が育成しない人工林は、間伐が遅れる状況にあり、このような、いわゆる不成績造林地においても間伐を実施しようとする場合には、侵入した広葉樹もともに育成を図り、針広混交林へと誘導する施業方法を確立する必要があります。

公益的機能、森林の多様性を勘案し、かつ低コストな作業ができるよう、高性能林業機械による各種の作業が行われたこれらプロットの調査、検証を進めデータを蓄積し、間伐のその後について明らかにして行きたいと考えています。