

東北森林管理局が実施している低コスト林業の紹介

森林整備部 企画官（技術開発担当） 笠井 史宏

1 課題を取り上げた背景

わが国の森林資源の状況から利用可能な育成単層林について、年齢構成の平準化、森林資源の若返り・循環利用、森林の持つ多面的機能の維持・向上を図りつつ、林業の成長産業化を進めるため、主伐・再造林面積が増大していくことが見込まれる。1～5年生の保育費が林業経営コストの概ね5割を占め、地拵、植付、下刈等の初期造林コストの低減が喫緊の課題となっている。東北森林管理局が取り組んでいる低コスト林業の実証試験の状況を紹介する。

2 研究の方法及び成果経過

低コスト化の手法としてコンテナ苗の活用、低密度植栽・下刈省力化試験、伐採造林一貫作業システムを実施している。

(1) コンテナ苗植栽

① コンテナ苗の植栽実績

東北森林管理局の植栽実績は表1のとおりである。コンテナ苗の生産体制の整備とともに植栽本数が増加しており、特に平成27年度は著しく増加している。東北森林管理局では、森林整備計画に基づく県別・樹種別苗木需要見込みを示し、生産体制の支援に努めている。

表1 東北森林管理局のコンテナ苗植栽実績

年度	H20		H21		H22		H23		H24		H25		H26		H27		累計	
	面積	本数	面積	本数														
スギ			4	11			16	34	29	73	24	61	32	81	95	218	199	477
カラマツ							1	3	6	13	1	2	5	10	22	45	35	73
クロマツ	0	1			1	2			0	0							1	3
ヒバ													1	2	1	3	2	5
計	0	1	4	11	1	2	17	38	34	86	25	63	38	93	118	265	237	558

② コンテナ苗の活着調査結果

植栽1成長期後に広域的な活着調査を実施した。比較的標高が高い箇所、積雪量が多い箇所も含まれ、一部雪害による引き抜け、幹折れが発生したが、太平洋側、日本海側とも生存率は平均で95%となり、実用化に問題のない結果が得られている(表2)。

表2 東北森林管理局管内の広域的コンテナ苗活着調査

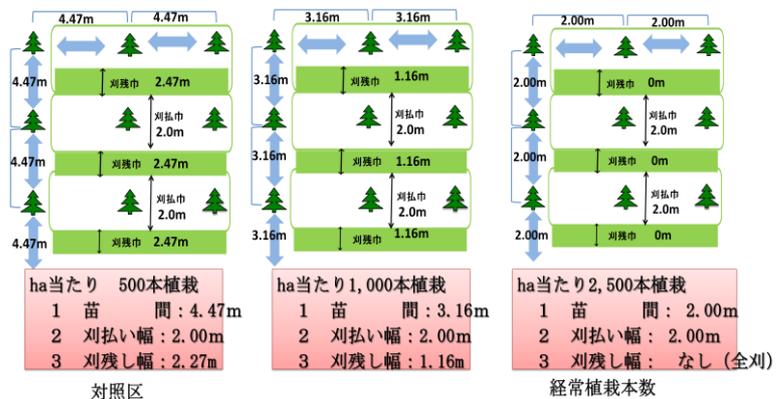
地域	植栽時期	樹種	苗齢	調査木本数	枯損木数	生存率
太平洋側	秋植	スギ	2年生	500	20	96%
	春植	スギ	2年生	700	37	95%
太平洋側小計		スギ	2年生	1,200	57	95%
日本海側小計	秋植	スギ	2年生	1,200	61	95%
計				2,400	118	95%

(2) 低密度植栽試験・下刈省力化試験

① 低密度植栽試験

低密度植栽は、現在一般的な植栽本数であるヘクターあたり 2500～3000 本を減らして植栽するもので、直接的な初期造林経費の軽減や単木的な成長量が大きくなることから、短伐期施業並びに林業投資利回りの向上による林業経営の改善が期待されている。

図 1 植栽本数別 植栽間隔・下刈刈り残し幅



② 下刈省力化試験

低密度植栽試験と合わせ下刈省力試験を実施した。下刈方法は植栽木から上下 1m の範囲を筋刈りして、毎年下刈りを行う区画と隔年で下刈りを行う区画を設定した。刈り残し区域に生育する高木性広葉樹にも着目する。

③ 試験地の設定

植栽本数は 500 本、1000 本、1500 本、2500 本。(500 本、2500 本区は対照区)。試験地は表 3 のとおりである。平成 27 年度に設定した試験区は、当面無下刈りとし、植生との競合状態を経過観測する。

表 3 低密度植栽・下刈省力化試験地一覧

署等名	県	植栽時期	樹種	苗木種類	下刈方法	摘要
津軽	青森	H26・春	カラマツ	裸苗	筋刈、毎年・隔年	
津軽	青森	H26・春	スギ	裸苗	筋刈、毎年・隔年	
三陸北部	岩手	H26・春	カラマツ	裸苗	筋刈、毎年・隔年	
三陸北部	岩手	H26・春	スギ	裸苗	筋刈、毎年・隔年	
遠野	岩手	H26・春	カラマツ	裸苗	筋刈、毎年・隔年	
最上	山形	H26・秋	スギ	裸苗	筋刈、毎年	
由利	秋田	H27・春	スギ	コンテナ苗	当面不実施	
盛岡	岩手	H27・秋	スギ	コンテナ苗大苗	当面不実施	500、1000、1500 本

④ 調査項目

A 植栽木の活着・成長調査、下刈誤伐調査

現段階では、植栽本数別の成長量の差異は顕現していない。将来的には、林木の材質調査、林分材積調査等も実施する

B 下刈工期調査(参考データ)

下刈工期は、植栽間隔が広くなると、苗木の発見に時間を要するため工期が落ちる傾向があった。大苗等視認性を高めることで改善が見込まれる。また、植栽本数区別の下刈誤伐の状況等を調査したが、植栽密度よりも立地環境の影響が大きく、明確な関係性は見いだせなかった。更に調査データを集積していく。

表 4 植栽本数区別下刈工期調査 (平成 27 年度遠野支署 (H26 植栽カラマツ裸苗))

植栽本数 区	プロット1		プロット2		プロット3		プロット4		平均	
	秒数	比率	秒数	比率	秒数	比率	秒数	比率	秒数	比率
500 本区	511	0.85	356	0.71	953	1.20	817	0.81	659	0.91
1000 本区	620	1.04	432	0.86	773	0.97	1007	1.00	708	0.98
1500 本区	599	1.00	503	1.00	795	1.00	1007	1.00	726	1.00

注：秒数は 100 m² 当たりの下刈り作業時間で、3 人の作業者の平均値である。サンプル数がないので参考値である。

C 植栽工期調査(参考データ)

1 本当たりの植栽時間は、植栽本数が減少し植栽間隔が広がると、位置決めにかかる傾向があった。習熟や補助器具の使用で改善すると考えられる。1 本当たり植栽時間にヘクタール当たり植栽本数を乗じて ha 当たり人工数に換算すると低密度になるほど植栽工期は高くなった(表5)。

表 5 植栽本数別植栽工期 (平成 27 年度由利森林管理署(コンテナ苗・普通苗))

植栽 本数	調 査 回 数	植栽木 1 本当たりの秒数			ha 当たり植栽時間			ha 当たり人工数				
		プロット外		プロット内	プロット外		プロット内	プロット外			プロット内	
		a	b	C	a	b	C	a	b	比率	植付	比率
		植付	植付+点付	植付	植付	植付+点付	植付	植付	植付+点付	比率	植付	比率
500 本	2	90	180	46	2.4	4.2	1.1	2.0	4.0	0.36	1.0	0.25
1000 本	2	88	176	39	4.1	8.1	1.8	3.9	7.8	0.70	1.7	0.43
1500 本	1	54	108	39	3.8	7.5	2.7	3.6	7.2	0.65	2.6	0.65
2500 本	2	50	100	36	5.8	11.6	4.2	5.6	11.1	1.00	4.0	1.00

注：プロット内の植栽箇所には、あらかじめ植栽箇所を表示(点付け)して植栽した。

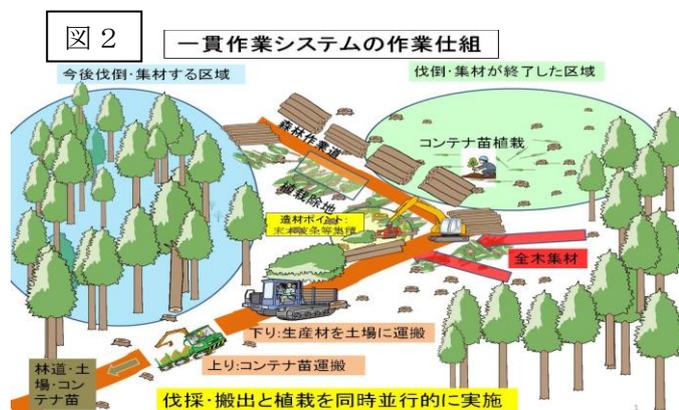
プロット外では、植栽箇所を表示しながら(点付け)、植付けを行った。

a は実際の植付けに要した時間、b は植付けに要した時間と点付けに要した時間の合計である。

(3) 伐採造林一貫作業システム

① 一貫作業システムの利点

主伐と植付を一括して発注し、同時並行的に実施することにより、林業機械のより有効な活用(フォワーダによる苗木運搬、必要によりグラブを用いた地拵等)、合理的な作業仕組等(植生が繁茂する前に植栽することで地拵、下刈りの省力、地拵が省力となる集材方法、弾力的な労務管理等)により地拵や植付作業等の造林にかかるコストの低減が期待されている。



② 伐採造林一貫作業システムの実施状況(表 6 参照)

表6 伐採造林一貫作業システム 実証試験一覧表

年度	署等	伐採方法	面積	地拵	苗木種類	植栽密度	林況等
25	湯沢	皆伐	2.50	人力・機械 /筋置・枝条散布	コンテナ苗・裸苗	2500	スギ 103, 95 年生
26	湯沢	皆伐	4.38	無地拵*1	コンテナ苗	2500	スギ 85 年生
27	湯沢	皆伐	2.15	無地拵*2	コンテナ苗	2500	スギ 68 年生
27	金木	複層伐	4.54	無地拵*2	裸苗 (1 伐区のみ)	2000	スギ 50-53 年生
27	米代西部	複層伐	1.70	無地拵*2	コンテナ苗	2500	スギ 61-69 年生
27	山形	複層伐	4.68	無地拵*2	コンテナ苗	2500	スギ 64-68 年生
27	置賜	複層伐	2.71	無地拵*2	コンテナ苗	2500	スギ 61 年生

注*1:伐採前に刈払いを実施

注*2:造林作業としては地拵はしていないが、集材時に植栽支障物の除去や刈払いを実施

使用機械は伐倒:チェーンソー、集材:グラップル、造材:プロセッサ、運材:フォワーダ

③ 平成 25 年度の実施状況 (詳細は平成 25 年度森林林業交流発表集に発表収録)

地拵方法、植栽方法を変えて、伐採搬出で使用する機械による機械地拵とコンテナ苗植栽を組み合わせた場合の省力化を検討した。グラップルを使用した機械地拵と人力地拵の比較では、機械地拵の工程が 50%以上向上した。機械稼働時間が増加したことで経費の節減は軽微であった。コンテナ苗と裸苗の植栽工期調査の結果、コンテナ苗植栽で最大 22%工期の向上が見られたが、差がない箇所もあり、苗木小運搬等の条件も勘案する必要がある。

④ 26 年度の実施状況

全木集材を前提に、造林工程としては、無地拵で植栽を実施。植栽地に枝条を存置した状態で植付を行ったが、コンテナ苗の植栽工期は、平均植栽本数 313 本/人・日となり、裸苗植栽標準工期の 175%となった。伐採前に刈払機で全面刈払いしており、完全な無地拵作業ではなかったが、全木集材とコンテナ苗植栽を組み合わせれば、枝条処理をしなくても高い植栽工期が得られることが分かった(写真 1)。また、植栽(秋植)翌年春に存置した枝条、積雪が植栽木に及ぼす影響・被害を調査した。枯損率 4%、引き抜けしたもの 3%、根が不安定なもの 5%であった。主軸の傾きは 30 度未満 34%、30~60 度 37%、60 度以上 29%であった。枯損や主軸の傾きは沢地形等の急傾斜地で頻度が高くなったが、存置された枝条との顕著な関係は見られなかった。

写真 1



⑤ 27 年度の実施状況

平成 27 年度は、地拵作業を行わず全木集材を徹底させた場合の植栽箇所内の支障物・植栽工期への影響を計測するため、以下の 4 種類の作業仕様を設定し、事業を実施した(表 7)。「林内不用木の除去」-全木集材をしても林内に残る植栽支障物を除去。市場価値のない灌木、倒木、伐倒時に先折れした先端部等を除去する作業で、先端部の径が 4 cm 以上のものを除去。「伐後の刈払」-灌木の伐倒、植栽の邪魔になる地床植生(ササ、雑草、灌木)の刈払を行う。堆積した刈払物は集積せず、そのまま存置。伐

表 7	林内不用木の除去	伐後の刈払
A タイプ	○	○
B タイプ	○	×
C タイプ	×	○
D タイプ	×	×

採前の刈払は、伐倒、待避の支障物のみ行う（通常の伐倒作業）。ツルがある箇所は刈払を行うタイプで実施する。

写真 2

i 実施結果

ア 湯沢支署で植栽工期の時間観測を行った。

1 本当たりの植付時間は、Aタイプ-20.8秒、Bタイプ-39.0秒、Cタイプ-10.9秒、Dタイプ-21.2秒であった。もっとも工期の高いCタイプの観測箇所は、作業道上部に位置し、全木集材だけで、枝条以外の植栽の支障物は除去された状態だったので、この状態にすることが植栽工期の向上に必要である（写真2）。



写真 3

イ 各実施箇所の作業日報の集計値から、枝条処理等に要した経費、植付に要した経費（苗木代を除く）、植栽工期、労働生産性について比較した3署9箇所の結果を表8に示す。



写真 4

平成26年度に実測した経常地拵後にコンテナ苗植栽を行った場合の植栽工期は291本/人・日であった。表8と比較すると、植栽工期が高く、不用木処理等の経費が小さく、同処理を行った場合の労働生産性の低下が少ない箇所はア:米代西部署114ほ(Bタイプ)(写真3)とイ:置賜署37か(Dタイプ)(写真4)であった。植栽工期は高いが、不用木処理等の経費が大きく、同処理を行った場合の労働生産性の低下も大きい箇所はウ:米代西部署114へ(Cタイプ)(写真5)とエ:置賜署37か(Aタイプ)(写真6)であった。



写真 5

今回は作業仕様を明確にするためにA、B、Cタイプと条件を設定したが、一貫作業システムでコンテナ苗植栽を行うならば、地拵作業をしなくても、極力作業道まで木寄を行い、作業道上で造材・枝払を行う「全木集材の徹底」と胸高直径4cm以上の立木を伐採する「伐木の徹底」を行うことで、上記ア、イ程度に植栽支障物の処理を行えば十分な植栽工期が得られると考える。



写真 6

なお、下草(笹等)、小径灌木の有無が植栽工期に影響した箇所があり、下刈への影響を含め林地条件等の差について、さらに検証する必要がある。



3 まとめ

コンテナ苗については、東北地方の環境下でも実用上問題ない適性を示している。低密度植栽・下刈省力化試験は、試験設定からの期間が短く中間報告となった。伐採造林一貫作業システムについても、全木集材を徹底することで地拵の省力が可能であると考えられるが、更に林地条件、作業方法を変えてデータを蓄積し、分析する必要がある。

これらの低コスト林業の手法は組み合わせ、施業のモデルとして構築、提示できるよう、今後も調査を続けていきたい。

表 8 伐採造林一貫作業システム実証試験 作業日報集計値

署		湯沢				米代西部			置賜		略号	
林小班		1 た				114 ほ	114 へ	103 ほ	37 か	37 か	摘要	
作業タイプ		A	B	C	D	B	C	D	A	D*		
林内不用木集積		○	○	×	×	○	×	×	○	×		
伐後の全刈		○	×	○	×	×	○	×	○	×		
林況等	伐採方法	皆伐				複層伐			複層伐			
	植栽面積	1.12	0.59	0.38	0.06	0.43	0.47	0.8	1.57	1.58		
	前世	平均単材積	0.88	0.88	0.88	0.88	1.13	1.32	1.15	1.49	1.31	
		林分	林齢	68	68	68	68	62	69	61	61	61
	林地傾斜		27	35	25	-	27	27	30	23	25	
	伐区内作業道密度		392	312	284	0	326	351	456	229	117	
	生産事業	生産事業人工数計	57.0	42.6	23.4	2.8	21.0	4.5	29.0	80.8	64.0	A
生産量		674	662	247	28	300	80	295	840	660	a	
労働生産性		11.82	15.54	10.56	10.00	14.29	17.8	10.17	10.4	10.31	X	
造林事業	不用木処理・刈払計	数量	1.1		0.4		0.43	0.5			(ha)	
		人工数	1.0		1.2	0.0	0.2	6.0	0.0	5.9	1.0	B
	植付	数量	2850	1475	950	150	1100	1200	2000	4200	4100	(本)
		人工数	14.5	9.4	5.6	1.9	3.5	4.7	10.0	10.5	16.5	
		植付功程	197	157	170	79	314	255	200	400	248	
	Ha 当たり費用(千円)	不用木除去					17	95		193	55	
		刈払	16		56			253		22		
		小計	16		56		17	348		215	55	
		植栽	172	216	200	438	120	147	182	95	154	
		計	188	216	256	438	137	495	182	313	209	
生産事業・造林事業人工数計		58.0	42.6	24.6	2.8	21.2	11.5	29	86.7	65.0	C=A+B	
試算修正労働生産性		11.62	15.54	10.04	10.00	14.15	13.91	10.17	9.69	10.15	Y=a/C	
不用木処理・刈払を行ったことによる労働生産性の低下量		0.20	0.00	0.52	0.00	0.14	3.89	0.00	0.71	0.16	Z=Y-X	

注：人工数は6時間を日換算

置賜署Dタイプは堆積枝条の散布処理を実施。

X:労働生産性の人工数に作業道作設分は含んでいない。

Y:試算修正労働生産性は、生産部門・造林部門(林内不用木除去・枝条整理・刈払)の合計人工数で生産量を除いた試算値である。

ha当たりの植栽費用は日報集計値から、労賃、機械損料、燃料費で算出。植栽費用に苗木代は含んでいない。