1. 調査の目的

1.1 効率的な運送方法の検証

いわて型循環システムの構築のために、生産及び流通システムの安定化、十分な情報発信、健全な林業経営の再生、化石燃料と比較して有利となる費用対効果の確保等、様々な課題を解決する。

平成２１年度の実証事業において、間伐の事業地から最寄りの作業道までの生産・集材方法は、立木を伐採し長いまま全木状態で集材する方法がコスト安であり、そのための間伐方法として列状、もしくは列状・定性混合の方法が効率的であることが証明された。

ただし作業道までの集材が低コストでも、需要者までの運送経費が高上がりとなっては、最終納品コストが不採算になり木質バイオマスの安定供給は非現実的なものとなる恐れがある。

本事業では、平成２２年７月から林地残材を主体とした木質バイオマスと、石炭との混焼火力発電に取り組んでいる（株）新日鐵釜石に対し、釜石地方森林組合が窓口となって実際に納品している木質バイオマス燃料を対象に、林内土場からの運送システム(運送対象とする残材の選択、積込方法、運搬方法等)の検討を行う。

1.2　林床植生回復の検証

効率的な木質バイオマスの木材生産方法と考えられる「全木集材」型の間伐跡地における林内植生回復の検証をおこなう。枝葉や木の根も含めた木材全てを、林外に搬出する全木集材に対する生態的視点からの評価は、かつて山村住民が生活資材として立木のあらゆる部分を搬出し利用した形態に戻っただけであり、森林の生態系攪乱にはならないという意見と、枝葉等の林外搬出は森林全体の有機物の量的減少、ひいては生態系の劣化を引き起こすという意見とがある。

本実証事業においては、昨年度に木質バイオマス供給を含めた全木集材型の生産間伐跡地における植生の回復状況、付随して土壌の攪乱状況等を検証することで、木質バイオマスの生産が森林生態系に与える影響の有無について検証した。

2. 調査の方法

2.1 調査の方法

① 運送の対象となる木質バイオマス原料を、下記のとおり定めた。
- 枝条、タンコロ（根元部の形状が不均等な部分）：以下「未利用資源」と呼ぶ。
- 規格外丸太(受入先の破砕機の性能上、長さ 2.00～4.00m、太さ 0.70m以下の丸太。：以下「規格外丸太」と呼ぶ。

② ①の対象物の運送方法として、４種類の運送車を準備し、個々に積込や荷卸の時間、積載重量を計測した。

③ ①の対象物（未利用資源・規格外丸太）の形状が運送コスト上有利か比較するため、移動式チッパーを借入し３種類のチップを破砕製造し、製造時間や製品サイズ、チッ

プとしての運送コストについて検討した。

④　平成 22 年 7 月～11 月の 5 カ月間における、出荷地域別の納入数量と、運送距離別の 1 日当たりトラック運送回数を把握した。併せて、運送対象物の形状別に 1 台あたり積載重量を割り出した。

⑤　トラック 1 台あたりの減価償却費や維持管理費を積算し、運転手賃金や燃料代も合算して、木質バイオマス運送に対する 1 日当たり使用料を設定した。

⑥　④、⑤の結果に、森林組合としての標準的な木材運送経費を掛け合わせて、運送対象物の形状別に、運送経費が賄える 1 日当たり運搬回数と、それが可能な運送距離数を割り出した。

⑦　運送対象物のうち規格外丸太についてサンプルを設定、トラック積載時の材積と重量をそれぞれ実地検収し、木質バイオマス原料の重量・材積換算値を設定した。

2.2　運送対象とする残材の選択

地球温暖化問題が深刻化し、地域住民の期待は、製材用資源としての役割はもとより、環境保全、教育・保健・文化的利活用など森林の持つ公益的機能の発揮にも向けられ多様化・高度化している。また、地元製造業では、化石燃料を代替し地球環境に優しいエネルギーである木質バイオマスが注目を集めている。

我々林業界としても、森林の保全活動から発生する未利用資源の有効活用を図りながら木材需給率拡大に向けたとりくみとして、林地に残存する未利用資源の運送システム確立を目指す。

写真 2-1　間伐材から発生した未利用資源
枝葉類（未利用資源）

写真 2-2　間伐材から発生した未利用資源
タンコロ類（未利用資源）

写真 2-3　間伐材から発生した未利用資源
製材用規格外品（規格外丸太）
破砕機の性能上　4.00m 以下（長さ）
0.70m以下（太さ）

以上の林内に残存する未利用資源・規格外丸太を運送対象とする。

2.3　積込・運搬方法の確立に向けた検証

検証においては、

①未利用資源・規格外丸太が、それぞれそのままの形状（枝葉・丸太）で積載する場合を想定し、トラックの機種別に積込時間、荷卸時間、積載トン数を計測し、バイオマス資源の効率的な運送が可能な機種を選定した。

②未利用資源・規格外丸太を、形状が不安定な枝葉・丸太のままではなく、一旦山土場でチップ化し形状を均一化して運送する有効性について検証するため、移動式チッパーを借入し、3 種類のバイオマス資源をそれぞれチップ化、製造時間を計測すると共に、効率的なチップ運送の可能性について考察した。

検証の結果は、表 2-1、表 2-2 のとおりである。

表 2-1　車種による積込状況の実証結果

トラック別内訳

	既存トラック 10t	チップ運搬用 ダンプ10t	パッカー車 2t	既存トラック 煽り付(10t)
積込時間	40分～60分	30分～60分	60分	40分～60分
積込方法	グラップル	グラップル	グラップル	グラップル
			人力	
荷卸時間	30分	5分	5分	30分
t/一台	3～4t	5～8t	1t	6～7t

表 2-2　チップ化による運搬コストの削減

	製材所からの破材	枝葉	間伐材 10cm以下
時間/100 kg	15分	30分	15分
推定時間/t	2.5時間/t	5時間/t	2.5時間/t
製品サイズ	3cm以下	6cm以下	3cm以下

表 2-1 について、トラックの機種別に下記のような検証結果が出された。

2.3.1　既存トラック

丸太専用のためボディーに煽りがなく形状不均一の資源を運ぶには不安定であり、枝葉がボディーからはみ出るなど思いのほか積み込めなかった。

しかしながら、規格外丸太の運搬には能力を発揮しており、未利用資源との積み合わせ方法の検討などを行う必要である。

2.3.2　チップ運搬用ダンプトラック

構造上、大・小の荷物を積み込め、また走行の安定性、資源の荷卸の簡易性も他機種より有利である。ただし①積み込みトン数が平均最大積載量の半分(平均 5t)に留まる②単独では荷物を積み込むことができず、グラップルとの併用がもとめられる、などの不具合も散見できる。グラップルが定置できる作業場からの積込時に限り出動するなど、ソフト面での工夫によっては運送コストの削減につながる可能性もある。

写真 2-4　チップ運搬用ダンプトラックの積載状況

2.3.3　パッカー車

パッカー車の性能上車両の中で圧縮され効率のよい運搬を期待したところではあるが、木質の弾力性がまさり思う様に積み込むことができなかった。また投入口が小さいため機械での積み込み作業が難しく、補助的に人力での積込作業もむためコストの削減にはつながらなかった。

写真 2-5　パッカー車での積載状況

2.3.4　既存煽りつきトラック

一般的によく使われる煽り付きボディーを採用することで、形状不均一の未利用資源を運ぶのに安定がうまれ、平均積込量も 6～7 t と積み込むことができた。

また、煽りを簡単に脱着可能にしたことにより規格外丸太の運搬にも能力を発揮した。

写真 2-6　煽り付きトラックの写真（新車納品直後）

以上、トラック機種別の検証結果は①既存煽り付きトラック②チップ運搬用ダンプトラックが効率的、という結果になった。

また**表 2-2** のチップ化による運搬コストについては、
①□3 品目のチップ化については、枝葉の加工が最も時間がかかり、チップサイズも大きい。
②□② 間伐材、および製材所端材は、加工時間、チップサイズ共に大差はない。
などの結果が見られたものの、枝葉や丸太というもともとの形状と比較した場合、１体積あたりの重量はチップ化により非常に小さくなり（目分量ではあるが比重比でおよそ 3～4 倍)、結果運送コストは割高となることがはっきりした。

よって、形状の均一化を意識するあまり、積み込みや運搬といった本来の運送業務のほかに時間を割いてチップ化するメリットは見いだせず、多少形状が不均一でも、未利用資源や規格外丸太をそのまま積載した方が効率的な運送を図れる可能性が高い。

写真 2-7　チップ化に使用した移動式チッパー

2.4　納入実績等から割り出す効率的な運送距離

この節では、

① 平成 22 年 7 月～11 月の 5 カ月間における、出荷地域別の納入数量と、運送距離別の 1 日当たりトラック運送回数の把握。

② 運送対象物の形状別に 1 台あたり積載重量の割り出し。

③ トラック 1 台あたりの減価償却費や維持管理費を積算と、木質バイオマス運送に対する 1 日当たり使用料の設定。

④ ①～③を総合した、運送経費が賄える木質バイオマスの運送距離設定。
について、分析を行う。

2.4.1 トラック１日当たり使用料の設定

使用するグラップル付トラックについて、購入価額から、減価償却費や保守修理費等の「日額損料」を表 2-3 のとおり積算した。

表 2-3　トラック１日当たり損料

コードF	機械名	グラップル付トラック		メーカー・型式		いすゞ	
減価償却費①		維持管理費②		機械損料（①＋②）		基 礎 情 報	
購入価格	27,340,020	保守修理費率	50			購入補助額	0
自己負担額	27,340,020	保守修理費	2,734,002			機械購入日	
償却年数	5.0	消耗品費				使用年数	
想定運転日数	260	保険その他	500,000			アワーメーター実績	
						年間想定運転時間	
年間償却費	5,468,004	年間維持費	3,234,002	年間損料	8,702,006	想定1日当り運転時間	
日当り償却費	21,031	日当り維持費	12,438	日額損料	33,469		

森林組合における通常運送業務においては、運転手一日当たりの賃金は 15,000 円、トラック１日当たりの燃料代は 13,000 円と設定できるため、表 2-3 の日額損料と合計したトラック１日当たり使用料は、61,469 円と設定する。

2.4.2　納入実績からみたトラック１台あたり積算重量

平成 22 年 7 月～11 月の 5 ヶ月間における、森林組合から（株）新日鐵釜石への木質バイオマス納入状況は、表 2-4 の通りである。

7月～11月実績調べ

表 2-4

	未利用資源		規格外（丸太）		合計		比率
	台数（台）	数量（t）	台数（台）	数量（t）	台数（台）	数量（t）	
釜石管内	309	1,370.16	151	2,131.94	460	3,502.10	52%
遠野管内			128	1,918.90	128	1,918.90	28%
住田管内			63	1,026.70	63	1,026.70	12%
大船渡管内			9	116.68	9	116.68	1%
高田管内			6	96.44	6	96.44	1%
宮古管内	3	17.44			3	17.44	
計	312	1,387.60	357	5,290.66	669	6,678.26	
t/台		4.44t/台		14.80t/台		9.98t/台	

森林組合としての標準的な木材の運送経費はおよそ 2,500 円/ｔと設定されている。この

金額を使って、トラック 1 日当たりの使用料を、運送費で回収できる運送回数を積算してみる。すなわち 61,469 円/日を、

① 未利用資源の平均積込量 4.44 t /台×2,500 円/ t

② 規格外資源の平均積込量 14.80 t /台×2,500 円/ t

③ バイオマス資源平均積込量 9.98 t /台×2,500 円/ t

でそれぞれ除した、使用料が回収可能な 1 日当たり運送回数は次のとおりである。

①□ 未利用資源　　5.6 回/日

② 規格外丸太　　1.6 回/日

③バイオマス資源平均　　2.4 回/日

森林組合の通常業務において、一般的な木材の距離別運送回数は**表 2-5** の通りであるから、コスト回収可能な 1 日当たり運送回数を満たせる運送距離、すなわち木質バイオマスにおける運送距離の収支分岐点は、

① 未利用資源については、運送距離 10 k m以内

② 規格外丸太については、運送距離 40 k m以内

③ 未利用資源と規格外丸太をある程度平均的に運送できる場合は 30 k m以内

と設定できる。

表 2-5　距離運送回数

運送距離	回数
10km	4～6回
20km	3～4回
30km	2～3回
40km	2回
50km	1回

収支分岐点の運送距離を地図に落とし込んで見ると、(**図 2-1**) 未利用資源は釜石市内、規格外丸太については宮古市、陸前高田市、遠野市がそれぞれ収支限界の突端地域であることがわかる。

図 2-1　　運送距離の対象図

2.5　重量換算値の設定

ここでは、森林組合が管轄する木質バイオマスの生産は材積で、(株) 新日鐵釜石が管轄する木質バイオマスの受入は重量で、という異なる 2 つの単位が同じ事業で使われる現状において、適切な材積・重量の換算値を設定し森林組合のバイオマス事業管理を円滑にすることを目的とする。

具体的には樹種を替えた 2 つのサンプルから、規格外丸太を主体とする木質バイオマス燃料の、トラック１台当たりの木材材積と木材重量を実地で測定した。

2.5.1 サンプル１

ｱｶﾏﾂ　2m 伐採後 4 ヶ月経過

検地材積　14.343 ㎥

正味重量　12.960 t

写真 2-8,9 アカマツプロットの重量実測状況

2.5.2　サンプル２

ｽｷﾞ 2.0m 伐採直後

検地材積　15.367 ㎥

正味重量　13.240 t

写真 2-10,11　スギプロットの重量実測状況

このようにサンプル計 238 ㎥を抽出し重量と材積を実測し合計平均した結果、

1 t ＝1.23 ㎥

の重要換算値が設定できた。

2.6 小括

本実証業務により得られた成果は下記のとおりである。

①木質バイオマスの運送コストは

a　チップよりも枝葉や丸太そのものの形状の方が、

b　パッカー車よりも煽り付きトラック、チップ運搬トラックの方が、

低コストで運搬できる。

②１日あたり運送コストを回収できる運送回数から割り出した場合の運搬収支圏域は、

a　枝葉主体の未利用資源が釜石市内

b　丸太主体の規格外丸太が、釜石周辺の 40km 圏内

である。

③規格外丸太の重量・材積換算は１t＝1.23 ㎥である。

また、森林組合が木質バイオマス事業に取組むことにより、新規雇用者４名と、バイオマス搬送のためのトラック運送需要９５８台（４カ月間の実績：用材の運送を含む。）が創出されるなど、目に見えた地域経済貢献も可能となったため、今後も安定供給が可能な生産・運送システムの検証を常時行いながら、事業の健全運営に取り組んでまいりたい。

3. 林床調査について

間伐作業による林床攪乱と林床植生の消失の影響は森林の持つ公益的機能（水源涵養、土砂流出防止、生物的多様性など）を低下させる恐れがあり、集材方式によりその差があるといわれている。

本調査は釜石森林組合が取り組んだ「木質バイオマス供給を前提とした機械化による効率的な間伐システムの実証実験の施業地において林床植生の回復状況の把握、表土流出要因の生成実態を明らかにすることを目的に行った。

3.1.　調査地の概要

3.1.1　調査地の位置

調査地は岩手県南東部に位置する釜石市内の鏡事業区、洞ヶ沢事業区の市有林。鏡事業区は両石湾に面し、洞ヶ沢事業区は釜石市内を東西に流れる甲子川流域にあり、市街地、住宅地に近接して位置している。

図 3－1　釜石市の位置

図 3－2　調査地の位置

3.1.2　気象概況

釜石市は三陸沿岸に位置しているため、海洋の影響などから県内においては四季を通じて温暖な気候である。1979～2000 年における過去 22 年間の平年値では降水量が約 1,800mm、最高気温 15.4℃、最低気温 7.0℃、年平均気温 11.1℃となっている。

奥羽山脈（雫石町）、内陸平野部（盛岡市）、北上高地（遠野市）、沿岸部（釜石市）における降水量の平年値は**表 3－2** のとおりで、沿岸部の釜石市が最も多い。

表 3－1　釜石市の年平年値

要素	降水量 (mm)	平均気温 (℃)	最高気温 (℃)	最低気温 (℃)	平均風速 (m/s)	日照時間 (時間)
統計期間	1979～2000	1979～2000	1979～2000	1979～2000	1979～2000	1987～2000
資料年数	22	22	22	22	22	14
1月	47	0.6	4.4	-3.1	1.6	134.8
2月	75.9	0.7	4.5	-3.1	1.5	131.6
3月	111	3.4	7.8	-0.9	1.6	157.5
4月	167.1	9.2	14.1	4.2	1.7	177.2
5月	147.6	13.9	19	8.9	1.6	183.3
6月	167.1	17.1	21.2	13.4	1.3	137.1
7月	177.7	20.8	24.6	17.5	1.2	144.4
8月	287.2	22.9	26.9	19.4	1.2	154.6
9月	282	19	23.1	15.3	1.2	107
10月	167.6	13.4	18.4	8.9	1.3	137.1
11月	107.1	8	12.9	3.3	1.5	130.7
12月	52.2	3.6	7.7	-0.4	1.6	124.2
年	1793.2	11.1	15.4	7	1.4	1727.5

資料：気象庁／気象統計情報

表 3－2　岩手県内の降水量平年値

要素	雫石町	盛岡市	遠野市	釜石市
統計期間	1979～2000	1971～2000	1979～2000	1979～2000
資料年数	22	30	22	22
1月	64.6	50.6	37.1	47
2月	64.5	54.9	40.1	75.9
3月	90.3	80.1	67.1	111
4月	116.2	93.8	95.1	167.1
5月	126.1	103.3	97.1	147.6
6月	141.6	114.9	116.1	167.1
7月	215.3	165.7	150	177.7
8月	202.4	177.8	194.2	287.2
9月	190.9	157.5	152.6	282
10月	119.7	97.8	98.4	167.6
11月	116.1	93.1	82.5	107.1
12月	96.9	64.5	46.8	52.2
年	1538.7	1254.1	1179.3	1793.2

資料：気象庁／気象統計情報

3.1.3　調査区の概況

(1)鏡事業区の概況

平成 21 年度に実証実験が行われた施業区で、間伐時の林齢が 42 年、スギ人工林で立木密度は 1,500 本／ha であった。

標高は約 90～160m、傾斜が約 25～40°となり、急斜面が多くなっている。

表 3－3　鏡事業区の概況

施業区	樹種	林齢	立木密度(本／ha)	微地形	土湿	標高	方位	傾斜
プロット1	スギ	42	1,500	斜面：中(平)	適	120m	N40W	24°
プロット2	スギ	42	1,500	斜面：中(やや凹)	適	120m	N58W	40°
プロット3	スギ	42	1,500	斜面：中(平)	乾	160m	N4E	38°
プロット4	スギ	42	1,500	斜面：中(平)	やや乾	90m	N70W	40°
無施業地	スギ	42	1,500	尾根：中(やや凸)	適	140m	S82W	41°

鏡事業区ではプロットごとに異なる間伐方法、集材方式で施業が行われた。

間伐は列状間伐、列状・定性複合式間伐、定性間伐により実施され、高性能林業機械と従来作業による方法が用いられた。列状間伐では 1 伐 2 残により行われ、間伐率は、本数で 35%となっている。

高性能林業機械による集材ではグラップル、トラクタ、ザウスロボが用いられている。従来作業による集材ではグラップル、トラクタが用いられている。

集材方式は、枝葉が付いた状態で集材する全木方式、林内で枝葉を落とした後に集材する全幹方式、林内で玉切りした後に集材する短幹方式で行われている。

プロット 1 では列状間伐を行った後、高性能林業機械を用いた全木方式により集材されている。プロット 2 では列状間伐を行った後、残置列の定性間伐を行い、高性能林業機械を用いた全木・全幹・短幹方式により集材されている。プロット 3 では定性間伐を行った後、従来作業による短幹方式の集材がされている。プロット 4 では定性間伐を行った後、高性能林業機械を用いた全木・全幹方式により集材されている。

表 3－4　鏡事業区プロット別施業方法

施業区	施業方法	列状間伐方法	本数間伐率	集材方式
プロット1	列状間伐＋高性能林業機械	1伐2残	35%	全木方式
プロット2	列状・定性複合＋高性能林業機械	1伐2残	35%	全木・全幹・短幹方式
プロット3	定性間伐＋従来作業	－	35%	短幹方式
プロット4	定性間伐＋高性能林業機械	－	35%	全木・全幹方式

(2)洞ヶ沢事業区の概況

洞ヶ沢事業区は平成 22 年度に間伐作業が行われている。調査対象としたスギは、間伐時の林齢が 34～43 年、立木密度は 1,300 本／ha。

カラマツは間伐時の林齢が 59 年、立木密度は 1,200 本／ha。

いずれも標高約 150m で 30°以上の急傾斜地であった。

なお、洞ヶ沢事業区は施業時（直後）の林床攪乱状況の把握を行ったもので、今調査での位置づけは参考調査となる。

表 3－5　洞ヶ沢事業区の概況

施業区	樹種	林齢	立木密度(本／ha)	微地形	土湿	標高	方位	傾斜
スギ施業区	スギ	34～43	1,300	斜面：下(平)	適	150m	N64E	32°
カラマツ施業区	カラマツ	59	1,200	斜面：上(平)	やや乾	150m	N20E	36°
カラマツ無施業区	カラマツ	59	1,200	尾根：中(平)	やや乾	150m	N30E	33°

洞ヶ沢事業区での間伐は列状・定性複合式間伐により行われている。間伐率は、本数密度でスギが 35%、カラマツが 40%となっている。

集材には林道からの距離などの現地状況に合わせた集材方式が用いられている。

表 3－6　洞ヶ沢事業区施業方法

施業区	施業方法	本数間伐率	集材方式
スギ施業区	列状・定性複合	35%	全木・全幹・短幹方式
カラマツ施業区	列状・定性複合	40%	全木・全幹・短幹方式

3.2　調査項目と方法

3.2.1　植生調査の方法

(1) 林分状況調査方法

間伐による林分状況の変化を樹冠投影図を作成し比較するため、10m×10m の方形枠を設定し、高木層、亜高木層、低木層に区分して各階層ごとに樹冠の広がりや位置を把握して作図した。列状間伐地においては伐採列と残置列をまたぐように方形枠を設定した。

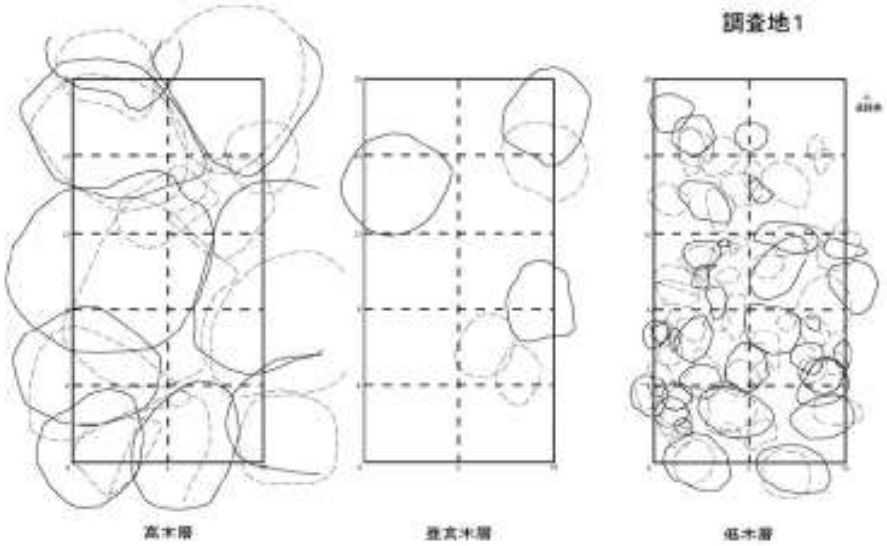

図 3-3　樹幹投影図イメージ

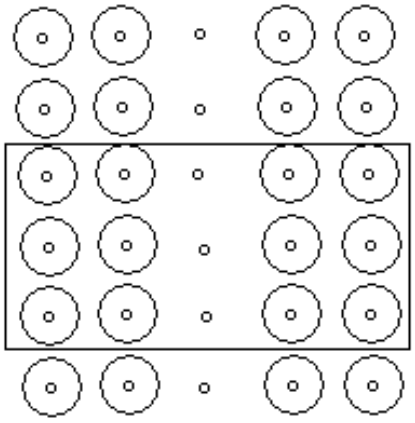

図 3-4　方形枠設置イメージ

(2)林床植生調査方法

林分状況調査地点に 1m×1m の方形枠を設定して草本層、低木層に区分し、それぞれの植被率、出現種数、種構成、被度・群度を記録した。

表 3-7　林床植生調査結果イメージ

調査位置	鏡事業区			
	プロット1-1	プロット1-2	プロット2-1	プロット2-2
調査年月日				
標高(m)				
斜面方位				
傾斜角度(°)				
調査面積(㎡)				
低木層の高さ(m)				
植被率(%)				
草本層の高さ(m)				
植被率(%)				
出現種数				
低木層				
草本層				

3.2.2　光環境調査方法

林外照度に対する林内照度の割合（%）を測定した。測定高さは下層植生の繁茂する光環境を把握するため、地表面から 0.3m に設定した。林外と林内に調査員を配置し、トランシーバーで交信しながら同時に測定した。

3.2.3　土壌浸食状況調査方法

攪乱された林床において土壌浸食が見られるかどうかを目視観察により調査した。

3.3　調査結果

調査結果は以下のとおり。

3.3.1　植生調査結果

間伐作業後の草本層の回復状況は、伐採地で草本層植被率が 5～80%と幅があるものの、一冬を越して回復傾向を示しており、残置林では無施業地をしのぐことを示している。低

木層は伐採列、集材列では皆無となる。残置列では植被率が高く、生育が良くなったといえる。

これらは、残置列（林）から伐採列（林）への種子提供等が期待できることを示している。

草本層植皮率が低いプロット 1 及びプロット 4 の伐採地は全木・全幹集材地で、他のプロットとの違いは明らかであり、全木・全幹集材では林床攪乱への度合いが大きいことを示している。

草本層、低木層の植被率は**表 3-8**、林床植生調査組成は**表 3-9**、**3-10** に示すとおり。

表 3-8　草本層・低木層植被率（表 3-4、3-5 参照）

調査地区	略号	調査地名	草本層植被率 (%)	低木層植被率 (%)
鏡事業区	鏡1残	プロット1残置列	40	60
	鏡1伐	プロット2伐採列	5	－
	鏡2残	プロット2残置列	85	－
	鏡2伐	プロット2伐採列	80	－
	鏡3残	プロット3残置列	70	90
	鏡3伐	プロット3伐採列	30	－
	鏡4残	プロット4残置列	70	60
	鏡4伐	プロット4伐採列	20	－
	鏡無	無施業地	5	80
洞ヶ沢事業区	洞ス施残	スギ施業地残置列	60	50
	洞ス施伐	スギ施業地伐採列	10	－
	洞カ施残	カラマツ施業地残置列	30	60
	洞カ施伐	カラマツ施業地伐採列	20	－
	洞カ無	カラマツ無施業地	15	40

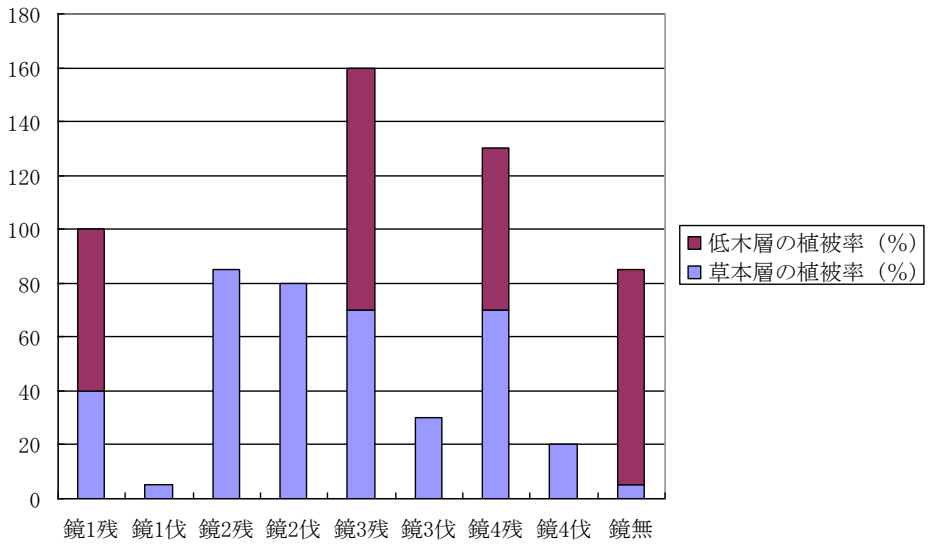

図 3-5　鏡事業区草本層・低木層合算植被率

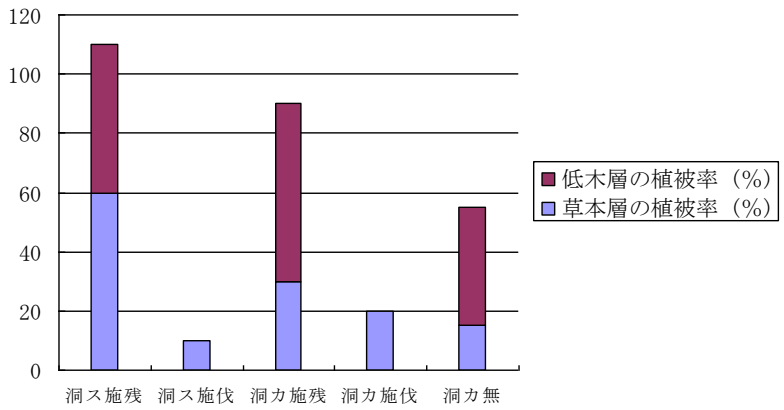

図 3-6　洞ヶ沢事業区草本層・低木層合算植被率

なお、鏡事業区プロット２は、１伐２残の列状間伐地で、さらに残置列の定性間伐を行っており、他の調査区より光環境が良くワラビ等が繁茂したことにより高い植被率となっている。

林床攪乱が下層類の発芽誘引になったことの表れと考えられた。「攪乱依存植物」にとっては伐採という攪乱要因が好ましく、それは一般的に昆虫類をはじめ動物層を多くする要因につながり、生物多様性と保全につながるという評価もある。

樹幹投影図は資料編のとおり。

鏡事業区プロット1

間伐作業前

鏡事業区プロット1

間伐作業完了後

鏡事業区プロット1

本年度調査時

鏡事業区プロット2

間伐作業前

鏡事業区プロット2

間伐作業完了後

鏡事業区プロット2

本年度調査時

鏡事業区プロット3

間伐作業前

鏡事業区プロット3

間伐作業完了後

鏡事業区プロット3

本年度調査時

鏡事業区プロット4

間伐作業前

鏡事業区プロット4

間伐作業完了後

鏡事業区プロット4

本年度調査時

表 3-9　林床植生調査組成表（鏡事業区）

調査位置	鏡地区（スギ人工林）								
	ブロック1		ブロック2		ブロック3		ブロック4		無施業
調査年月日	2010/6/10		2010/6/10		2010/7/29		2010/7/29		2010/6/10
	残置列	伐採列	残置列	伐採列	残置列	伐採列	残置列	伐採列	―
調査面積 (㎡)	1×1	1×1	1×1	1×1	1×1	1×1	1×1	1×1	1×1
低木層の高さ (m)	2.5	―	―	―	1.5	―	1.2	―	2.0
低木層の植被率 (%)	60	―	―	―	90	―	60	―	80
草本層の高さ (m)	0.4	0.15	0.5	0.6	0.5	0.2	0.5	0.6	0.3
草本層の植被率 (%)	40	5	85	80	70	30	70	20～25	5～10
出現種数	8	4	6	9	7	8	15	11	13
低木層									
アワブキ									3･1
オオバクロモジ	3･1								
オニイタヤ					5･1				
カスミザクラ									1･1
クマイチゴ							+		
コクサギ							1･1		
ツノハシバミ									+
フジ	2･1								
マツブサ									1･1
マルバアオダモ									1･1
ミツバウツギ							3･2		
ムラサキシキブ							2･1		
ヤマグワ									+
ヤマニガナ							+		
リョウブ									1･1
草本層									
イッポンワラビ							+		
イヌワラビ			4･4	2･1			+		
イワガラミ	1･1					2･2			+
イワシロイノデ				3･1					
ウスゲタマブキ						+			
ウワバミソウ				+			1･1	1･1	
エゾイラクサ			+						
エゾタチカタバミ								+	
オオシケシダ属の一種							1･2	+	
オオバクロモジ		1･2							+
オオヤマハコベ						+			
オクモミジハグマ							1･1		+
オニイタヤ					4･2				
オニドコロ					+				
クズ						2･2			
クマイチゴ			1･1	+			2･2	1･1	
ケチヂミザサ		+				+			
コクサギ								+	
タチツボスミレ	+					1･2			
ツタウルシ			+				+		
ツユクサ								+	
ツルマメ						+			
トリアシショウマ				+					
ニワトコ	+							+	
ノブドウ		+							
ハクウンボク					+				
ヒカゲイノコズチ					+		+	+	
フジ	2･2							+	
ホソバシケシダ			+	1･1					
マツブサ									+
マルバアオダモ									+
ミツバ						1･1			
ミツバウツギ							+		
ミヤマイラクサ							2･2	+	
モミジイチゴ	+								
モミジガサ			+	+				+	
ヤブマメ					+				
ヤマアジサイ				1･2					
ヤマイヌワラビ					1･1				
ヤマツツジ		+							
ヤマブキ	+								
ユキザサ									+
リョウメンシダ				+					

表 3-10　林床植生調査組成表（洞ヶ沢事業地区）

調査位置	洞ヶ沢事業区（スギ、カラマツ人工林）				
	スギ施業地		カラマツ施業地		カラマツ無施業地
調査年月日	2010/7/9		2010/6/11		2010/6/11
	残置列	伐採列	残置列	伐採列	―
調査面積 (㎡)	1×1	1×1	1×1	1×1	1×1
低木層の高さ (m)	0.8	―	2.0	―	1.1
低木層の植被率 (%)	50	―	60	―	40～50
草本層の高さ (m)	0.35	0.4	0.3	0.4	0.2
草本層の植被率 (%)	60～70	10～15	30	20～25	15～20
出現種数	7	9	12	8	22
低木層					
アワブキ	2･1				
サクラ属の一種			2･1		
クロモジ					2･1
サルナシ			+		
ススキ					
タチシオデ					+
タラノキ					
ハウチワカエデ					
ハクウンボク					
ホオノキ					
ツツジ科の一種					2･1
マルバアオダモ					
ミツバウツギ					
ムラサキシキブ	3･1				
ヤマツツジ			3･1		
草本層					
アワブキ	4･4				
イネ科の一種				1･1	
イワガラミ			+		+
ウラジロノキ					+
ウリハダカエデ			+	+	+
オクモミジハグマ				+	
キク科の一種	+				
クマイチゴ					
クロモジ					1･1
サクラ属の一種				+	
ササバギンラン				+	
サルトリイバラ		+	+	+	
シソ科の一種		+			
チゴユリ			+	+	
チヂミザサ	+	1･2			
ツユクサ	+	+			
ツルウメモドキ			+		
ハウチワカエデ			+		
ホソバナライシダ					1･1
ミゾシダ		+			
ミツバウツギ	+	1･2			
ヤマガシュウ		+			
ヤマツツジ			2･1		
ヤマハギ		+			
ヤマブキ		1･2			
ワラビ				2･2	

3.3.2　光環境調査

間伐作業が林床植生の減少につながることは明らかであるが、一方光環境の把握により、発芽、生長に寄与していることも示されている。

光環境の差異を把握すべく行った結果は以下のとおりで、定性間伐地より列状間伐地での効果が大きいことが確認された。

表 3-11　相対照度

施業区	間伐方法		相対照度		
			平均%	最小%	最大%
プロット1	列状間伐	伐採列	55.0%	53.5%	57.2%
		残存列	29.6%	21.4%	34.8%
プロット2	列状・定性複合間伐	伐採列	62.8%	60.6%	65.0%
		残存列	59.5%	47.4%	71.0%
プロット3	定性間伐	伐採列	2.6%	2.5%	2.8%
		残存列	5.5%	4.5%	6.8%
プロット4	定性間伐	伐採列	6.9%	6.4%	7.3%
		残存列	3.5%	3.1%	4.1%
スギ施業区	列状・定性複合間伐	伐採列	30.4%	29.1%	32.1%
		残存列	28.7%	28.2%	29.5%
カラマツ施業区	列状・定性複合間伐	伐採列	75.3%	70.6%	77.8%
		残存列	62.5%	56.4%	69.7%
スギ無施業地	間伐なし	対照区	2.4%	2.3%	2.5%
カラマツ無施業地	間伐なし	対照区	2.7%	2.6%	2.8%

なお、今後の参考として調査地の天空写真を撮影した（資料編参照）。樹冠部の空隙率を目安にできると光環境改善を目指した場合の間伐率、間伐（1 伐 2 残→2 伐 4 残など）の方法選択の一つの目安となると思われたからで、樹幹投影図と併せて利用することで、なお使い勝手があると思われる。

3.3.3　土壌浸食状況調査

土柱の有無、発達状況ほか目視観察による調査を行った。

調査結果は写真に示すとおりで、無施業地、残置列（林）に比べ、伐採列や集材地では土柱や細根露出が認められ、施業による影響と考えられるが、丸太土留めなど補助作業を必要と認められる調査区はなかった。全木・全幹集材地であっても古い枝葉などが残り、雨滴などによる侵食を防止していると考えられた。

鏡事業区ブロック1

土柱は目立つ。土柱は残置列に多く、発達している。伐採列にはスギの枝葉が多く残っており、表土の露出が少ない。

鏡事業区ブロック2

土柱は少ない。伐採列斜面下部の林道付近に多い。残置列では林床植生が多く、見付けにくい（確実なものがわからない）。

鏡事業区ブロック3

土柱は普通に目につく。あまり発達せず。林床に枯枝が多く、土の露出部は少ない。

鏡事業区ブロック4

土柱は目立つ。表土の攪乱が大きい。伐採列では林床植生、表土がなく、細根が露出しているところが多い。礫は斜面と平行しているものが多く、面的に流亡している様子がうかがわれる。

鏡事業区無施業地

土柱は少ない。林床にはスギ、広葉樹の葉が多く堆積している。土柱は木の根元の露出部に見られる程度で、高さも発達せず。

洞ヶ沢事業区スギ施業地

土柱は目立つ。調査地一帯に表土流亡が見られる。未伐木の周囲にも土柱が多い。伐採木周辺に水が流れたような跡が見られる（黒土が露出しているところもある）。

洞ヶ沢事業区
カラマツ施業地

土柱は少ない。林床にはカラマツの葉が堆積しており、表土の露出は少なく、攪乱は小さい様子。

洞ヶ沢事業区
カラマツ無施業地

土柱は少ない。林床にはカラマツ、広葉樹の葉が多く堆積しており、柔らかい。

3.4　まとめ

3.4.1　林床植生

伐採地（列）では集材作業と併せて低木層はなくなってしまうが、全木・全幹集材では少なく、短幹集材などでは多く、集材方法に差異があるものの草本層は残り、光環境の良化に伴い、発芽、生長が促進されることが示唆された。

残地列における低木・草本層の生育活性化は特筆され、公益的機能向上が図られると考えられた。

3.4.2　表土侵食

今回の調査結果では補助作業が必要と認められる調査区は見受けられなかったが、沢筋には補助作業として発生材を活用し、丸太土留等の設置を行うことがより効果的である。

3.4.3　今後の課題

今回調査は、前年度施行区における植生回復状況の把握を主に行ったことになる。施業前の状況把握は近隣無施業地で行い比較対象とした。洞ヶ沢地区において、施業前、施業中（直後）の状況を把握できた。後年（3～5 年後）に植生回復状況を把握することによって、より良い方向性を確認できると思われる。

4. おわりに

今後の展開も考慮した、実証事業の簡単な総括は下記のとおりである。

①　林地残材主体の木質バイオマス運送においては、チップ化せず枝葉や丸太のままの形状で、煽り付きなどのトラックで運送する方法が効率的である。運送コストがペイできる集荷範囲は、枝葉主体なら 10km 圏内、丸太主体なら 40km 圏内である。また丸太主体の木質バイオマスの材積・重量換算は、1ｔ＝1.23 ㎥と設定できる。

森林組合の木質バイオマス集荷改善努力により、地元資源主体で、当初想定した以上のペースでバイオマスの供給実績が計上されており、供給不足の懸念は当面考えられない。よって釜石地域に対するバイオマス供給の量的増加・広域化は、現在計画されているバイオマスガス化発電が実際に稼働すれば可能である。

②　釜石森組以外の、森林組合における木質バイオマスへの取組だが、遠野森組においては釜石地域への、水沢森組では地元施設への、林地残材主体の納入をはじめている。他の森林組合においては条件付きの取組となる気配であるが、林産現場や開発工事での支障木伐採現場において、枝葉・端材の処理には各組合とも頭を悩ませており、再造林や開発工事等の事業と抱き合わせのシステムを構築することで、木質バイオマスの新たな展開が図られる可能性がある。

③　間伐施業後の林地植生だが、一冬を越して総じて草本類が回復傾向にあり、無施業地

よりも間伐地が回復傾向が強い。また間伐残地列の低木層植被率が高いため、残地列から伐採列への種子提供等、生態回復効果も期待できる。生態回復効果には、間伐による光環境の良化も寄与していると考えられる。

ただし草本類の回復が比較的弱い全木・全幹集材地において、土柱や細根が露出していても土留め等の作業が不要なのは、かつての古い枝葉等の滞積で土壌侵食を防止していると考えられるため、バイオマスの効率的生産方法である全木・全幹集材を、同じ施業地で繰り返さず、列を変えて集材するなどの工夫が必要である。

④県内で最初の本格的な林地残材受入施設である（株）新日鐵釜石の火力発電所に対し、コスト面からみた集荷範囲が 40km 圏内と試算されたため、木質バイオマス需要によって林家所得を向上させ林業活性化に寄与するという図式を描くためには、

a　県内陸部における林地残材の受入が可能な木質バイオマス需要の開拓。

b　丸太や枝葉等、林地残材そのものの形状で受入が難しい場合、加工費や運送費を捻出し安定的に材料供給ができるような、他種の事業との組み合わせによるバイオマス供給体制の構築。

c　a，b が直接的に林家所得、林業活性化に結びつくような、林業生産システムとの連動強化。

が必要と考えられる。