高性能林業機械の効果的運用法の検討

松　村　哲　也
岐阜大学大学院連合農学研究科（信州大学所属）

目　次

緒　言 ……3
1　北欧・北米に始まった高性能林業機械化 ……3
2　わが国における高性能林業機械化の発展 ……7
3　本研究の背景と目的 ……9
4　引用文献 ……9
第１章　わが国における高性能林業機械導入の実態 …10
1-1．機種構成に注目した高性能林業機械導入状況……10
1-2．調査対象および方法 ……10
1-3．結果および考察 ……10
1-3-1．高性能林業機械の導入事業体数 ……10
1-3-2．機種別導入状況 ……11
（北海道地域）
（東北地域）
（関東地域）
（中部地域）
（近畿地域）
（中国地域）
（四国地域）
（九州沖縄地域）
1-3-3．複数機種の導入 ……13
1-3-4．まとめ ……15
1-4．引用文献 ……16
第２章　使用の実態と導入効果……16
2-1．聞き取り調査 ……17
2-1-1．高性能林業機械初心者への聞き取り調査……17
2-1-2．長野県内の高性能林業機械導入済事業体への機械使用状況聞き取り調査……17
2-1-2-1．信州上小森林組合の場合 ……18
2-1-2-2．有限会社今井木材の場合 ……19
2-1-3．聞き取り調査まとめ ……20
2-2．故障・不具合の実態に関するアンケート調査……20
2-2-1．高性能林業機械導入前 ……21
2-2-1-1．高性能林業機械を導入（購入）した動機……21
2-2-1-2．機種選択の理由 ……22
2-2-1-3．購入予算および購入代金の自己負担率……23
2-2-2．高性能林業機械導入後 ……23
2-2-2-1．機械の使い勝手・機能・性能 ……24
2-2-2-1-1．機械全体の使い勝手 ……24
2-2-2-1-2．操作方法に対する印象 ……24
2-2-2-1-3．気に入っている機能・性能があるか……25
2-2-2-1-4．気に入らない機能・性能があるか……26
2-2-2-2．期待していた能力を発揮したか ……27
2-2-2-2-1．期待していた能力を発揮した場面……27
2-2-2-2-2．期待はずれだった場面 ……28
2-2-2-3．機械の故障 ……28
2-2-2-3-1．機械の故障頻度に関する印象……29
2-2-2-3-2．年間の故障回数 ……29
2-2-2-3-3．故障によって機械を使用できなかった年間日数……29
2-2-2-3-4．最大連続不稼働日数 ……29
2-2-2-3-5．今後予想している年間不稼働日数……30
2-2-2-3-6．購入前に予想していた年額修理費用……30
2-2-2-3-7．１回の修理費用 ……30
2-2-2-3-8．今後用意している年額修理費用……30
2-2-2-3-9．よく故障する個所 ……31
2-2-2-3-10．修理の依頼先……32
2-2-2-3-11．故障に対する不満……32
2-2-3．将来への課題 ……33
2-2-4．アンケート調査のまとめ ……34
2-3．小括 ……35
2-4．引用・参考文献 ……36
2-5．付録 ……36
アンケート調査表　オペレータ向け
アンケート調査表　経営担当者向け
第３章　メインテナンスと故障の費用……42
3-1．調査対象 ……42
3-2．分類と集計の方法 ……42
3-2-1．補修作業の内容 ……43
3-2-2．補修発生動機 ……43
3-2-3．補修に要した金額 ……43

3-3. 結果 ……43
3-3-1. 補修作業の内容 ……43
3-3-1-1. 油圧系・油圧ホース類 ……43
3-3-1-2. フィルタ類 ……44
3-3-1-3. 一般油脂類 ……44
3-3-1-4. ボディ周り ……44
3-3-1-5. 電気系・センサ系 ……44
3-3-1-6. 送材系 ……44
3-3-1-7. 切断系 ……44
3-3-1-8. 燃料系 ……44
3-3-1-9. エンジン系 ……44
3-3-1-10. 操作系……44
3-3-1-11. グラップル周り……44
3-3-1-12. 走行系……44
3-3-1-13. その他……44
3-3-2. 補修発生の動機（理由） ……44
3-3-2-1. メインテナンス ……45
3-3-2-2. 故障 ……45
[故障―油圧系・油圧ホース類]
[故障―電気系・センサ系]
[故障―送材系]
[故障―ボディ周り]
[故障―切断系]
[故障―一般油脂類]
[故障―グラップル周り]
[故障―エンジン系]
[故障―操作系]
[故障―燃料系]
[故障―フィルタ類]
[故障―走行系]
[故障―その他]
3-3-2-3. 改造 ……45
3-3-2-4. 破損 ……45
3-3-3. 補修に要した金額 ……46
3-3-3-1. 補修工賃 ……46
（2万円超3万円以下の事例）
（1万円以下の事例）
（1万円超2万円以下の事例）
（3万円超4万円以下の事例）
（4万円超5万円以下の事例）
（5万円超6万円以下の事例）
（6万円超7万円以下の事例）
（7万円超8万円以下の事例）
（13万円超14万円以下の事例）
（14万円超15万円以下の事例）
3-3-3-2. 部品代 ……46
3-4. 考察 ……46
3-4-1. 補修作業の傾向 ……46
3-4-2. 現実的補修コスト削減策 ……48
3-5.引用文献……49
第4章　効果的な機械デザイン……49
4-1. ボディ外装塗色による災害予防効果 ……49
4-2. 色彩情報の取得と分析 ……50
4-2-1. 色彩情報の取得 ……50
4-2-2. RGB値のLMS値への変換と色覚特性の付加……50
4-2-3. 色覚特性を付加したRGB値のCIE-1976-L*a*b*値への変換と色差の算出 ……50
4-3. 結果および考察 ……50
4-3-1. LM錐体感度の変化と色彩分布の推移……50
4-3-2. 項目間の色差と効果的な塗色 ……51
4-3-3. 軽微な改良による機能の向上 ……56
4-3-4. 今後の課題 ……56
4-4. 引用文献 ……56
第5章　総合考察「高性能林業機械の効果的運用法」……56
5-1. 高性能林業機械の魅力 ……56
5-2. 不具合と情報の交流 ……57
5-3. 多用途に使用できる機械 ……58
5-4. 既存の機械の改良 ……58
結言……58
謝辞……59

和文要約

ハーベスタやプロセッサをはじめとする高性能林業機械を取り巻く社会的環境は，導入初期と現在とでは大きく変化している。森林に対する期待が，木材の生産から国土や生活環境の保全向上といった公益的機能へと変遷したことや，林業労働者の高齢化などがその例として挙げられる。

このように当初とは異なる状況の中で，高性能林業機械による機械化を次世代に向けた林業基盤技術のひとつとして位置付けた場合，現状における高性能林業機械の能力の正確な評価が重要な課題となる。これまで，こうした評価にあたっては理想状態もしくはある特定の作業事例における最高性能や生産性などの分析がなされる事が多く，また，方針として機械導入によってもたらされるメリットの追求が中心に据えられていたと言えよう。

しかしながら，とりわけ林業を取り巻く諸々の環境が厳しさを増している現在では，導入に伴って発生した悪効果や，機械の故障，維持管理費用など，普段表面化しにくいリスクやコスト，デメリットも含めた実

際の運用状況を明らかにする必要がある。

そこで本研究では，作業現場の実地調査，林業事業体に対する聞き取りやアンケート調査などの手法を用いながら高性能林業機械化の現況調査を進め，メリットだけでなくデメリットも含めた実際の姿を明らかにした上で，機械を効果的に運用する方策について考察をおこなった。

はじめに，全国の林業事業体における高性能林業機械の導入履歴を追跡し，地域的特長や導入機種の構成を調査した。これにより，高性能機械化の比率が最も高いのは北海道地域であることが確認され，また，中国四国地方ではグラップルローダおよびグラップルソーの装備率が高く，従来型機械による大型機械化が進展した現状にあり，今後はこれらの機械がプロセッサなどの高性能機械に取って代わられることが予想されるなどの結果を得た。そして，機能の異なる機種を複数組み合わせて用いる作業システム構成としては，調査対象の422事業体のうち高性能林業機械を1機種のみ導入している事業体が最も多く，全体の約54%を占め，次いで2機種を導入している事業体が約31%などとなり，高性能林業機械をほぼ全種類組み合わせていると考えられる5機種以上を導入した事業体は約1.4%，6社に限られ，高性能林業機械のみで構成された作業システムの構築は未だ進んでいない現状が明らかになった。

続いて，高性能林業機械の使用の実態と，機械の導入によってもたらされた効果について，オペレータ研修受講中の初心者，すでに業務に就いているオペレータ，機械を導入した事業体の経営担当者の，それぞれ立場の異なる3者に対して，聞き取りおよびアンケート調査を実施した。寄せられた回答からは普段表面化しにくい現場の声を集めることができ，機械の導入が新規就労者対策に効果的であることや，不意の故障に対する備蓄金額，故障頻発個所など高性能林業機械の運用にともなう不具合の事例に関する情報を集めることができた。

この聞き取りおよびアンケート調査によって得られた知見を基に，宮崎県林業労働機械化センター所管のリース向けプロセッサ13台について，機械導入時から記録された詳細な補修履歴を追跡し，機械の運用にともなって発生した補修作業の内容・補修発生動機・費用を分析した。これにより平常の機械維持に必要な費用および故障や破損など不意に発生した不具合の補修費用を明らかにすることができた。そして，高度な技術を必要としない軽微な補修が多く発生していることに着目し，こうした軽微な補修作業をユーザー自身が実施することによる機械運用にともなって発生する費用の抑制効果について考察した。

一方，既存の機械に対して軽微な改良を施すことで，機械の持つ機能を増加向上させ得ることの事例として，機械の外装カラーデザインを採りあげた。個人の色覚特性によっては機械の視認性が低下し，色彩による災害防止機能が十分に発揮できない現状のデザインに対して，白色による縁取りなど無彩色による境界域を追加することで，視認性の確保，安全性能の向上，色覚バリアフリー化が成し遂げられることを示した。

これらの調査結果および得られた知見を基に，高性能林業機械化を進める際のリスクマネージメントの必要性について考察し，失敗を避ける具体的な方策として，機械の不具合や，それに対する対処策，改善事例など，ユーザーが互いに経験を交換できる情報共有の場の創設，伐倒などの主たる用途以外の場面にも転用できる機械の選択および開発の促進，そしてカラーデザインの変更など既存の機械の改良促進を提言するに至った。

緒　言

1　北欧・北米に始まった高性能林業機械化

現在わが国で高性能林業機械と称される大型林業機械として，プロセッサ（写真1），ハーベスタ（写真2），フォワーダ（写真3，4），タワーヤーダ（写真5，6），スキッダ（写真7，8），フェラーバウンチャ（写真9）の6機種が挙げられ，上述6機種以外にもフェラーバウンチャーのバリエイションとして捉えられるフェラースキッダ，プロセッサにおけるデリマやグラップルソー（写真10），また材の掴みと移動の機能しか持たないグラップルローダ（写真11）も高性能林業機械に準ずる取り扱いを受ける。しかしながら厳密にどのような機械が高性能林業機械であるかという分類定義は明確ではない。従来1機能ずつ複数の機械に分割されていた複数の機能を1台の機械でまかなえるようにした多工程処理機能を以って高性能林業機械の要件とする向きもあるが，スキッダの機能のように，これとて明確な定義要件とは言えない。

こうした高性能林業機械類の起源を遡ると，最も古い部類のものとして1910年頃北米大陸に普及を見

写真1　プロセッサ（イワフジ GP35型）

写真2　ハーベスタ（イワフジ GF35型）

写真5　タワーヤーダ（イワフジ製　T40林内トラクタ搭載　小型　架設時）

写真3　フォワーダ（大型　クローラ駆動）

写真4　フォワーダ（中型　低圧タイヤ駆動）

写真6　タワーヤーダ（及川自動車製　小型　収納時）

写真7　スキッダ（キャタピラー三菱製　大型　クローラ駆動）

写真 8　スキッダ（イワフジ製　T30型　小型　低圧タイヤ駆動）

写真 9　フェラーバウンチャ（三菱製　回転鋸歯搭載）

写真10　グラップルソー（イワフジ製　※写真はイワフジ製品カタログより）

る蒸気機関車に無限軌道を履かせたものを牽引機として使用したハウリング・スキッディングシステム（写真12）に行き当たる。これらは現代におけるフォワーダもしくはスキッダの原型とも言えよう。この後，蒸気機関車を原型とする牽引機はガソリンエンジンやディーゼルエンジンのような内燃機関を備えたいわゆる「トラクタ」へと進化し，内燃機関自動車の進歩とともに，幹材運搬を行う運搬用自動

写真11　グラップルローダ（イワフジ製）

写真12　ハウリング・スキッディング（1913年製　※Tracks in the Forest より）

写真13　フォーク式ログ・ローダ（スカンジナビア　※ Tracks in the Forest より）

車「トラック」が運材機械の中心を担うようになる。

1922年カナダ・バンクーバのヘイズ・アンダーソン社から林業用運搬トラックが発売されたが，このトラックを機にトラック自装の機構による材の積み込み作業の機械化が本格的な展開を見せた。当時の積み込み装置はウインチによるクレーン装置であり，現在のようなグラップルローディング機構からは程遠いものであった。一方，1930年代には材の集積場に集められた幹材を取り扱い，トラックなどの運搬機械に搭載するための機械としてクローラトラクタにローディングアームを搭載した車両（写真13）が北欧で稼動をはじめ，現代におけるグラップルローダの祖と言える形態が登場した。しかしながら，これらの内燃機関による運材手段に一気に取り替わら

れたわけではなく，畜馬力によるソリ運材，蒸気機関による牽引車など旧来の手法も用いられ，鉄道軌道上を走行するトラックや現代におけるブルドーザに似たキャタピラ大型トラクタ上に規模の大きなウインチを搭載した牽引車など従来型の機械の機能を折衷した形態の機材も多く用いられていた。

この1930年代には，人力による作業がほとんどを占めていた伐木造材作業において，北米地域での伐木造材従事者の払底を機に動力鋸やチェーンソーの導入が始まり，斧や手挽鋸といった人力に頼った道具類の機械化が始まった。チェーンソーの要のひとつと言えるソーチェーン自体は17世紀から炭鉱の採掘作業現場で用いられていたものであり，新規な機材ではなかったが，用途の拡大に伴って多くの特許の取得が行われるなどソーチェーン自体の改善が進んでいた。一方で，もうひとつの要である動力機構については比較的進歩が遅く，1900年代初頭からいろいろな機材が開発され，電気モーターや空気圧を用いるもの，また，切断機構にチェーンソーの採用をやめて電熱線を用いたりドリルで穴を掘って抜倒するものなど多様な製品が産み出されたが，ガソリンエンジンを搭載し，水平方向にソーバーが位置する，現在のチェーンソーの原型といえる構造を備えた伐木造材用機械が定着したのは1930年代末のドルマー，スティールなどドイツ系メーカーによる製品まで待つこととなった。

高性能林業機械の備えている機能の基礎はこの1920～1930年代に確立することとなった。しかし，これらの機械技術の進展は1940年代初頭から始まる第二次世界大戦によって殆ど中断することとなる。戦争を機として，高性能ディーゼルエンジン，小型ガソリンエンジン，プラスティック，油圧機械など林業機械化に有効と考えられる各種の新技術が開発されたが，これらの技術はまず農業用トラクタをはじめとする農業用大型機械に投入され，開発された新型農業機械が後の林業機械へ大きな影響を与えることとなった。この1940年代後半に生まれた特筆的な林業機械として，タワーヤーダの原型，伐木用大型回転鋸刃を搭載したツリーフェラーの原型，伐木用油圧ハサミ，そして枝払いを目的としたデリマ装置，また，わが国ではあまり需要の無い機械であるが，樹皮を除去するデバーキングマシンが挙げられる。

1950年代を迎え，林業機械に対して本格的に新技術が反映されるようになった。この1950～1960年代は欧米における大規模林業機械化の発展期とも言え，

写真14　初期の車載型グラップルローダ（Prentice製　※ Tracks in the Forest より）

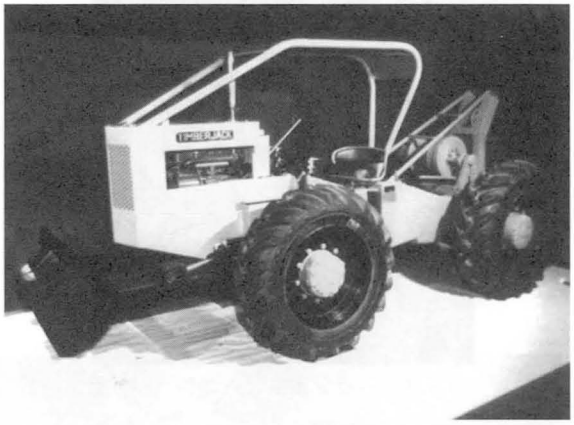


写真15　Timberjack 林内トラクタ（1961年　※ Tracks in the Forest より）

現在見られるような高性能林業機械の原型ともいえる機械が多数開発された。この時期に見られた大きな革新はチェーンソーの小型化に始まる。マッカラーによる小型２サイクルガソリンエンジンを搭載した１人用エンジンチェーンソーに代表される小型チェーンソーは伐木造材の現場から手挽鋸を一掃し，伐木造材作業現場へ爆発的な普及を見せた。これまで長い間人力作業が主であった伐木および造材作業にチェーンソーによる機械化がもたらされた事で，伐木作業同様に人力に頼っていた短幹材の積み込み作業が次なる機械化のターゲットとして注目され，トラック搭載型油圧式グラップル装置が生み出された（写真14）。また，同時期にベースマシンとなる車両機構について，農業用トラクタの開発で発展した技術をもとに，ゴムタイヤを走行装置に採用した林業用トラクタ（写真15）の開発が盛んにおこなわれ，後に長く作りつづけられる Timberjack 林業用ホイールトラクタの誕生に至った。

こうして，1950年代末までに，フォワーダ，ス

写真16　Rudi Vitによるフェラー・バウンチャ（※ Tracks in the Forestより）

写真17　スンズシステム（1960年代　※ Tracks in the Forestより）

キッダ，タワーヤーダ，といった機械については現在と基本的に同様の機械が生み出され，グラップル，ツリーフェラー，デリマ，デバーキングマシンといった，後にプロセッサ，ハーベスタの基礎となる機械の開発が進んだ。

1957年から1960年代後半にかけて，現在の高性能林業機械の中心であるプロセッサ，ハーベスタの原型となる機械の開発が盛んに行なわれた。伐倒～伐出～枝払い～皮剝～玉切～積込～搬出～集積～運送～製材と続く一連の作業工程のうち，伐倒についてはチェーンソーが，伐出はスキッダ，フォワーダ，トラクタ，あるいはタワーヤーダが，枝払いはチェーンソーもしくはデリマが，皮剝はデバーキングマシンが，玉切はチェーンソーが，積込はグラップルが，搬出はフォワーダが，集積はグラップルが，運送はトラックもしくは鉄道が，という様に各段階を受け持つ機械力の整備が進むにつれて，次にはこれら単独で存在していた処理工程を一気に複合して処理することが可能な機械の開発が望まれるようになった。1957年にケベック在住の技術者Rudy Vitが考案した複合的処理システムでは，ボンバーディアHDW型トラクタ上にフェラー・バウンチャ機構を搭載し（写真16），伐倒と同時に荷台に積載し，土場まで伐出した上で，土場に設置した据置型プロセッサに運んできた全木材を供給する。据置型プロセッサはセットされた全木を枝払いし，皮を剝ぎ，直径と材長を電気センサによって測定し，適切な長さで玉切した上で指定の場所へ集積を行う。このような処理システムはいくつか製作され，こうした据置型プロセッサの一例であるスンズ社製の製品（写真17）が後に日本に試験的に導入され，これが日本における高性能機械化の始まりとなる。しかしながら据置型プロセッサが用いられた時期は長くなく，次第にフェラーバウンチャと同様に車両系機械に搭載して自走式とし，また，フェラーバウンチャにプロセッシング機構を持たせて1台の機械とした，現在のハーベスタと同様の構成へと開発が進むこととなる。

ハーベスタ，プロセッサ機構の開発が進む一方で，スキッダ，フォワーダ，トラクタなどの先行して開発が進められてきた車両系機械はより洗練が進み，ハーベスタ，プロセッサ機構を搭載するベースマシンとしての能力も高まった。

1970年代前半には，現在見られるプロセッサ，ハーベスタ，フォワーダ，タワーヤーダ，スキッダ，フェラーバウンチャの6種高性能林業機械の姿はほぼ確立することとなり，以降現在まで，機構のさらなる洗練，また，機能の複合化のバリエイションや機械の小型化が追及されている。そして1980年代を経て，進んだコンピュータ技術が林業機械にも応用され，より一層簡単に取り扱える操作機構や作業安全性の向上，そして環境保護意識の世界的な高まりとともに環境へ与えるインパクトの小さい機械の開発がテーマとなった。一方，従来機械化が見過ごされてきた林業作業に対する機械化の検討もはじまり，下刈，地拵，植付といった作業に対応した機械の開発，従来型ベースマシンでは到達が不可能だった急傾斜地での作業にも対応した多脚歩行型機構（写真18）をはじめとする各種の研究が進められている。[1]

2　わが国における高性能林業機械化の発展

1967年にアメリカ製ツリーフェラーの導入検討，1970年にスウェーデン・スンズ社製据置型プロセッサシステム「スンズシステム」が導入，1972年にはアメリカ製ブッシュコンバインの導入，と1960年代

写真18　多脚型歩行機構付ハーベスタ（Plustech 社製　※ Tracks in the Forest より）

写真19　デルピス号（最終期モデル）

後半から1970年代前半がわが国における高性能林業機械化の幕開けの時期であった。こうした機械類は，国有林を舞台に導入が行なわれたが，これはチェーンソーの長時間使用による振動障害，いわゆる白蠟病が多発，深刻化していたため労働衛生環境の改善の観点から，作業者が振動機材に触れる時間を短縮することが望まれたことがきっかけであった。処理能力が高く，かつ省力化と労働安全につながる機械としての試験研究が行なわれ，国産化やわが国の林業作業現場の状況にあわせた機構改善が図られ，1975年頃には，油圧グラップル装置と玉切用チェーンソーを複合化させた造材用機械であるグラップルソーの国産化も実現した。しかしながら，北欧，北米地域と異なり地形の急峻なわが国の林業作業現場では，斜面傾斜の強さ，車両系機械の通行に必要な林道が未発達であったことから，欧米で用いられた大型機械がそのまま普及することは困難であった。

わが国の作業現場に適合した機械の開発および普及の経過を眺めると，欧米における高性能林業機械化の進展経過と同様に，後にフォワーダ，スキッダ

写真20　リョウシン号（低圧タイヤ　六輪駆動モデル）

へと発展する車両系運材機械がその口火を切っている。1960年代半ばに従来の人力もしくは畜馬運材の代替となるべき幅員の狭く急峻な林道にて走行が可能な小型森林作業車として排気量360cc の小型ガソリンエンジンを搭載した三輪駆動車デルピス号（写真19）が開発され，1975年には四輪駆動車リョウシン号が誕生した。リョウシン号はその後現在までグラップルローダの装備，六輪駆動化，多輪操舵機構の搭載など多くの改良が施され，タワーヤーダのベースマシンにも発展するなど，高性能林業機械化における車両系ベースマシンとして全国に普及を見せている（写真20）。また，1960年代には，後にスキッダへの発展に繋がった小型林内作業車もゴムタイヤ走行装置とアーティキュレート式操舵装置を備えたものが国産化され，主に国有林の緩傾斜地に導入された。

一方，集材作業においては，従来型の集材機による架線集材が中心を占めていたが，伐採面積の縮小化とともに，小面積作業に対応した架線系機械としてタワーヤーダの原型となる機材の開発も行なわれ，ホイールクレーンや自走式集材機などが誕生した。しかしながら，現在見られるタワーヤーダの機構的特長であるインターロッキング機構の搭載には至らず，大きく普及することもなかった。

1960年代半ば～1970年代のこの時期には土木機械の開発，改良が盛んとなり，中でもブルドーザ，バックホーは林道開設作業の中心を担う機材として林業作業現場へ導入が進んだ。キャタピラ走行装置をそなえたこれらの土木系機械は傾斜のきついわが国の林道走行に高い能力を発揮し，以降，ブルドーザは後にスキッダの発展に大きな影響を与え，バックホーは伐木造材系機械のベースマシンとして多用されることとなった。

欧米の高性能林業機械が農業トラクタや軍用トラックを祖としてゴムタイヤ走行装置を備えた車両

をベースマシンとして発展してきたのに対して，わが国ではキャタピラ走行装置を備えた建設用バックホーがベースマシンとして多用されたのは特徴的である。

1982年の北海道におけるハーベスタの第1号機の導入を皮切りに，1980年代に入り，現在見られる高性能林業機械とほぼ同じ機能，機構を備えた機械類の導入が始まった。1988年までに6機種の高性能林業機械が合計23台導入されたが，このうち半数以上が広大かつ傾斜の緩い地形的特長を持つ北海道の事例であった。以降，高性能林業機械の普及台数は増加を続け，北海道および九州地方を中心として1999（平成11）年3月現在1961台を数えることとなった。この間現在に至るまで，各種高性能林業機械はコンピュータ技術を応用しながら国産化，小型化を中心とした改良が進み，作業精度の向上と操作の簡略化が図られている。[2,3,4,5]

3 本研究の背景と目的

欧米における高性能林業機械の開発が大きな勢いを持って進められた1960年代，そして日本において高性能林業機械への要求の高まった1960～1970年代はいずれもパルプ用材や住宅建設用材への需要の高まりから木材の大量供給が望まれていた。こうした社会背景の中，木材の大量供給を目指して高性能林業機械を含めた各種の機械化が推進されてきたが，現在まで約40年を経過するうちに諸々の社会情勢も変遷を見せ，とりわけわが国においては，外国産材の輸入自由化や住宅建設作業の変化，プラスティック製品の普及など木材離れ，国産材離れを促す要因が増え，高性能林業機械開発の当初の主目的であった木材大量生産への要求は姿を消すこととなった。

国産材価格の暴落と国産材離れが既に定着してしまった1990年代から現在まで，高性能林業機械化の効果として作業コストダウン性能や労働力不足の補塡が注目されることとなった。また，需要の無いまま蓄積が進み，早期の間伐を必要とする林分が増加していることから，間伐作業を省コスト化するための方策としても期待されている。一方，自然環境に対する国民の意識と関心の高まりから，森林そのものの位置付けも木材生産の現場としての扱いから公益的機能を発揮するための基盤へと変化し，木材生産を実行する際にも自然環境をかく乱しないことが強く求められるようになった。

この間，行政機関，林業機械メーカー，大学や研究所など学術機関，機械のユーザーである林業事業体などあらゆる方面から関係者が集い，「林業技術」誌や「機械化林業」誌，「山林」誌などの林業関係誌をはじめとする各種出版物，また日本林学会や森林利用学会といった諸学会において，折々の新製品の紹介，機能性能の分析，また，機械を使用した施業事例などの報告がなされ，高性能林業機械の先進地とされる北欧諸国への技術視察なども盛んに行われている。

本論文では，高性能林業機械開発当初とは異なる現在の社会背景の中，次代に向けた適切な森林整備を実行する基盤技術のひとつとして高性能林業機械化を位置付けた場合，現在普及している高性能林業機械を評価するにあたって，従来多く見られた，理想状態における機械の最高性能のみを，また，一特定作業環境における事例的生産性評価を行うなど高性能林業機械の導入に対してポジティブな立場視点からの分析のみならず，高性能林業機械の導入によってもたらされるデメリットや故障発生事例，恒常的に発生する機械の維持管理コストなど普段表面化しにくい点も含めた実際の運用状況を明らかにする必要があると考え，作業現場実地調査，林業事業体に対する聞き取り，アンケート調査などの手法を用いながら高性能林業機械の運用現況調査を進め，高性能林業機械の実際の姿を明らかにした上で，これら機械を効果的に運用する具体的方策について考察を行った。

4 引用文献

(1) DRUSHKA, K., KONTTINEN, H. (1997) Tracks in the Forest. Timberjack Group Oy. Finland. 254pp.
(2) 大河原昭二　編（1991）現代の林学4：林業機械学．240pp．文永堂出版株式会社，東京
(3) 機械化林業（1999）林業機械化推進検討会報告書．機械化林業 No.552：6-16.
(4) 松木聡（1999）平成10年度林業機械の保有状況について：林野庁技術開発推進室．機械化林業 552：23-42.
(5) 林業機械化推進研究会　編（1991）機械化のビジョン．177pp．㈳全国林業改良普及協会，東京

第1章　わが国における高性能林業機械導入の実態

1-1. 機種構成に注目した高性能林業機械導入状況

ハーベスタ，プロセッサなどの高性能林業機械の保有台数は2000年3月末現在で対前年度比107%の増加を示し，2,104台に至っている[2]。新規導入だけでなく，初期に導入された機械の老朽化や償却を原因とする更新事例もみられるようになり[5]，高性能林業機械化はもはや試験的導入期を過ぎて定着期に入ったといえる。一方で，2000年4月に改定発表された「高性能林業機械化促進基本方針」では，用材生産を主とした従来の林政方針から森林環境機能の発揮促進へとの転換を受け，高性能林業機械のあり方も非皆伐施業をはじめとする環境負荷の低いスタイルに合致したものが期待され，小型化をはじめとする新たな方向への進展方針が示されている。同時に林家の経営不振などに起因する機械更新の停滞や遊休傾向も指摘されている。[7]

こうした状況の中で，今後の高性能林業機械を組み入れた効果的な林業作業システムの構築に資することを目的として，林業事業体の機械導入履歴の追跡を行い，地域的特徴および異機種組合せパターンを抽出した上で高能林業機械導入事業の機種構成に注目した導入状況の考察を試みた。

1-2. 調査対象および方法

平成9年度労働省・全国森林組合連合会によって実施された「林業事業体の退職金制度に関する調査」[4]の結果を基に高性能林業機械導入実績の分析をおこなった。全国40道府県の素材生産業者や森林組合など1,211林業事業体が対象であり，その構成は森林組合54.3%，会社組織31.0%，個人経営8.5%，協同組合および任意団体2.6%，第三セクター0.5%，その他0.2%，事業形態不明0.3%であった。

これら1,211事業体について高性能林業機械導入実績の有無と導入機種構成から地域，導入機種，導入機種数ごとの分類を行い，複数機種を導入している事例については，その組合せパターンを分類した。

なお，高性能林業機械としては，ハーベスタ（HV），フェラーバウンチャ（FB），プロセッサ（PC），グラップルソー（GS），タワーヤーダ（TY），フォワーダ（FW），グラップルローダ（GP）計7機種を取り扱い，この他の機種を「その他（Otr）」として区分した。グラップルソーおよびグラップルローダはいわゆる高性能林業機械には含まれないとされるが[3]，グラップルソーは現在も保有台数が増加する傾向が続いていること，グラップルローダは他の高性能林業機械と連携して作業システムを構成する事例が多く見られることから集計に加えた。

なお，都道府県の地域分類および高性能林業機械を含む林業機械保有台数は平成10年林野庁発表資料[3]に拠った。

1-3. 結果および考察

1-3-1. 高性能林業機械の導入事業体数

調査対象事業体のうち，種類を問わずなんらかの高性能林業機械を導入したと回答した事業体数は422で回答事業体総数1,211に対する比率（事業体機械化比率）は34.9%であった（表―1-1）。

本報告に用いた「林業事業体の退職金制度に関する調査」が行われた1997年度末の時点で，全国の高性能林業機械保有台数は1,727台を数えており，グラップルローダの保有台数については不明であるが，判明しているグラップルソー477台を加えると2,204台に至る[3]。表―1-1の結果は，事業体数の面からも高性能林業機械の普及が進んでいることを示して

表―1-1　調査対象事業体数と高性能林業機械導入事業体数

	全数	導入事業体	HV	FB	PC	FW	TY	GS	GP	Otr
北海道	160	82	24	7	32	6	0	20	56	5
東北	233	86	8	1	20	21	7	12	57	7
関東	114	37	2	1	10	13	7	1	25	6
中部	267	65	1	1	15	5	10	13	44	11
近畿	114	22	0	0	5	1	2	4	15	4
中国	116	51	0	1	7	10	6	21	30	7
四国	84	34	0	0	11	3	6	3	26	3
九州沖縄	123	45	13	0	25	8	15	6	19	6
全国	1,211	422	48	11	125	67	53	80	272	49

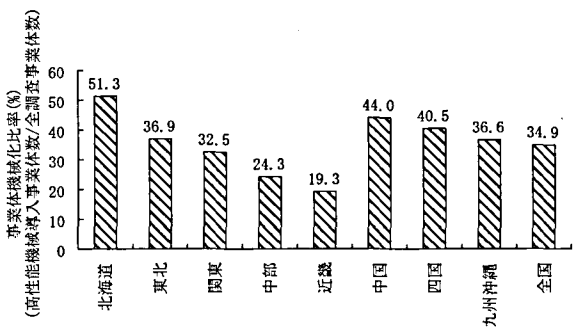
いる。

事業体機械化比率を地域別に見ると，最も高いのは北海道地域で51.3%，ついで中国地域44.0%，四国地域40.5%，東北地域36.9%，九州沖縄地域36.6%，関東地域32.5%，中部地域24.3%，近畿地域19.3%となった（図—1-1）。

北海道地域が高性能林業機械の作業適地でありかつ先駆的普及地域である状況を裏付けているといえる。しかし，もう一方の高性能林業機械化先進地とされる九州沖縄地域の事業体機械化比率は，中国地域や四国地域を下回る結果となった。

そこで，導入済み機械の台数に注目すると，調査対象事業体と高性能林業機械導入を回答した事業体数の比は中国地域116：51，四国地域84：34，九州沖縄地域123：45であるが（表—1-1），1997年度末におけるグラップルローダを除いた各県別の高性能林業機械保有台数は，中国地域208台（うちグラップルソー118台），四国地域125台（18台），九州沖縄地域510台（72台）であり[3]，九州沖縄地域の保有台数が際立って多い。したがってこれらのことから，九州沖縄地域では1事業体あたりの高性能林業機械保有台数が多いことが推察される。また，グラップルソーおよびグラップルローダの導入状況の差が考えられる。

なんらかの高性能林業機械の導入を回答した事業体422のうち，グラップルソーおよびグラップルローダの導入を回答した事業体数の比率は，中国地域約41%（GS）・約59%（GP），四国地域約9%（GS）・約77%（GP）・九州沖縄地域約13%（GS）・約42%（GP）であり，中国地域で比率の高いグラップルソー，四国および中国地域で比率の高いグラップルローダの導入事例が中国および四国地域における事業体機械化比率を引き上げる結果になったと思われる。



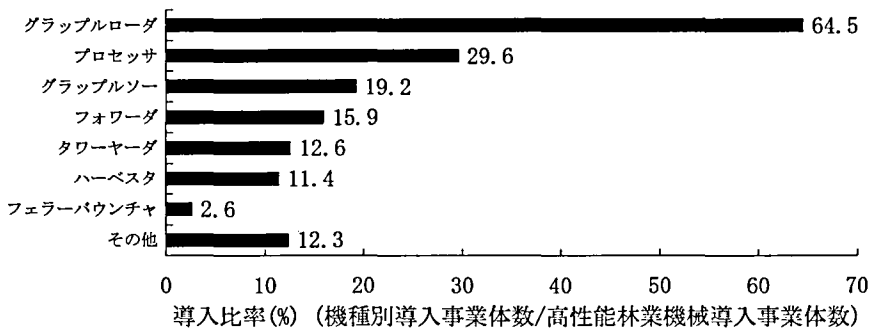
図—1-1　高性能林業機械による事業体機械化比率

1-3-2. 機種別導入状況

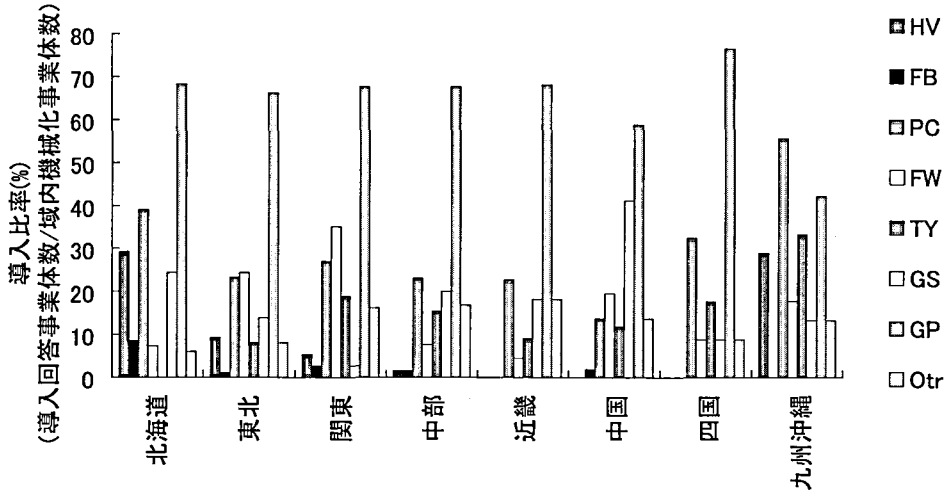
機種別の導入状況については，グラップルローダを導入しているとする回答を寄せた事業体が最も多く，機械導入事業体422に対して64.5%を数え，以下プロセッサ29.6%，グラップルソー19.2%，フォワーダ15.9%，タワーヤーダ12.6%，ハーベスタ11.4%，フェラーバウンチャ2.6%，その他12.3%となった（図—1-2）。グラップルローダの導入比率が高い要因として，価格の低さと人力作業低減効果の高さ，機械としての成熟度が高く性能が安定していることなどが考えられる。

各機種別の導入状況をさらに地域別に示す（図—1-3）。

（北海道地域）　北海道地域ではグラップルローダの導入比率が最も大きく68.3%，ついでプロセッサ39.0%，ハーベスタ29.3%，グラップルソー24.4%，フェラーバウンチャ8.5%，フォワーダ7.3%，タワーヤーダ0%となった。グラップルローダを除くと，プロセッサ，グラップルソーといった造材系の機械およびハーベスタ，フェラーバウンチャといった伐木系機械の比率が高い。運材系のフォワーダが7.3%と奮わないが，今回取り扱わなかったスキッダと保有台数で比較すると，北海道地域ではスキッダがフォワーダの台数を4倍上回っている[3]。スキッダを使用した全木もしくは全幹による地引き型の作業が多いことからフォワーダの選択が避けられたものと考えられる。また，フェラー



図—1-2　高性能林業機械機種別導入比率（全国）



図―1-3　機種別導入状況（地域別）

バウンチャの保有台数が減少傾向にあり，今後はより高機能なハーベスタへと更新が進むと予想されているが[3,6]，導入事業体数の面でもフェラーバウンチャの導入比率は減少してゆくものと思われる。

（東北地域）　東北地域もグラップルローダの導入比率が最も高い。伐木系機械の導入が低い一方で運材系機械としてフォワーダを選択したものが約24%と高い。保有台数の面からも東北地域はフォワーダの台数が多く，在来型林業機械の保有台数でもとりわけ岩手県は小型運材車の保有台数が多い[3]ことから，北海道に見られるスキッダを用いた大規模な全木もしくは全幹運搬システムとは異なり，簡易な路網における小規模の積込型車両系機械を用いた短幹材運搬システムの定着，そして基盤整備の進展によってフォワーダを使用したシステムへと展開している様子がうかがえる。

（関東地域）　関東地域でも東北地域と同様にフォワーダの比率が高い。また，タワーヤーダの比率が約19%となり，積込型車両系機械による運材方式とともにタワーヤーダによる小規模架線方式が採用されていることがうかがえる。

（中部地域）　伐木系機械の比率が低いが，急峻な地形が多いこの地域では長野県地方の一部カラマツ林施業地を除いてハーベスタなどを用いた作業の適地が少ないことが理由として挙げられよう。一方タワーヤーダに注目すると比率で約15%，保有台数でもあまり奮わないが，国内で最も集材機の保有台数が多い地域である[3]ことから，今後は間伐への需要増加および林道など条件の整備の進展に連れて，従来集材機が担ってきた位置をタワーヤーダが占めていくと考えられる。

（近畿地域）　近畿地域も伐木系高性能林業機械の適地が少なく，道路条件が厳しいことからフォワーダなどの運材系高性能林業機械にとってまだ不向きであることがうかがえる。この地域も簡易な作業道を中心とする小型運材車と集材機の保有台数が多く[3]，稼働条件整備の展開に応じてフォワーダおよびタワーヤーダの増加が予想される。

（中国地域）　中国地域における特徴的な点はグラップルソーの導入比率の高さである。導入台数自体でも北海道地域を上回る。同様の機能を提供する造材系機械としてプロセッサがあるが，プロセッサの比率は約14%と全国で最も低い。当初プロセッサが使用できないパルプ用広葉樹の取り扱いが多かったことや機械の価格差が要因だと思われるが，プロセッサの改良と価格の低下によって今後グラップルソーがプロセッサに置き換わると予想される。

（四国地域）　グラップルローダの導入比率が他地域に比較しても最も高く，造材系機械および運材系の比率も高い。ハーベスタ，フェラーバウンチャなどの伐木系機械はともに0%であり，伐木作業についてはチェーンソー作業で行う状況がうかがえる。

（九州沖縄地域）　沖縄県からの高性能林業機械の導入に関する回答はタワーヤーダ1件のみであり，集計結果のほとんどは沖縄を除いた九州地域におけるものである。台風風倒木の処理を契機にプロセッサの導入が早くから進んだ地域であり，プロセッサの導入比率はグラップルローダよりも高い。フェラーバウンチャ導入事例はないが伐木，造材，運材と各工程における高性能林業機械の導入が進んでいる。タワーヤーダの比率が高く，高性能林業機械を導入した事業体のうちの1/3がタワーヤーダを保有していることになる。北海道地域と同様に高性能林業機械の導入開始時期が早かったことから早期導入

機械の老朽化が懸念される。

1-3-3．複数機種の導入

導入した機械の種類数を追跡した。最も多いのが単一種類導入の228事業体で比率にして54.0%，そして2種類導入30.8%，3種類導入となると10.2%となり，4種類導入3.6%，5種類導入1.0%，最大の6種類導入が0.5%であった（図―1-4）。

異なった機能を持つ複数種の高性能林業機械を組み合わせて使用することで，より一層の生産性向上が期待されるが，それぞれの機械が高価なこと，地形や林道整備状況などによって適用が制限されることもあることから，すべての作業工程を高性能林業機械で処理することは簡単ではない。今回の調査においても，いずれか1機種のみを導入している，とした回答が半数を超えている。しかもその内の半数以上が選択した機種はグラップルローダであった（図―1-5）。これは価格の安さ，機械の成熟度の高さ，および扱う樹種や木材の利用形態を問わず導入が可能なこと，木材を掴み，移動，集積させる作業の機械化が効果的であること[1]が要因として考えられる。

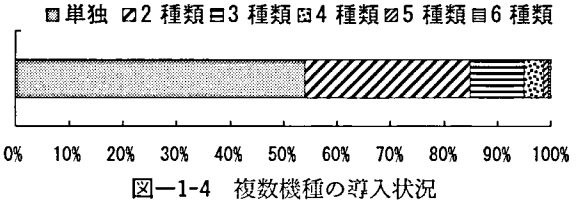
1機種のみ単独で導入された事例が最も多いのは，前述のようにグラップルローダであるが，129事業体を数えた。次いでプロセッサ25事業体，グラップルソー20事業体，タワーヤーダ12事業体，フォワーダ10事業体，ハーベスタ9事業体，フェラーバウンチャ1事業体，その他22事業体であった。

2種類の機械を導入している事業体では，2種類のうちのいずれかに選択した機種としてグラップルを回答した事業体が90と最も多く，プロセッサ58事業体，グラップルソー40事業体，フォワーダ27事業体，タワーヤーダ17事業体，ハーベスタ16事業体，フェラーバウンチャ1事業体，その他11事業体となった（図―1-5）。2種類の高性能林業機械の導入組合せパターンでは，PC-GPの組合せが33事業体と最も多く，GS-GP18事業体，PC-GSおよびFW-GPが14事業体，HV-GPが10事業体などとなった（表－1-2）。単独機種の導入においては25事業体に過ぎなかったプロセッサも，二種類導入事例の中ではいずれかにプロセッサを選択した事業体が58と急

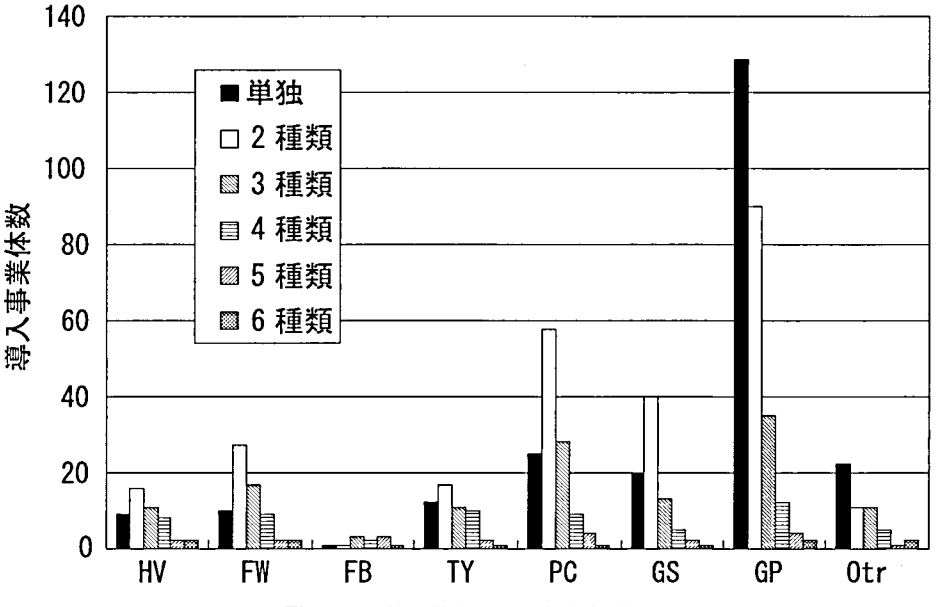
表―1-2　2種類組合せパターン

	HV	FB	PC	FW	TY	GS	GP	Otr
HV	＊＊							
FB	0	＊＊						
PC	1	1	＊＊					
FW	2	0	4	＊＊				
TY	1	0	4	3	＊＊			
GS	2	0	14	3	2	＊＊		
GP	10	0	33	14	7	18	＊＊	
Otr	0	0	1	1	0	1	8	＊＊
計	16	1	56	21	9	19	8	

数値は事業体数



図―1-4　複数機種の導入状況



図―1-5　複数機種導入の機種構成

増し，PC-GPの組み合わせで最も多い。GS-GPの組み合わせは主に製材業を中心としていたことから，材木の玉切り用してと推察される。

3種類の機械を導入している事業体では，3種類のうちのいずれかに選択した機種としてグラップルローダを回答した事業体が35と最も多く，プロセッサ28事業体，フォワーダ17事業体，グラップルソー13事業体，タワーヤーダ11事業体，ハーベスタ11事業体，フェラーバウンチャ3事業体，その他11事業体となった（図—1-5，表—1-3）。導入組合せパターンでは，PC-FW-GP，PC-TY-GPおよびHV-PC-GPの組合せが5事業体，HV-FW-GPが4事業体，PC-GS-GP，PC-GP-Otrが3事業体，HV-GS-GP，PC-FW-TY，PC-GS-Otr，FW-TY-GP，FW-GS-GPの組合せが2事業体などとなり（表—1-3），特に際立ったパターンは存在しないが，伐木：造材：集積，造材：集積：運材，架線集材：造材：（トラックなどへ）積み込み，といった作業の連携をグラップルローダが補佐している形態がうかがえる。また，HV-PCの組み合わせに注目すると，ハーベスタにもプロセッサに近い造材能力が備わっていること，それほど価格差が大きくないことから，プロセッサの替わりにハーベスタを導入するというハーベスタの造材能力を重視した導入方針が存在していると推測される。

4種類の機械を導入している事業体では，4種類のうちのいずれかに選択した機種としてグラップルローダを回答した事業体が12と最も多く，タワーヤーダ10事業体，フォワーダおよびプロセッサ9事業体，ハーベスタ8事業体，グラップルソー5事業

表—1-3　3種類組合せパターン

パターン								事業体数
HV		PC				GP		5
		PC	FW			GP		5
		PC		TY		GP		5
HV			FW			GP		4
		PC			GS	GP		3
		PC				GP	Otr	3
HV					GS	GP		2
		PC	FW	TY				2
		PC			GS		Otr	2
			FW	TY		GP		2
			FW		GS	GP		2
	FB				GS	GP		1
	FB					GP	Otr	1
		PC		TY	GS			1
	FB	PC					Otr	1
		PC		TY			Otr	1
			FW		GS		Otr	1
			FW			GP	Otr	1
					GS	GP	Otr	1
計11	3	28	17	11	13	35	11	

表—1-4　4種類組合せパターン

パターン								事業体数
		PC	FW	TY		GP		4
HV		PC		TY		GP		2
HV			FW			GP	Otr	2
HV	FB				GS	GP		1
HV	FB				GS		Otr	1
HV		PC	FW	TY				1
HV		PC	FW			GP		1
		PC		TY	GS		Otr	1
			FW	TY	GS	GP		1
				TY	GS	GP	Otr	1
計8	2	9	9	10	5	21	5	

表—1-5　5種類組合せパターン

パターン								事業体数
HV	FB	PC			GS	GP		1
HV		PC	FW	TY		GP		1
	FB	PC	FW	TY		GP		1
	FB	PC			GS	GP	Otr	1
計2	3	4	2	2	2	4	1	

表—1-6　6種類組合せパターン

パターン								事業体数
HV	FB		FW		GS	GP	Otr	1
HV		PC	FW	TY		GP	Otr	1
計2	1	1	2	1	1	2	2	

体，フェラーバウンチャ2事業体，その他5事業体となった（図—1-5，表—1-4）。組合せパターンでは，PC-FW-TY-GPの組合せが4事業体，HV-PC-TY-GPおよびHV-FW-GP-Otrが2事業体などとなった（表—1-4）。選択した機械としてはグラップルローダに次いでタワーヤーダが2番目に多く，PC-FW-TY-GPが4事業体と最も多いが，これは3種類の時において優位だったPC-FW-GPタイプにTYが，もしくはPC-TY-GPタイプにFWが加わってさらに高性能林業機械の適用範囲を拡げたものと考えられる。

5種類の機械を導入している事業体では，5種類のうちのいずれかにプロセッサとグラップルローダを導入しており（表—1-5），組合せパターンは表—1-5に示すように，4通りの組合せがそれぞれ1事業体ずつみられた。その内容を分析すると，HV-PCのパターンで指摘した造材能力重視による重複，また，HV-FBのパターンに見られる伐木に特化したFBから造材能力も備えたHVへの機種更新途上，北海道におけるFB-PC-GS-GP-Otr（スキッダ）のパターンでは，機械普及初期における大規模高性能機械化の様子がうかがえる。

6種類の機械を導入している事業体では，HV-PC-FW-TY-GP-Otr（北海道A社），HV-FB-FW-GS-GP-Otr（熊本県B社）の組合せがそれぞれ1事業体ずつとなった（表—1-6）。前者には更新途上および大規模機械化がうかがえ，後者では機能別に各機種を配置した更新後の姿がうかがえる。

1-3-4．まとめ

林業作業を実施するに際して，その作業工程の全てに各種の高性能林業機械を使用することを高性能林業機械化と呼ぶのであれば，そうした機能を満たす複数の機械すべてを所有していた事業体は実に少なく，現在のわが国における高性能林業機械化は進展しているとは言えない結果であった。しかしながら，部分的に何らかの工程において，高性能林業機械類の能力を導入していると答えた事業体の比率では，全体の約1/3となり，高性能林業機械の普及が進んでいることがうかがえた。

導入された機械については，本来は高性能林業機械のカテゴリーからは外れるが，準ずるものとして取り上げたグラップルローダの導入比率が高い。プロセッサやハーベスタなど他の機械に比較して価格が安いこと，また，はい積みなどグラップルローダが主として用いられる材木のとりまわし作業が大抵の林業事業体で行われる作業内容であることが要因として挙げられよう。こうしたグラップルローダへの要求の多さを見ると，グラップルローダの今後の普及の進展が予想されるとともに，プロセッサなどグラップル機構を備える機械について，材を掴み，移動させ，積み込みを行うというグラップルおよびローディング能力をより一層向上させることが，機械の有効活用に向けた将来的課題とも考えられよう。

地域的，および複数機種の組合せ導入事例からは，北海道などで早期導入機械類の更新時期を迎えつつあることが確認されるとともに，地域ごとの従来型機械類との併用状況から，今後の更新や進展の方向がうかがえた。これは地域ごとに従来の作業形態を眺めながら，将来における機械化を計画する際に，どの部分を端緒とするべきか有効な手がかりとなろう。

1-4. 引用文献

(1) DRUSHKA, K., KONTTINEN, H. (1997) Tracks in the Forest. 94～98. Timberjack Group, Helsinki
(2) 林野庁（2000）平成11年度民有林における林業機械保有状況調査の概要について（速報値）. 林野庁技術開発推進室プレスリリース
(3) 林野庁（1998）平成９年度林業機械の保有状況について. 機械化林業 No.540：６～17
(4) 労働省・全国森林組合連合会（1998）林業における退職金制度等実態調査報告書. 15～77, 全国森林組合連合会, 東京
(5) 上村巧・伊藤崇之（2000）高性能林業機械の廃棄と更新の動向. 日林学術講111：412pp.
(6) 山口浩和・上村巧（1999）日本における高性能林業機械６種の導入状況の変遷と作業システムの概要分析. 森利学誌14(1)：11～18
(7) 林野庁（2000）高性能林業機械化促進基本方針改定の概要（現行・改定後対照表）. 林野庁技術開発推進室プレスリリース

第２章　使用の実態と導入効果

「高性能林業機械」を導入することで，今後より一層減少してゆくであろう林業労働力と，その一方で増大する国産材の生産に対応し，なおかつ国土の保全といった森林の公益的機能を十分に発揮するための健全な森林の育成を目指すためには，高性能林業機械の性能の向上だけではなく，林道などのインフラストラクチュア整備，作業システムや林業作業員の労働安全衛生環境，そして林業事業体の経営形態といった経済的・経営的側面にまで至った総合的なシステムの考察が必要であろう。しかしながら，現状では，高性能林業機械それ自体を取っても，その開発起源を外国に持つことなどから，日本林業の環境や特徴には未だマッチしたものとはなっておらず，日々改良が行われている段階にある。

また，高性能林業機械に関する研究事例についても，その多くは機械の性能・能力の分析に重きを置いたものが多く，実際にそうした機械を使用している作業者の視点よりとらえたものはほとんどみられない。林材業労災防止協会が調査研究報告書の中でとりまとめている「ヒヤリハット」事例[3]などから作業者自身の声をうかがうことができるが，比較的少数である。

本章では，各種高性能林業機械の中でも，普及の速度が著しいプロセッサ・ハーベスタを対象に，とくに作業者・使用者の視点，感想に着目して，プロセッサ・ハーベスタの使用の実態，そして導入によってもたらされた効果を明らかにすることを目指した。

表―2-1-1　研修参加者への聞き取り調査結果

機械そのものについて（殆どの回答は導入済み事業体関係者による） 高性能だけに，よく壊れる。 油圧関係はよく壊れるが，知識がなければ直せない。 故障の間の不稼働時間が気になる。 現場が山奥であるため，メインテナンスに時間が掛かる。 外国製の機械では，部品調達に不安。 若い者は操作の収得が早いが，高齢者には使いこなせない。
初めて高性能林業機械に触れてみた感想（初経験者による回答） 意外と操作は簡単。 玉切り・枝払い能力とそのスピードに驚いた。 重機を使うことができるならば，習得は速そう。 価格が高い。 処理能力に見合うだけの仕事があるのかどうか不安。 楽。 欲しい。
研修そのものについて こうした研修に参加しないと，機械の実態がわからない。（県関係者） 色々な機械が試せて，面白い。（導入済） 林業作業の現実とはあまりにかけ離れている。（作業班員）

2-1. 聞き取り調査

2-1-1. 高性能林業機械初心者への聞き取り調査

高性能林業機械の取り扱い初心者が機械に対して抱く印象を調査するために，林野庁森林技術総合研修所林業機械化センター根利分室（群馬県利根郡利根村大字根利1477）にて1995年9月4日～9月15日に行われた林業機械特別研修オペレータ養成Ⅰコースへの参加者21名に対し，所属事業体における業務の内容，労働環境，機械化の状況，研修を通じて感じた高性能林業機械への印象，また，高性能林業機械を既に導入している場合には，その所属する事業体における機械使用状況などについて聞き取り調査を行った（表―2-1-1）。研修参加者21名のうち，1名（筆者）を除く全員が林業関係（県林務関係・林業事業体作業班勤務・個人林業家など）に従事しており，勤務地も岩手県より長崎県まで広範囲にわたっていた。

同時に，補足的に機械化センター機械化指導官および高性能林業機械メーカーより講師として派遣されていた開発担当技術者を対象として，センターが所有している機種について稼働状況や故障・問題箇所などに関する聞き取り調査を行った（表―2-1-2）。

研修の内容は，高性能林業機械の作業要領など学科11時間，実技52時間，デモンストレーション3時間であり，実技実習では，プロセッサ3機種，ハーベスタ1機種，スキッダ2機種，フォワーダ2機種，タワーヤーダ2機種を，デモンストレーションではフェラーバウンチャ1機種，ハーベスタ1機種を使用した（表―2-1-3）。

2-1-2. 長野県内の高性能林業機械導入済事業体への機械使用状況聞き取り調査

長野県内に本拠を置く林業事業体で，ハーベスタ，プロセッサを既に導入し，活用している2事業体を対象に，作業現場の見学および作業員，経営者への高性能林業機械の導入・使用に伴って発生する各種

表―2-1-2　機械化担当官・メーカーの開発担当者への聞き取り調査結果

機械化担当官	ただ「操作できる」だけではダメ。 翌年度の事業計画まで見据えること。 林道が重要。 買ってからでなければ作業システムは見えてこない。 まだ試作品の域を出ていないとも言える。
メーカー開発担当者	できることとできないことを認識し，正しく機械を使う。 コンピュータは信頼できるが，故障することもある。 プロセッサなど機械の測長誤差は日によって異なる 毎日の調整が重要。

表―2-1-3　使用した高性能林業機械の概要

種別	メーカー	形式	ベースマシン
プロセッサ	イワフジ	GP-30A	日立 EX120
プロセッサ	シングウ	CP-31DM	コマツ PC120
プロセッサ	コマツ	KP	コマツ
フェラーバウンチャ	新 CAT 三菱	953	新 CAT 三菱
ハーベスタ	イワフジ	VI40/996	イワフジ
ハーベスタ	イワフジ	GF-35	日立
スキッダ	特車	D4H	
スキッダ	イワフジ	T30G	
フォワーダ	特車	KZF400	
フォワーダ	リョーシン改	RM8WD-6HG	
タワーヤーダ	及川自動車	300T	
タワーヤーダ	森藤機械製作所	M50	

表―2-1-4　所有機械の概要

プロセッサ

メーカー	形式	ベースマシン	導入年度
スタイヤー	KP40	新CAT三菱E140改	1991年度

導入事業	年間稼働率	メンテナンス経費
林業構造改善事業	74%	198万円

ハーベスタ

メーカー	形式	ベースマシン	導入年度
KETO	KETO150	新CAT三菱312GMZ-T-5	1994年度

導入事業	年間稼働率	メインテナンス経費
林業就労改善促進対策事業	87%	64万円

表―2-1-5　信州上小森林組合への聞き取り調査結果

機械全体の使い勝手について

（質問）	（回答）
使い勝手はどうか	別の機種を使用したことがないため良く判らないが，別に悪くはない。
操作しやすいか	確かにボタンが多いが，覚えてしまえば別にどうということはない。
高齢者にも使えるか	難しいだろう。

機械の性能について

（質問）	（回答）
気に入っている性能は	材送り機構が金属キャタピラなので頑丈で良いが，材を傷める。
気に入らない性能は	とくにないが，油圧ホースの取り回し。　損傷の可能性あり。

故障について

（質問）	（回答）
良く故障するか	それほどでもない。
どこが故障するか	コンピュータと油圧系。
修理について	以前，国内在庫部品欠品のため，本国より取り寄せた際には往生した。
サービス体制は	近所に取扱店があるため，外国製品の割には迅速なサービスが可能。

作業システムについて

（質問）	（回答）
作業システムの留意点は	事業量の確保がなにより重要。　営業が欠かせない。
作業システムの留意点は	ハーベスタについては，伐倒機能はあまり使わない。

その他

（質問）	（回答）
	作業現場を移動する際の，プロセッサ自体の運搬が大変。
	高性能機械によって機械化された作業班の仕事をできる事が嬉しい。

問題について聞き取り調査を行った。

2-1-2-1．信州上小森林組合の場合

信州上小森林組合（長野県小県郡真田町）はハーベスタ１台，プロセッサ１台を所有し（表―2-1-4），主としてカラマツ林施業においてこれらの高性能林業機械を活用している。ハーベスタを使用したカラマツ伐木造材作業現場を見学し，オペレータおよび

表—2-1-6　有限会社今井木材への聞き取り調査結果

オペレータ	
	機械の使い勝手は非常によい。
	習得にも時間は掛からない。
	作業が安全になったと思える。
作業班班長	
	高性能林業機械に見合った作業システムを作らないと損をする。
	土場が狭いため，プロセッサの能力を発揮できるよう配置に考慮している。
	国有林材だからプロセッサも使うが，自社買付材では使いたくない。
	プロセッサの測長能力はなかなか正確ではあるが，尺取りが困難。
	尺取りはやはり，そのための人員を付けてでも，手で行いたい。
	プロセッサを導入したところ，すべての作業班が使いたがるようになった。
	しかしながら，経済的にも追加購入は困難なので，グラップルでしのいでいる。
	高性能林業機械は高齢者には不向き。
	若齢者と高齢者，経験の浅い者と深い者とを組合わせて班を作らねばならない。
経営担当者	
	補助金のあり方，運用のされ方に不満がある。
	高性能機械の能力に追いつけないため，生産調整もやむを得ない場合がある。
	機械の適切な活用と，若い人材がコストダウンの鍵となる。
	高性能林業機械の導入のおかげで，若い就職希望者が増えた。
	若齢者対象の研修は会社，そして現場でおこなっている。
	ベテランに対しては， 「若い者をいじめるな」 「若い人材を優先するぞ」 「あんたの仕事が楽になるんだから」 と，おどしすかしながら若い者の定着をうながしている。
	賃金だけではなく，住宅などの待遇改善がひいては，村全体の過疎の抑止になる。
	男性だけを雇いたいわけではない。　女性にもやってもらいたい仕事は多い。
	機械の普及で女性でもこなせる仕事は多い。
	「使える」女性がいるのなら，是非とも来て欲しい。

作業班員に対して機械の使用状況や性能実績，作業システム，労働環境等に関して聞き取り調査を行った。

上記の機材はどちらも外国製であり，プロセッサKP40については導入の年度が1991年と比較的早い時期よりの活用事例であることから，KP40を主対象として，性能や耐性についてを重点的に，また，KP40はその操作にあたって非常に多くのボタンを使い分けることを要する機種であることから，操作系の使い勝手に関する聞き取りにも重点を置いた（表—2-1-5)。

2-1-2-2. 有限会社今井木材の場合

今井木材（長野県木曽郡大桑村）では，おもに木曽地方の国有林においてヒノキの伐採・搬出を行っている。使用している高性能林業機械はハーベスタは無し，プロセッサについてはイワフジGP-45（ベースマシンは日立EX-150）1台のみであるが，他にグラップルを3台所有し，作業班5セット・伐倒班1セットの組み合わせで作業を進めている。高性能林業機械と複合して使用する車両系林業機械以外では，急峻な地形から，先山でチェーンソー伐倒および枝払いを行った後に大規模架線を用いて全幹材の状態で搬出し，林道端の土場にてプロセッサを用いて玉切り，同時にハイ積みを行っている。高性能林業機械（プロセッサ・ハーベスタ）は原木の表皮を傷めるため高級材を取り扱う際には使えない，と言われる中でヒノキ材に対して積極的にプロセッサやグラップルを活用している特徴を背景に，プロセッサ使用状況，長距離架線系と組み合わ

せた作業システムの状況を見学し，オペレータ，作業班班長，経営担当者に対して高性能林業機械の使用状況や性能，作業システム，労働環境，経営上の効果等に関して聞き取り調査を行った。

聞き取り調査に際しては，オペレータ，作業班班長に対しては主として機械の使い勝手や性能実績，作業システムについてを重点的に，経営者に対しては主として高性能林業機械を導入するための経営的努力，そして労働力対策を中心として聞き取りを進めた（表―2-1-6）。

2-1-3. 聞き取り調査まとめ

高性能林業機械の操縦法などを会得するために参加した林野庁林業機械化センター主催の高性能林業機械林業機械研修では，「百聞は一見にしかず」という言葉のとおり，高性能林業機械，とりわけプロセッサ・ハーベスタは従来の林業機械に比較して脅威的に高機能であることが，操縦実習を通して体験できた。

人材不足，技術者の高齢化，後継者不足に悩み，高騰する人件費の中で省力化と低コスト化を望み，根強い3K意識の払拭を願っている林業事業体には，これ以上に魅力的な機械はないだろう。一人前の「山師」（やまし：林業技術者）を育てるのには5年はかかると言われるように，林業技術の熟練には時間を要する業種であるが，プロセッサ・ハーベスタを使用すれば，筆者のような素人であっても，熟練オペレータと比較すれば時間は要するものの，伐倒・造材・ハイ積みが，安全快適に，しかも，たった一人でできてしまうのである。

一方，プロセッサ・ハーベスタの問題点に対して研修参加者達より寄せられた意見の中で最も多かったのは，価格の高さ，故障の多さ，大がかりすぎる上に急傾斜地に対応できない等，使用できる場所が非常に限られてくるのではないか，というものであった。

次におこなった長野県内の2林業事業体への作業の見学及び聞き取り調査では，先の研修会にて感じたプロセッサ・ハーベスタのメリットとデメリットに関して，既にプロセッサ・ハーベスタを活用している事業体の事業体代表，経営担当者，現場作業班班長，オペレータなど，いろいろな立場からの意見を集めることができたが，すべての回答者に共通して，プロセッサ・ハーベスタの導入によって，これまでに抱えていた諸問題が一挙に解決したかといえば，けっしてそんなに都合の良いものではなく，導入によって解決の糸口が見つかった問題もあるが，同時に導入コストという新たな問題を背負い込んでしまったという困惑が感じられた。

表―2-1-7　高性能林業機械の導入にあわせて発生する問題点

経済性	導入コスト
	運転コスト
	コストダウンへの効果
能力	得意分野
	不得意分野
	欠陥・故障
将来性	高性能林業機械の能力を発揮させるための方策

この傾向は殊に経営担当者側や，現場の技術者を束ねる立場の者からの回答に強く感じられたのだが，高価な機械の導入に踏み切ったという面子の問題もあるのか，プロセッサ・ハーベスタがもたらした良い効果にまつわる明るい話題については，むしろ饒舌にすぎるほどコメントが寄せられたが，少々暗い内容となると，途端に口が重くなる。Face-to-Faceの聞き取り調査が，余計に相手の口を重くさせているような感もあった。

高性能林業機械の導入によってもたらされた結果について，その原因を整理すると「経済性」「能力」「将来性」の3項目に分類することができ，それぞれの項目が内包していると思われる問題点のうち，代表的なものをまとめると表―2-1-7のようになった。

このうち，経済性の点では，発生するコストをまかなった上で伐出作業のコストダウン効果を発揮するためには，機械の処理能力に見合うだけの事業量を確保する必要があり，そのためには営業力が欠かせないこと，また，能力の点では欠陥・故障への対処が機械の維持に対する負担を大きくしていることが殊に明らかになった。

2-2. 故障・不具合の実態に関するアンケート調査

高性能林業機械研修参加者，長野県内の林業事業体への聞き取り調査結果から，プロセッサ・ハーベスタの導入が必ずしも良い結果のみをもたらす存在ではないことが判明した。

そこで，プロセッサ・ハーベスタを既に導入した事業体に対して，プロセッサ・ハーベスタの経済性，能力，故障の実態，そして，それらの問題に先立つ事柄である，プロセッサ・ハーベスタを導入するに

至った動機について，より多くの導入事例より明らかにすべく，アンケート調査を行った。

1996年5月より1997年1月にかけて，北海道・福島県・栃木県・広島県・愛媛県・大分県・宮崎県・熊本県の8道県において，各道県の林務担当部署にハーベスタ・プロセッサ導入済林業事業体のリストアップを依頼し，そのリストに掲載されている事業体もしくは担当部署より特に推薦を受けた事業体を対象として，高性能機械購入（導入）の動機，機種決定の理由，実経験に基づく機械の使い勝手・機能・性能の評価，そして機械毎の故障履歴・必要経費，将来に向けて高性能林業機械を駆使していくために解決しなければならない問題は何か，といった項目についての郵送調査法によるアンケート調査を行った。

調査に当たっては，オペレータと経営担当者とに対して，同一の事業体に所属している場合でも別個の構成の質問票を用いることで，それぞれの職種に特有の項目に関する質問を行うとともに，質問内容が同一の場合における経営担当側と現場側との視点の差を捉えることを目している。

このとき，経営担当者がオペレータを兼ねている場合には，それぞれの視点からの回答を寄せて欲しい旨を回答方法説明書にあらかじめ記載した。

回答方法はプリコード無制限複数回答式としたが，それ以外に適宜質問項目に関するコメント欄として自由文記入欄を設け，補足的な意見を捉えることを試みた。

なお，導入動機，期待以上の能力を発揮した場面，などの質問項目については，回答選択肢の内容を同一に設定した。詳細は付録に添付する調査票を参照のこと（付録1，2）。

1997年1月11日現在で，調査票送付事業体は8都道府県157事業体のうち，回答があった事業体は46事業体，ハーベスタ・プロセッサの台数にして55台である。回答率は平均29.3%となった（表―2-2-1）。

アンケート調査結果をまとめるにあたっては，質問項目をその内容から，(1)高性能林業機械を導入する前の段階，(2)導入後に関するもの，そして(3)将来への課題の，3つに分類した。

2-2-1．高性能林業機械導入前

高性能林業機械を導入する前の段階に関する項目として以下の4問を経営担当者側に質問した。

2-2-1-1【質問1】高性能林業機械を導入（購入）した動機

2-2-1-2【質問2】機種選択の理由

2-2-1-3【質問3】購入予算

【質問4】購入費用の自己負担率

2-2-1-1．高性能林業機械を導入（購入）した動機

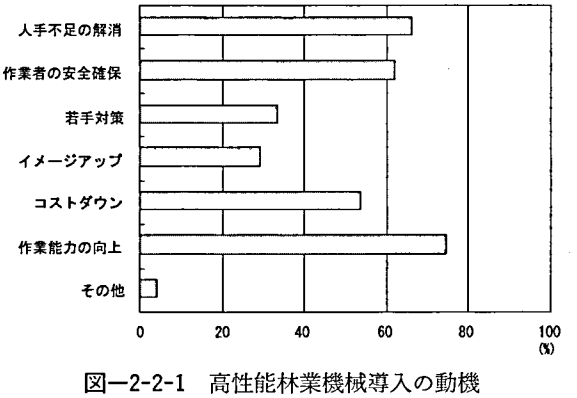
高性能林業機械，なかでもプロセッサやハーベスタは非常に高価な機械である。現在，林業が構造的な不況下にあるにもかかわらず，こうした高価な機

表―2-2-1　送付事業体数および返送事業体数と回答率

	北海道	福島県	栃木県	広島県	愛媛県	大分県	宮崎県	熊本県	合計
送付事業体数	42	4	13	5	7	26	29	31	157
返送事業体数	8	1	5	0	3	6	10	13	46
（回答台数）	8	1	7	0	3	8	11	17	55
回答率(%)	19.1	25.0	38.5	0.0	42.9	23.1	34.5	41.9	29.3

表―2-2-2　【質問1（導入の動機）】

「高性能林業機械を購入された動機についてうかがいます（複数回答）」
回答選択肢：人手不足の解消
作業者の安全確保
若手対策
イメージアップ
コストダウン
作業能力の向上
その他



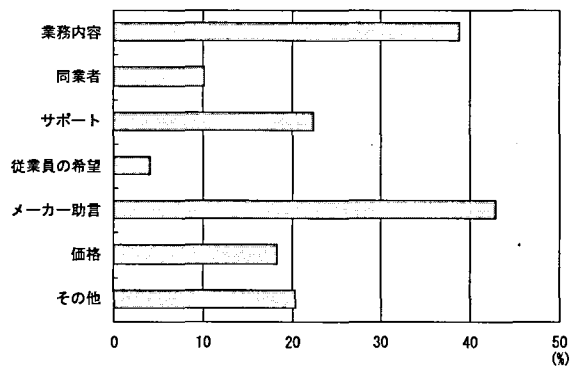
図―2-2-1　高性能林業機械導入の動機

表―2-2-3　導入の動機　都県別回答比率集計表（単位：回答比率(%)）

	人手不足の解消	安全確保	若手対策	イメージアップ	コストダウン	作業能力の向上	その他
北海道	100.0	37.5	37.5	25.0	50.0	75.0	0.0
福島	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0
栃木	37.5	75.0	25.0	50.0	50.0	87.5	0.0
愛媛	66.7	66.7	33.3	33.3	100.0	100.0	33.3
大分	100.0	16.7	16.7	16.7	16.7	66.7	0.0
宮崎	70.0	70.0	60.0	40.0	70.0	90.0	0.0
熊本	38.5	84.6	23.0	15.4	53.8	46.2	7.7

表―2-2-4　【質問２（機種選択の理由）】

「この機種を選んだ理由を教えてください（複数回答）」
回答選択肢：業務内容から，この機種以外には考えられない
同業者がこの機種を使用しているから
サポート体制がよいから
従業員からの要請
メーカーの助言
価格
その他



図―2-2-2　機種選択の理由

材に設備投資を行ったということは，プロセッサ・ハーベスタがそうした金額に値する魅力を備えているためであろう。回答選択肢は人手不足の解消，作業者の安全確保，若手対策，イメージアップ，コストダウン，作業能力の向上の６肢に「その他」を加えた７肢とした。質問１をはじめとして，各質問に設定した回答選択肢の内容は，第１章における体験やヒアリングの結果より考慮したものである。また，この選択肢群は質問１以外のいくつかの質問においても統一的に使用することとした（表―2-2-2)。

図―2-2-1は質問１に対して寄せられた全回答を集計し，回答傾向をグラフ化したものである。縦軸は回答選択肢，横軸は有効回答のうちの当該選択肢を選択した回答数をパーセンテージで表現したものである。有効回答数は48台分であった。これによると，「作業能力の向上」・「人手不足の解消」・「作業者の安全確保」といった選択肢が回答比率で60%を超え，４位に「コストダウン」が50%を超えている。こうした傾向は，まさに巷間に高性能林業機械の効能として挙げられているところと近しいが，これら回答傾向を都県別に見ると，必ずしも全ての都県で同一の回答傾向を示しているわけではなかった。

表―2-2-3は都県別の回答比率を集計したものであるが，これを見ると，たとえば北海道と熊本県を比較すると，人手不足の解消の点と作業者の安全確保という点において顕著なコントラストを見せている。ただ，熊本県と宮崎県でも回答傾向には差が見受けられ，また，有効回答数の規模の小ささからも，県が違うから，といった地理的な差異が回答傾向の差異を生み出すとは言えまい。

2-2-1-2．機種選択の理由

質問２（表―2-2-4）では，各林業事業体がプロセッサ・ハーベスタの購入機種をどのように決定したのか，その理由を明らかにすることを目的とした。

図―2-2-2は寄せられた48台分の有効回答を集計し，グラフ化したものである。これによると，業務の内容から当該機種以外には考えられないとする回答と，メーカーの助言を選択理由とする回答とが40%内外を示し，次いでサポート体制の良し悪し，価格を理由とする答えが20%程度となった。従業員からの要請というのは５%程度と最も少ない結果となった。

「その他」を選択した回答が20%に達しているが，この点について対応するコメント欄を参照すると，比較的早期にプロセッサ・ハーベスタを導入した事

業体において，「ほかに選択の余地が無かった」とした消極的理由が複数挙げられていた。

こうした結果から見ると，プロセッサ・ハーベスタの新規導入を考えている事業体において，事前に積極的に製品の機能・性能を評価した上で導入に臨んでいるところは少ないことを察することができよう。また，概して林業事業体は山間地に拠点を置くことから，機材に関する情報を入手が困難であることも，メーカーの助言が最高率となった要因だと思われる。逆に，メーカーの側へ視点を転ずると，メーカーのセールスマンの活動や言動が林業事業体に大きな影響を与えていると言えるわけで，セールスマンには的確な知識，経験，情報を備えることが望まれる。

2-2-1-3．購入予算および購入代金の自己負担率

購入に際してどれくらいの金額が必要であったか，また，購入代金の自己負担率はどのくらいかという質問（表―2-2-5，表―2-2-6）では，購入予算として，全有効回答数42台分の平均は1,897万円，最も高額な回答が3,000万円，低額な回答が700万円となった。

表―2-2-5　【質問３（購入予算）】

「購入予算を教えてください」

表―2-2-6　【質問４（費用の自己負担率）】

「購入費用の自己負担率はどれぐらいでしたか」

予備調査における有限会社今井木材への聞き取り調査から得られたことであるが，プロセッサ・ハーベスタのベースマシンとして使用されるバックホーについては，普及台数が豊富なこともあって中古市場が形成されており，中古機の選択も可能であるが，ヘッド（アタッチメント）部分については，高性能林業機械の普及台数がまだまだ多くないこともあり，現段階ではグラップル単能機など一部のものを除いて中古機を選択することが難しく，新品の購入を選択せざるを得ない場合が殆どである。そのため，少しでも購入価格を引き下げるために，ヘッドには新品を購入してもベースマシンは中古で済ませる場合もかなり多いという。

今回の調査では，ヘッドとベースマシンとを一括して回答を求めたため，特にコメントがあったもの以外はベースマシンが新品か中古であるのかの区別はできていない。また，購入費用の自己負担率では，無回答のものや，レンタルのものを除いた有効回答44台分の平均は71.1％であった。しかし，購入に際して各種補助金制度を利用するにあたっても，利用する制度によって費用負担補助のものもあれば，無利子融資の場合，また，利子負担といったものもあり，完全な自己負担率については明確ではない。また，こうした補助金制度は多くの場合，森林組合等に比較して一般私企業には有利な適用がなされない場合が多く，今回の調査結果でも，その点に苦慮しているコメントが複数見られた。

2-2-2．高性能林業機械導入後

高性能林業機械を導入した後の段階に関する項目として，「機械の使い勝手・機能・性能」・「期待していた能力を発揮したか」・「機械の故障」について以下のように質問した。

2-2-2-1　機械の使い勝手・機能・性能

2-2-2-1-1　【質問５】機械全体の使い勝手（オペレータ）

2-2-2-1-2　【質問６】操作方法に対する印象（オペレータ）

2-2-2-1-3　【質問７】気に入っている機能・性能があるか（オペレータ）

2-2-2-1-4　【質問８】気に入らない機能・性能があるか（オペレータ）

2-2-2-2　期待していた能力を発揮したか

2-2-2-2-1　【質問９】期待していた以上の能力を発揮した場面（双方）

2-2-2-2-2　【質問10】期待はずれだった場面（双方）

2-2-2-3　機械の故障

2-2-2-3-1　【質問11】機械の故障頻度に関する印象（双方）

2-2-2-3-2　【質問12】購入前に予想していた年額修理費用（経営担当）

2-2-2-3-3　【質問13】年間の故障回数（経営担当）

2-2-2-3-4　【質問14】１回の修理費用（経営担当）

2-2-2-3-5　【質問15】今後用意している年額修理費用（経営担当）

2-2-2-3-6　【質問16】故障によって機械を使用できなかった年間日数（経営担当）

2-2-2-3-7　【質問17】最大連続不稼働日数（経営担当）

2-2-2-3-8　【質問18】今後予想している年間不稼働日数（経営担当）

2-2-2-3-9　【質問19】よく故障する個所（双方）
2-2-2-3-10　【質問20】修理の依頼先（双方）
2-2-2-3-11　【質問21】故障に対する不満（双方）

なお，【質問５】～【質問８】はオペレータ側のみに，【質問12】～【質問18】は経営担当者側のみに宛てられたものであり，その他は経営担当者側およびオペレータ側の双方に同一の質問をおこなった。

2-2-2-1．機械の使い勝手・機能・性能

2-2-2-1-1．機械全体の使い勝手

表―2-2-7【質問５（機械全体の使い勝手）】

「機械全体の使い勝手はいかがですか」 回答選択肢：とても良い 良い 妥当 悪い とても悪い 判断できない

機械全体の使い勝手に関する質問（表―2-2-7）はオペレータにのみ宛てられたものである。

図―2-2-3は，回答傾向をグラフ化したものであるが，有効回答数は48台分で，最も回答比率の高い「良い」は69%，台数にして33台，最も低い「悪い」は台数にして１台であった。圧倒的多数で「良い」が，ついで「妥当」・「とても良い」と続き，「悪い」は２%と極めて少なく，「とても悪い」と「判断できない」という回答は無かった。

機械全体の使い勝手としては，「とても良い」と「良い」で79%を占めるなど，好印象をもたれているが，コメント覧に寄せられた意見の中では，「他を知らないから何とも言えないが……」というものが複数見られた。また，唯一「悪い」という評価を下した北海道K社から寄せられた意見によると，評価の理由は欠陥とも感じられる故障の頻発であるという。

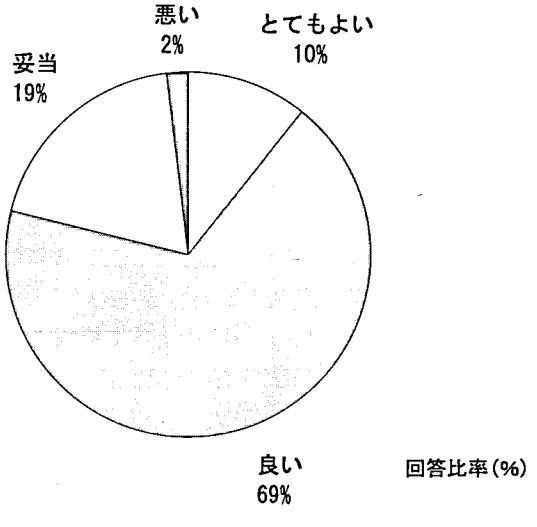
2-2-2-1-2．操作方法に対する印象

高性能林業機械は従来型の機械と比較して，大型かつ多機能であるために操作方法は複雑化している。また，建設機械などとは異なり，メーカー毎，機種毎に操作方法が異なっており，統一された操作体系はできあがっていない。そこで，操作方法に対する印象をとらえてみるべく質問をおこなったのだが（表―2-2-8），図―2-2-4に示すように有効回答数47台分のうち，実に79%が「とても良い」もしくは「良い」という評価を下し，「とても悪い」・「判断できない」という回答は無かった。この質問においても，前質問（質問５）と同じく，「他を知らないから」というコメントが多数見られた。

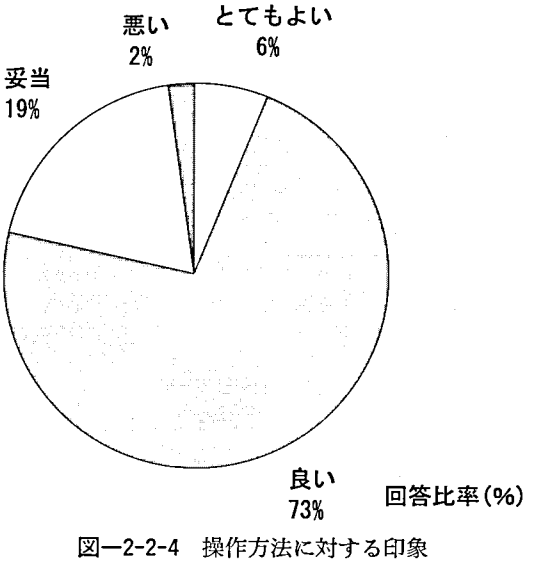
また，予備的に実施した聞き取り調査の中でも，「どうせこの機械しか使わないのだから，いくら複雑なボタンやレバー操作でも，慣れてしまえば大丈夫」との声が聞かれたことを考えると，逆に，慣れようにも慣れることができないほど困難な操作を強

表―2-2-8【質問６（操作方法に対する印象）】

「操作方法についてはいかがですか」 回答選択肢：とても良い 良い 妥当 悪い とても悪い 判断できない



図―2-2-3　機械全体の使い勝手



図―2-2-4　操作方法に対する印象

いるような機械は無いと思われる。

2-2-2-1-3. 気に入っている機能・性能があるか

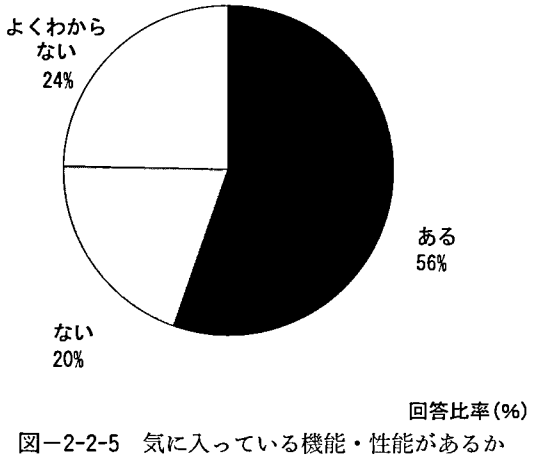
この質問（表―2-2-9）では，実際にプロセッサ・ハーベスタの操縦を業務とした上で，それぞれが使用している機種においてどのような機能・性能を最も気に入っているかを知ることを目指した。有効回答45台分のうち過半数が気に入っている機能・性能が「ある」と回答している。そこで，「ある」と答えた回答者に対して表―2-2-4に示す補助的な質問をおこなった。有効回答数は25台分である。また，「よくわからない」が24%と４分の１近い比率となっているが（図―2-2-5），コメント覧を参照したところ，まだ使いはじめて間がないためによく判らない状態である旨の記載が多く見られた。

また，気に入った機能・性能はどこかという補助的な質問では（表―2-2-10），ベースマシンの部分（図―2-2-6）では，操作系に評価が集まり，35%程度の回答比率に至っている。操作系に対する好評の理由は，推察するに，昨今のバックホーは操作系統の相次ぐ改良により初心者でも非常に簡単に確実な操作ができるようになっている上，着座装置やキャビン内のレイアウトなどについても人間工学的手法を取り入れた快適なものに仕上がっているため，新規にプロセッサ・ハーベスタのオペレータとなった者にとっては重機の持つ頑強なイメージとは対照的に快適さの印象が強いのであろう。また，重機の操縦に慣れた者にとっても，操作系統や操作環境の改良のみならず，殆どのプロセッサ・ハーベスタはその操縦装置を，バックホー自体の操作体系を阻害しないように装着されているため，操作感にも違和感が無いことが好評の要因かと思われる。

次に，プロセッサ・ハーベスタの機能の中心部分であるヘッドについての集計結果（図―2-2-7）を見ると，ここでは高性能林業機械を高性能たらしめている核ともいうべきコンピュータおよびそのコンピュータへのインターフェイスである操作系について，40%を超える回答が寄せられていることをあげ

表―2-2-9【質問７（気に入っている機能・性能があるか）】

「気に入っている機能・性能がありますか」
回答選択肢：ある
ない
よくわからない

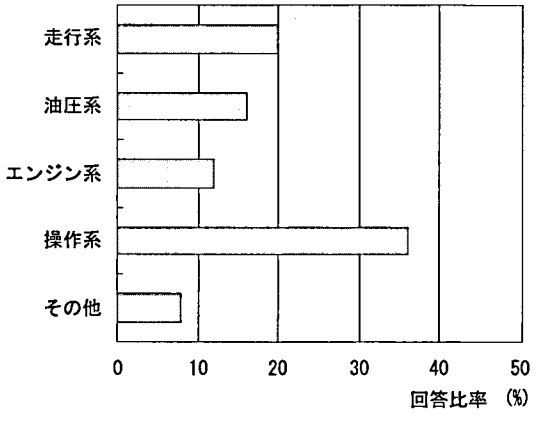


図―2-2-5　気に入っている機能・性能があるか

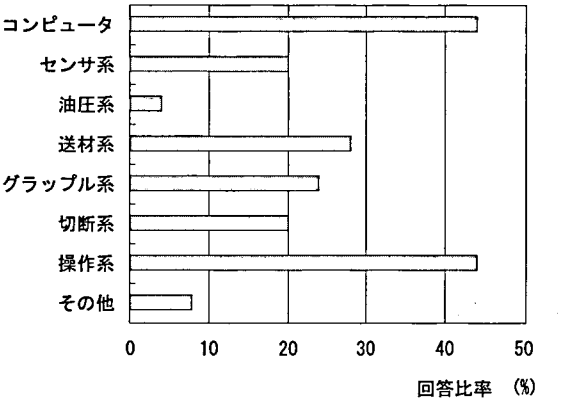
表―2-2-10【補助的な質問（気に入っている機能・性能）】

「『ある』方へ…気に入っている機能・性能を下記から選んでください（複数回答）」
回答選択肢：

ベースマシン	ヘッド
走行系	コンピュータ
油圧系	センサ系
エンジン系	油圧系
操作系	送材系
その他	グラップル系
	切断系
	操作系
	その他



図―2-2-6　気に入っている機能・性能（ベースマシン）



図―2-2-7　気に入っている機能・性能（ヘッド）

ることができる。20～28%程度のところにはセンサ系，送材系，グラップル系，切断系というプロセッサ・ハーベスタの持つ特徴的機能そのものに関わる部分が挙げられている。

具体的に寄せられたコメントとしては，「ボタン一発でOK」というプロセッサ・ハーベスタならではの特徴を気に入っているとするものが複数見られた。回答比率の小ささで特徴的なところでは，油圧系が挙がっているが，ヘッド部分の油圧系統に関しては次質問（質問8）の「気に入らない機能・性能……」の箇所にて，上位となった部分でもある。

2-2-2-1-4．気に入らない機能・性能があるか

質問7とは逆に，「気に入らない機能・性能」があるかどうかを質問した（表―2-2-11）。

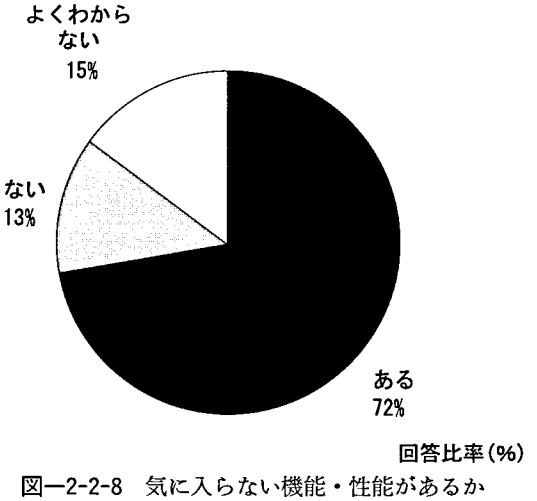
有効回答40台分の集計結果（図―2-2-8）を見ると，質問7「気に入っている機能・性能はあるか」と比較すると，「よくわからない」・「ない」がともに7～8%減少して，「ある」とする回答が72%と大きくなっている。ここでも質問7と同様に「ある」とした回答者に対して補助的な質問をおこなった（表―2-2-12）。有効回答は29台分であった。

ベースマシンにおける気に入らない機能・性能としては（図―2-2-9），上位2肢の油圧系および走行系について，具体的なコメントが複数寄せられた。まず，走行系についてであるが，日本の林業作業現場で重要な問題のひとつとされている林道の状況と密接な内容で，ひとつにはベースマシンの大きさ，重量から，走行に際しては強固かつ幅広な林道を必要とすること。そして，林道路網が未整備な場合には作業現場から次の作業現場への移動作業が非常に困難でかつ時間がかかることがあげられていた。また，現場間の移動時に，公道上を移動する必要がある場合には，プロセッサ・ハーベスタを運搬するためにキャリアカーを使用せねばならず，林道への条件としてキャリアカーが通行できることも必要とされる。このとき，現行の道路交通法の下では，ベースマシンの重量に対応するためには，キャリアカーとしてトレーラーサイズの大型車を充てなければ，違法となる場合が多い。しかしながら，トレーラートラックが入り込める林道は少ない。過積載に対する規制の強化という，材木運搬用トラックが抱える悩みが，運搬用キャリアカーにもあてはまるのである。

油圧系へのコメントでは，油圧容量の問題が多く指摘された。プロセッサ・ハーベスタは，その動力源をベースマシンの油圧ポンプに求めているが，建設用途向けに準備された油圧容量では，プロセッサ・ハーベスタには不足であり，そのため，特に夏場

表―2-2-11【質問8（気に入らない機能・性能があるか）】

「気に入らない機能・性能がありますか」
回答選択肢：ある
ない
よくわからない

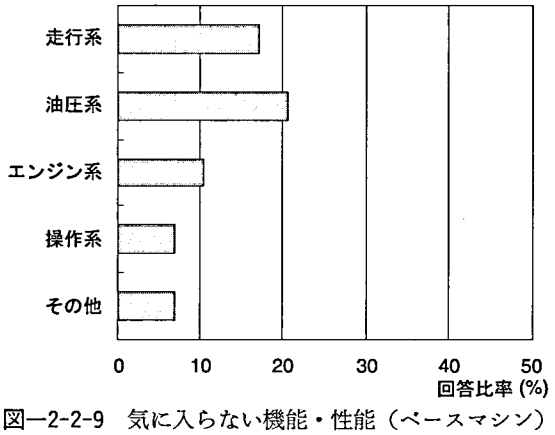


図―2-2-8　気に入らない機能・性能があるか

表―2-2-12【補助的な質問（気に入っている機能・性能）】

「『ある』方へ…気に入っている機能・性能を下記から選んでください（複数回答）」
回答選択肢：

ベースマシン	ヘッド
走行系	コンピュータ
油圧系	センサ系
エンジン系	油圧系
操作系	送材系
その他	グラップル系
	切断系
	操作系
	その他



図―2-2-9　気に入らない機能・性能（ベースマシン）

にはベースマシンの油圧ポンプがオーバーヒートしてしまうといった事例が地域を問わず複数寄せられた。とりわけ大流量を必要とする外国製品を使用している事業体では，「特注林業仕様」として，オイルクーラーの増設やポンプ，作動油容量を強化したベースマシンで臨んでいる例が少なからずあることが判明した。

ヘッド部分における結果（図―2-2-10）では，筆者の予想に反してコンピュータやセンサ系ではなく送材系，油圧系が上位を占められている。送材系の気に入らない点として寄せられた事例の多くは，送材時に材の表面を傷つけてしまう事を挙げているものが多く，次いで太い枝条の枝打ちが難しいことが挙げられていた。

油圧に関する点では，ベース部分についての回答でも同じく，油圧容量の問題が挙げられるとともに，各シリンダ間を接続するゴムホースの破断・漏洩の問題が挙げられていた。

コンピュータやセンサに関する点では，プロセッサ・ハーベスタ関係では常に問題箇所として登場する，測長ローラの精度がここでも挙げられていた。また，コンピュータやセンサに直接的に関係するものではないが，コンピュータ，センサ間を接続する配線部分が破断や接続不良を起こしてしまう問題を「その他」として回答しているものが複数存在した。

気に入っている機能・性能と気に入らない機能・性能とを同時に比較すると，同一カテゴリであるが，別個の機能や特性について指摘をしたものがほとんどであり，例えばベースマシンの操作系では，微妙なコントロールはやりやすいがシフトパターンが使いにくい，ヘッドの送材系では，力があって使いやすいが材の表皮が痛む，といった内容であった。また，同一の機材・特性でありながら，回答者が異なると片方は好評価を下し，一方は悪評価を下しているものもあったが，これは個々のオペレータの資質，作業内容や使用状況の差異を反映したものと思われる。

表―2-2-13【質問9（期待していた能力を発揮した場面）】

「期待していた以上の能力を発揮したのはどのような場面ですか。（複数回答）」 回答選択肢：　人手不足の解消 作業者の安全確保 若手対策 イメージアップ コストダウン 作業能力の向上 その他

表―2-2-14【質問10（期待はずれだった場面）】

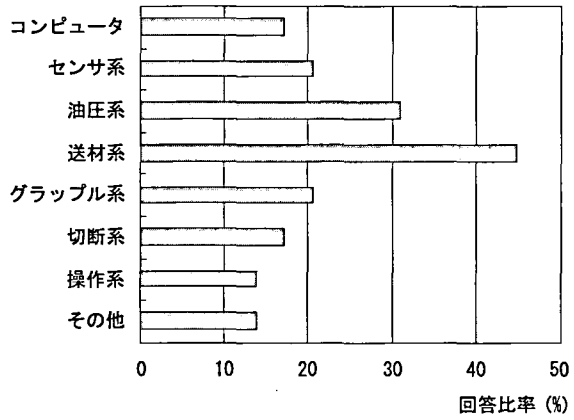
「期待していたものの，実際には期待はずれだったのはどのような場面ですか。（複数回答）」 回答選択肢：　人手不足の解消 作業者の安全確保 若手対策 イメージアップ コストダウン 作業能力の向上 その他

2-2-2-2. 期待していた能力を発揮したか

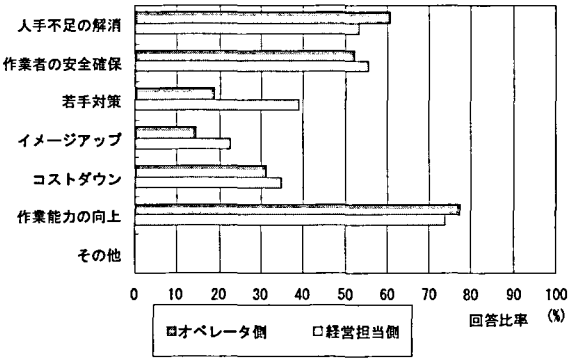
質問9（表―2-2-13）および質問10（表―2-2-14）では，質問1にて高性能林業機械を導入するに至った動機を尋ねた際と同一の回答選択肢を設定して，実際に運用に供してみた後の高性能林業機械に対する印象の変化を抽出することを目指した。同時に，オペレータ側と経営担当者側との視点の違いからくる印象の差を捉えるべく，双方に質問を行った。

2-2-2-2-1. 期待していた能力を発揮した場面

高性能林業機械が期待していた以上の能力を発揮



図―2-2-10　気に入らない機能・性能（ヘッド）



図―2-2-11　期待していた能力を発揮した場面

したのはどのような場面か，という質問（表—2-2-13）へはオペレータ側より48台分，経営担当者側より49 台分の有効回答が寄せられ，回答結果（図—2-2-11）によると，上位3位に「作業能力の向上」・「人手不足の解消」・「作業者の安全確保」の3肢が挙げられている。

これら3肢および「コストダウン」肢におけるオペレータ側と経営担当者側との回答傾向には明確な差は見られないが，「若手対策」および「イメージアップ」肢においては，経営担当者側で高く，オペレータ側では低くなっている。

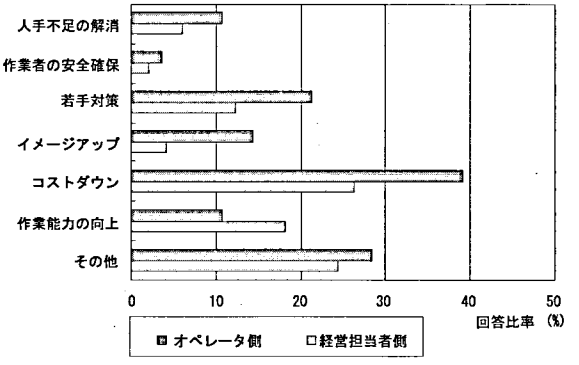
一方，図—2-2-11における経営担当者側からの回答傾向と，導入の動機についての質問への回答傾向（図—2-2-3）を比較すると，全体的な回答傾向は似通っており，高性能林業機械導入前に抱いていた期待をおおむね満足させるものであったことがうかがえる。

「若手対策」・「イメージアップ」といった内容が経営担当者側にとっては，求人活動といった対外的な広報や交渉を必要とする場面や新規就業者への業務配分といった場面において高性能林業機械の効果を実体験できるのに対して，現場サイドであるオペレータ側にはそうした体験がなかったことが回答傾向へ差を生み出したと考えられる。

2-2-2-2-2．期待はずれだった場面

次に「期待していたものの，実際には期待はずれだったのはどのような場面ですか」という質問（表—2-2-14では，「コストダウン」肢が第1位となった（図—2-2-12，有効回答数：オペレータ側28台分・経営担当者側49台分)。コメント欄を参照しても，事業量を相当大きく用意しておかなければ，仕事がなくなってしまって機械を遊ばせる羽目になってしまうが，かといってプロセッサ・ハーベスタに適した作業を大量に確保することは難しく，現状ではコストダウンには結び付かない上に機械の償却すらままならないとする意見が非常に多く見られた。

期待していた以上の能力を発揮した場面を尋ねた前質問（質問9）に比較して，オペレータ側と経営担当者側との回答傾向に，かなりの違いが見られた。第1位の「コストダウン」肢では，オペレータ側では40%近い回答比率となっているが，経営担当者側では10ポイント以上低い値となっている。「作業者の安全確保」肢および「その他」肢を除いた回答選択肢において回答比率の差が見られる。一方，この項目は前問の「期待していた労力を発揮した場面」への回答とほぼ同率の結果となったが，これは機械



図—2-2-12　期待はずれだった場面

の処理能力に見合うだけの事業量を確保できた事業体と，できなかった事業体との違いを反映したものだと思われる。

「人手不足の解消」・「若手対策」・「イメージアップ」・「コストダウン」各肢において，オペレータ側の回答比率が高く，また，「作業能力の向上」肢では経営担当者側が高くなっているが，その理由は前質問における「若手対策」・「イメージアップ」肢における回答傾向の差異と同じく，効果の実体験の有無に因るものと考えられる。

すなわち，オペレータは，毎日の現場作業を通して，従来の作業体系と比較して「コストダウン」には程遠い事を実感し，「人手不足の解消」とならないことを実感し，しかし，「作業能力の向上」については“経営担当者が思っているほど悪くない”と感じ，「若手対策」・「イメージアップ」という効果が無かった事を経験した結果であり，まさに双方の視点の違いが明らかになったと言えよう。

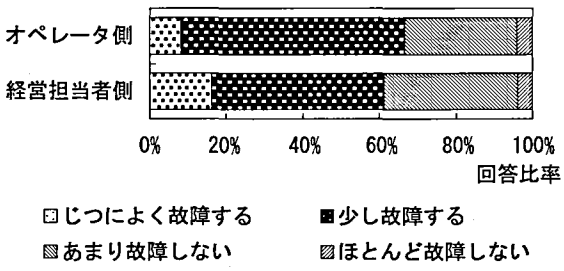
2-2-2-3．機械の故障

高性能林業機械はよく故障すると言われている。実際，予備調査の段階で筆者が参加した高性能林業機械オペレータ養成講習会の最中にもプロセッサ2機・ハーベスタ・フェラーバウンチャ・タワーヤーダ各1機がトラブルを起こし，そのうちプロセッサ1機については動作不能となったためにメーカーに修理技術者の派遣を要請することとなった。それ以外のトラブルは比較的軽度なもので，言わばユーザーである機械化担当官および講習参加者が協力して修理にあたることができたが，高性能林業機械は構造が複雑であるだけに故障する可能性が高く，その反面，ユーザーが手を出せる部分は非常に限られていると感じられた。

そこで故障についての各種の質問によってプロセッサ・ハーベスタの故障の実情および故障に対す

表―2-2-15【質問11（機械の故障頻度に関する印象）】

「高性能機械はよく故障する，と言われていますが，実際にはどのように感じていますか」
回答選択肢：　じつによく故障する
少し故障する
あまり故障しない
ほとんど故障しない



図―2-2-13　機械の故障頻度に関する印象

る対処について明らかにすることを試みた。

2-2-2-3-1．機械の故障頻度に関する印象

質問11（表2-2-15）はプロセッサ・ハーベスタの故障頻度についてどのような印象を抱いているかを尋ねたものである。有効回答数にしてオペレータ側で48台分，経営担当者側で49台分と高回答であり，回答に当っての興味の高さをうかがえた。オペレータ側，経営担当者側ともに「少し故障する」肢を選択した回答がもっとも多く，「じつによく故障する」肢を選択した回答と合わせて回答比率で60％を越えた（図―2-2-13）。

2-2-2-3-2．年間の故障回数

次に，実際にどの程度の頻度で故障が発生しているのか，年間の故障回数を経営担当者側に質問した質問12（表―2-2-16）では有効回答数38台分のうち8割弱が年間10回以下との回答を寄せている（図―2-2-14）。

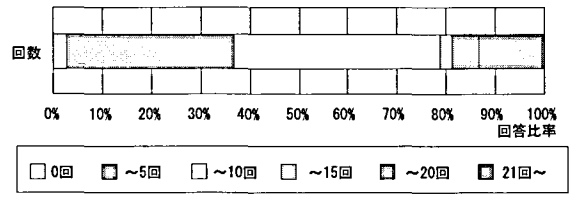
この年間10回以下という頻度は，筆者の抱いている感覚よりも大幅に小さいものであった。そこでコメント欄へ寄せられた意見や具体的な故障事例を参照したところ，筆者の抱いている「故障」の定義とアンケート回答者の抱いている定義との間に大きな違いが感じられた。

どんな小さな不具合でも「故障」であるとする筆者の定義に対して，アンケート回答者は，よほど明確に作業の続行ができなくなったとき以外は「故障」であるという評価を下していないのである。

例えば，30分程度の所要時間で修理ができてしまうような程度のトラブルや，センサ精度の悪化のように，作業はしづらくなるが，かといって作業の中止を招くほどでもないといった程度のトラブルでは「故障」とは捉えられていないようである。

表―2-2-16【質問12（年間の故障回数）】

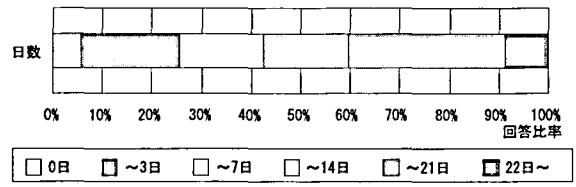
「年間の故障回数」
回答：　だいたい　　回程度



図―2-2-14　年間の故障回数

表―2-2-17【質問13（故障によって機械を使用できなかった年間日数）】

「故障によって機械が使用できなかった日数」
回答：　年間　　日程度



図―2-2-15　故障によって機械を使用できなかった年間日数

2-2-2-3-3．故障によって機械を使用できなかった年間日数

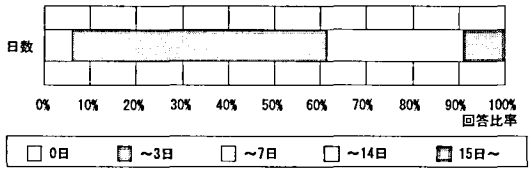
そうした「故障」によって，「延べ日数にして何日間の作業の中止を余儀なくされたのか」という質問が次の質問13（表―2-2-17）である。この有効回答数は35台分で，年間のべ2週間以内とする回答が全体の約60％を占め，3週間以内という枠内では全体の約90％を占めるところとなり，3週間を越えるとする回答は，所有機種が外国製であったために本国調達部品が届くのに日数を要した，というものと，極めて頻繁に故障するうえに修理技術者が近くにいないため日数が長くなったというものであった（図―2-2-15）。

2-2-2-3-4．最大連続不稼働日数

また，これまで最大の連続不稼働日数についての質問（表―2-2-18）では，有効回答38台分のうち約90％が1週間以内であるという結果が得られ（図―2-2-16），なかでも3日以内であったとする回答は60％を越えており，多くの場合故障現場は山奥であることを考えると，かなりサービス体制が充実してきていることがうかがえるが，コメント欄には修理技術者が近所にいないために修理に時間がかかる

表―2-2-18【質問14（最大連続不稼働日数）】

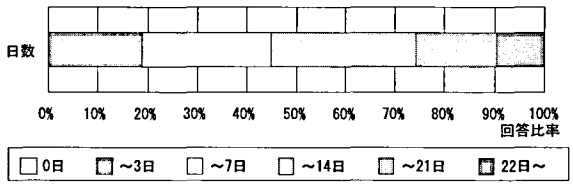
「これまで最大の連続不稼働日数」
回答：　　日間



図―2-2-16　最大連続不稼働日数

表―2-2-19【質問15（今後予想している不稼働日数）】

「今後予想（覚悟）している日数」
回答：　年間　　日程度



図―2-2-17　今後予想している不稼働日数

ことを指摘する意見も多く見られ，より一層のサービス体制の充実が望まれている。

2-2-2-3-5．今後予想している年間不稼働日数

質問15（表―2-2-19）は，今後予想している故障による年間不稼働日数について尋ねたものであるが，有効回答数31台分のうち70％強が２週間以内を見込んでいる（図―2-2-17）。ここで興味深いのは約20％が「０日」と回答していることで，コメント欄には「壊れることなんか考えていない」・「壊れてもらっては困る」といった意見が寄せられていた。半ば意地を張っていたり願望とも思える意見であり，そのように思いたい気持ちはわからなくはないが，安定した事業体経営のためには不稼働日数をあらかじめ見込んでおく必要があるであろう。

2-2-2-3-6．購入前に予想していた年額修理費用

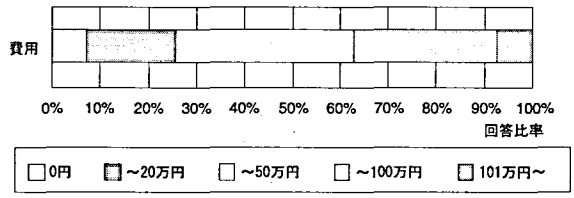
次に，故障の実態と故障への対処を修理金額から眺めた質問16（表―2-2-20）は，購入前に予想していた修理費用は年額にしてどれくらいかという内容であるが，寄せられた27台分の有効回答中０円～20万円まで，20万円～50万円まで，50万円～100万円までとする回答がそれぞれ30％程度ずつとなった（図―2-2-18）。

2-2-2-3-7．１回の修理費用

そして実際に修理の際に支払った１回の修理代金の平均を尋ねた質問14（表―2-2-21）では有効回答数36台分中，５万円までという回答が約半数を占め，６万円から10万円とする回答を加えると全体の80％

表―2-2-20【質問16（購入前に予想していた年額修理費用）】

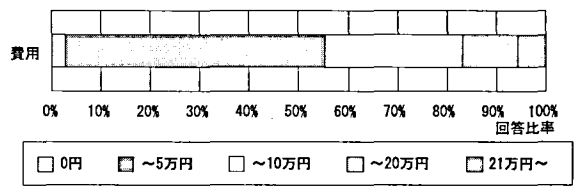
「購入前に予想していた修理費用」
回答：　年額　　万円



図―2-2-18　購入前に予想していた年額修理費用

表―2-2-21【質問17（１回の修理費用）】

「１回の修理費用」
回答：　だいたい　　万円程度



図―2-2-19　１回の修理費用

強を占めるに至った（図―2-2-19）。

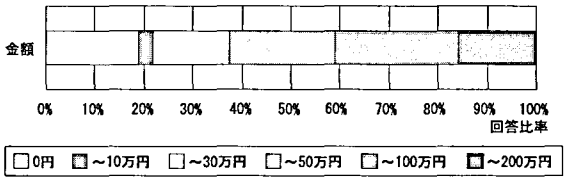
１回の修理金額の平均を仮に６万円とし，質問12における年間の故障回数集計結果からその80％を占めた年間10回の故障が起こったと考えると，単純に計算をしても年間約60万円は修理費を見込んでおいた方がよい事が判る。ただし，これはあくまでも最も簡単に計算した結果であって，古い機械では故障の可能性が高まること，また，外国製品は部品コストが余計にかかることが多いこと，オペレータの技量によって故障の回数が変動することが考えられること，また，新品を新規購入した際にはメーカー保証期間中のクレーム修理は無料で済むことなど，各々の使用機材・作業環境によって加減する必要があることは言うまでもない。

2-2-2-3-8．今後用意している年額修理費用

それでは，回答者達はどの程度の金額を修理費用として用意しているのであろうか。今後用意している年額修理費用を尋ねた質問18（表―2-2-22）に寄せられた有効回答32台分を集計したものが図2-2-20であるが，とくに回答の集中した金額は見られなかった。ただ，10万円以下という範囲については４％程度の回答となり，さすがに年額10万円で済むとする回答は少ない。しかしながら一方で０円とする回答は約20％に上っており，不稼働日数に関する質問の時と同じく「壊れる事なんか考えていない」

表―2-2-22【質問18（今後用意している年額修理費用）】

「用意している修理費用」
回答：　年額　　万円程度



図―2-2-20　今後用意している年額修理費用

というコメントが見られた。

修理の費用を「どうせ出さざるを得ないのだから事前に用意しても仕方がない」という発想が根底にうかがえる。

2-2-2-3-9. よく故障する個所

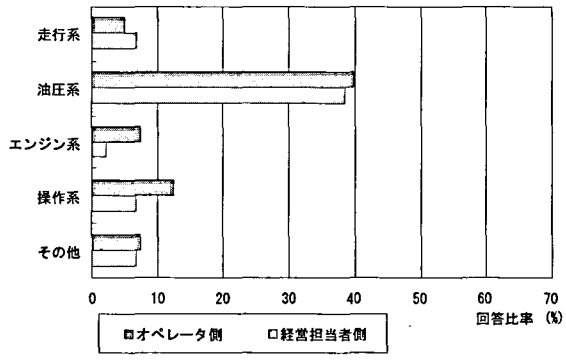
表―2-2-23【質問19（よく故障する個所）】

「よく壊れる部分を教えてください」
回答選択肢：

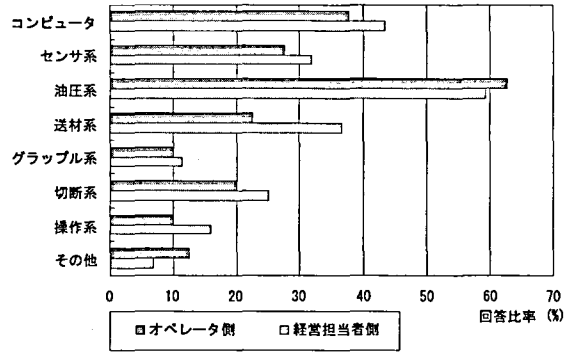
ベースマシン	ヘッド
走行系	コンピュータ
油圧系	センサ系
エンジン系	油圧系
操作系	送材系
その他	グラップル系
	切断系
	操作系
	その他

質問19ではオペレータ側と経営担当者側の双方にプロセッサ・ハーベスタのどの部分がよく壊れるかを尋ねている（表―2-2-23）。回答選択肢には質問7，質問8における補助的な質問と同じものを設定した。有効回答数はオペレータ側で40台分，経営担当者側で44台分であった。

ベースマシンについては（図―2-2-21），オペレータ側と経営担当者側双方が油圧系統がよく壊れることを指摘し，回答比率にして約40%に上っている。これは気に入らない部分を尋ねた質問8にも見られたとおり，油圧の容量不足からくるオーバーヒートが主たる理由となっている。エンジンに関してオペレータ側からの指摘が多い点も，作業中のエンジンオーバーヒートが主な理由である。また，油圧ホースの破損を指摘するコメントも多い。油圧系統に関しては，供給源であるベースマシンのみならず，プロセッサ・ハーベスタヘッドの側からも協調的に改善がおこなわれる必要があると考えるが，当座の対策としてはベースマシンの油圧供給容量の増強が望まれる。



図―2-2-21　よく故障する個所（ベースマシン）



図―2-2-22　よく故障する個所（ヘッド）

ヘッドについても（図―2-2-22）やはり首位は油圧系であり，複雑に装備された配管の損傷が事例としても最も目立った。プロセッサ・ハーベスタは動作が非常に複雑であるために油圧配管の取り回しが困難であり，同時に消耗が激しくならざるをえないことは想像に難くはないが，例えばローテータを過旋回させると油圧ホースが破断したり，ハーベスタ機能による伐倒作業時に特定の方向に倒すと伐倒木がホースを引っかけてしまう可能性が高くなってしまったり，ヘッドの向きによってはソーがホースを切断し得る角度が存在するなど，構造的にトラブルを起こす要因が存在し，回避策をオペレータの注意にのみ頼っている現状は到底容認できるものではない。

油圧系以外では，コンピュータ，センサ系，送材系と続いているが，コンピュータおよびセンサに関しては，センサの測長誤差に関する事例が複数挙げられている。表皮が剝がれやすい樹種を処理した際にスプロケットに剝がれた樹皮が絡み付く現象や，樹皮の柔らかい樹種が対象の際に測定誤差が大きくなる現象は測定基準の厳格な日本林業においては相変わらず解決の難しい問題であることがうかがえる。

また，回答選択肢としてコンピュータ，センサ系，その他の複数の肢に散乱してしまったが，油圧配管と同じく電気配線の破断が複数指摘された。

送材系については，主に枝打ち能力の低下と樹皮の損傷の原因となる送りローラの磨耗に関するものであったが，これはローラの材質や構造のみならず，グラップル装置との連携，そして動力源である油圧にも関わる問題である。

オペレータ側と経営担当側との回答傾向の違いに目を向けると，油圧系およびその他の選択肢以外ではオペレータ側よりも経営担当者側の方が回答比率が高くなっている。特に送材系では10ポイント以上の差となっているが，こうした傾向を生み出した理由は明確ではない。しかし，「故障」というものの捉え方や期待以上の能力を発揮した場面，期待はずれであった場面についての質問の回答結果，そして，コメント欄によせられた意見から推察するに，現場担当であるオペレータの側では，故障が発生するにあたってどういう素因があり，そこにどういうキッカケが働いて，このような故障が発生したのかという過程を当然ながら実際に経験しているが，経営担当者側では，経営担当者がオペレータを兼ねている場合を除いて，常に報告されるのは結果だけで，そして修理に関する伝票発行や交渉事を経て修理が完了しても，事例の数のみが強調されてしまい，例えばオペレータ側では，起こるべくして起こったトラブルであって，仕方がないこと，消耗であると感じられる事例であっても，経営担当者側ではそういった過程を知り得ないために，故障が起こった，という結果のみが印象に残っているためだと思われる。裏を返せば，“にもかかわらず”オペレータ側の回答比率の方が高い油圧系については，その実情はかなり深刻であるとも言えるのではないだろうか。

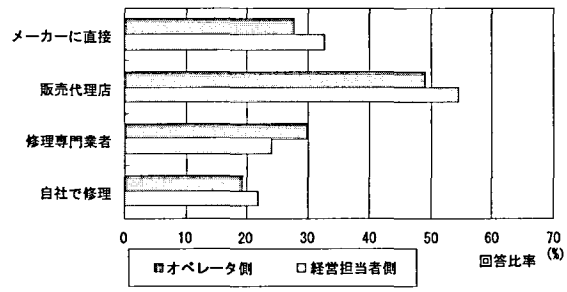
2-2-2-3-10．修理の依頼先

質問20（表―2-2-24）は，様々な原因によってプロセッサ・ハーベスタが故障した際にどこに修理を依頼するかを尋ねたものであるが，オペレータ側45台分，経営担当者側で46台分の有効回答を集計した結果も同様に販売代理店への依頼が最も高率であった。次いでメーカーに直接修理を依頼するとする回答と修理専門業者に依頼するとの回答が多く，自社で修理するとした回答も20%近くに上った（図―2-2-23）。

コメント欄へ寄せられた意見を参照すると，最も身近な存在である販売代理店への依頼が多いが，メーカーの営業所が比較的近隣にあり，営業マンや技術担当者と懇意である場合には販売代理店よりも直接メーカーへ修理について交渉する例が多く見られ，外国製機種を使用している事業体の中には，輸入商社の担当者のみならずメーカー本国の技術・開発担当者とたえず情報交換しながら機械の改良に協力している例も見られた。

表―2-2-24【質問20（修理の依頼先）】

「修理の際にはどこに依頼しますか」
回答選択肢：
メーカーに直接
販売代理店
修理専門業者
自社で修理



図―2-2-23　修理の依頼先

また，修理専門業者については，そうした業者の殆どが林業機械は専門外であるが，重機関連に長けており，例えプロセッサ・ハーベスタの故障であっても，ベースマシン関係や油圧関係の故障の場合には価格や所要日数が有利なことから，修理を依頼するというのが実情のようである。

自社で修理という選択肢については，事業体として林業部門以外に土木作業部門を持っていたり，自動車整備部門を兼業している例が見られ，そうした事業体では自社でまかなえる範囲の故障ならば自社で対応し，対応できない場合にのみ他社に依頼するとのことであった。しかし，自社にそうした車両整備技術を兼ね備えていない場合においても，軽微な故障であれば自社で対応できるようにしばしば交換する部品をストックしておくなど，修理技術の会得に努めているとのコメントが複数あった。

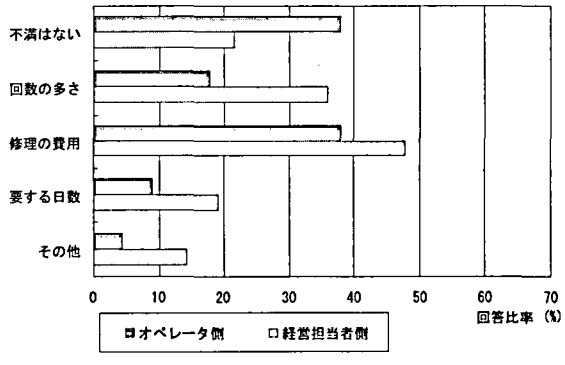
高性能林業機械は能力が高く，作業システム中の位置づけでは，中核として欠くべからざる存在であるために，故障によって操業不能になった場合，作業システム全体に対して非常に大きな影響を与えてしまうことになる。そのため，できうるかぎり操業不能状態は避けなければならず，コメント欄への意見にもあるが，「せめて油圧ホースの交換くらいは自社でおこなえるように」体制を整えておかなければ高性能林業機械の有効な活用は難しいといえる。

2-2-2-3-11．故障に対する不満

この質問21（表―2-2-25）には，オペレータ側よ

表―2-2-25【質問21（故障に対する不満）】

「機械の故障に関して不満に思っておられることはありますか」
回答選択肢：不満はない
「故障の回数の多さ」に不満がある
「修理の費用」に不満がある
「修理に要する日数」に不満がある
その他



図―2-2-24　故障に対する不満

り45台分，経営担当者側より46台分の有効回答が寄せられた。回答傾向にはオペレータ側と経営担当者側とで差異が見られ，オペレータ側では「不満はない」とする回答と「修理の費用」に不満があるとする回答がほぼ同率で首位となり，次に「回数の多さ」に不満があるとする回答が続いている。これに対して，経営担当者側では費用が首位で，次いで回数，そして不満無しと続き，何らかの不満を抱いているとする回答および「その他」肢では，オペレータ側に比較して，経営担当者側の方が高い回答比率を示している（図―2-2-24）。「不満はない」肢への回答はオペレータ側で40％近くを占めており，また，経営担当者側でも20％強の回答比率となっている。しかし，コメント欄に寄せられた意見を見ると，決して積極的に「不満はない」と感じているわけではなく，「まあ，こんなもんじゃないの」というような，高性能機械がもたらすメリットと比較して我慢できる範囲であるとする消極的なものであった。ここでも質問19でみられたような，過程を知っているか，それとも結果しか知らないか，という感覚の違いが回答傾向に反映されていると思われる。ある事業体から寄せられたコメントに，「故障して不満に思わぬものはおるまい」と小さな字で記されたものがあった。

2-2-3．将来への課題

日本林業をとりまく情勢が厳しくなったと言われるようになってから久しく，立木価格の低下，若年労働力の不足，といった諸問題に林業事業体が悩まされ，林業生産が低迷している一方で，日本の森林資源量は約35億立米に至り，その蓄積も毎年7千万立米ずつ増加しているといわれる。

また，森林の持つ木材生産・供給能力だけではなく，先頃の長野県小谷村土石流災害でも声高に叫ばれたように，国土の保全，水資源かん養，生活環境の保全・形成，保健休養の場といった公益的機能の観点からも，健全な森林を育成することは欠くことのできない務めである。

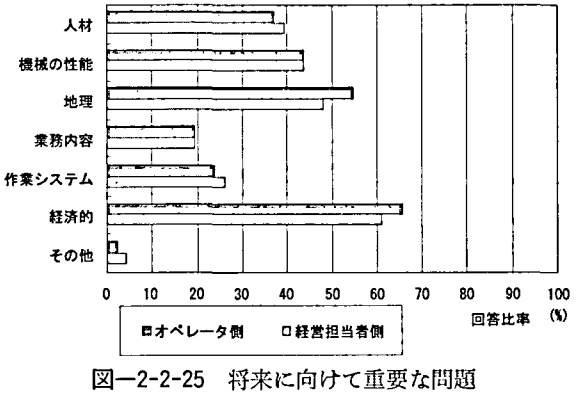
林業そのものがこうした先行きの不安な状態にある中で，今後，高性能林業機械を駆使していくにあたっては，いろいろと解決してゆかなければならない問題があるといえる。

そこで，今回のアンケート調査における最後の問いとして，以下のような質問（表―2-2-26）をオペレータ側，経営担当者側の双方に対しておこなった。

オペレータ側46台分，経営担当者側46台分の有効回答を集計からは，オペレータ側と経営担当者側との間に明確な回答傾向の違いは認められない（図―2-2-25）。そして，経済的な問題を最も重要であるとする回答が双方ともに60％を越える高率となっている。次いで地理的な問題，機械の性能，人材の

表―2-2-26【質問22（将来に向けて重要な問題）】

「将来に向けて，高性能林業機械を駆使してゆくにあたっては，いろいろと解決してゆかなければならない問題があるかと思います。どのような問題が最も重要だと思われますか（複数回答）」
回答選択肢：人材の問題
機械の性能に関する問題
地理的な問題
業務の内容に関する問題
作業システムの問題
経済的な問題
その他



図―2-2-25　将来に向けて重要な問題

問題と30%を超える回答が続いている。対応するコメント欄を参照したところ,「経済的な問題」に関して，高性能林業機械の価格の高さ，減価償却の難しさ，そして，事業量の確保の必要性，適切な補助金制度の必要性が,「機械の性能」に関しては，故障の多さへの不満や，少量生産・材の外見の重視・急傾斜地での作業，といった日本の林業現場に対応できる機械の開発の必要性，が指摘された。また,「人材の問題」に関しては，オペレータの技量によって生産性が変化するため，優秀なオペレータの養成が急務である，というオペレータの能力と生産性の問題，そして，経営や機械に対する補助金だけではなく，人材の育成にも補助金を出すべきだ，という意見が寄せられた。しかしながら，この質問は，その回答選択肢の設定に重大な欠陥があり，設問として失敗であったと筆者は考えている。回答用紙を見ると，すべての回答選択肢にチェックをしている回答が非常に多く，また，コメント欄を参照しても，回答選択肢に掲げた問題点が複雑に絡み合った問題を指摘する意見が多く，また，政策の内容や経済構造にまで言及したコメントも多く見られ，設定した回答選択肢が浅薄であったことを痛感させられた。例えば,「機械自体の価格が高いため，いくら利用間伐を進めても収支はとんとんにしかならない」，という意見は，経済的な問題という選択肢に対応したコメントであり,「オペレータの技術向上によって生産性が向上するから優秀なオペレータの育成が急がれる」といったコメントは，人材の問題として寄せられたものだが，それらの問題の根本は，事業体の経営に関する問題に集約することができ，結局は林業の構造的不況に帰着する。

2-2-4. アンケート調査のまとめ

プロセッサ・ハーベスタの導入に至った動機について,「作業能力の向上」・「人手不足の解消」・「作業者の安全確保」・「コストダウン」が上位4位を占めるところとなり，林業事業体はプロセッサ・ハーベスタの導入が，多くの問題への解決策となることを期待していることが判明した。これら4項目が2,000万円もする機械の購入への理由だとすれば，逆に，現在の林業事業体がかかえている最優先課題こそ，この4項目であると言えるのではないだろうか。高性能林業機械の高額性や，森林環境維持への貢献を考慮に入れると，私企業に対する公的補助制度のありかたについて，再考の必要を感ずる。

プロセッサ・ハーベスタの使用に際して，その使い勝手や気に入っている機能・性能，気に入らない機能・性能，機械の故障についての調査では，機械全体としては現在得られている機能・性能に積極的ではないにせよ，概ね満足している傾向がうかがえた。また，プロセッサ・ハーベスタが作業能力の向上や人手不足の解消，作業者の安全確保といった場面でその能力を発揮し，若手従業員対策にも効果を得られた事，逆に，コストダウンには効果があまり期待できないこと，そして，機械全体に関しては概ね好評を博しているものの，機械の構造や部品など，個々の部分については，計測センサや送材系統など数多くの問題点が指摘された。

なかでも油圧系統についてはベースマシンおよびヘッドに共通して改善すべき点が多くあることが判明した。これらの問題点の中には，現在の技術では如何ともしがたいものも，ちょっとした改良で対処できるようなものも含まれているが，対処できるものについては早急に改善策を施すことをメーカー側に期待する。

本研究では，年間の故障回数や年間不稼働日数，1回の修理に掛かる費用といった従来なかなか得にくかった情報を明らかにすることができた。例えば，故障回数年間10回以下が約80%，年間不稼働日数3週間以内が約90%，1回の修理に掛かる費用10万円以下が約80%，年間の修理費用についても，大雑把に見積もって60万円～100万円といったことが明らかになった。これらの調査結果は，今後の機械の使用計画を立てる際や，これからプロセッサ・ハーベスタの導入を予定している事業体にとっても有用な情報となろう。しかしながら，機械の故障回数や費用をはじめとする項目について，機械の老朽化の最も重要な指標ともいえるアワーメータの情報を加味することができなかったのは残念であった。

今後，高性能林業機械を駆使していくにあたって，何がもっとも重要な問題であるか，という質問では，機械の価格の高さ，事業量確保の重要性などを含めた「経済的な問題」が最も回答比率が高く，続いて急傾斜などの「地理的な問題」，日本林業に対応しきれていない「機械の性能」が問題点として挙げられたが，同時に，オペレータの技量によって生産性が左右されるために，優秀なオペレータの育成が急がれる，という「人材の問題」についても多くの意見が寄せられた。

ここで，これらアンケート調査の結果を，有限会社今井木材への聞き取り調査の結果（表―2-1-6）と比較すると，導入の動機，機械に対する印象，導

入による効果の点でもアンケート結果の傾向に近似した回答が寄せられていたことがわかる。同様に，機械全体への満足感，補助金制度や計測センサの精度に関する問題，送材時の表皮損傷への考え，プロセッサを使用してコストダウンを目指す際の留意点，そして将来的な課題としての人材育成，作業システムへの考慮なども既に指摘されており，アンケートが聞き取り調査と類似の結果ともなった。

2-3．小　括

1983年度には全国にたった12台しかなかったプロセッサ・ハーベスタも，1995年度末にはプロセッサ509台，ハーベスタ201台を数えるに至った。なかでも，ハーベスタは1995年度において，前年度比144％（プロセッサは129％）という非常に高い伸び率を示し，導入ブームともいうべき様相を示している。

材価の低迷，人材不足，技術者の高齢化，後継者不足といった諸問題を抱え，先行き不透明感が大きく，決して余裕があるとは言えない経営状況の中から，なぜ1台あたり2,000万円近くもする高価な機械への設備投資に踏み切ったのか，プロセッサ・ハーベスタにはそれほどまでの魅力があるのだろうか，と言う思いを抱きながらの調査となった。得られた調査結果をもとに，プロセッサ・ハーベスタの現状，これらの機械の導入によって期待できる効果・期待できない効果，そして導入に踏み切った林業事業体が使用に際して心がけている点をまとめたも

表―2-3-1　プロセッサ・ハーベスタについてのまとめ

プロセッサ・ハーベスタの現状		
	土場作業に効力を発揮する	
	作業効率はオペレータの腕次第	
	価格が高すぎる	
	油圧系統に問題あり	故障が多い 油圧容量の不足
	送材系統に問題あり	材の表皮を痛める 太い枝は打てない
	計測能力は不安定	
	作業適地が限られている	作業地の傾斜 土場面積 林道
期待できる好効果		
	作業能力の向上	
	作業者の安全確保	
	人手不足の解消	
	新規就業希望者の増加促進	
期待できない効果		
	コストダウン	
	イメージアップ	
	若手対策	
使用に際して心がけている点		
	事業量の確保が重要	
	有能なオペレータの育成	
	修理技術の自社育成	

のが表―2-3-1である。

これからプロセッサ・ハーベスタの導入を考えている事業体にあっては，プロセッサ・ハーベスタは万能ではないことを充分に心得たうえでの慎重な導入が，そして，メーカーにあっては，日本林業の持つ，さまざまな特殊性に対応した機械を安価に供給することが望まれる。また，高性能林業機械の普及・指導にあたる行政機関においては，やみくもな台数増加を目指すのではなく，林業事業体の実情に即した普及活動をおこなうと同時に，補助金制度の見直しや，共同所有組織の整備等，高性能林業機械導入におけるリスクの軽減といった周辺環境整備を含め，視野を広くとったバックアップを期待したい。

聞き取りによる予備的調査および広範囲に実施したアンケート調査によって，高性能林業機械の中でも最も導入台数の伸び率が高いプロセッサ・ハーベスタについて，その使用の実態と，それら機械を導入することによってもたらされる効果が具体的に明らかになった。しかし，調査対象数の少なさや，質問22に見られるような不明瞭な回答選択肢設定など，不備な点もあった。また，本調査では，調査の主点を作業者・使用者の視点から捉えた高性能林業機械の姿に置いたために，機械をとりまく諸条件・諸環境については詳細な調査ができなかった。

プロセッサ・ハーベスタをはじめとする高性能林業機械を導入し，活用していく方策を導くためには機械そのもののみならず，事業体の経営・収支内容，林道などの周辺設備状況，地形地理，作業対象林分の構造，作業法など機械をとりまく周辺環境に関する，詳細な調査および分析が必要であることは言うまでもない。

2-4．引用・参考文献

【引用文献】

(1) ㈳林業機械化協会（1996）機械化林業第517号，49pp，㈳林業機械化協会，東京

(2) 林野庁・㈶日本林業協会・㈶農林統計協会（1996）図説　林業白書（平成７年度版），9pp，農林統計協会，東京

(3) 林材業労災防止協会（1995）新たに導入された林業機械に係る安全対策に関する調査研究，27pp，

【参考文献】

1，監修／北海道林業機械化推進協議会（1995）「北海道の高性能林業機械化ガイドブック～機械化を目指す人のために～」，㈳北海道林業機械化協会，札幌

2，K.A.G.Staaf, N.A.Wiksten. (1984) Forestry Sciences Tree Harvesting Techniques. Martinus Nijhoff/Dr W. Junk Publishers. Dordrecht, Boston and Lancaster

3，長野県林務部（1992）「高性能林業機械作業システムの導入に当たっての検討マニュアル」

4，長野県森林組合連合会（1996）「新規参入林業労働者の定着化に向けて～長野県下主要事業体の実態調査結果～」，長野県森林組合連合会

5，「機械化林業」1994年１月～1996年12月号，㈳林業機械化協会，東京

6，辻　新六・有馬昌宏（1994）「アンケート調査の方法～実践ノウハウとパソコン支援～」，朝倉書店，東京

2-5．付録　アンケート調査表

オペレータの方にお願いします

団体名称＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿

住所＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿

電話番号＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿　担当者様ご芳名＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿

年齢　　歳　　林業経験年数　　年

アタッチメント

メーカー名＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿

種別　A　プロセッサ

　　B　ハーベスタ

形式＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿

購入年度＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿

ベースマシン

メーカー名＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿

形式＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿

サイズ＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿

【機械の使い勝手・機能・性能について】

{質問２} 機械全体の使い勝手はいかがですか。

A　とても良い
B　良い
C　妥当
D　悪い
E　とても悪い
F　判断できない

コメント

{質問３} 操作方法についてはいかがですか。

A　とても良い
B　良い
C　妥当
D　悪い
E　とても悪い
F　判断できない

コメント

{質問４} 機能・性能についてはいかがですか。

{４の１} 気に入っている機能・性能がありますか。

A　ある
B　ない
C　よくわからない

コメント

「ある」方へ…気に入っている機能・性能を下記から選んでください。(複数回答)

ベースマシン

A　走行系　　C　エンジン系　　E　その他
B　油圧系　　D　操作系

ヘッド

A　コンピュータ　　D　送材系　　G　操作系
B　センサー系　　E　グラップル系　　H　その他
C　油圧系　　F　切断系

{４の２} 気に入らない機能・性能がありますか。

A　ある
B　ない
C　よくわからない

コメント

「ある」方へ…気に入っている機能・性能を下記から選んでください。(複数回答)

ベースマシン

A　走行系　　C　エンジン系　　E　その他
B　油圧系　　D　操作系

ヘッド

A　コンピュータ　　D　送材系　　G　操作系
B　センサー系　　E　グラップル系　　H　その他
C　油圧系　　F　切断系

{４の３} 前の質問で，気に入っている機能・性能，気に入らない機能・性能がある方にうかがいます。
気に入っている機能・性能，気に入らない機能・性能を具体的にくわしく教えてください。

気に入っている・気に入らない　←丸をつけてください。

気に入っている・気に入らない　←丸をつけてください。

気に入っている・気に入らない　←丸をつけてください。

【期待していた能力を発揮したかどうか】

{質問5} 期待していた以上の能力を発揮したのはどのような場面ですか。(複数回答)

A　人手不足の解消
B　作業者の安全確保
C　若手対策
D　イメージアップ
E　コストダウン
F　作業能力の向上
G　その他

コメント

{質問6} 期待していたものの，実際には期待はずれだったのはどのような場面ですか。(複数回答)

A　人手不足の解消
B　作業者の安全確保
C　若手対策
D　イメージアップ
E　コストダウン
F　作業能力の向上
G　その他

コメント

【機械の故障について】

{質問7} 高性能機械はよく故障する，と言われていますが，実際にはどのように感じていますか。

A　じつによく故障する
B　少し故障する
C　あまり故障しない
D　ほとんど故障しない

コメント

{質問8} 修理に必要な費用について教えてください。

購入前に予想していた修理費用	年額	＿＿＿＿＿＿	万円程度
これまで掛かった修理費用	総額	＿＿＿＿＿＿	万円程度
これまでに行った修理の回数	だいたい	＿＿＿＿＿＿	回程度
年間の故障回数	だいたい	＿＿＿＿＿＿	回程度
1回の修理費用	だいたい	＿＿＿＿＿＿	万円程度
用意している修理費用	年額	＿＿＿＿＿＿	万円程度

{質問9} 故障が原因で機械が使用できなかった日数について教えてください。

故障によって機械が使用できなかった日数	年間	＿＿＿＿＿＿	日程度
これまで最大の連続不稼働日数		＿＿＿＿＿＿	日間
今後予想（覚悟）している日数	年間	＿＿＿＿＿＿	日程度

{質問10} よく壊れる部分を教えてください。

ベースマシン
A　走行系
B　油圧系
C　エンジン系
D　操作系
E　その他

アタッチメント
A　コンピュータ
B　センサー系
C　油圧系
D　送材系
E　グラップル系
F　切断系
G　操作系
H　その他

{質問11} これまでに経験した故障の内容について教えてください。

故障した部位 ＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿
故障内容 ＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿
故障原因 ＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿
改善すべき点（メーカー側） ＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿
改善すべき点（使用者側） ＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿
使用できなかった日数 ＿＿＿＿＿＿＿＿ 日間
おおよその修理金額 ＿＿＿＿＿＿＿＿ 円

故障した部位 ＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿
故障内容 ＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿
故障原因 ＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿
改善すべき点（メーカー側）＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿
改善すべき点（使用者側）＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿
使用できなかった日数 ＿＿＿＿＿＿＿＿日間
おおよその修理金額 ＿＿＿＿＿＿＿＿円

故障した部位 ＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿
故障内容 ＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿
故障原因 ＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿
改善すべき点（メーカー側）＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿
改善すべき点（使用者側）＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿
使用できなかった日数 ＿＿＿＿＿＿＿＿日間
おおよその修理金額 ＿＿＿＿＿＿＿＿円

{質問12} 修理の際にはどこに依頼しますか。

A メーカーに直接
B 販売代理店
C 修理専門業者
D 自社で修理

コメント

{質問13} 機械の故障に関して不満に思っておられることはありますか。

A 不満はない
B 「故障の回数の多さ」に不満がある
C 「修理の費用」に不満がある
D 「修理に要する日数」に不満がある
E その他

コメント

【高性能林業機械を駆使してゆくにあたって】

{質問14} 将来に向けて，高性能林業機械を駆使してゆくにあたっては，いろいろと解決してゆかなければならない問題があるかと思います。どのような問題が最も重要だと思われますか。（複数回答）

A 人材の問題
B 機械の性能に関する問題
C 地理的な問題
D 業務の内容に関する問題
E 作業システムの問題
F 経済的な問題
G その他

コメント

ご協力ありがとうございました。

調査やアンケートの質問に疑問な点がございましたら，
〒399－45 長野県上伊那郡南箕輪村8304 （電話）0265－72－5255 内線458
信州大学農学部森林施設工学研究室 松村哲也 までお問い合わせください。

経営部門担当の方にお願いします

団体名称＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿
住所 ＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿
電話番号＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿ 担当者様ご芳名＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿
年齢 ＿＿＿歳 林業経験年数 ＿＿＿年

アタッチメント	ベースマシン
メーカー名＿＿＿＿＿＿	メーカー名＿＿＿＿＿＿
種別　A　プロセッサ	形式　＿＿＿＿＿＿
B　ハーベスタ	サイズ　＿＿＿＿＿＿
形式　＿＿＿＿＿＿	
購入年度＿＿＿＿＿＿	

【高性能機械購入（導入）の動機】

{質問1} 高性能林業機械を購入された動機についてうかがいます。(複数回答)

A　人手不足の解消
B　作業者の安全確保
C　若手対策
D　イメージアップ
E　コストダウン
F　作業能力の向上
G　その他

コメント

{質問2} 購入予算を教えてください。　＿＿＿＿＿＿万円

{質問3} 購入費用の自己負担率はどれぐらいでしたか。　＿＿＿＿＿＿%

{質問4} 利用した補助金制度とその比率を教えてください。(複数回答)

＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿が　全体の　＿＿＿＿＿＿%
＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿が　全体の　＿＿＿＿＿＿%
＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿が　全体の　＿＿＿＿＿＿%
＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿が　全体の　＿＿＿＿＿＿%

【期待していた能力を発揮したかどうか】

{質問5} 期待していた以上の能力を発揮したのはどのような場面ですか。(複数回答)

A　人手不足の解消
B　作業者の安全確保
C　若手対策
D　イメージアップ
E　コストダウン
F　作業能力の向上
G　その他

コメント

{質問6} 期待していたものの，実際には期待はずれだったのはどのような場面ですか。(複数回答)

A　人手不足の解消
B　作業者の安全確保
C　若手対策
D　イメージアップ
E　コストダウン
F　作業能力の向上
G　その他

コメント

【機種の決定について】

{質問7} この機種を選んだ理由を教えてください。(複数回答)

A　業務内容から，この機種以外には考えられない
B　同業者がこの機種を使用しているから
C　サポート体制がよいから
D　従業員からの要請
E　メーカーの助言
F　価格
G　その他

コメント

【機械の故障について】

{質問８} 高性能機械はよく故障する，と言われていますが，実際にはどのように感じていますか。

A　じつによく故障する
B　少し故障する
C　あまり故障しない
D　ほとんど故障しない

{質問９} 修理に必要な費用について教えてください。

購入前に予想していた修理費用	年額	＿＿＿＿＿＿	万円程度
これまで掛かった修理費用	総額	＿＿＿＿＿＿	万円程度
これまでに行った修理の回数	だいたい	＿＿＿＿＿＿	回程度
年間の故障回数	だいたい	＿＿＿＿＿＿	回程度
１回の修理費用	だいたい	＿＿＿＿＿＿	万円程度
用意している修理費用	年額	＿＿＿＿＿＿	万円程度

{質問10} 故障が原因で機械が使用できなかった日数について教えてください。

故障によって機械が使用できなかった日数	年間	＿＿＿＿＿＿	日程度
これまで最大の連続不稼働日数		＿＿＿＿＿＿	日間
今後予想（覚悟）している日数	年間	＿＿＿＿＿＿	日程度

{質問11} よく壊れる部分を教えてください。

ベースマシン
A　走行系
B　油圧系
C　エンジン系
D　操作系
E　その他

アタッチメント
A　コンピュータ
B　センサー系
C　油圧系
D　送材系
E　グラップル系
F　切断系
G　操作系
H　その他

{質問12} 修理の際にはどこに依頼しますか。

A　メーカーに直接
B　販売代理店
C　修理専門業者
D　自社で修理

コメント

{質問13} これまでに経験した故障の内容について教えてください。

故障した部位 ＿＿＿＿＿＿
故障内容 ＿＿＿＿＿＿
故障原因 ＿＿＿＿＿＿
改善すべき点（メーカー側） ＿＿＿＿＿＿
改善すべき点（使用者側） ＿＿＿＿＿＿
使用できなかった日数 ＿＿＿＿＿＿ 日間
おおよその修理金額 ＿＿＿＿＿＿ 円

故障した部位 ＿＿＿＿＿＿
故障内容 ＿＿＿＿＿＿
故障原因 ＿＿＿＿＿＿
改善すべき点（メーカー側） ＿＿＿＿＿＿
改善すべき点（使用者側） ＿＿＿＿＿＿
使用できなかった日数 ＿＿＿＿＿＿ 日間
おおよその修理金額 ＿＿＿＿＿＿ 円

故障した部位 ＿＿＿＿＿＿
故障内容 ＿＿＿＿＿＿
故障原因 ＿＿＿＿＿＿
改善すべき点（メーカー側） ＿＿＿＿＿＿
改善すべき点（使用者側） ＿＿＿＿＿＿
使用できなかった日数 ＿＿＿＿＿＿ 日間
おおよその修理金額 ＿＿＿＿＿＿ 円

{質問14} 機械の故障に関して不満に思っておられることはありますか。

A　不満はない
B　「故障の回数の多さ」に不満がある
C　「修理の費用」に不満がある
D　「修理に要する日数」に不満がある
E　その他

コメント

【高性能林業機械を駆使してゆくにあたって】

{質問15} 将来に向けて，高性能林業機械を駆使してゆくにあたっては，いろいろと解決してゆかなければならない問題があるかと思います。どのような問題が最も重要だと思われますか。(複数回答)

A　人材の問題
B　機械の性能に関する問題
C　地理的な問題
D　業務の内容に関する問題
E　作業システムの問題
F　経済的な問題
G　その他

コメント

【さいごに】

このたびのアンケート調査の主旨からは少々外れますが，日本の林業の将来や，機械化林業の問題点，そして貴事業体の将来的展望など，日頃から思っておられること，考えておられることなど，なんでもかまいませんのでお聞かせください。

ご協力ありがとうございました。

調査やアンケートの質問に疑問な点がございましたら，

〒399－45　長野県上伊那郡南箕輪村8304　(電話) 0265－72－5255　内線458
信州大学農学部森林施設工学研究室　　松村哲也　　までお問い合わせください。

第3章　メインテナンスと故障の費用

高性能林業機械を効果的に活用していくには，機械の処理能力の検証把握だけではなく，運用や維持に伴って発生するコストについても明らかにし，こうしたコストの削減に努める必要がある。しかしながら機械を運用し維持していくことで発生するコストの中でも，機械稼働に伴って発生する消耗や故障，不具合を原因とする補修作業に係る費用は保険料や燃料費といった費目に比べて事前の予測が困難である。

そこで本章では，宮崎県地方にて稼働中のプロセッサ13台を対象に補修に関する費用について，補修作業の内容と動機，支出した金額について追跡し，プロセッサ補修費用の構成を明らかにしたうえで補修費用におけるコスト削減方策を考察した。

3-1. 調査対象

宮崎県林業労働機械化センター所管のリース向けプロセッサ13台について，機械導入時から記録された詳細な補修履歴，プロセッサ稼働記録などを基に，発生した補修項目の作業内容・補修発生動機・費用を追跡し，分類および集計を行った。記録期間は1993年度の第一号機導入より1997年度末までであり，対象となったプロセッサの導入年度や機種などの概略は表－3-1のとおりである。

なお本報告では，プロセッサを構成するアタッチメント部とベースマシン部を一体不可分のものとして補修事例の分類および集計を行った。

3-2. 分類と集計の方法

元データにおける記載欠落などから，精密な属性

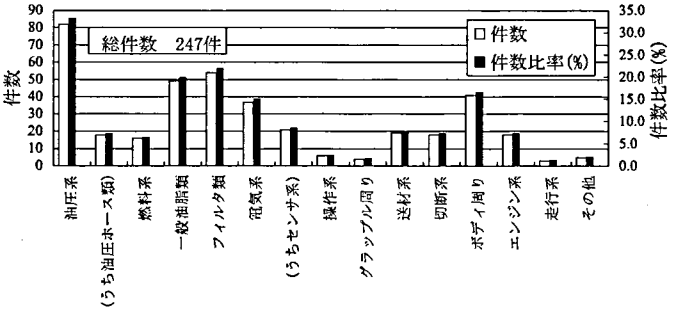
表－3-1　調査対象プロセッサの概略とアワーメータ (HM) 度数

導入年	機械番号	機種名	97年度末HM度数
94年導入	501	新宮 CP30	2,606
95年導入	602	イワフジ GP30	1,733
	603	新宮 CP31	1,611
	604	KETO100	1,272
	611	KETO100	3,097
	612	コマツ KP746	3,238
96年導入	701	コマツ KP746	1,243
	702	イワフジ GP35	2,732
	703	コマツ KP746	1,388
	706	KETO100	658
	707	コマツ KP746	1,155
	708	イワフジ GP35	959
	709	KETO100	826
		度数合計	22,518

表―3-2　作業内容分類属性の説明

分類属性	説　　明
油圧系	油圧配管やポンプ，作動油などに関する補修
油圧ホース類	油圧系のうち特に油圧ホースに関する補修
燃料系	燃料配管やインジェクタなどに関する補修
一般油脂類	潤滑油やグリースに関する補修
フィルタ類	油脂・燃料・エアなどのフィルタ類に関する補修
電気系	電気配線やコンピュータなどに関する補修
センサ系	各種センサに関する補修
操作系	ジョイスティックなど操作系統に関する補修
グラップル周り	グラップル機構に関する補修
送材系	ローラなど送材機構に関する補修
切断系	チェーンソーや枝打刃など切断機構に関する補修
ボディ周り	ボディ板金加工などボディ周りに関する補修
エンジン系	エンジン部分に関する補修
走行系	ベースマシン走行機構に関する補修
その他	その他補修作業

分類が困難なものがあり，こうした場合には，使用部品名や請求金額，請求書に記載された管理コードなどの周辺情報をもとにできる限り補完に努めた。



図―3-1　補修作業内容の分類

3-2-1．補修作業の内容

行われた補修作業１回ごとにその内容を検討し，複数の内容が取りまとめられている場合には個々の作業内容に分離し，作業事例1件として扱った。続いて個別に分離した補修作業について，油圧系，一般油脂類など15の分類属性を設定し分類を行った。分類属性は１件の作業事例に対して複数与えられている（重複）場合もある（例：センサ補修作業には電気系属性とセンサ系属性を付与）（表―3-2，図―3-1）。

これら属性のうち，油圧系属性は油圧ホース類属性を，電気系属性はセンサ系属性を内包している。

3-2-2．補修発生動機

補修作業発生の動機についても同様に，個別に分離した作業事例に対して故障，メインテナンス，破損，改造の４種類の属性を設定し分類した。これら属性は１つだけ与えられている。

3-2-3．補修に要した金額

補修記録を基に金額計算の対象として工賃，部品代の項目を抽出した。

工賃の算出に際しては，分割できない複数の項目にわたる複合作業は一括して１件と扱い，１件ごとに要した工賃に従って分類し，作業事例の内容に基づいて代表的な作業内容を整理した。

部品代の算出に際しては，当該部品の用途や性質に応じて油圧ホース，フィルタ，潤滑油など12の属性を設定し分類した。これら属性は，１つだけ与えられている。

なお，工賃，代金に掛かる消費税は外税として扱った。

3-3．結　果

3-3-1．補修作業の内容

集計に供した総補修作業件数は247件であった。

複数の属性を保持できる中，15分類中最も件数が多かったのは油圧系に対する補修作業で82件であり，総作業件数247に対して33.2%を占めた。

10%以上を占めた作業としては，上位から油圧系に次いでフィルタ類54件21.9%，一般油脂類49件19.8%，ボディ周り41件16.6%，電気系37件15.0%などとなった（図―3-1）。

3-3-1-1.油圧系・油圧ホース類　82件33.2%を占めた。

油圧系に対する補修作業に与えられた属性は油圧ホース類に与えられた属性を内包している。そのため，油圧ホースの関係しない油圧系補修作業事例の件数は64件25.9%となる。

油圧系および油圧ホース類に関する補修作業の具体的内容としては，油圧シリンダ・油圧モータの動作不良，ホースの損傷や配管ジョイント部分からの作動油漏れ，ホースの損傷や消耗を理由とするホース交換作業，金属配管および電磁バルブの補修や改変，作動油経路に備えられたフィルタ類の交換もしくは清掃，作動油の交換もしくは補充などが寄せられた。また，金属配管の改変では，ジョイスティックのシフトパターン変更もみられた。

3-3-1-2.フィルタ類　54件21.9%を占めた。

プロセッサの場合，大別して3系統の油圧系統に備えられたフィルタ類に加えてエンジンオイルフィルタに代表されるディーゼルエンジンの作動に関するフィルタ類を多数必要とするため，フィルタ交換もしくは清掃の事例が占めた。

3-3-1-3.一般油脂類　49件19.8%を占めた。

エンジンオイル，シャシグリース，ギヤオイルの交換もしくは補給といったエンジンや駆動装置を持つ機械類に共通する潤滑作業と潤滑ラインに設けられたフィルタ類の交換清掃作業で事例のほとんどを占めていた。

3-3-1-4.ボディ周り　41件16.6%を占めた。

ボディ板金修復作業，油圧配管位置変更や支持金具付加などの改造事例が多い。また，ボディ板金作業に伴う塗装作業事例も含まれている。

3-3-1-5.電気系・センサ系　37件15.0%を占めた。

油圧系作業と同様に，電気系作業属性はセンサ系属性の作業内容を内包しており，センサ系の関係しない電気系作業の件数は16件6.5%で，作業事例では電気配線の不具合に起因する配線ハーネスの交換が多くみられた。

センサ系の不具合については，測長センサに事例が集中しており，エンコーダの分解清掃が多くみられた。搭載コンピュータそのものに関する補修事例は見られなかった。

3-3-1-6.送材系　19件7.7%を占めた。

材送りローラ部品，材送り用油圧モータ，材掴み機構油圧シリンダの補修に関する作業事例の3種類で占められていた。

3-3-1-7.切断系　18件7.3%を占めた。

チェーンソー部分に関する事例が大勢を占め，その作業内容構成はソーバーの変形修正交換といったソー本体の補修，チェーンオイル供給ラインのホース破損，ソー駆動用油圧モータのオイル漏れ，ソー制御位置スイッチセンサの交換といったものであった。

3-3-1-8.燃料系　16件6.5%を占めた。

燃料系の補修作業事例では，燃料系統に備えられたフィルタ類の交換もしくは清掃ですべて占められていた。

3-3-1-9.エンジン系　18件7.3%を占めた。

エンジン系の補修作業はメイン油圧ポンプの駆動に関する事例1件を除いて，ファンベルトの調整など原動機を装備する機械に共通する作業内容であった。

ただし，エンジンの駆動に直接の関連が小さいキャビン内のエアコン装置に関連する作業事例が5例含まれていた。

3-3-1-10.操作系　6件2.4%を占めた。

操作用ジョイスティックに関する作業事例で，スイッチ作動不良，ブラケット破損，シフトパターン変更といった作業内容であった。

3-3-1-11.グラップル周り　4件1.6%を占めた。

グラップルアーム作動用油圧シリンダの磨耗およびアームに付帯するローラに関する作業内容であった。

3-3-1-12.走行系　3件1.2%を占めた。

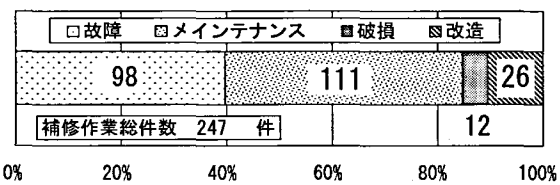
ベースマシンの走行機構におけるファイナルドライブギアボックス用ギアオイルの交換事例のみであった。

3-3-1-13.その他　5件2.0%を占めた。

作業内容を具体的に示されていない各部の点検作業や出張修理作業，試運転作業の事例であった。

3-3-2. 補修発生の動機（理由）

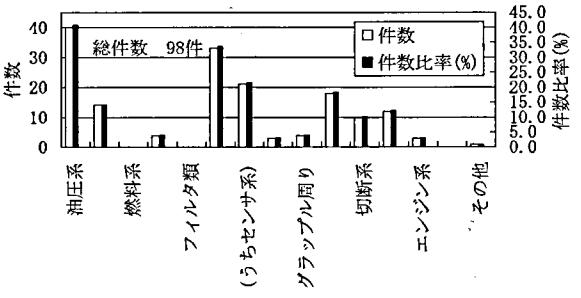
補修作業の実施に至った動機（理由）では，247件の作業事例中，定期的メインテナンスを動機とするもの111件44.9%，故障を原因とするもの98件39.7%，改造を原因とするもの26件10.5%，破損を原因するもの12件4.9%であった（表―3-3，図―3-2）。



図―3-2　動機（理由）分類属性の説明

表—3-3　動機（理由）分類属性の説明

分類属性	説　　明
メインテナンス	定期的メインテナンスによって補修作業が発生した場合。
故障	予期せぬ装置の故障によって補修作業が発生した場合。
改造	ユーザーが自発的に機能の改変を望んだ場合。
破損	ユーザーが能動的に機能を損傷した場合の補修発生。



図—3-3　故障を動機とする作業内容の分類

3-3-2-1.メインテナンス　定期的なメインテナンスとしての作業事例件数は111件で，うちエンジンオイルに代表される潤滑用一般油脂類，油圧作動油の交換補充作業の件数が54，一般油脂類，作動油に加えて燃料系統も含めた各ライン中に備えられたフィルタ類の交換清掃作業35件，ファンベルト調整に代表される一般的なエンジン整備作業11件，その他点検作業および消耗部品交換作業が行われていた（図—3-3）。

3-3-2-2.故障　故障が作業発生の動機となった件数は98件であったが，その具体的作業内容は複合的に多岐に亘っていたため，前項補修作業内容分類に従って整理した。作業内容分類属性は複数与えられている場合がある（図—3-2，3-3）。

［故障—油圧系・油圧ホース類］　油圧系の属性を持った作業事例の件数は40件，その内油圧ホース類の属性を持ったものは14件であった。

内容は，油圧ホース，配管，シリンダ，モータからの作動油漏れ事例が22件を数え，うち油圧ホースにおける油漏れ事例件数はホース破断を含め15件を数えた。油漏れ以外の事例では，ローテーションモータの作動不良，ヘッド部油圧シリンダ作動不良，ヘッド部電磁バルブ作動不良 などが認められた。

［故障—電気系・センサ系］　作業事例件数33件。

うち21例がヘッド部搭載のセンサ類に関する事例で，特に測長センサに関するものが16件を数えた。センサ類以外の事例では，ジョイスティック部のスイッチ作動不良，配線ハーネス導通不良，電磁バルブ作動不良などが認められた。

［故障—送材系］　作業事例件数18件。

うち，チェーン切断などフィードローラ自体の補修事例，ガイドローラ不良5件，送材用材掴み機構不良，送材モータ不良が各4件であった。

［故障—ボディ周り］　作業事例件数12件。

ボルト類の脱落折損が4件，ベアリング類損傷3件，ボディ各部の亀裂損傷溶接2件などであった。

［故障—切断系］　作業事例件数10件。

ソー駆動用モータ作動油漏れなど油圧機器不良4件，スイッチもしくは位置センサなど電気装置不良，チェーンオイル供給ホース切断各3件であった。

［故障—一般油脂類］　作業事例件数4件。

チェーンオイル供給ラインのホース破損が3件，トラック潤滑油給油ラインの吐出不良が1件であった。

［故障—グラップル周り］　作業事例件数4件。

油圧シリンダ不良，グラップルアーム部不良各2件であった。

［故障—エンジン系］　作業事例件数3件。

メイン油圧ポンプ出力不足，エンジンガバナ不良，エアコンコンプレッサ不良が各1件であった。

［故障—操作系］　作業事例件数3件。

正切りスイッチ停止不良，ジョイスティック不良，ジョイスティック亀裂が各1件であった。

［故障—燃料系］　作業事例件数0件。

［故障—フィルタ類］　作業事例件数0件。

［故障—走行系］　作業事例件数0件。

［故障—その他］　作業事例件数1件。

出張修理作業1件であった。

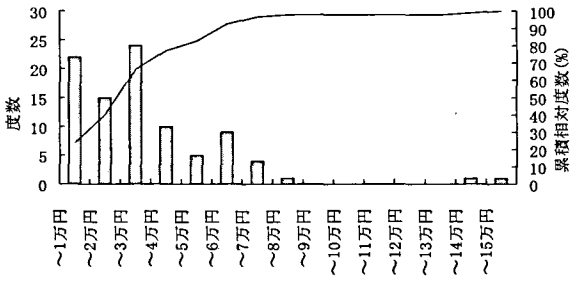
3-3-2-3.改造　作業事例件数26件のうちほとんどが，油圧配管の配置変更とそれに伴うボディ改変であった（図—3-2）。

3-3-2-4.破損　12件のうち10件がドア破損などベースマシンキャビン周辺部ボディ，1件がチェーンソーカバーの破損であり，板金塗装作業で占められた。機械稼働中に何か障害物にぶつけたことが原因であった。残る2件は，無理な切断作業によるチェーンソーバーの変形であった（図—3-2）。

3-3-3. 補修に要した金額

3-3-3-1.補修工賃　調査期間中に発生した，工賃の算出に供することの可能な補修事例は92件，補修工賃の総合計金額は2,642,240円，補修1件あたりの平均工賃は28,720円，中央値は25,000円であった。

補修工賃2万円超3万円以下の事例が24件と最も多く，次いで1万円以下22件，1万円超2万円以下15件，3万円超4万円以下10件などとなり，6万円以下の事例が全体の92.4%を占めた（図—3-4)。



図—3-4　補修工事

（2万円超3万円以下の事例）

複雑なボディ板金や亀裂溶接など破損の補修や改造を行った事例が多い。また，センサ不良，ローテータなど構造の複雑な油圧部品の油漏れ補修作業などが含まれた。

（1万円以下の事例）

この工賃クラスの補修作業事例では，潤滑油および作動油の補充交換およびフィルタ類の交換清掃作業が多く，他にはファンベルト調整などエンジン部の軽微な整備，軽微なボディ板金作業などであった。

（1万円超2万円以下の事例）

油圧ホース交換作業事例が最も多く，送材機構中の油圧シリンダのオーバーホール例なども含まれた。

（3万円超4万円以下の事例）

油圧配管改変，広範囲のボディ板金作業などが多い。

（4万円超5万円以下の事例）

特定の作業内容が集中することはないが，ヘッド部に関わる作業が多く，かつ複雑な部位における作業，広範囲にわたる作業が含まれた。

（5万円超6万円以下の事例）

測長センサ不具合，広範囲の油漏れに関する事例が多い。

（6万円超7万円以下の事例）

測長センサやローテータユニットの交換作業といった複雑な作業，広範囲にわたる油圧配管変更，複数の油圧シリンダオーバーホール作業が見られた。

（7万円超8万円以下の事例）

チェーンソーのホーム位置が定まらないことに対する原因調査と補修作業であった。

（13万円超14万円以下の事例）

ヘッド部全体におよぶ油圧系作動不良原因調査と補修作業であった。

（14万円超15万円以下の事例）

プロセッサ全体におよぶ油圧系作動不良原因調査とすべての油圧ホース脱着交換作業であった。

3-3-3-2.部品代　調査期間中に消費した部品の購入件数は261件。

ただし，その内1件については部品購入事例ではなく値引き事例であったため，これを除外した260件について集計した。

購入部品代金の総合計金額は2,929,645円であった。

部品1点の価格で高額順上位5位を占めたのは，油圧モータアッセンブリ79,500円，油圧ピストンロッド78,000円，直径センサ76,750円，シリンダ固定ピン68,400円，送材ゴムタイヤ68,000円であった。

各分類属性ごとの部品代金小計では，油圧ホースに要した金額が最も多く776,565円となり，総合計金額に対する金額比率にして26.5%を占めた。次いでフィルタ・油圧部品がそれぞれ約35万円約12%，ボディ部品・潤滑油がそれぞれ約30万円約10%などとなった（表—3-4)。

3-4. 考　察

3-4-1. 補修作業の傾向

今回調査対象としたプロセッサ群は，宮崎県林業労働力機械化センターが県内の森林組合をはじめとする林業事業体の高性能機械化を支援する目的で運営しているリース事業の中核を成すものであった。補修履歴が詳細に記録されていることからも分るとおり，そのメインテナンス体制の整備と実行は綿密なものであった。一方，貸与先である林業事業体側の作業現場を実地調査したところ，事業体の側もセンターの方針に応じるべく丁寧な機械取り扱いを心がけていることが見てとれた。

このようにメインテナンス環境の整った中で運用されている機械であったためか，筆者らがこれまでに行ってきた他地域での故障事例調査に比べて，高額の補修費に繋がるような大規模な補修作業事例が少ない印象を受けた。

発生した補修作業の内容では，油圧ホースを含めた油圧機構に関するものが多く，次いでフィルタ類，第3位に一般油脂類に関する作業があがった。この

表—3-4　部品代の分類

分類属性	代金小計(円)	金額比率(%)	部品点数	1点当たり価格(円)
油圧ホース	776,565	26.5	30本	25,886
フィルタ	353,430	12.1	86点	4,110
油圧部品（ホース除く）	352,060	12.0	42点	8,382
ボディ部品	301,530	10.3	112点	2,692
潤滑油	299,850	10.2	948L	316
送材機構	255,555	8.7	10点	25,556
作動油	235,830	8.0	1138L	207
センサ	152,980	5.2	8点	19,123
電装部品（センサ除く）	96,485	3.3	41点	2,353
切断機構	92,500	3.2	4点	23,125
エンジン部品	11,470	0.4	4点	2,868
グリス	1,390	0.05	8本	174
部品代金合計	2,929,645			

結果を，補修作業発生の動機とつき合わせてみると，油圧系補修作業は故障を動機とするものが多く，一方フィルタ類および一般油脂類に関する作業については，その発生動機のほとんどはメインテナンスであるとする結果となった。また，第4位以下ではボディ周り作業は改造を動機とするものが，センサを含めた電気系統と送材系，切断系は故障を動機とするものが多かった。

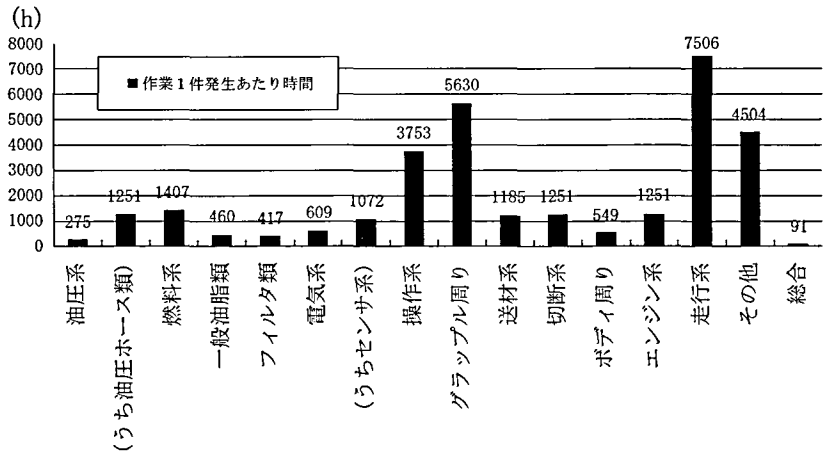
発生件数で上位3位の作業内容の構成は，故障事例の油圧系，定期的メインテナンス事例のフィルタ類と一般油脂類が占めていたことになる。

プロセッサに限らず，機械類の作動状況の時系列変化を評価する際には機器に装備されたアワーメータの履歴を考慮することが重要である[3]。しかしながら今回の調査では各作業事例発生時のアワーメーター履歴を追跡することができず，調査終了時の累積度数のみが得られた。調査対象としたプロセッサ13台は，それぞれ導入時期やメーカー，形式も異なり，また各プロセッサの稼働状況も異なることから，これら13台のアワーメータ累積度数を合算して取り扱うのは信頼性に欠けるが，敢えてこの合算値を基に稼働時間ごとの補修作業件数，工賃および部品代を試算した。

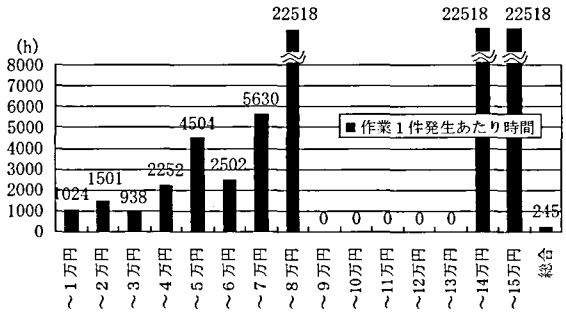
試算によると，補修作業の発生と稼働時間との関係では，91時間に1件なんらかの補修作業が発生していたことに相当し，作業内容別では，油圧系の作業が275時間ごとに1件，フィルタ類に関する作業が417時間ごとに1件，一般油脂類に関する作業が460時間ごとに1件発生していたなどとした結果が得られた（図—3-5）。

同様に工賃については，10時間あたり1,173円の補修工賃を支出しており，245時間ごとに1件の工賃を要する作業が発生し，その支出金額別では，2万円～3万円の工賃支出事例が938時間ごとに1件発生などとなった（図—3-6）。

部品代では，機械稼働10時間あたり1,301円の部



図—3-5　稼動時間と補修作業発生



図―3-6　稼動時間と工賃支出

品代を支出したこととなり，その構成は油圧ホース代金が10時間あたり345円の支出などとなった（図―3-7)。

油圧系，フィルタ類，一般油脂類のそれぞれの補修作業事例を検討すると，フィルタ類および一般油脂類に関しては，定期的な油脂補給・交換およびそれら作業とほぼ同時に実行されると考えられるフィルタ類の交換がほとんどを占める。また，油圧系補修作業においても，作動油の補給・交換，そしてフィルタ類作業に属する作動油ラインに設けられたフィルタの交換事例件数が多い。これら作動油も含めた液体類の補給交換そしてフィルタ類の交換作業は，技術的には作業手順を遵守し作業用具を適切に使用する事によって実施できる総じて簡易な作業である。

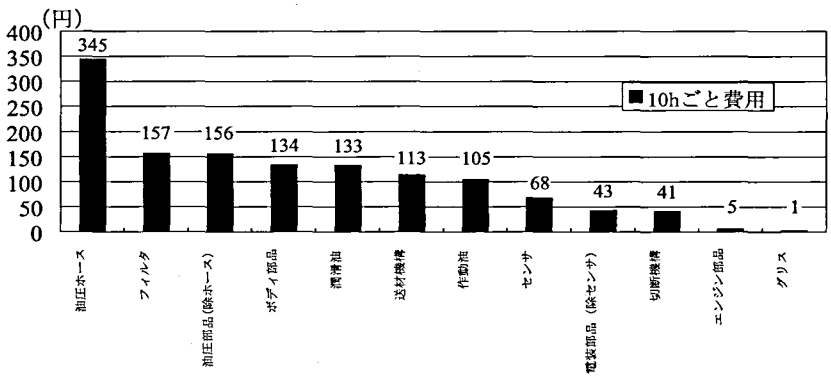
また，作動油の補給交換作業以外の油圧系作業では，油圧ホースの交換作業が簡易なものとして挙げられる。これまでに筆者らが実施してきた，高性能林業機械の使用状況実態調査[1]の中でも，プロセッサ，ハーベスタに代表される高性能林業機械の油圧機器に関する故障や不具合の発生頻度が高いこと，補修時間と費用が嵩むことが指摘されていた。今回の調査結果からもすべての補修作業のうち油圧関係に発生したものの件数が82件と補修作業件数全体の約33%を数え，発生したすべての補修作業事例中最多となり，補修作業の具体的事例と費用の面からの検討でも，工賃が１万円以下の範囲では作動油の補給交換作業，１万円～２万円では油圧ホース交換作業，６万円以上の工賃を要する範囲でも，複数油圧ホース交換作業事例が見られるように，あらゆる価格帯にかけて油圧ホース交換作業が発生している。

その他の補修作業の中では，エンジン系に属する作業にも難易度の低いものが見られる。たとえばファンベルトの調整作業などは一般自動車のそれと特に変わるところはない。

3-4-2．現実的補修コスト削減策

プロセッサなど林業用作業機械に限らず，機械メーカーなどが設定した定期的な検査とメインテナンス作業を確実に実行し，つねに機械の状態を良好に保つよう努めることが，突発的な故障の予防や稼働効率の低下を防ぎ，機械類の正常な稼働を維持する最善の策であることは言うまでもない。そしてユーザーである林業事業体は，これらの検査やメインテナンス作業，故障補修作業の実施を技術力や資格，工具機材の整った機械メーカーサービス部門など専門業者にほぼ全面的に委ねている現状にある。しかしながら一方では作業納期や専門業者に掛かる工賃を中心にユーザー側からは不満の声も聞かれており[1]，メーカー側のユーザーに対するアフターサポート体制に不備があることも事実であり，技術力を備え，ユーザーの要望に迅速に対応できるサービス網の拡充が望まれる。また，故障や不具合の発生に対する事後対処的なサービスだけでなく，他ユーザーの経験した事故や破損，故障，改造などの事例情報を積極的にユーザーに報せることもメーカーの重要なつとめであろう。こうした情報はユーザーにとって事故や故障などの予防をはじめとして総合的な作業効率の向上やコスト削減に有効な手がかりとなる。

メーカー側のユーザーに対するアフターケア策の



図―3-7　稼動時間と部品代金支出

向上を期待するなかで，特に補修作業発生事例数の多い工賃2万円以下の作業の内容に作動油潤滑油の補給交換，フィルタ類交換清掃，油圧ホース交換，エンジン整備といった実行が比較的簡単なものが多く含まれていることに着目すると，ユーザーである林業事業体側が実行できるコスト削減策として，既に実施されているユーザー自身による始動前点検作業に加えてこれら軽微な補修作業の実施が考えられる。

発生した補修作業のうち，軽微な内容のものについてはユーザー自身が処置することによって第一に工賃の抑制が期待できる。今回の調査結果では，ユーザー自身が替わって処置できると思われる軽微な作業は27件を数えることができ，約27万円の工賃支出，工賃総額の約10％に相当する。第二に補修作業による使用不能期間の短縮によって損失の抑制も期待できる。たとえば不意に突発する油圧ホース切断事故に対応する油圧ホース交換の実施は，現場への専門業者出張をはじめとする工賃だけでなく補修作業によるプロセッサ不稼働時間の短縮が実現でき，機械の総合的な稼働効率の向上にも繋がる。また，間接的には，機械のメカニズムに対して理解と観察が進むことから，重大な故障や損傷の予防と早期発見によるコスト削減も期待できる[2]。

これら作業を実施できる人材と工具など設備を準備する必要があるが，要求される技術が高くないことから人材教育，設備ともに負担は小さいと考えられる。補修を担当する人材としては最も機械に近い位置にいるオペレータがこうした技術を習得することが突発的事例へ迅速に対応するためにも最も望ましいが，オペレータのみに人材を限定するものではなく，事業体組織の構成に応じて要員を選定するべきであろう。

人材教育の場として，オペレータ養成研修のカリキュラムに補修技術教育を組み込むことや，補修技術教育に内容を絞ったメカニック養成研修の実施も考えられる[4]。本報告でサンプルとして扱ったプロセッサのように，リース事業などに基づく機械の貸与や共有が行われている場合には，軽微な作業であるとはいえ，実施された補修作業の品質が保証されることが安全性の面からも望ましい[5]。メーカーサービス部など専門家による点検整備が定期的に行われていることから，最終的な整備状況は一定に保たれると期待できるが，作業にあたる自社内技術者の技術レベルを一定の水準以上に規定するために，一般自動車における整備士資格制度のような統一基準に拠る技術レベル認定制度を考慮する必要があろう。

3-5．引用文献

(1) 松村哲也・井上裕（1998）ハーベスタ・プロセッサの使用状況調査―故障事例に注目して―．日林論109：463～464．
(2) 松村哲也・井上裕（1998）長野県におけるハーベスタおよびプロセッサの使用の実態調査．中森研46：65～66．
(3) 松村哲也・井上裕・林博道（2000）高性能林業機械の維持コスト―修理費用に注目して―．日林学術講111．411pp．
(4) 林業機械化推進検討会報告書（1999）21世紀に向けた新たな高性能林業機械作業システムの展開．機械化林業552：6～16．
(5) 辻龍介・小池正雄（1999）高性能林業機械のリース・レンタル事業に関する一考察．機械化林業549．24pp．

第4章　効果的な機械デザイン

4-1．ボディ外装塗色による災害予防効果

プロセッサ，ハーベスタに代表される大型高性能林業機械のボディ外装塗色には，一般に視認性，誘目性の高い赤色や黄赤色，黄色，緑色が多く採用されている。これらのボディ外装塗色が，林業作業者をはじめとする周囲の人間に対して与える視覚的効果を，機械が備えている機能のうちのひとつであると捉えた場合，高い機能を発揮するためには，適切な色彩の選択が重要になる。高性能林業機械の運用にともなう災害の予防を目的としたパッシブセーフティ策として，これらの視認性の高い色彩を採用することは有効であるが，その災害予防効果を高めるためには，安全色を規定した日本工業規格にある「周囲の状況」[4]に相当する林業作業現場における色彩状況を十分に考慮して塗色を選択しなければならない。この時，色彩を認知するための色覚についても，標準色覚特性下だけでなく，日本人男性の約5％，女性の0.2％を占め，赤系統色もしくは緑系統色に対する感度が低くこれら色彩の区別に困難をきたす場合のある先天的二色型色覚特性保持者[6]は

表―4-1　色彩項目の平均的色彩と抽出数

項目	平均L＊a＊b＊値	抽出数	項目	平均L＊a＊b＊値	抽出数	項目	平均L＊a＊b＊値	抽出数
材	70, 7, 16	85	赤	60, 44, 30	77	灰	85, -2, -3	15
立木	57, -19, 15	101	黄赤	69, 27, 51	39	白	95, 1, -1	31
地面	77, 1, 8	104	黄	82, -1, 53	29	黒	36, 6, -7	91
空	97, -2, -2	42	レモン	86, -4, 36	43	特色1	74, 11, -21	2
			青	58, -4, -21	26	特色2	56, 4, 11	2
			緑	74, -32, 14	12	特色3	45, -16, -11	1

※平均的色彩を示すL*a*b*値はCIE 1976 表色系における数値

じめとして，事故などによって生ずる後天的色覚変化，加齢による変化などさまざまな色覚特性下での評価を行う必要がある。

本研究では，高性能林業機械を使用している林業作業現場において撮影した写真を元に現状の森林作業環境における周囲の色彩状況および高性能林業機械のボディ外装塗色を数値化し，標準色覚特性下および人体網膜裏に位置する視覚細胞のうち，主に赤色の色彩を感じるL錐体および主に緑色の色彩を感じるM錐体細胞の感度の変化した色覚特性下における従来採用されているボディ外装塗色の有効性を評価し，より災害予防効果の高い塗色の検討をおこなった。

4-2．色彩情報の取得と分析

4-2-1．色彩情報の取得

森林作業現場，駐機場などに設置された大型高性能林業機械を，周囲の状況も含めた構図で，晴天もしくは曇天昼光条件にて35㎜カラーネガフィルムに写真撮影し，9㎝×12㎝に引き伸ばした125シーンの写真印画をフラットベッドスキャナを用いてスキャニング解像度100dpiで画像処理ソフトウェア（Adobe Photoshop）上に取り込んだ。それぞれの画像について，周囲の状況を構成する要素として「材」「立木」「地面」「空」の4つを設定し，これらの領域を構成する複数ピクセルの8ビットRGB中間値を取得した。同様に機体の塗色部分について「赤」「黄赤（橙）」「黄（山吹色）」「レモン（薄黄色）」「青」「緑」「灰」「白」「黒」の9色および実際の大型機械塗色にみられる中間色を3種類「特色1（藤色）」「特色2（薄茶色）」「特色3（浅葱色）」として計12色を設定し，各RGB中間値を取得した。（表―4-1）

4-2-2．RGB値のLMS値への変換と色覚特性の付加

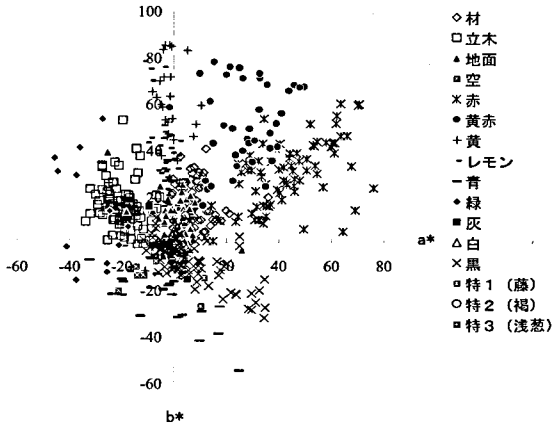
取得したそれぞれの8ビットRGB値を0-1の範囲の値に標準化した後に，主に赤～黄橙色付近の長波長光に反応を示すL錐体，緑色付近の中庸波長光に反応するM錐体，青色付近の短波長光に反応するS錐体細胞の反応値へと変換した。続いて，LまたはM錐体感度の低下する先天的二色型色覚特性に代表される，標準色覚特性とは異なる状態を示すものとしてLおよびM錐体の感度をそれぞれ10%ずつ減少させたものを演算した後に再びRGB値へと変換した。RGB値をLMS反応値へ変換する際にはS-CIELAB中で提示されている変換式（L＝12.2430R＋44.4548G＋6.5701B，M＝4.6321R＋44.6748G＋9.5109B，S＝0.5227R＋4.6900G＋44.8061B）を使用した[3,7]。

4-2-3．色覚特性を付加したRGB値のCIE-1976-L*a*b*値への変換と色差の算出

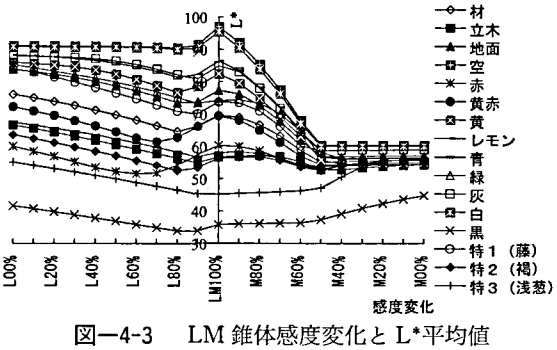
RGB色空間は空間中の色彩の変化度合いが均等ではないことから各色間の差異である色差を比較することが困難なため，得られたRGB値を，均等色空間であるCIE-1976-L*a*b*系の値に変換し，色彩の明暗に関する属性である明度L*値，色相（赤，黄，緑，青，紫のような色知覚の性質を特徴づける色の属性を連続的に配置し，尺度化したもの）および彩度（色みの強さ，色みの鮮やかさ）を示すa*b*平面座標値であるa*値，b*値からJIS Z 8730-1995の規定に従い色差（色の知覚的な相違を定量的に表したもの）の算出をおこなった。なお，L*a*b*値への変換に際しては，CIE-1931-XYZ三刺激値を経由した。RGB値からXYZ値への変換には式（X＝0.412391R＋0.357584G＋0.180481B，Y＝0.212639R＋0.715169G＋0.072192B，Z＝0.019331R＋0.119195G＋0.950532B）を用い，XYZ値からL*a*b*値へのJIS Z 8729-1994の規定に従った[4,5]。

4-3．結果および考察

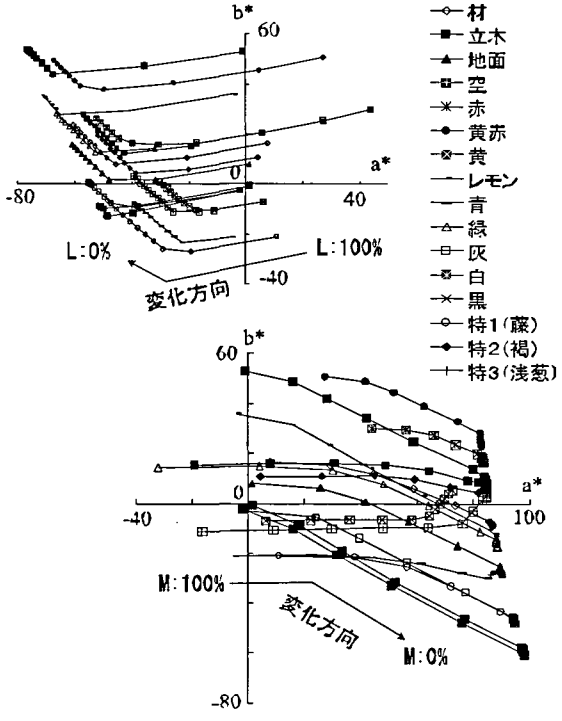
4-3-1．LM錐体感度の変化と色彩分布の推移



図―4-1　a*b*平面上における色彩分布



図―4-3　LM 錐体感度変化と L*平均値



図―4-2　LM 錐体感度の変化と a*b*平面上分布の移動（平均値）

標準色覚特性に相当するL，MおよびS錐体感度100%の状況では，抽出した色情報の持つ青，黄，緑といった特徴的な色彩感覚の度合いである色相と，色みの強さ，鮮やかさを表した彩度は各色彩分類項目ごとにまとまりをみせながら原点周辺から主にb*値正の領域へ向けて放射状に分布した（図―4-1)。そして，MおよびS錐体感度を100%に固定してL錐体感度を0%まで変化させたところ（図―4-2)，a*値負b*値正の領域に剣形の分布へと推移した。同様にLおよびSを100%に固定してMを変化させた場合では，a*＝80あたりに直線状に推移をみせた（図―4-2)。次に，色彩の明度を示すL*値は（図―4-3)，L錐体感度の変化においてL錐体感度80%付近までいったん低下を見せた後L感度0%まで徐々に上昇し，感度100%における値を上回るものも見られた。一方，M錐体感度の変化では，特色3（浅葱色）および黒色を除くすべての項目が感度50%までにL*＝50～60近辺へと急速に低下し，以降は横ばいを示した。

4-3-2. 項目間の色差と効果的な塗色

標準色覚下での赤，黄赤，黄，緑，青といった色彩，とりわけ赤，黄赤，黄といった色彩は鮮やかで目立ち，誘目性の高い色彩であることから，交通信号機や標識などにも安全に対する意味を持った色彩として用いられており，JIS Z 9101-1995やZ 9103-1995でも赤，黄赤，黄は「禁止」「危険」「注意」，緑，青は「安全」「避難域」，そして赤紫は「放射能」といった意味の安全色として規定がなされている[2,4]。プロセッサやハーベスタをはじめとする林業機械のボディは，信号機や標識のようにある一定の意味を伝達するための媒体ではないが，ボディ塗色に安全色を採用することで機械の外見自体に標識的効果を持たせる必要がある。例えば停機時など，作動音や警備員による誘導といった積極的な注意喚起策が取られない状況下で，部外者の不用意な接近防止などに対して災害予防効果が期待できよう。また，明確に認識ができる色彩を用いることで，オペレータをはじめとする作業者の精神的疲労軽減，長時間作業による疲労時における注意意識低下のくい止め効果が考えられ，作業者の労働環境改善，災害予防効果が期待できる。

分析対象として設定した材，立木，赤色塗装機体など各色彩項目間のうち，対応する項目間を構成するサンプル事例が無く色差の演算が不可能であったものを除くと104となった（表―4-2上段)。特色1～3は色彩情報抽出数が少なかったことから，色差演算事例も極めて少ない。

表―4-2　色差演算サンプル数／上段　色彩組み合わせ評価／下段

	材	立木	地面	空	赤	黄赤	黄	レモン	青	緑	灰	白	黒	特1	特2	特3
材	*****	75	75	30	62	25	18	29	20	8	12	25	60	2	1	0
立木	--	*****	88	36	65	33	22	37	21	6	13	29	78	1	2	1
地面	--	--	*****	37	66	30	21	38	23	11	13	26	74	2	2	1
空	--	--	--	*****	23	15	14	24	15	7	6	9	33	0	1	1
赤		△			*****	15	16	25	11	3	12	25	58	0	1	1
黄赤		△		○	※	*****	6	13	10	4	8	6	24	0	0	0
黄		※△		○	△	※△	*****	8	7	3	1	9	23	0	1	1
レモン	○		○	○		○	○	*****	14	5	5	8	37	1	0	0
青		○			△	△	×	※△	*****	9	4	8	17	2	2	1
緑		○		○	×	△	※△		※△	*****	2	1	4	1	0	0
灰	○	○	○	※○			○	○	※		*****	0	8	0	0	0
白	○	○	※○	※○		○	○	○		※○	NA	*****	30	1	2	1
黒			○	○	△	△	△	△	○		○	○	*****	2	2	1
特1	○	○	※	NA	NA	NA	NA		※	※	NA	※	○	*****	1	0
特2	※○	※	○	○	※△	NA	※	NA	○	NA	NA	○	○	○	*****	1
特3	NA	※	○		※×	NA	※×	NA	○	NA	NA		※○	NA	※	*****

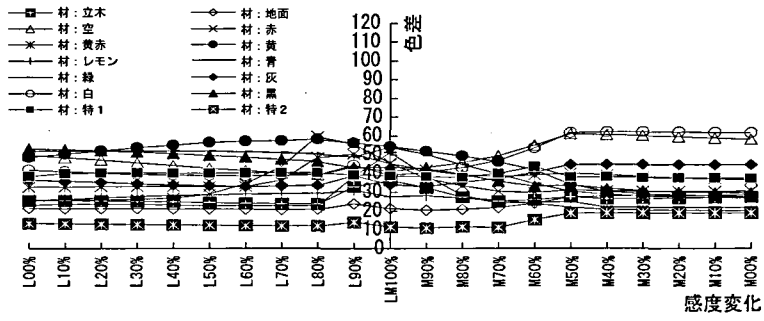
※：色差20以下　○：色差低減10以下　△：色差低減30以上　×：色差低減50以上　NA：色差算出なし

赤色または緑色に関して標準とは異なる色覚特性下において，材や立木，赤色塗装機体などの設定項目に対する色彩による分離の容易性を調べるためにおこなったLもしくはM錐体感度変化に対する項目間色差では，錐体感度100%時よりも大きく変化するものについては，LMともに感度約50%までに大きな変化を見せ，以降は横ばいとなっている（図―4-4～4-13)。またL錐体感度変化の場合には，感度100%から90～80%にかけて一時色差が増加し，その後急速に減少した後横ばいとなるものが見られた。

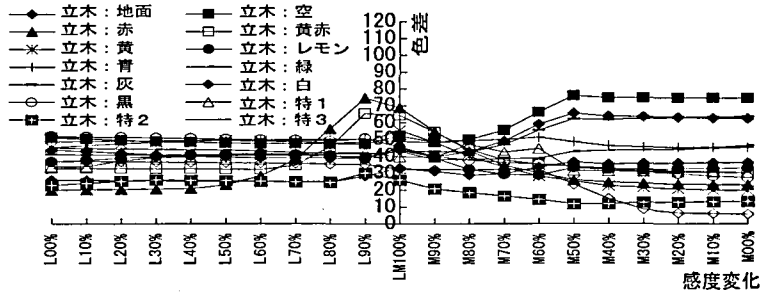
これら色差の変化のうち，機械周囲の色彩状況と機械塗色との間の色差の変化量では，LもしくはM錐体感度を100%から0%まで低下させた場合に，おおむね葉の緑色を反映している「立木」項目と，赤，黄赤，黄塗色との間でLあるいはM感度の変化につれて色差の低減が30を超えたが，それ以外の項目間ではLMともに低減が10以内である項目間が「立木」対「青」,「黄赤」対「白」など24となった。とくに白，灰，黒といった無彩色は低減が小さい。機体塗色項目間の色差の変化量では，赤，黄赤，黄，レモン，青，緑に関わる項目間の色差の低減が大きく，無彩色の低減が小さい（表―2下段)。

鮮やかで目立ち，周囲の色彩環境から明確に分離して認識できる上に安全色の概念に沿うボディ塗色を効果的なボディ塗色であると考え，分離度合いをL*a*b*色差[2,4]で表すと，その色差が大きいほど望ましく，その色差が小さい色彩の組み合わせは慎重に用いるべきだといえる。今回の検討では，レモン，白，灰，黒，特色1～3の関わる組み合わせで，色差が30を下回る場合があった。また，白，灰，黒，特色1～3はJIS Z9103-1995による安全色には属していない[4]。対して，赤，黄赤，黄といった色彩は安全色でもあり，標準色覚特性下では殆どの組み合わせで色差が大きいが，LおよびM錐体感度が変化した色覚特性下では，かならずしも色差が大きくない場合があることが判明した。とりわけ立木の葉を構成する色彩である緑と赤，黄赤，黄塗色との色差では，最大で48を超える色差低下が認められる場合があり，色覚バリアフリーの観点からは注意を要する色彩である。

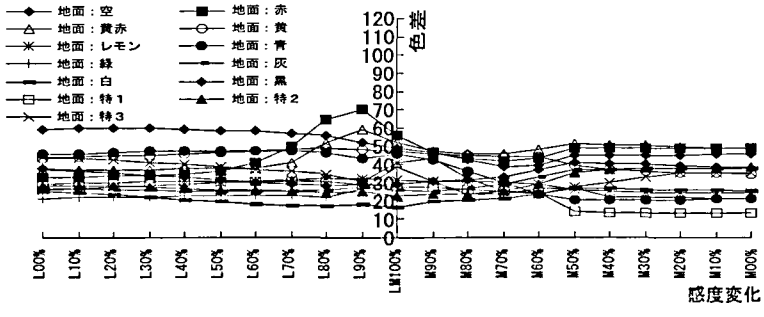
色差が大きく，LM錐体感度の変化に対する色差の低減が小さいものを良とする条件から各項目間の対応を整理すると（表―4-2下段)，周囲の自然環境を構成している「材」「立木」「地面」「空」といった色彩項目に対して良好なボディ塗色としてレモン色を挙げることができる。しかしながら色差20を超えてはいるものの30程度の低値が多く，積極的に選択するには疑問が残る。白，灰も色差では良好であるが，無彩色であるために安全色としての機能は果たせず，青および緑も無難な結果となったが，JIS Z9103-1995による安全色の示す意味[4]との整合性が取れないため，慎重に用いるべきであろう。1台の機械で作業を行う場合には「周囲の状況」として自然環境の色彩のみが相当するが，複数の機種を組み合わせて高性能機械化作業システムを構築している場合には，他の機械の塗色も周囲の状況に含めて考慮する必要がある。このとき，「赤」対「緑」,「黄」対「特色3」のように標準色覚下では良好な色差があり，容易に分離できると感じられる色彩組み合わせでも，LM錐体感度を変化させた色覚特性下では分離性が大きく悪化してしまうものあり，各色彩項



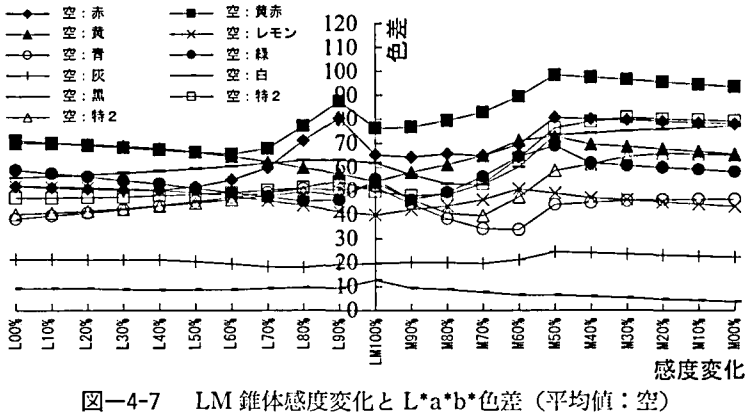
図―4-4　LM 錐体感度変化と L*a*b*色差（平均値：材）



図―4-5　LM 錐体感度変化と L*a*b*色差（平均値：立木）



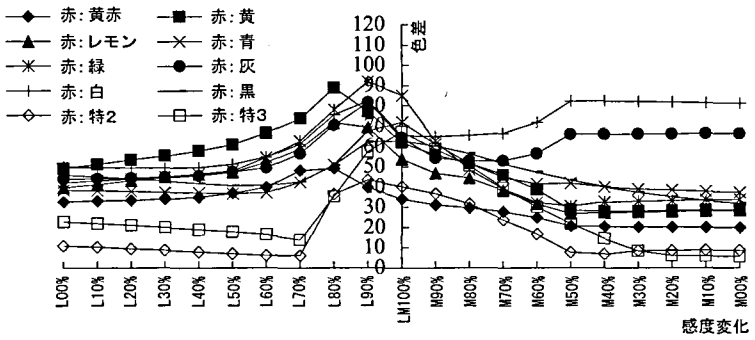
図―4-6　LM 錐体感度変化と L*a*b*色差（平均値：地面）



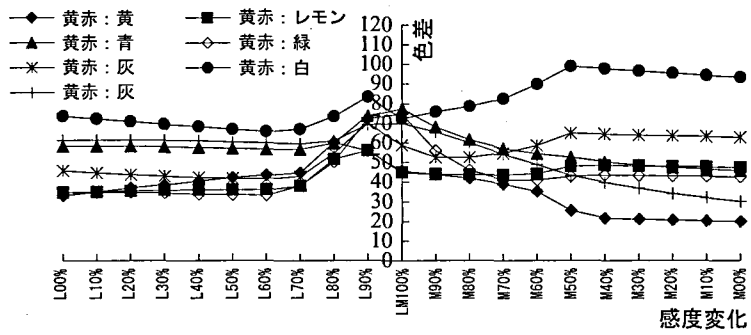
図―4-7　LM 錐体感度変化と L*a*b*色差（平均値：空）

目のすべてに対して良好な対応を示す候補は無彩色である白以外にはみられない。

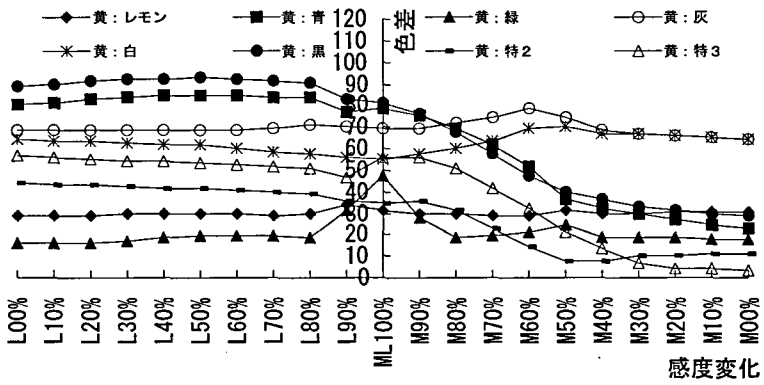
無彩色である白がほとんどの色彩項目に対して良好な分離を保っていることに注目すると，単独では他の色との分離が良くない組み合わせの間に白色を挟み境界線とすることで隣り合う各色彩領域間の分離を改善する方策が考えられる。例えば，錐体感度の変化に伴う色差の低減の激しい赤：緑の色差がもっとも小さくなる M 錐体感度50%色差30.4の時に，赤：緑間に白を挟むことで赤：白82.3，白：緑17.3となり，赤色領域と白色境界線領域との色差が大きいことから，全体では赤領域と緑領域の分離が良好となる。また，色差が小さい黄：特色 3 のような組み合わせの場合でも，黄：特 3 が色差3.5（M



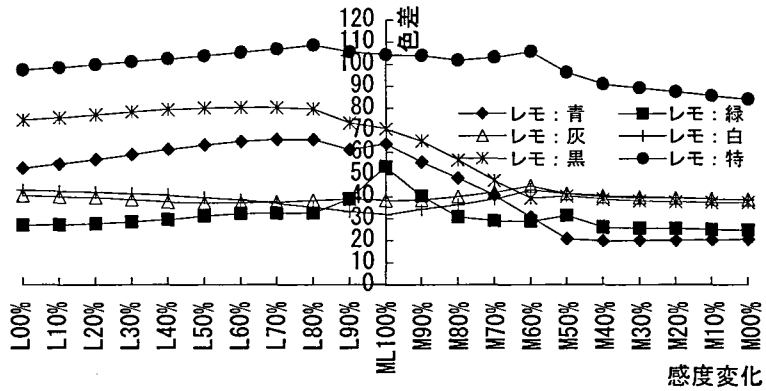
図―4-8　LM 錐体感度変化と L*a*b*色差（平均値：赤）



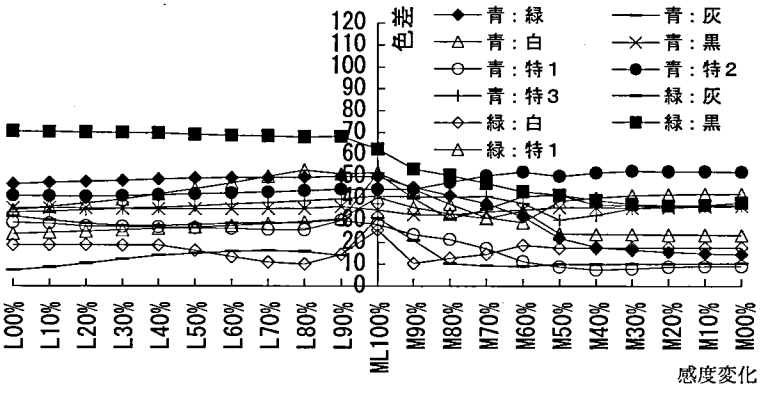
図―4-9　LM 錐体感度変化と L*a*b*色差（平均値：黄赤）



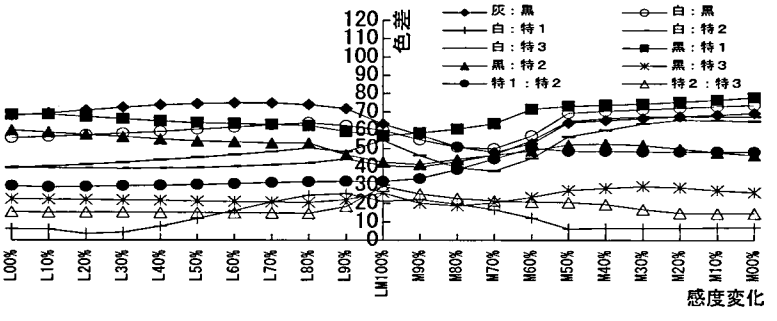
図―4-10　LM 錐体感度変化と L*a*b*色差（平均値：黄）



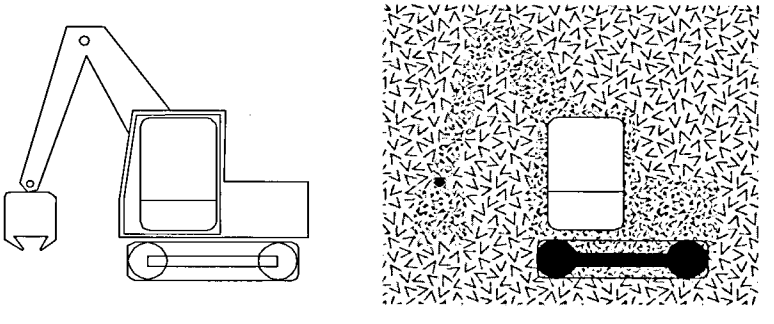
図―4-11　LM 錐体感度変化と L*a*b*色差（平均値：レモン）



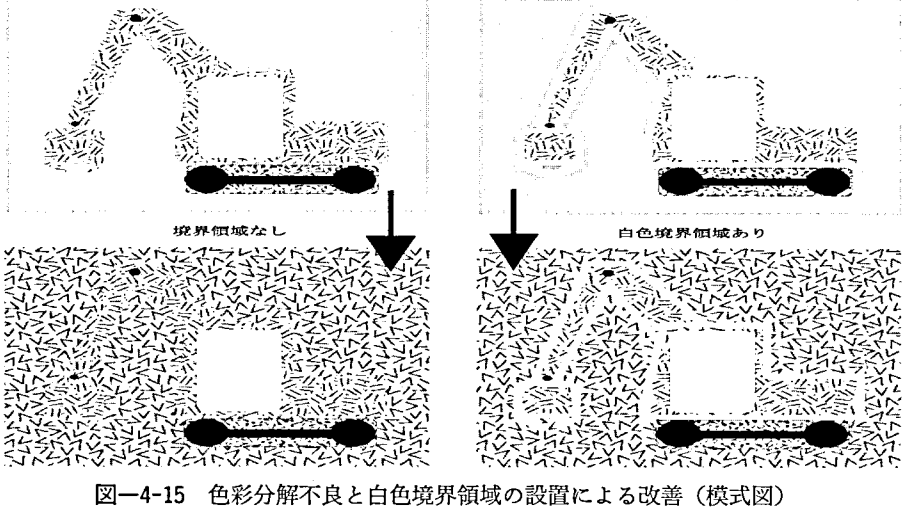
図―4-12　LM 錐体感度変化と L*a*b*色差（平均値：青・緑）



図―4-13　LM 錐体感度変化と L*a*b*色差（平均値：灰・白・黒・特色123）



図―4-14　機械の形状と周囲の状況に対する色彩の分離（模式図）



図―4-15　色彩分解不良と白色境界領域の設置による改善（模式図）

0％）だったものが，黄：白64.3，白：特3が64.9と白色境界線を中間に設けることで両色領域の分離が良好となるなど，塗装デザインの中に白色境界域を取り入れることでLM錐体感度の変化によるさまざまな色覚特性下でも誘目性を保持した災害防止効果の高い塗色を構成することができる（図―4-14，4-15）。

一方，災害防止効果以外に塗色色彩が影響を与える分野に機械のメインテナンス作業性が考えられる。部材の磨耗や破損，変質そして部品構成の歪といった消耗度合いや不正な状態を早期発見するためには画一的な単色の塗装や，場合によっては塗装の実施自体がメインテナンス作業の重大な妨げとなる。こうした場合には機械全体の外装塗色の効果を損なわない配色を考慮すべきである。

4-3-3．軽微な改良による機能の向上

新たに製造される機械についてのみならず，既に販売され，林業作業に供されている機械についても白色境界領域の設置による視認性の向上策は有効である。

具体的には，ボディ外装を白色で縁取りするだけでかなりの効果が期待されることから，塗色の改良に伴う技術および費用は軽微なもので済む。外装塗色デザインの持つ災害予防効果を機械の備える機能のひとつと捉えた場合，本方策は非常に軽微な改良によって，これまで不十分もしくは省みられることの無かった機能を向上，付加する効果的なものである。

4-3-4．今後の課題

本研究では，人体色覚組織を構成するLおよびM錐体細胞の感色性に注目し，これらをそれぞれ独立に感度変化させた状況下における高性能林業機械のボディ外装塗色の視認性，誘目性を評価したものだが，LM錐体感度の独立変化では，先天的二色型色覚特性の発生構造を取り込むことは可能であるが，先天的三色型色覚特性に見られる，青色光への反応をつかさどるS錐体感度の変化や後天的に発生するLMS各錐体感度の同時変化，加齢に伴う黄色光に対する感度変化，および照明光が乏しく錐体細胞の反応が鈍い状況下で，色彩を知覚する錐体細胞に代わって有効に作用する，色彩知覚はないが物体の形状知覚が可能な視覚細胞である棹体細胞の働きを捉えるには至っていない[2,6]。また，色覚細胞による色彩刺激の受容後に行われる脳における色彩認識処理系にみられる補色認識処理や段階説を取り込むに至らなかった[1,6]。今後は森林作業現場で作業する個々の作業者の実際の感覚を調査することや，機械動作中の陰影や反射の連続的変化の追跡，奥行き感など三次元空間把握の中での色彩感覚および物体認識の分析など，二次元の静止写真画像では捉えきれない，現実の色彩状況をより正確に把握するとともに，脳における色彩認識処理モデル解明の進歩を期待し，色彩のもつ災害防止効果のより精密な評価を目指したい。

4-4．引用文献

(1) CHICHILNISKY, E.J., and WANDELL, B. A., (1999) Trichromatic opponent color classification. Vision Research 39 (20) (1999) pp. 3444-3458.
(2) 一見敏男（1995）グラフィック表現のための色彩学入門．342pp，日本印刷新聞社，東京
(3) 川上元郎・小松原仁（1999）新版色の常識　第2版．201pp，日本規格協会，東京
(4) 日本規格協会（1996）JISハンドブック 色彩―1996．721pp，日本規格協会，東京
(5) POYNTON, C. (1995) A guided tour of color space. New foundations for video technology. Proceedings of the SMPTE Advanced Television and Electronic Imaging Conference, San Francisco, 167-180.
(6) 城雄二・色覚問題研究グループ（1990）クレパスの色が見分けられますか．31～33，創知社，東京
(7) ZHANG, X. and WANDELL, B. A., (1997) A spatial extension of CIELAB for digital color-image reproduction. JRN SID 1 : 5-5, 61～66.

第5章　総合考察「高性能林業機械の効果的運用法」

5-1．高性能林業機械の魅力

1988年の時点でわずか23台にしか満たなかった高性能林業機械はわずか12年後の2000年には2000台を越える普及を見せた。材価の低迷が続き，林業の構造的不況が長く叫ばれている中で，1台あたりの新規購入価格が約2000万円とも言われる高価な機械がなぜこれほど急速に導入が進んだのか。この問いに対する答えはいく通りも考えられる。ひとつに台風災害によって発生した風倒木の処理，ひとつに若年労働者の不足からくる労働力対策として，ひとつに

高騰する作業コストを低減するため。これらの答えはひとつひとつを眺めるとどれも説得力があり，事実そのとおりなのだが，どの答えも決してすべてを言い表せているわけではない，これだけの普及を見せた現実を説明する理由としては物足らない。

そして，この疑問は実際に高性能林業機械の操縦を体験してみると一瞬で氷解する。多分に感覚的主観的な表現であるが，圧倒的なパワー，スピード，処理能力，これまでの林業機械からは決して感じられなかった衝撃的な「力」が操縦レバーを握る自分の手を通して感じられるのである。この圧倒的な「力」があれば現在の閉塞状況を打破できるのではないだろうか，未来が開けるのではないだろうか，裏づけがはっきりしないままでも魅惑されてしまうこの「力」の魅力こそが高性能林業機械の普及を進めた最大の理由ではないだろうか。筆者自身の操縦経験からのみでなく，各地の高性能機械を用いた林業作業現場で実際に作業を担当している現場作業班員や機械オペレータ達，林業事業体の経営を担当する人々の声からもそう感じるのである。

強烈な魅力を持つ高性能林業機械であるが，反面，既に機械を導入した林業事業体の中には，高性能林業機械の圧倒的な力に幻惑されてしまったかのような例も見られた。実のところ後先をあまり考えずに導入を進めてしまった挙句，事業内容への適合が進まずに殆ど機械を稼動させることができないままであったり，逆に高性能林業機械の持つ強大な処理能力を優先しすぎたために，事業範囲内の対象木をすべて伐り尽くしてしまって今後の事業計画が立たなくなってしまったり，事業量が確保できないままに高性能林業機械作業システムの構築を進めてしまい，結果的に機械購入時の借入金の返済に追われるいわゆる「機械化貧乏」になってしまうなど，結果として機械の「力」に振り回されてしまったとも言える事例である。

当然ながら，高性能林業機械化の推進，新たな設備投資は将来の事業体経営にとって有形無形を問わず何らかのメリットをもたらす場合にのみ行われるべきであって，デメリットをもたらすような状況は言うまでも無く機械導入は見合わせるべきであるし，確実にメリットをもたらすことができるかどうか確信ができない場合には一度ふみとどまって再度事業計画を見直さなければならない。高性能林業機械は概して高価であり，かつ処理能力が非常に高いことから，機械の運用計画が破綻した場合に発生する損失も大きなものとなる。幻惑されずに「力」を手に入れ使いこなすためには自律的な慎重さが必要である。

しかしながら，わが国において高性能林業機械化が始まった1980年代と現在2001年とを比較して，日本林業を取り巻く諸々の状況が劇的に変わってしまった現実ひとつを取っても，情勢が絶えず変化する中で将来的に確実に大きなメリットをもたらすことが可能な事業計画というものを立案することは非常に難しい。そこで，次善の策として，多大なメリットばかりを追うことを避け，少なくとも損失を出すことだけは確実に避ける方針を確立した上で，変化する情勢に対応しながらメリットを追及するべきであり，たとえ失敗しても傷口を小さく抑えて，直ちに立ち直ることが可能でなければならない。そのためには，コストのみならずリスクに対しても従来以上に敏感になり，できるかぎりリスクの小さい方へと柔軟に逃げられるよう組織の体勢を整えておくことが必要である。例えば高性能林業機械の導入に際しても，自社一括購入が望ましいのか，共同購入が望ましいのか。あるいは購入は控えてリース制度を利用するか，中古市場を活用するのか，リース制度が存在しない場合には制度の立ち上げまで含めて検討するなど能動的に情報を集め分析し，多くの選択肢を確保しリスクマネージメントに勤めるべきである。

5-2. 不具合と情報の交流

林業機械に限らず，失敗，故障，不具合など当事者にとってあまりうれしくないことは往々にして隠されがちで，なかなか表に上がって。しかしながら，こうした「うれしくない」情報こそが物事の改善改良に直結した非常に重要なものであると捉え，本研究ではできるだけこうした情報を含む現場の生の声を集めることを心がけた。その結果，高性能林業機械が必ずしも好ましい結果のみをもたらす機械ではなく，欠点も多く，場合によっては多大なコストを負う事もありうる諸刃の，しかも剛剣であることを明らかにすることができた。

欠点を欠点として理解することによって，対処策を講じることが可能になるわけだが，その時に欠点など機械の不具合に関する情報を広く共有することで，同時に対処策も広く共有することができる。このように情報を広く共有できる場が設定されることで，不具合情報だけでなく，より一層メリットの増える方法事例の共有も可能となり，既に高性能林業機械を導入し，稼動させている林業事業体にとって

も，現在抱えているコストの削減，リスクの低減，そしてリスクマネージメントを心がけながらの事業体経営を支える有効な情報メディアとなるだろう。この時にインターネットに代表されるIT技術をその交流の道具として活用することで，距離や在所の問題を離れた全国的な場として機能させることが容易となる。各メーカーサイドには，機械の供給だけでなくユーザーに対するサービス&サポートの一環としてこうした情報の交流を取り持つ役割を果たすことを期待したい。

5-3．多用途に使用できる機械

リスクマネージメントを心がけた林業事業体経営，高性能林業機械化を進めるにあたって，回答選択肢を増やしておくことが重要であるが，この時，高性能林業機械そのものについても多様に転用が可能な機器構造を備えていることが望ましいと考えられる。例えば，わが国においてハーベスタ，プロセッサをはじめとする機種のベースマシンとして受け入れられている建設機械「バックホー」は，悪路走行性能の高いキャタピラ装置を備えるとともに，頑健な油圧駆動式アーム・ブームを備えており，こうした構造が林業作業現場においても有効に機能することがその大きな理由であるといえるが，同時に，林業作業現場に必要とされるバックホーそのものの機能をも備えていることも見逃すことはできない。多くのハーベスタもしくはプロセッサの場合，ヘッド部を取り替えることによって，高性能林業機械とバックホーの両方の機能が期待できるからである。宮崎県のある森林組合の事例であるが，台風災害による風倒木処理をきっかけとして導入されたプロセッサが，現在ではヘッド部の老朽化が進み，プロセッサとしての主たる役割は後進の機材にその座を譲ったが，決して短絡的に廃棄処分へと進むのではなく，ヘッド部をバケットに取り替えて，林道整備など土木作業の用に就いて活用されている。この例のように，複数の機能を兼ね備え，複数の用途に活用できる機材を選定することもトータルの運用コストを削減するために有効である。しかし，一方ではプロセッサ用ベースマシンを土木作業に流用することは，ヘッド制御用コンピュータの損傷にもつながり，兼用すべきでないとの調査事例も存在したが，これは今後コンピュータ機材の堅牢化が進むことで容易に乗り越えられると思われる内容であった。トータルでの機械稼働率を高めるためにも，多用途に適応する機械の選択，そして開発が重要である。

5-4．既存の機械の改良

林業作業の現場は1箇所1箇所その地形的特長，取り扱い樹種，地域性などを異にしており，決して同じ条件の場所は存在しない。そのため，東北地方のある林業現場で良好な成績を示した機械が九州地方で同様の成績を示す保証は無い。そのため，高性能林業機械についても，各林業事業体の状況に応じて数々の特注改造が行われていることが第3章における調査結果からもうかがうことができた。こうした独自の改造についても，その情報が共有することができれば，よりユーザーの使用環境に適合した機械へと改良を進めるヒントとなる。第4章では機械外装塗色が発揮する災害防止効果について，白色境界を追加設置するという負担の小さい方法でより効果を高める方策について考察を行ったが，いわゆるバリアフリー法案の可決に見られるように，これまであまり大きく取り上げられことのなかった高齢者や障碍者などの少数者への対応が求められるなど，従来必要とはされなかった機能が求められる場面が今後も増加すると予想される。こうした機能追加を求められる場面で，徒に大掛かりな改良方策を追い求めるのではなく，白色境界塗色のようにできるだけ追加投資の少ない方策をまずは検討することが機械運用時のコストダウンに繋がると言えよう。

また，作業システムを構成するパーツとして高性能林業機械を捉えた場合，高性能林業機械だけではなく，他の工程を担当する従来型機械の能力もトータルの性能を左右する重要な部分であるから，従来型機械群に対して高性能林業機械を擦り合わせていくだけでなく，たとえ長年使用してきた機械であったとしても，さらに改良できる点が無いか，再度評価を見直して検討を進めることが重要である。

結　言

林業全体が構造的不況に喘ぐ上に，それらを取り巻く日本経済自体が停滞状態にある現在は，高性能林業機械化の進展に対して最も逆風の強い時期であるとも言えよう。それだけに，これから機械を導入しようという場合にはこれまで以上に緻密な事業計画が要求され，既に導入を進めた事業体でも，機材をいかに無駄なく活用してゆくかが存立にも係る事業体経営の要となっている。調査を進める中で，とある作業班の若手の方から「林業は今はダメだけど，10年経ったら俺達の時代だと思ってるからこの仕事をやってるんだよ。」との言葉を聞いた。本論文が日本の森林を支えている多くの方々にとって些少な

りとも役立つことを願って結言としたい。

なお，本論文は岐阜大学大学院連合農学研究科審査の学位論文である。

謝　辞

本論文の執筆にあたって多大なるご指導をいただいた新田隆三先生，井上　裕先生，古谷士郎先生，戸松　修先生，北澤秋司先生，そして大学の枠を越えてご指導ご援助いただいた小林洋司先生，酒井秀夫先生，そして各調査に快くご協力いただいた全国の林業事業体の皆様に心より感謝申し上げます。

High Performance Forestry Equipment-Deep Consideration of Their Effectiveness and Use

MATSUMURA Tetsuya

Summary

In the initial period when High Performance Forestry Equipment (HPFE) was first being introduced, the public hope was for volume production of wood products. However, at present the social environment is quite different from those days. If we consider in these modern times of new social background, HPFE and their use form basic technology which allows the maintenance of healthy forests for future generations, there is great need to re-evaluate the capabilities of these HPFE to evaluate whether or not needs of modern society are being met. When making such an evaluation, we need not only good performance data taken under ideal conditions, but also must consider the demerits of sometimes hidden or unclear information such as that related to mechanical failure as well as usual expenses for equipment maintenance.

Through this research including employing methods such as conducting surveys at logging sites, hearing information directly from forestry workers, collecting opinions via interview and questionnaire, and after having looked at actual working conditions in the field and gaining a clear understanding of actual conditions I was able to consider methods for the effective use of HPFE. In order to clarify the popularity of the HPFE in present Japan, historic records of Japanese forestry companies were investigated with regard to their utilization of such equipment. Distribution, type of machinery, combination of type and number of machines maintained were investigated. As a result, it was discovered that the Hokkaido region has the greatest number companies utilizing HPFE. It was also found that the Central Japan region known as Chugoku-Shikoku has a high concentration of Grapple-Loader (GP) and Grapple-Saw (GS) users. In this region the shift towards use of heavier equipment has been made, and next step would seem to be towards use of HPFE. In this case GP and GS are not treated as HPFE. However their current use shows that arge-scale mechanization is already advanced in the Chugoku-Shikoku region and the transition toward increased HPFE use should come soon. As a result of investigating cases where companies possessed a combination of HPFE types, the following was discovered: 54% of all companies have only one type of HPFE and about 31% have two types.

Next, interviews were conducted and questionnaires filled out with regard to actual usage of HPFE and their effect. HPFE operator-trainees, experienced operators and managers of forestry companies utilizing HPFE were queried. Their responses contained many useful suggestions and information, which often does not come out on the surface easily. For example, it was learned that the use of new technology such as HPFE is effective in recruiting new employees, and necessity of maintenance of cash reserves for unexpected machine trouble.

To clarify in more detail the risks and costs associated with running HPFE, the operation records of

13 processors were examined. The Miyazaki Prefecture Forestry Mechanization Center owns these processors and lends them to forestry companies around the area. Data recorded from the date of each individual machine introduction includes content of repair work, the reason for breaking down, and repair fee, etc. Through collection of this data, totals for cost of maintenance, repair of unexpected machine problems, and other costs associated with the normal use of HPFE were understood. As a result, the high occurrence of cases where light repair not requiring highly trained individual became evident. Here I looked at the trend toward self-repair by the end user resulting in an overall increase in efficiency resulting in a total cost reduction.

On a different note, it was also noted that large-sized forestry machinery such as harvesters and processors are commonly painted in easily visible colors such as yellow, orange or red. The adoption of such colors is effective as a passive safety policy. It was also learned that with colors such as forest green, wood brown and sky blue, there is a possibility of less than suitable levels of differentiation between that of the machine color and those colors found in the surrounding area and in the finish of other equipment, etc. There, I gave consideration to the idea that, even in cases of color blindness or weakness, as a method to avoid loss of color effect, incorporating into the paint job an achromatic white with good separation between other colors as a boundary color (for example white between red or green). It is desirable that sufficient color differentiation is possible. This method of creating visibly recognizable boundaries is effective to transform existing exterior machinery color design into one with less "visual barriers" for the person needing to differentiate the potentially dangerous equipment from the surrounding environment. At the same time, the potential was shown for expanding and improving function machinery as a result of adding to or easy low-cost improvement of existing equipment (for example, by repainting) that until present had less than sufficient function.

Finally, with survey results and other data serving as a basis, causes of common failures often seen in connection with modern forest industry mechanization and the (resulting) necessity for risk management were considered. As a result of this research and as one recommendation based therein, the foundation of a place where consumers and manufactures are able to freely exchange information, such as details of trouble experience, ideas for repairing and improvement, is proposed. My second proposal is for the promotion of better consumer selection of appropriate multifunctional machinery, and for increased emphasis on manufacturer development of a wider variety of multifunctional equipment to satisfy market needs. Also, another concrete strategy I recommend is the promotion of small improvements to old existing machines.