HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	北海道と九州における高性能林業機械化の現局面
Author(s)	嶋瀬, 拓也; 湊, 克之
Citation	北海道大学農学部 演習林研究報告, 54(1), 22-86
Issue Date	1997-03
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/21410
Type	departmental bulletin paper
File Information	54(1)_P22-86.pdf

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

北海道と九州における高性能林業機械化の現局面

嶋瀬 拓也* 湊 克之**

Current State of Mechanization in the Logging Industry with High-Performance Forestry Machines in Hokkaido and Kyusyu District

by
Takuya SHIMASE* and Katsuyuki MINATO**

要 旨

厳しい林業情勢のもと，わが国では高性能林業機械の導入による伐出作業効率化への取り組みが進展をみせている。本稿は北海道と九州における高性能機械化の実態把握を試みたものである。

調査から，高性能機械化は労働生産性の向上や就労環境の改善に大きな効果をあげていることが明らかとなった。しかし若年労働力の雇用促進に効果的であるとはいえない。また北海道では機械化に即した環境整備の遅れを要因として，現時点では低コスト化に大きな効果はみられていない。九州では風倒木処理が完了しつつあるため，事業量の確保などの面で先行きは不透明である。

森林管理の面からみると，北海道では間伐を視野に入れた高性能機械化が進められており，間伐の促進にも一定の効果が期待できる。一方，九州では高性能機械化に伴って大規模皆伐のみを志向する事業体が多く，不安が残る。しかしながら，森林組合を中心として間伐作業への高性能機械の活用が模索されており，施業の団地化や間伐作業での全木集材の実現が課題となっている。

林務行政には現在，施業の粗放化に目を配りつつ，森林所有者や素材生産事業体との連携のもと，高性能機械を作業体系に組み込むための環境整備を進めていくことが求められている。

キーワード：高性能林業機械，素材生産業，森林管理

1996年9月30日受理. Received September 30, 1996

*森林総合研究所林業経営部経済分析研究室
Forest Sector Analysis Laboratory, Division of Forest Management, Forestry and Forest Products Research Institute, Tsukuba 305

**北海道大学農学部附属演習林
The Hokkaido University Forests, Faculty of Agriculture, Hokkaido University, Sapporo 060

目　　次

Ⅰ．課題と方法 ……24
1．はじめに……24
2．研究小史……25
3．課題の設定……26
Ⅱ．素材生産業の動向 ……28
1．林業をめぐる情勢の変化……28
2．素材生産事業体の動向……33
Ⅲ．高性能林業機械化の現況 ……39
1．高性能林業機械化に向けた推進施策……39
2．高性能林業機械の普及状況……41
3．高性能林業機械の導入主体……43
Ⅳ．北海道における高性能林業機械化 ……45
1．地域林業の概要……45
2．高性能林業機械化の現況……48
3．調査結果……51
1）概況……51
2）個別事例分析……55
（1）天然林施業の全機械化―MH 産業株式会社 ……55
（2）人工林施業の全機械化―N 林業機械利用協同組合 ……57
（3）一部機械化 ―――― B 町森林組合 ……59
Ⅴ．九州における高性能林業機械化 ……60
1．地域林業の概要……60
1）大分県……61
2）宮崎県……63
2．高性能林業機械化の現況……64
1）大分県……64
2）宮崎県……66
3．調査結果……68
1）概況……68
2）個別事例分析……74
（1）全機械化――大分県 HT 市森林組合森林整備センター ……74
（2）一部機械化―宮崎県 KS 市森林組合 ……76
（3）一部機械化―大分県 KY ……79
Ⅵ．北海道と九州における高性能林業機械化の現局面と今後の課題 ……80
1．北海道における高性能林業機械化の現局面……80
2．九州における高性能林業機械化の現局面……81
3．高性能林業機械化の展望と課題……83
Summary ……85

I. 課題と方法

1. はじめに

1985年のプラザ合意を契機として円高は加速度を増し，国産材の市場競争力は急速に失われていった。さらに近年では，木材需要そのものが代替材のシェア拡大に伴って停滞的に推移しており，木材産業はきわめて厳しい状況におかれている。こうした木材産業の情勢悪化は，育林業や素材生産業からなる林業に大きな打撃を与え，資本の弱体化や，労働力の減少・高齢化などの問題を招いている。

その一方で，戦後大量に造成された人工林では資源の成熟化が進みつつあるものの，その多くはいまだ間伐期にあることから，適切な管理と育成が必要とされる段階にある。また環境問題への関心の高まりなどを背景として，森林に対する社会的ニーズは多様化しており，森林管理の担い手の確保や育成，そして効率的な事業実行体制の確立が急務となっている。

こうした背景のもと，立ち遅れている林業技術を見直し，作業の効率化によって国産材の市場競争力を獲得しようとする気運が高まりをみせ，素材生産過程への高性能林業機械の導入が脚光を浴びることとなった[1)]。1980年代後半から，先駆的素材生産事業体によって進められてきた高性能機械の導入は，行政による積極的なバックアップもあって，94年度末には保有台数983台と飛躍的な進展をみせている。

高性能機械化とは，欧州，北米などの地域においてすでに高い実績をあげている林業専用の大型機械をわが国の素材生産過程に投入することで，在来作業技術の改善のみではもはや不可能ともいえる抜本的な効率化を目指した取り組みである。事実，わが国の素材生産技術の水準は，機械の改良などによる進展こそみられるものの，基本的には1960年代に確立された労働集約的な段階にとどまっており，改善の余地は大きい。また育林生産に比べて資本制生産が定着しているといえる素材生産過程は，いわゆる川上では技術水準の向上による効率化が最も展望しうる分野でもある。しかし一方において素材生産過程効率化への展望を与える高性能機械化は，弱体化が進んでいる素材生産資本に対して多額の投資を要求することから，一歩誤ればさらなる林業の悪化につながるおそれもあわせ持っているのである。

機械化先進地域とされた北海道においては，高性能機械化に対する一時期の過熱ぶりが収束に向かいつつあるともみえるが，都府県における高性能機械化は現在も一定の進展をみせている。しかし今後も高性能機械化は進展していくのか，あるいは高性能機械の導入が林業生産の合理化に結びついていくものなのか，さらにこのような方法—高性能機械化によって，わが国における森林管理は適切に達成されうるのかといった点に関して明確な回答は得られていない。高性能機械化の功罪や，その展望を見定め，今後のわが国における素材生産の，さらには森林管理のあり方を考えていく必要がある。

2. 研究小史

高性能機械化に関してなされたきた議論を概括的にみていくこととする。わが国において素材生産過程の高性能機械化が論じられるようになったのは1980年代初頭のことである。高性能機械の普及自体が進んでいなかったこの時期には，おもにその必要性という視点から議論が進められた。その中心的存在であった南方康は，伐出コストの低減と労働力事情の改善には，人力多投型で生産性の低い現在の素材生産技術を抜本的に見直す必要があるとし，カナダやスウェーデンにみられる高度に機械集約的な伐出システムを例示したうえで，わが国の素材生産過程にも高性能機械を導入すべきであるとの主張を繰り返した[2),3),4),5)]。さらに南方は，高性能機械化を進めるうえで重点をおくべき工程を伐倒，造材であるとし，なかでも伐出コストや作業時間のなかで高い比率を占めている造材作業の機械化が当面の目標になるとした。また機械化の実現には，「零細な経営，作業規模を何とかして統合し，官民を通じて新システムに対応する『生産圏』の創出を行うなど，高い稼働率と生産性を発揮できるよう，機械化のための生産組織の変革をも行わねばならない。これは，ハードな機械の開発と同様，あるいはそれ以上に今後の生産活動の活性化にとって不可欠な重要事項である」[6)]とし，高性能機械化進展の必要条件についても一定の見解を示した。

やや遅れて1987年度林業白書は，「新たな林業技術体系の構築―林業技術のルネッサンスを目指して―」と題し，高性能機械化の必要性を強く説いた。これにほぼ時期を同じくして，林政学，林業経済学界でも高性能機械化に関する議論が活発化していったのである[7)]。これらの議論では白書の打ち出した方向性に賛同するものから，その「単純な機械賛歌」[8)]に慎重論を唱えるものまで意見がわかれたが，いずれにせよ同年度白書は高性能機械化に関する議論を活発化させるだけの契機を与えるものとなった。

当時，高性能機械化に対して最も慎重な見解をとっていたのは餅田治之である。餅田は新たな機械化よりもまず，在来技術の潜在的能力を十分に発揮させることに力点をおくべきであるとし[9)]，「機械導入の環境条件を整備しない限り，いくら新しい機械を開発してもあまり意味はな」く[10)]，森林経営の零細性をはじめとした「機械化を阻害する要因の克服は政策的バックアップなしには不可能に近い」[11)]として，安易に機械化を推進することの危険性を指摘した。しかし慎重論であるか積極論であるかという違いこそみられたものの，高性能機械化実現へのかぎを握っているのは，高性能機械の導入と同時並行的に進められるべき，機械化に即した作業環境の整備にあるとする点で，これらの議論は一致していたといえる。

以上みてきたように，高性能機械化に関する議論は，森林利用学，林政学の両方面から一定程度なされてきた。しかし実態をもとに高性能機械化への評価を試みた業績は少なく，またいくつか存在するそれらの報告も，流域管理システムや各地域での先駆的取り組みに関する事例研究のなかで，高性能機械化を補足的に取り上げるものが大部分を占めている。

こうしたなかで，高性能機械化の発展段階を捉えようと試みた数例の業績について触れておくこととしよう。餅田は1991年，当時の高性能機械化の局面を，「この新技術はわが国素材生産の生

産力水準を大幅に引き上げることは間違いないものの，まだ社会的に認知された生産力水準にはなっていないとみるべき」[12]であるとし，その発展段階をサムセット教授の「不連続性進化の法則」[13]の第Ⅱ段階である，「新技術開発期」にあたるとした。福島康記も92年11月の林業経済学会シンポジウムにおいてこれと同様の見解を示している[14]。95年には南方によって高性能機械化の現局面に検討を加えた報告がなされた　)。南方は，「高性能林業機械化七年を経過して」と題した報告のなかで，おもに資金別の導入状況の違いから，①民間業者の，自己資金による造材用機械の導入と，②公的資金を受け，森林組合が進めるタワーヤーダ，プロセッサのセットでの導入とに分類した。さらに，タワーヤーダの活用条件が限られたものであることを指摘したうえで，補助金を背景として安易な機種選択をおこなってきた森林組合に対し，批判的な見解を示した。

高性能機械化の実態を捉えるという意味では，普及団体などによって，優良事例を紹介した刊行物が発行されてきたことも見逃せない。その代表的なものとしては，「きりひらく道」[16]，「機械化のデザイン」[17]などがあげられるが，これらの著作はいずれも，高性能機械化への機運を高めるため，文字どおり優良事例を中心に取り上げた構成となっており，結果として，必ずしも高性能機械化の実状を客観的に分析したとはいえないものとなっている。

3. 課題の設定

上述のとおり，実態をふまえたうえで高性能機械化の発展段階に言及した業績は多くない。森林利用学の方面では高性能機械化に関する数多くの報告がなされているものの，これらの報告は現在のところ，功程調査などの各論的な問題に重点をおくものが主流である。しかし林野庁をはじめとした林務行政にとって，高性能機械化は政策上すでにきわめて重要な柱となっている。林務行政はその促進のため，数々の施策を展開してきた。そして機械化に向けた環境整備があまり展望されてはいないにもかかわらず，かつての伐出技術体系からは考えられないほど多額の投資を要求する高性能機械が，資金的に必ずしも潤沢であるとはいえない民間業者によって導入されているのである。その危険性を省みたとき，政策的な誘導のなかで急速に進展しているともいえる高性能機械化が，果たしてわが国素材生産業を本当に強化しうるものであるのか否かという点に関して，もっと慎重な検討が繰り返されるべきではないかと考える。また高性能機械化の進展が森林や林業経営にどのような影響を与えるのかという点も大きな問題である。そしてこれらの点について検討するためには，現状に対する総合的かつ正確な理解が不可欠となるのである。

以上の認識から，本研究の課題を以下のように設定する。第 1 に，わが国における高性能機械化の現局面を実証的に明らかにすることである。第 2 に，こうして捉えた高性能機械化の実態から，今後の展望と課題を探ることである。

研究方法としてはまず，既存の統計・資料から，全国的な高性能機械化の動向と，その背景としての素材生産業の情勢をみていくこととした。次に，北海道と九州（大分県，宮崎県）において，高性能機械を保有する素材生産事業体の経営者もしくは素材生産部門担当者に対する聞き取り調査

をおこなった。調査の対象として北海道と九州を取り上げた理由は，それぞれ以下に述べるとおりである。

まず北海道は，都府県と比べて地形がなだらかであり，林野所有が国・公有に偏っている。またこうした事情を反映して，古くから大規模な素材生産業が展開してきた。これは北海道が，わが国では高性能機械化に適した地域であることを示している。事実，北海道では全国に先駆けて高性能機械化が進展してきた。したがって北海道の事例からは，わが国において考えうる，最も好適な条件のもとでの高性能機械化の現状を把握することができる。また先進事例であるため，他の地域において今後生じてくるであろう問題点を推し量るうえでも有効であると考えた。

一方，九州は，北日本を除く他の地域と同様，地形が急峻である。また林野面積に占める私有の比率が高いため，林野所有は小規模・分散的なものとなっている。さらに，素材生産の担い手についても小規模であるなど，本来，高性能機械化に適しているとはいえない地域である。それにもかかわらず，1991年の台風災害による膨大な量の風倒木の発生や，高性能機械化に向けた林務行政のきわめて積極的な取り組みを背景として，ごく短期間のうちに全国的にも最も高性能機械化が進んだ地域となった。このため九州の事例からは，どのような条件が整ったとき高性能機械化の進展がみられるのかという点が明らかにされるものと考えた。さらに，高性能機械化にとって不利な環境のなかで，素材生産事業体はどのように高性能機械の有効活用を図っているのかという点も興味深い。

以上から，北海道と九州における高性能機械化の現局面をあわせて理解しておくことは，今後のわが国における素材生産過程機械化の方向性を考えるうえで大きな意味を持つと考えた。以上がこれらの2地域を調査対象とした理由である。

なお高性能機械化の効果をはかるうえできわめて重要な指標となる伐出コスト，労働生産性の各数値は，特に資料が入手できたものを除いて経験値によっている。このためこれらの数値の信頼性には問題がないとはいえない。しかし各事業体の経験に基づく評価であるため，ある程度は現状を反映しうると考え，採用することとした。

また以上の課題設定から，次章以降の構成は次のようになる。Ⅱではわが国の素材生産業を取り巻く情勢を，木材需給，森林伐採，素材生産，木材価格といった指標を用いて捉えたのち，素材生産業を数量的に把握する。Ⅲではわが国における高性能機械化の現況を統計・資料を用いて捉える。Ⅳ，Ⅴではそれぞれ北海道と九州での高性能機械化の現状について，事例研究をもとに詳述する。そしてⅥでは以上の結果をふまえ，北海道と九州における高性能機械化の現局面を理解したのち，その展望と課題について考察していくこととする。

注および引用文献

1) 林野庁では素材生産用の高性能林業機械として以下の6機種をあげている。本稿でもこれに準じる。
ハーベスタ：伐倒・枝払い・玉切りをおこなう自走式機械

フォワーダ：丸太を荷台に積載して集材する集材専用のトラクタ
フェラーバンチャ：立木を伐倒する自走式機械
スキッダ：けん引式で木材を集材する集材専用のトラクタ
プロセッサ：枝払い・玉切りをおこなう機械
タワーヤーダ：支柱を装備した移動可能な架線式集材機

2) 南方康，1985，重厚長大は果たして無用なのか，機械化林業，No.376，p39～51.
3) 同上，1986，87，将来の中核となるべき機械（1），（2），北方林業，No.453，p1～5，No. 454，p12～18.
4) 同上，1987，国産材の生き残りをかけて―機械作業体系の見直しと労働生産性の向上―，林業技術，No. 543，p 2～6.
5) 同上，1987，新たな機械作業体系をつくり上げてゆくために，スリーエムマガジン，No. 318，p 4 ～ 8 .
6) 前掲 4，p 6 .
7) たとえば「林業経済」誌上における特集，林業技術の現在的意義と役割（Ⅱ）（1988，No. 475），続・林業技術の現在的意義と役割（Ⅰ），（Ⅱ）（1988，No.481，1989，No.484）。また1987年10月におこなわれたディスカッション，「日本の林業のコスト低減は如何にあるべきか」（1987，林経協月報，No.314，p10～22）など。
8) 餅田治之，1988，今日の林業技術の課題―六二年度林業白書の技術特集について―，林業経済，No. 475，p 20.
9) 前掲 8 のほか同上，1990，林業におけるコスト低下の課題，森林総合研究所所報，No.16，p 8 ～ 9 など。
10) 前掲 8，p 24.
11) 前掲 8，p 24.
12) 餅田治之，1991，伐出生産の新たな機械化について，林業経済，No. 508，p 6 .
13) 本法則については加藤誠平，1967，サムセット教授の「不連続性進化の法則」についての解説（後），機械化林業，No.162，p 1 ～11を参照されたい。この法則は林業技術の発展段階を説明するうえでしばしば引用されるものである。
14) 福島康記，1992，林政および林業生産力の現段階と担い手の動向・諸問題，林業経済研究，No. 122，p 2～10.
15) 南方康，1995，高性能林業機械化七年を経過して，林業経済，No.565，p10～20.
16) 全国林業労働力育成センター編，1992，きりひらく道，全国林業労働力育成センター
17) 林業機械化推進研究会編，1993，機械化のデザイン，全国林業改良普及協会

Ⅱ．素材生産業の動向

1．林業をめぐる情勢の変化

戦後，わが国の木材需要は高度成長期において急増した。1955年には6,521万㎥に過ぎなかった木材需要量は，わずか15年後の70年に 1 億㎥を超え，73年には戦後最高の12,102万㎥を記録したのである（図―1)。さらにこの時期，木材需要は単に増大しただけでなく，薪炭材，用材の併存から用材への特化という構造的な変化を伴っていた。高度成長期には加速度的な増大をみせた木材需要も，73年，79年の 2 度のオイルショックを契機として，わが国経済が低成長期に入ると，住宅産業の不振などを背景に，製材用材需要が乱高下を繰り返しつつ下降し，これにつれて減少していった。木材需要はその後の一時期落ち込んだが，製材用材需要の持ちなおしやパルプ用材需要の伸びに支えられて急速に回復し，89年には戦後第 2 のピークである11,599万㎥となった。しかしこれ以降，製材用材需要が減少傾向にあるうえ，パルプ用材需要の伸びも鈍化しており，木材需要は頭

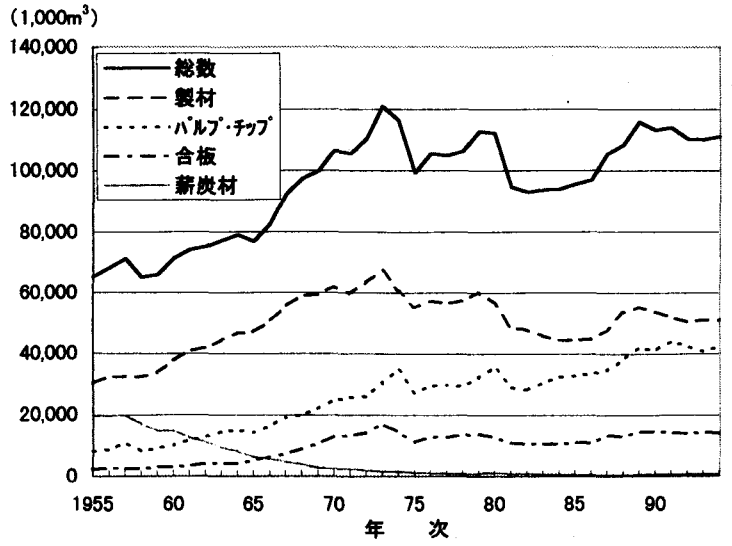

図-1　木材需要量の推移

資料：木材需給報告書各年版

打ちとなっている。94年の木材需要量は11,021万㎥であり，このうち製材用材が46%，パルプ用材が37%を占めている。

戦後の木材需要の急激な増大に対し，国内の木材供給は弾力的には対応しえなかった。国有林では1957年に生産力増強計画，61年には木材増産計画を打ち出し，国有林伐採量の拡大による木材需給の安定化を図った。しかし需要の伸びはこれを大幅に上回るものであったため，木材価格の高騰に歯止めをかけることができなかった。このため61年8月，政府は国有林のさらなる増伐，民有林の伐採促進，そして外材輸入の拡大を柱とした木材価格安定緊急対策を閣議決定した。この結果，木材輸入が自由化された61年当時，18%に過ぎなかった外材依存率は，以降，一貫して上昇しつづけ，69年に50%を超え，94年には77%に達している。また外材についても，当初は原木による供給が中心だったが，80年代には原木輸入が減少に転じ，代わって製品輸入が増大した。94年における木材輸入量は8,522万㎥に達しているが，原木輸入はこのうち32%，2,692万㎥にまで落ち込んでいる。

図—2はわが国における立木伐採材積の推移をみたものである。戦後復興期から高度成長期初期にかけて大量の資材を要したわが国においては，年間7,000万㎥におよぶ伐採がつづけられた。この高水準の伐採は1960年代なかばまでつづき，ピークの61年には7,962万㎥を記録したが，67年を境として，以降，急激に縮小していくこととなる。こうした伐採量の急減は70年代なかばまでつづき，わが国の森林伐採は4,000万㎥の水準にまで後退した。その後も森林伐採量は，傾向を弱めながらも落ち込みつづけ，94年には3,135万㎥となっている。

戦後，素材生産量は高度成長に伴う原料需要の拡大などを背景として増大しつづけた（図—3)。

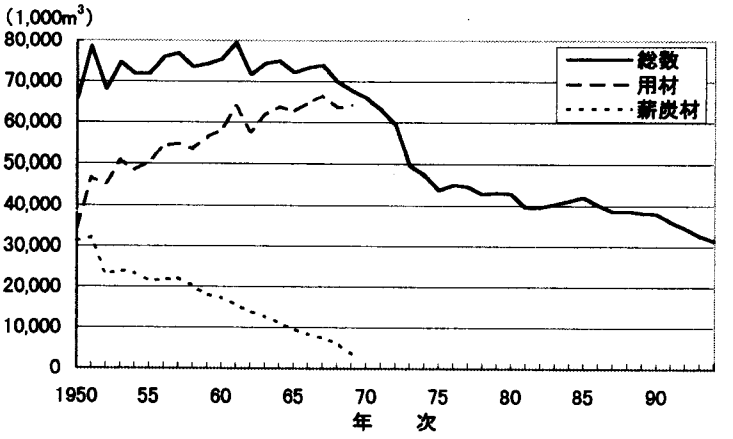

図-2　立木伐採材積の推移

注）①主伐，間伐の合計材積である。
②用材と薪炭材の合計材積である。
③1970年以降，薪炭材の伐採材積がきわめて少量となり，［総数］≒［用材］となるため，［用材］，［薪炭材］の区分がなくなった。
資料：林業統計要覧各年版

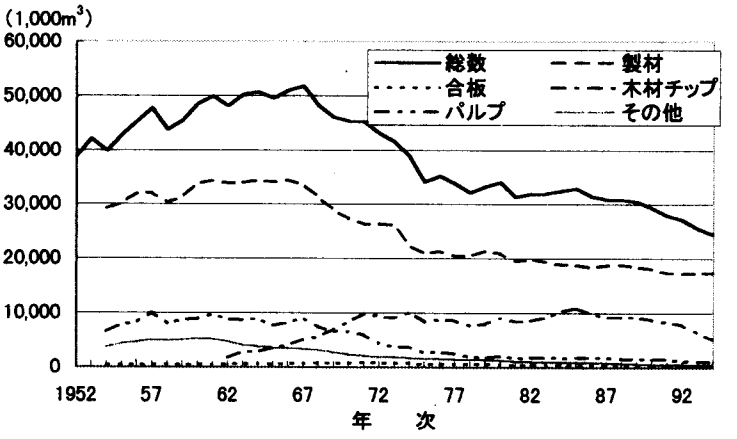

図-3　素材生産量の推移

資料：木材需給報告書各年版

この結果，1950年代のはじめ4,000万㎥の水準にあった素材生産量は，67年のピーク時には5,181万㎥に達した。しかし急激な増大をみせていた素材生産も，外材シェアの拡大に伴って，わが国経済が高度成長をつづけるなか，減少に向かっていった。

1960年代なかばに至るまでの薪炭材需要消失の過程で，広葉樹材は木材チップに新たな供給先をみいだすこととなる。62年，122万㎥に過ぎなかった広葉樹チップ用材の生産は，71年には903

万㎥に達し，その後，徐々に減少傾向に向かいつつも，なお高水準で推移したのである。このようにチップ用材の生産量が拡大していくのと同時に，従来，広葉樹の中心的な用途であった製材用材，パルプ用材についても緩やかな増加傾向にあったが，60年代後半には時期を同じくして落ち込むこととなった。特にパルプ用材生産の減少は著しく，67年596万㎥であったのが，紙・パルプ産業の原料調達方法の転換を背景として，77年には100万㎥の水準を割り込み，急速にその地位を消失していったのである。広葉樹製材用材についても，67年の620万㎥をピークとして，以降，徐々に減少していくこととなった。また比較的安定した推移をみせていた広葉樹チップ生産も，紙・パルプ業界の不振や，円高の進行に伴って製紙原料が海外に求められた結果，85年以降，急激に縮小している。

このように戦後，わが国における広葉樹生産がその用途，生産量を激しく変化させていったのに対して，針葉樹生産は1970年なかば以降，低位安定の様相をみせている。わが国の針葉樹生産は，まずパルプ用材生産，そしてさらに引きつづいておこった製材用材生産の減少によって，60年以降，急激に縮小し，60年の3,402万㎥から，75年には2,000万㎥の水準にまで落ち込んだ。しかしその後，８割以上を製材用としつつ，用途，生産量ともに大きな変化をみせないまま推移している。

以上をまとめると，戦後から1970年代なかばまでの素材生産量の増大は広葉樹生産，なかでも広葉樹チップ用材生産の急激な拡大によってもたらされたものであり，これ以降の減少は針・広製材用材，パルプ用材生産の縮小によるものであったといえる。94年の素材生産量を用途別にみると，製材用1,744万㎥（71%），合板用25万㎥（１%），木材チップ用509万㎥（21%），パルプ用119万㎥（５%），その他48万㎥（２%）であり，総数では2,446万㎥となっている。

わが国の森林資源状況について簡単に触れておくこととする。わが国では戦後から高度成長期末期にかけて，きわめて活発な造林活動が展開された。この結果，人工林率は急速に高まり，現在では森林面積の41%，また蓄積では51%が人工林によって占められている。1994年度末におけるわ

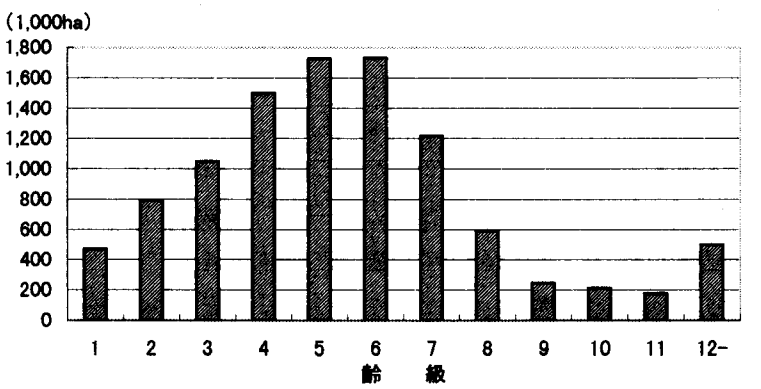

図-4　齢級別人工林面積（1990年，計画面積）

資料：1990年世界農林業センサス

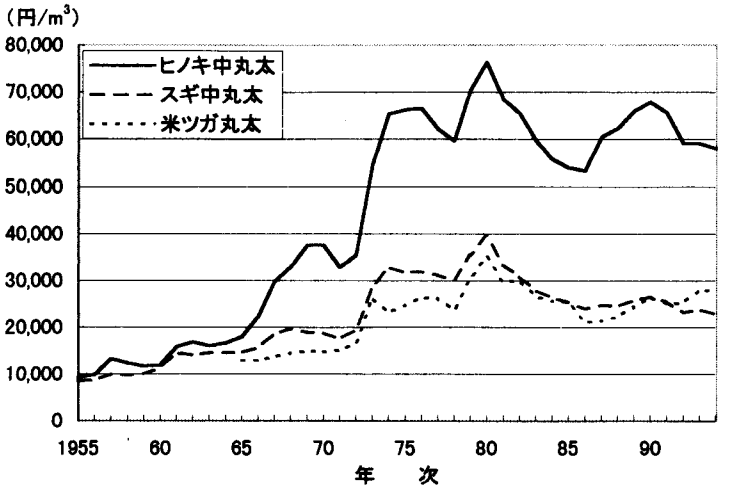

図-5　製材用素材価格の推移

資料：木材需給報告書各年版

が国の森林面積は2,515万 ha，蓄積は3,483百万㎥，そして森林率は67％である。また人工林資源の成熟化に伴い，わが国の森林の生長量は年間7,000万㎥ に達している。しかし一部の地域を除いて，造林活動が戦後の一時期に集中したため，人工林面積に占める41年生以上の林分の割合は11％にとどまり，資源的に偏ったものとなっている（図―4)。また北海道などの地域では，戦後の一時期，天然林における過度の伐採がつづけられた結果，天然林資源の劣化が進んだといわれる。

図―5 は戦後のわが国における製材用素材価格の推移をみたものである。わが国では，木材価格は1955年以降，急激な上昇をつづけた。特に60年の所得倍増計画以後，住宅建築の活発化などを受けて木材需要が急速に拡大したにもかかわらず，木材供給がこれに対応しえなかったため，61年には木材価格は異常ともいえる急騰をみせた。しかし60年 8 月に打ち出された木材価格安定緊急対策によって木材輸入がうながされると，外材のシェアは急速に拡大し，ほどなく外材主導の価格形成がおこなわれるようになっていった。70年代に入ると，輸入相手国における丸太輸出規制や，オイルショックによる諸物価の上昇を背景として木材価格はふたたび高騰したが，その後の需要の低迷や円高の進展を受け，80年代以降は下落に向かった。さらに86年以降，外材の価格が上昇したにもかかわらず，国産材の価格は低位のまま推移している。この結果，92年にはスギとその競合樹種である米ツガの価格が逆転し，価格差はさらに拡大する傾向にある。

またこのような木材価格の推移のなかで，立木，素材，製品の価格関係にも大きな変化が生じてきた。1960年代初頭までは素材価格，製品価格は歩調を合わせて上昇していったのに対し，立木価格のみがこれらの価格の動向をはるかに上回る高騰をみせていた。しかしこうした状況は長くはつづかず，60年代後半に入ると製品価格の上昇が立木価格のそれを上回ることとなった。これは安価な外材によって素材価格が形成されるようになったにもかかわらず，素材生産費が人件費の高騰

表-1　素材価格，立木価格，素材生産費の推移（スギ）

(円/m³，%)

年次	素材価格	立木価格	素材生産費				運材費	(b/a)	(c/b)
	(a)		(b)	労賃(c)	物品費	間接費			
1976	33,756	24,731	7,532	5,365	865	1,302	1,493	22%	71%
80	37,201	26,622	8,410	5,934	1,086	1,389	2,169	23%	71%
85	25,509	15,700	8,357	6,272	1,031	1,655	1,845	33%	75%
89	30,843	19,644	9,337	5,907	1,533	1,897	1,861	30%	63%
90	29,532	18,068	9,149	6,439	1,263	1,447	2,315	31%	70%
92	26,282	15,092	8,958	6,321	1,230	1,407	2,231	34%	71%
94	24,293	13,252	8,488	5,878	1,236	1,374	2,553	35%	69%

注）①立木市場動態調査（~1989年）では調査対象を20道県とし，立木価格変動動向要因分析調査報告書（1990年~）では沖縄県を除く全国を対象としていることから，両調査間の統計数値には原則として整合性はない。
②立木市場動態調査では[素材生産費]=[労賃]+[物品費]+[運材費]+[間接費]とし，立木価格変動動向要因分析調査報告書では[素材生産費]=[労賃]+[物品費]+[間接費]としているが，本表では立木市場動態調査の素材生産費から運材費を差し引き，みかけ上の統一を図った。
③本表では[素材価格]=[立木価格]+[素材生産費]+[運材費]となる。
④[立木価格]は立木価格変動動向要因分析調査報告書では[素材換算立木価格]である。
資料：（~1989）林野庁，立木市場動態調査結果報告書，（1990~）林野庁，立木価格変動動向要因分析調査報告書

によって高水準のまま推移し，立木価格を圧迫したことによるものといえる。

この点に関してもう少し詳しくみておくこととしよう。表—1は1976年以降の素材価格，立木価格，素材生産費の推移をみたものである。材価がまだ高水準を保っていた70年代の後半から一貫して，素材価格の変動がおもに立木価格の上下によって吸収されてきたことがわかる。しかし90年以降の統計をみると，立木価格の切り下げのみではもはや材価の下落分を吸収しえず，素材生産費についても落ち込みつつあるようにみえる。また表章の全期間を通して，素材生産費の7割は労賃によって占められている。こうした点からも，素材生産業界では伐出コスト低減への，さらに端的には労賃部分低減への要請が高まっていることがわかる。

以上，さまざまな指標を用いてわが国素材生産業のおかれている情勢をみてきた。では素材生産業はこの外材依存体制の深化，慢性的な材価の低迷といった状況のもとで，どのような変化をみせてきたのだろうか。次節では素材生産事業体に焦点をあて，その動向を追うこととする。

2. 素材生産事業体の動向

本節ではおもに「世界農林業センサス」（以下，センサス），「林業動態調査報告書」（以下，動態調査）を用いて，わが国の素材生産事業体の現状をみていくこととする[1)]。

表—2はセンサスから素材生産事業体数の推移をみたものである。わが国の素材生産事業体は1960年以降，一貫して減少しつづけてきた。この30年間で素材生産量が約6割に減少しているのに対し，事業体数は22%にまで落ち込んでいる。事業体数の減少は生産量のそれをはるかに上回っているのである。ただし80年以降，その減少傾向はいくらか弱まっている。経営形態別には，ほぼ

表-2　素材生産事業体数の推移

（事業体）

年次	総数	森林組合	各種団体・組合	会社	個人・その他
1960	69,304	1,493	223	10,535	57,053
70	37,307	1,354	341	9,832	25,780
80	21,174	1,243	474	7,689	11,766
90	15,138	1,279	419	5,680	7,760

注）①1960年の数値には沖縄県を含んでいない。
②センサスにあげられている表記以外の経営形態のものについてはすべて［個人・その他］に計上した。
資料：世界農林業センサス各年版

表-3　林産（素材）事業実行森林組合数と1組合あたり取扱高の推移

（組合，m^3/年）

年度	森林組合総数	林産（素材）事業	
		実行組合数	1組合平均
1960	4,062	919	489
65	3,165	1,046	1,283
70	2,518	1,075	1,900
75	2,187	1,026	2,037
80	1,933	969	2,248
85	1,790	1,071	3,339
90	1,642	975	3,366
94	1,504	857	3,512

注）［1組合平均］は実行組合平均である。
資料：森林組合統計各年版

100％が個人業者で占められる「その他」が30年間で14％へと大幅に減少している。また80年以降には会社の減少が加速しているといえる。これらの民間業者とは明らかに異なった傾向を示しているのが森林組合である。森林組合は60年以降，総数こそ大幅に減じた。しかし林産事業実行組合の減少は80年代以降になって現れたものであり，1組合あたりの取扱高はむしろ一貫して拡大してきたのである（表—3）。こうした点から，森林組合の減少を単に林業情勢の悪化によるものとのみ捉えることは困難であり，広域合併によって事業基盤を拡大させつつ再編されていることもその一因と考えられる。90年時点での素材生産事業体数は15,138事業体であり，森林組合1,279（8％），各種団体・組合419（3％），会社5,680（38％），その他7,760（51％）という構成である。

以下，動態調査を用いて1985年までの素材生産事業体の動向をみていく[2)]。まず生産規模別に事業体数の推移を追っていくと（表—4），1,000㎥未満層では68年調査の半数以下に減少しており，1,000～5,000㎥層ではやや減少傾向が小さく，5,000㎥以上層については増加している。この結果，68年には7割強を占めていた1,000㎥未満層の事業体が，85年には5割あまりに比率を下げ，代わって15％に過ぎなかった2,000㎥以上層が3割を越えるまでになった。そして85年には，わが国の素材生産量2,882万㎥のうち66％にあたる1,889万㎥を5,000㎥以上層の事業体が，85％を2,000㎥以上層の事業体が生産するに至っている。以上から，わが国の素材生産事業体は，相対的な比率としては年産1,000㎥を，そして事業体数実数では2,000㎥を分解基軸として，それ未満の層では減少，それ以上の層では安定的に推移してきたと推察できる[3)]。また古い資料ではあるが，78年調査から，事業量の増減別に素材生産事業体数を検討すると，「増加した」または「同じ」とした事業体は4割をわずかに上回るのみであり，特に年間素材生産量1,000㎥以下の小規模層において「減少した」とする事業体の比率が高い。これから大規模層の相対的な増加は事業量の増加によるものではなく，小規模層の脱落によってもたらされたものであるといえる。また85年における1事業体あたりの事業規模は2,600㎥／年と小さく，わが国の素材生産事業体の経営基盤は依然として脆弱であるといわざるをえない。

表-4　生産規模別素材生産事業体数の推移と1985年における地域別，生産規模別素材生産事業体数

(事業体)

年次，地域	総数	50m³ ~200m³	200m³ ~500m³	500m³ ~1,000m³	1,000m³ ~2,000m³	2,000m³ ~5,000m³	5,000m³
1968	22,270	6,910	5,140	4,110	2,690	2,070	1,350
71	25,310	7,440	5,390	4,170	3,450	2,690	2,180
78	15,180	3,740	3,000	2,470	2,330	3,650	
85	11,120	2,390	1,880	1,770	1,770	1,770	1,540
北海道	770	10	30	50	60	140	470
東北	1,670	160	210	160	260	560	310
北陸	890	380	220	110	70	40	70
関東・東山	1,610	410	350	250	240	190	170
東海	1,120	220	200	250	250	160	50
近畿	1,460	450	270	350	180	160	50
中国	1,270	230	260	190	280	240	80
四国	520	80	110	100	100	100	30
九州	1,810	460	240	290	330	190	310

資料：林業動態調査報告書各年版

表から地域別に素材生産事業体の事業規模をみると，まず北海道の事業体が最大区分である5,000㎥以上層に集中しており，国有林資源を背景として大規模な事業体が選別，育成されてきたことがうかがえる。また傾向はやや弱いものの，東北や九州にも生産規模の大きな事業体が多く存在している。以上の地域とは対照的に事業体の生産規模が小さいのが近畿，北陸，中国，四国といった地域である。これらの地域では森林面積に占める私有林の比率が相対的に高く，事業規模についても零細・小規模であり，買い付け体制も，各事業体が「特定の山林所有者から調達原木の大半を確保・依存して」[4]いるような状況である。むしろこうした構造上の特性によって小規模事業体の存続が可能になっているともいえる。

表は掲げないが，同様に動態調査から検討すると，素材生産事業体は，大規模層では国有林を中心的な事業領域としつつ，民有林の事業にも手を伸ばしているものが多い。これに対して小規模な事業体は民有林を中心に事業を展開しているといえる。また素材生産事業体のあいだでは専業化が進行している。これは従来，大きな比率を占める兼業種であった製材業が，原木調達方法を自己生産から市場での買い付けへと変化させ，素材生産部門を切り離してきた結果であり，素材生産業自体の経営改善による独立，専業化を意味するものではない。むしろ事業体が従来，収益性の問題から事業の対象としてこなかった間伐を事業対象として取り込みつつあることや，事業に占める請負の比率を高める傾向がみられることから，経営的にはより困難な状況におかれているものとみられる。

素材生産業における雇用労働力の変化は表—5に示したとおりである。総数は1968年の31.5万人から85年の10.3万人へ，わずか17年で1／3に減少した。また34歳までの若～荘年労働者が激減し，代わって60歳以上の高齢労働者の比率が相対的に高まってきている。この間，臨時雇用の比率は低下し，労働者の固定化が図られているようにみえる。しかしこの傾向も常用に至るほどに強くはなく，依然として季節雇用にとどまっている比率が高い。さらに，これらの労働者にかけられている社会保険の加入状況をみると，労災保険については82%と比較的高く，雇用保険の比率も上昇

表-5　年齢構成別，雇用形態別雇用労働者数の推移

（事業体，人）

年次	総数	~34歳	35~59歳	60歳~	常用	季節	臨時
1968	314,980	79,340	217,740	17,900	63,860	79,910	171,200
71	301,880	62,290	225,390	14,200	107,240	67,260	127,380
78	140,220	16,020	117,560	6,640	59,980	80,250	
85	103,100	9,030	81,650	12,420	37,680	36,290	29,130

注）①[常用]は年間7ヵ月以上，[季節]は1~7ヵ月，[臨時]は1ヵ月未満のあいだ雇用されたものをあらわす。
②労働者数は人頭数であり，のべ人数ではない。
資料：林業動態調査報告書各年版

表-6　素材生産用機械の利用事業体数（1978年）

（事業体）

地域	事業体総数	架線・索道	小型運材車	集材機	トラクタ
総数	15,180	9,700	2,830	9,800	2,150
北海道	970	120	260	370	590
東北	2,380	860	620	1,140	750
北陸	1,100	910	110	740	30
関東・東山	1,910	1,670	520	1,090	210
東海	1,590	1,000	130	1,200	120
近畿	1,970	1,680	330	1,740	140
中国	1,810	1,270	500	1,220	70
四国	730	610	60	680	20
九州	2,730	1,580	300	1,630	230

資料：1978年林業動態調査報告書

表-7　素材生産用機械の利用事業体数（1985年）

（事業体）

地域	事業体総数	架線・索道	小型運材車	小型集材機	大型集材機	トラクタ
総数	11,120	5,430	3,840	6,130	3,750	2,340
北海道	770	40	100	170	200	430
東北	1,670	420	640	610	520	740
北陸	890	400	150	420	230	180
関東・東山	1,670	620	690	760	430	400
東海	1,120	770	270	770	480	80
近畿	1,460	1,000	620	1,110	530	80
中国	1,270	810	400	880	550	140
四国	520	400	110	430	240	40
九州	1,810	960	870	980	570	250

資料：1985年林業動態調査報告書

しているが，健康保険，厚生年金への加入率は10%台にとどまるなど，就労条件の整備が遅れている。以上から素材生産従事者のおかれている立場がいまだに不安定なものであることがわかる。

現在のわが国にみられる伐出技術は，基本的にはチェーンソーによる伐倒，造材と，造材に前後しておこなわれる集材，そしてトラック運材といったながれのなかで進められる。また集材工程については集材機によるものとトラクタによるものに2分されている。この集材方法の違いに着目したうえで，わが国の伐出技術とその生産性について触れておくこととする。表—6，7はそれぞれ，1978年動態調査と85年調査から，集材用機械各機種の利用事業体数をみたものである。これらの表から，架線・索道を利用した事業体が大幅に減少しているのに対して，小型運材車（林内作業

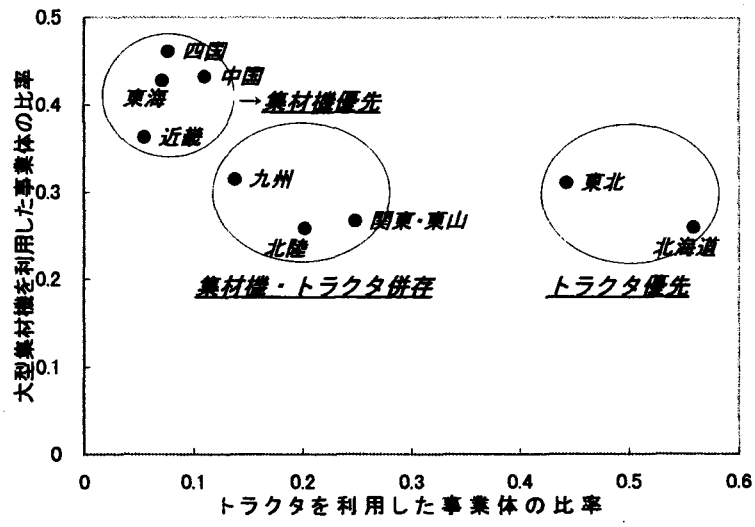

図-6　各地域における集材様式（1985年）

注）[利用した事業体の比率]＝[利用した業者数]／[業者総数] とした。
資料：1985年林業動態調査報告書

車）およびトラクタを利用する事業体が増加していることがわかる。地域別に検討すると，北海道においては従来からトラクタの活用が進んでいる。また北海道，東海，近畿，四国を除いた地域においてはトラクタを活用する事業体の比率が高まっており，逆に架線・索道を利用する事業体の比率は低下している。78年調査と85年調査では集材機の区分方法が異なるため，直接比較することはできないが，以上から，わが国における集材様式は，地域的な差異を含みながらも，架線系のものから地上走行系のものへと移行しつつあると考えられる。

また図—6 は1985年においてトラクタと大型集材機を利用した事業体の比率を地域ごとに示したものである[5]。同図から，北海道，東北はトラクタによる集材が一般的な地域であるといえる。逆に東海，近畿，中国，四国といった地域では集材機による集材が一般的であり，トラクタを利用する事業体の比率は10%に満たない。また関東・東山，北陸，九州では集材機を利用する事業体が高い比率を占めているものの，トラクタを利用するものも一定程度みられる。以上から，集材機はどの地域でも利用されているものの，トラクタを利用する事業体の比率は地域ごとに大きな差がみられるといえる。それぞれの集材方法の普及の度合いにはさまざまな要因が絡んでいると考えられるが，この点に関しては今回明らかにはしえていない。しかし国有林率とトラクタ利用事業体の比率とのあいだにはきわめて強い相関がみられることがわかった。国有林率が高い地域では集材工程へのトラクタの活用が進んでいるのである。国有林は一般的に，①林道密度が高く，②1事業あたりの事業ロットが大きいなどの特徴がある。また③国有林を生産領域とする素材生産事業体の事業規模は民有林を対象とするものに比べて大きい（国有林において生産活動をおこなった事業体の平均素材生産量：3,700㎥／年，民有林において生産活動をおこなった事業体の平均素材生産量：

1,600㎥／年)。このため事業体に多額の設備投資を要求し，大量処理の必要性が高いトラクタの普及が進んできたものと考えられる。

以上，わが国の素材生産技術について検討してきたが，最後に林業の労働生産性についてみておくこととする。林野庁によれば，わが国素材生産業の労働生産性は1985年現在，集材をトラクタによっておこなうものが4.4㎥／人日，集材機によるものが2.3㎥／人日，平均2.4㎥／人日となっている[6)]。また71年，78年，85年動態調査の素材生産量を労働投下量で単純に除したものを生産性とすると，それぞれ1.4㎥／人日，1.6㎥／人日，2.4㎥／人日となる。以上から，わが国でも労働生産性は高まりつつあるが，その進展の度合いは決して高いものではないといえる。地域別には北海道，東北，北陸，九州においてその伸びが大きく，これは前述の，集材様式が架線系のものから車両系のものへと転換している地域とおおむね一致している。なお95年度林業白書によれば，94年にはわが国の労働生産性が3.2㎥／日に達したというが，これが高性能機械の普及に伴うものなのか，あるいは在来伐出技術の改良の結果であるのか，現時点でははっきりしたことはいえない。

ところで林業先進国の例をみると，スウェーデンにおける林業の労働生産性は1988年の時点で10.6㎥／人日，カナダでは80年代に11.7㎥／人日に達している。またスウェーデンでは60年代初頭には2.3㎥／人日にとどまっていた労働生産性が，10年後に6.3㎥／人日となり，さらに現状に至ったのであり，生産性の向上がきわめて急速に進んだものであることがわかる。

注および引用文献

1) 世界農林業センサス，林業動態調査報告書では個人，会社といった民間業者のほか，協同組合，森林組合などの団体もあわせて集計し，「素材生産業者」と表記している。本稿ではこの表現を不適切と考え，これを「素材生産事業体」とした。図表についても，特に付記しないが同様とする。
2) 以下，本節は熊崎実編著，1987，林業を担う主体の動向―昭和60年林業動態調査を中心に―，p71～113，全国農林統計協会連合会を参考とした。
3) 1994年には林業動態調査の後継的な位置づけを持つ統計調査として林業構造動態調査がおこなわれたが，これらの2統計間の整合性について十分に検討していないため，素材生産事業体数の推移を分析するうえでは用いなかった。林業動態調査と林業構造動態調査のあいだに整合性があるものとすると，85年から94年のあいだの素材生産事業体のうごきとしては，①総数にほとんど変化がみられないことや，②200～1,000㎥層が増加し，5,000㎥以上層が減少している点が特徴的であり，85年以前とは動向が大きく変化しているといえる。
4) 北川泉，1984，素材生産の経済構造―地域林業の担い手としての可能性―，p88，日本林業調査会
5) 1985年林業動態調査では集材機を「大型集材機」と「小型集材機」にわけて利用業者数を示しているため，これを単純にたしあわせても無意味である。このため能力的にトラクタとある程度均衡がとれると考えられる大型集材機のみを取り上げて対比した。
6) 農林水産大臣名，1991，高性能林業機械化促進基本方針，官報，1991年9月11日付

Ⅲ. 高性能林業機械化の現況

1. 高性能林業機械化に向けた推進施策

わが国林業の機械化の歴史を振り返ると，古くは森林鉄道やトラックに代表される運材過程への機械力の導入にはじまり，その後，集材機，トラクタ，チェーンソーなどの普及がみられた。これらの多くは国有林の強力なリーダーシップのもとで普及，定着してきたものである。現在進展しつつある高性能機械の普及に関しても，導入主体こそ民間業者，森林組合などに移っているものの，国ではこれらの取り組みを積極的にバックアップしており，その促進に大きな役割を果たしている。

林野庁が掲げる高性能機械化の目標や推進目的を示す資料としては，1987年度以降の林業白書や，91年9月11日付で農林水産大臣名において官報に公表された，「高性能林業機械化促進基本方針」（以下，基本方針）などがあげられる。このうち現在の行政施策の裏付けとなっているのは基本方針であるが，ここで提示された高性能機械の導入目標は図—7のようになっている。また高性能機械化の推進目的に触れると，産業界や学界においては当初，低コスト化や労働生産性の向上という視点から高性能機械化の必要性が語られていた。林野庁もこれと同様，初期には伐出コストの低減や労働生産性の向上を高性能機械化の重点目標として掲げてきた。しかし近年では将来の労働力不足への対応を強調するようになっている[1)]。やや古い資料になるが，91年度の時点で実施されていた，高性能機械の導入に対する補助事業は表—8に示したとおりである。これらの事業が展開された結果，92年度までに導入された495台のうち，35%にあたる175台はなんらかの補助事業を受け，また21%，103台が制度融資を受けたものとなっている（表—9)。このほか林野庁では種々の調査や高性能機械の開発などをおこない，機械化への環境整備に取り組んできた。こうした推進施策がハード面の整備に偏っているきらいはあるものの，高性能機械化にかける行政の期待の大きさがうかがえる。

高性能機械化はまた，国だけでなく，都道府県などの地方自治体によっても推進されている。調査をおこなった北海道，大分県，宮崎県のほか，高知県や熊本県などで，県単事業や国の事業を取り入れた積極的な高性能機械化推進施策が展開されてきた。さらに市町村でも，これらの補助に上乗せして，地域内の森林組合や第3セクター事業体における高性能機械の導入をうながす例がみられ，この結果，ときには取得価格の90%におよぶ補助を受けて高性能機械を導入する事業体も存在する。

こうした行政の推進施策のほかに，紙・パルプ資本などによる独自の高性能機械化推進活動もみられた。聞き取り調査から明らかとなった範囲で例示しておく。O製紙とその社有林経営をおこなうO緑化では1983年から，自社有林の経営効率化を目指した伐出作業機械化プロジェクトを発足させ，当時まだ珍しいものであった外国製ハーベスタの試験的導入をおこなった。またそこで蓄積されたデータを，系列業者の高性能機械化に際して提供した。SKパルプでは原材料の安定供給という見地から，88年以降，系列の素材生産業者による高性能機械の導入に対して，総額2億円に

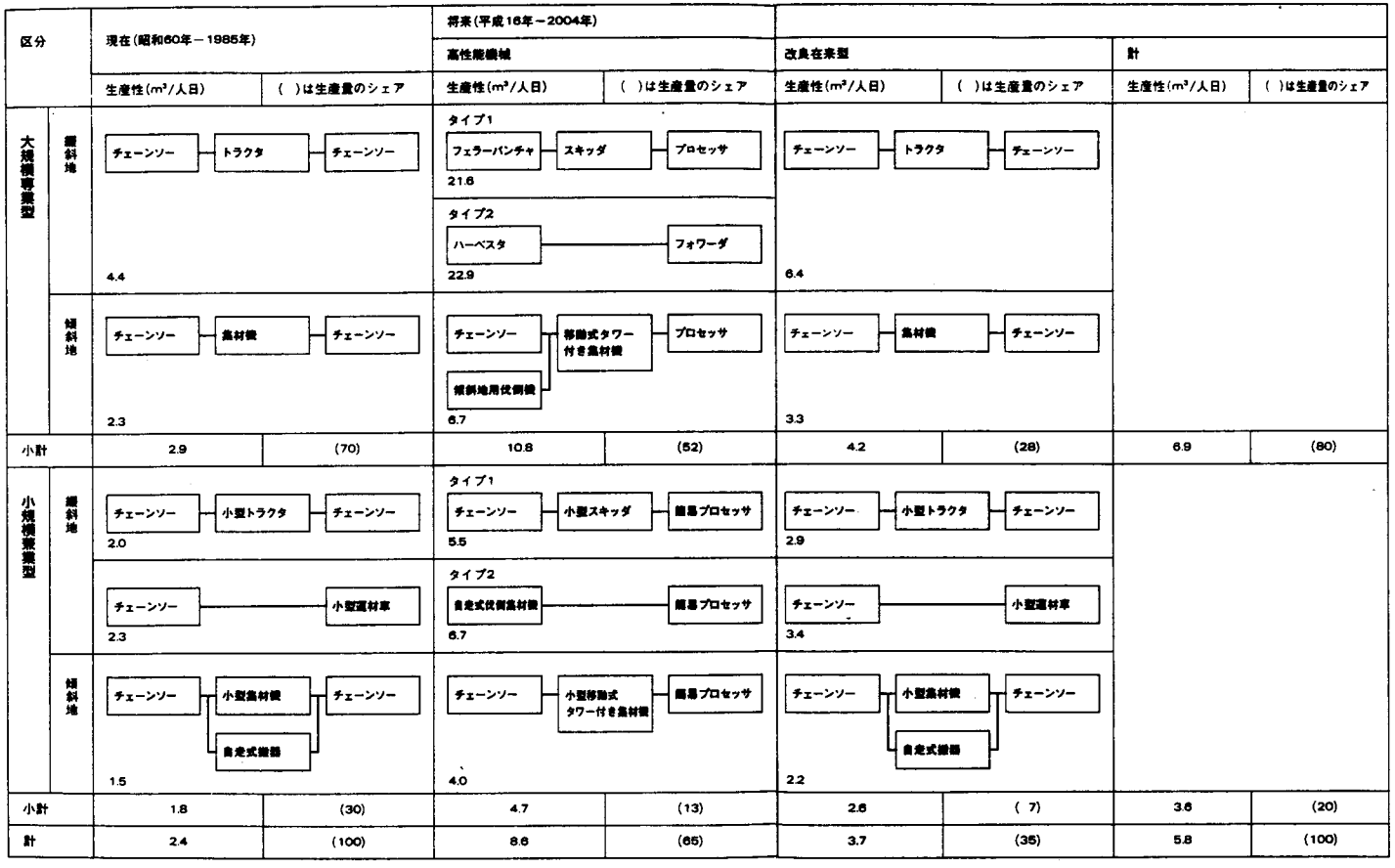

図-7 高性能林業機械作業システムの目標（伐出作業）

林業機械化推進研究会編，1993，機械化のデザイン，p190～191，全国林業改良普及協会より転載
原資料：農林水産大臣名，1991，高性能林業機械化促進基本方針，官報，1991年9月11日付

表-8　主要な高性能林業機械導入補助事業，制度融資

補助事業，資金名	事業主体，貸付対象	補助率，利率
(補助事業)	(事業主体)	(補助率)
林業山村活性化林業構造改善事業	森林組合，森林組合連合会，団体など	4/10
森林組合合併促進等特別対策事業	森林組合	4/10
林業就労者改善促進対策事業	森林組合，協同組合など	4/10~1/2
林業事業体体質強化対策事業	都道府県，市町村，団体	1/3~1/2
国産材産地整備事業	団体	1/3
間伐促進強化対策事業	都道府県，市町村，森林組合，団体など	45/100~1/2
間伐等促進機械開発普及推進事業	都道府県，森林組合連合会，団体など	45/100~1/2
(制度融資)	(貸付対象)	(利率)
林業改善資金	林業を営む者	無利子
農林漁業金融公庫資金	林業を営む者	3.5~5.45%

資料：林業機械化推進研究会編，1993，機械化のデザイン，p181~p183，全国林業改良普及協会

表-9　導入資金別高性能林業機械保有台数（1992年度）

(台，%)

機種	自己資金	補助事業	制度融資	総数
ハーベスタ	23 (40%)	14 (29%)	11 (23%)	48
フォワーダ	38 (48%)	35 (37%)	22 (23%)	95
フェラーバンチャ	26 (59%)	13 (30%)	5 (11%)	44
スキッダ	39 (57%)	19 (28%)	11 (16%)	69
プロセッサ	82 (45%)	50 (27%)	50 (27%)	182
タワーヤーダ	9 (16%)	44 (77%)	4 (7%)	57
総数	217 (44%)	175 (35%)	103 (21%)	495

資料：南方康，1995，高性能林業機械化七年を経過して，林業経済，No. 565，p12

のぼる無利子資金貸し付けをおこなった。SKパルプではこのほか，高性能機械導入事業体における生産性や伐出コストの変化を調査した。このように一部の紙・パルプ資本や商社系林業資本は系列業者の高性能機械化をうながし，あるいは地域において他社に先がけた高性能機械の導入をおこなうとともに，これらの高性能機械化伐出システムの生産性などについて詳細な調査を実施していった。こうした取り組みは当時，高性能機械化のうえで欠かせないものであったデータやノウハウの蓄積に寄与するとともに，各地域における高性能機械化への機運の高まりにも大きな役割を果たしたのである。しかしながら，その後のさらなる円高によって製紙原料が海外に求められるようになったことや，製紙業界の不振などのため，資本によるこれらの取り組みは現在では下火となっている。

2. 高性能林業機械の普及状況

本節ではわが国における高性能機械の普及状況を，統計・資料をもとに数量的に把握し，その動向についてみていくこととする。

表—10は地域別に高性能機械保有台数の推移を示したものである。1988年度末，23台に過ぎなかった高性能機械は，以後急速に普及が進んだ結果，6年後の94年度末には983台にまで増加した。各年度ごとの導入台数も93年度までは一貫して伸びつづけ，94年度には244台とはじめて前年

度にならんだものの，依然として高水準を保っている。高性能機械の普及はまず北海道において進展した。同地域は機械化先進地域とされてきたが，その増加傾向は年々弱まりつつある。これに対して九州，東北では近年加速度的に普及が進んでいる。特に九州では91年に発生した大規模な台風災害を契機として，同年度における対前年度伸び率が413%に達するなど，高性能機械の普及がきわめて急速に進んだ。この結果，94年度末には九州に高性能機械の１／４が，北海道，東北にそれぞれ１／５づつが導入されている。一方，九州を除く西日本における高性能機械の普及は一般に低調であり，近畿，中国，四国の各地域での導入実績をあわせても総数の１割強にとどまっている。これは素材生産事業体が零細・小規模であり，そして集材機による集材が一般的な地域とおおむね一致している。ただし中国地方では，林野庁のいう高性能林業機械ではないものの，グラップルソーの普及が飛躍的に進んでいる。素材生産過程への大型機械の導入が，一部の地域を除いて全国的に活発化しているといえる。

表-10　地域別高性能林業機械保有台数の推移（年度）

(台)

地域	~1988	89	90	91	92	93	94
北海道	15	53	99	133	155	177	216
東北	-	4	14	41	91	148	198
関東	2	5	17	35	48	73	107
中部	1	6	8	16	53	75	91
近畿	2	2	4	4	10	20	31
中国	1	2	4	10	19	29	42
四国	-	-	6	9	16	33	49
九州	2	4	15	62	103	184	249
総数	23	76	167	310	495	739	983

資料：林野庁，1994年度林業用機械の保有状況調査

1994年度末における高性能機械の普及状況を機種別に概観していくこととする（表—11)。フェラーバンチャの保有台数は49台である。フェラーバンチャは91年頃まで，北海道を中心としてさかんに導入された。以降，普及は北海道においても滞っているが，現在その73%が同地域の事業体に保有されており，東北の９台とあわせると９割以上がこれらの地域に集中していることになる。比較的地形が緩やかなこれらの地域では当初，伐倒工程の高性能機械化が試みられたが，やはり同工程の高性能機械化は困難であったというように理解できる。

またスキッダは北海道，石川県，富山県において普及が進んでおり（３道県計61台），全国では86台が保有されている。同機種もフェラーバンチャと同様，近年の伸びは低調である。北陸２県での普及の要因については今後の検討を待たねばならないが，北海道では従来からトラクタによる集材が一般的であったため，集材方法が似通っているスキッダの普及が進んだものとみられる。

高性能機械６機種のうち最も導入実績の多いプロセッサは，全国的に普及が進んでおり，現在も堅調な伸びをつづけて

表-11　地域別，機種別高性能林業機械保有台数（1994年度）

(台)

地域	ハーベスタ	フォワーダ	フェラーバンチャ	スキッダ	プロセッサ	タワーヤーダ	総数
北海道	40	8	36	35	96	1	216
東北	17	83	9	3	66	20	198
関東	6	51	-	6	24	20	107
中部	12	10	1	26	30	12	91
近畿	4	5	-	2	12	8	31
中国	1	11	2	5	9	14	42
四国	8	6	-	-	26	9	49
九州	52	21	1	9	133	33	249
総数	140	195	49	86	396	117	983

資料：林野庁，1994年度林業用機械の保有状況調査

いる。同機種は40都道府県で396台が保有されており，これは高性能機械総数の40%にあたる。ハーベスタの保有台数は140台であるが，伸び率はさらに高く，1994年度末における対前年度比は6機種中最高の152%となった。

フォワーダの保有台数は195台である。これも東北，関東に7割，134台が集中しており，地域的な格差が認められる。しかしこれはフォワーダの大手メーカーであるO自動車が本社を福島県におき，これらの地域を中心に積極的な営業活動をおこなっている結果と考えられる。タワーヤーダは117台である。導入地区はプロセッサに次ぐ33都道府県におよんでいる。

3. 高性能林業機械の導入主体

本節ではまず経営形態別に高性能機械の保有状況を把握し，次いで高性能機械を保有する事業体の経営規模について述べていくこととする。

先に述べたとおり，センサスによれば素材生産事業体は1990年現在15,138事業体あり，うちわけは森林組合1,279，協同組合等419，会社5,680，その他7,760という構成である。一方，高性能機械の保有台数は，総数983台（100%）に対して森林組合222台（23%），協同組合等149台（15%），会社438台（45%），個人121台（12%）である。すなわち素材生産事業体100事業体あたり6.5台の高性能機械が保有されているが，その大半は会社への導入であり，素材生産事業体の過半を占める個人業者には12%が導入されるにとどまっている。また総数では8%に過ぎない森林組合に，高性能機械の23%が導入されているのである。

高性能機械の導入には事業量の確保や投資額の問題から，ある程度以上の事業規模が必要になることが予想される。そこで1985年動態調査から各経営形態の生産規模別に事業体数をみると，会社のピークが5,000㎥以上層にあるのに対し，個人経営では200㎥未満層をピークとしており，生産規模の格差は明白である。また森林組合では2,000～5,000㎥層に組合数のピークがあるが，林構事業をはじめとした各種補助事業の事業主体となる機会が多いため，会社と比べて小規模でありながら高性能機械の普及が進んでいるのである。

事業規模の問題に関してもう少し詳しくみておくこととしよう。1994年林業構造動態調査から生産規模別に高性能機械の所有事業体数，台数，利用事業体数をみると，いずれの項目についても，

表-12 生産規模別高性能林業機械所有事業体数，台数，利用事業体数（1994年）

（事業体，台，%）

素材生産規模	事業体総数	所有事業体数	所有台数	利用した事業体数
総数	11,040	1,180 (11%)	1,030 (100%)	1,380 (13%)
50～ 200m^3	2,420	30 (1%)	10 (1%)	90 (4%)
200～ 500m^3	2,110	80 (4%)	40 (4%)	130 (6%)
500～1,000m^3	1,890	170 (9%)	100 (10%)	180 (10%)
1,000～2,000m^3	1,680	90 (5%)	120 (12%)	110 (7%)
2,000～5,000m^3	1,740	380 (22%)	210 (20%)	420 (24%)
5,000m^3～	1,190	420 (35%)	560 (54%)	460 (39%)

資料：1994年林業構造動態調査報告書

総数では1,190事業体にとどまる5,000㎥以上層において最大値をとっている（表—12)。現在，同階層の35％の事業体が高性能機械を所有しており，高性能機械の半数以上がこの階層に所有されているのである。また2,000～5,000㎥層にも，5,000㎥以上層ほどではないものの導入されており，わが国における高性能機械化は2,000㎥以上層の事業体を中心に進んでいるといえる。ただしかなり小規模な層においても高性能機械の導入がみられるのは興味深い。

標本調査である林業構造動態調査からあまり細かな分析をおこなうことは無意味かもしれないが，同表の1,000㎥未満層では所有事業体数よりも所有台数のほうが少なく，これらの小規模層では複数事業体での共同所有が推定できる。また500～1,000㎥層と1,000～2,000㎥層のあいだで所有事業体数，比率が逆転している点が気にかかるが，これが統計上の誤差であるのか，なんらかの意味を持つものであるのか，ここからだけではなんともいえない。

以上，高性能機械保有事業体の生産規模について述べてきたが，さらに，調査対象とした道や県の資料から，高性能機械の導入がまず相対的に大規模な事業体によっておこなわれ，のちに比較的小規模な事業体にも漸次普及していくことが指摘できる。

では事業体ごとにみたとき，高性能機械はどのようなセットで導入されているのだろうか。これも資料の制約から全国的な動向については検討しえないため，調査をおこなった道県の動向をみていくこととする。ここでまず，現在実用化されている技術から考えられるすべての作業工程を高性能機械におき換えるものを「全機械化」とする。これにはフェラーバンチャ，スキッダ，プロセッサからなるフェラーバンチャタイプ，ハーベスタ，フォワーダからなるハーベスタタイプ，そしてプロセッサ，タワーヤーダからなるタワーヤーダタイプが該当する。そしてそれ以外の，すなわち高性能機械を導入しているものの，在来伐出システムが残存しているものを「一部機械化」とする[2)]。北海道において調査をおこなったさい，これらの類型のあいだに，単にシステムの違いだけでなく，導入の時期や主体の性格，経営者の意識などの面で対照的な傾向がみられることがわかった。また基本方針では全機械化タイプ，すなわち図—7 中の「大規模専業型」—「高性能機械」型の伐出システムは，2004年の時点で素材生産の52％を担うものとされている。しかし全機械化での導入は，各地域において，高性能機械の普及の初期段階には集中してみられたものの，その後，定着していない。一方，一部機械化は，これとは対照的な動向をみせている。次章以降で詳しく述べるが，なかでもその比率が急速に高まっているのが造材機能を持つハーベスタ，プロセッサ

表-13　調査をおこなった事業体の経営形態別，高性能林業機械導入開始年度別うちわけ

（事業体）

地域	経営形態	~1989	90	91	92	93	総数
北海道	会社	2	1				3
	個人						-
	各種団体・組合	1					1
	森林組合		1	1			2
大分県	会社			2			2
	個人			1		1	2
	各種団体・組合				1		1
	森林組合			1			1
宮崎県	会社	1					1
	個人		1	1			2
	各種団体・組合					1	1
	森林組合			1	1	3	5
総数		4	3	7	2	5	21

図-8　調査をおこなった事業体の所在地

の単体導入である。わが国では現在，造材工程の高性能機械化が進展しているのである。

以下，Ⅳ，Ⅴではそれぞれ北海道と九州における高性能機械化の現状をみていくこととする。これらの章では1で地域林業の概要を示したのち，2で高性能機械の普及を数量的に捉え，3で調査結果の概要と代表的な事例について述べていく。なお調査対象としたのは北海道6事業体，大分県6事業体，宮崎県9事業体，計21事業体である。そのうちわけは表—13に，また所在は図—8に示した。

注および参考文献

1) 尾張敏章，1995，北海道における高性能林業機械化の進展に関する研究—素材生産事業体の意志決定要因を中心に—，1994年度北海道大学大学院農学研究科修士論文，p 7.
2) 北海道高性能林業機械化促進基本方針（北海道林務部，1993）では前者を「高性能林業機械型」，後者を「準高性能林業機械型」としている。しかしこれは誤解を招きやすい表現であると考え，本稿ではこのようにした。

Ⅳ．北海道における高性能林業機械化

1．地域林業の概要

1995年度現在，北海道の森林面積は558万ha，森林率は71%である。都府県における林野所有が国有林24%，都府県有林3%，一般民有林73%という構成であるのに対し，北海道では国有林57

%，道有林11%，一般民有林32%と公的所有の比率がきわめて高い。また私有林についても，林家の一戸あたり森林保有面積は全国平均の約 3 倍にあたる7.6ha となり，林野所有の規模は大きいといえる。

北海道の国有林に占める天然林の比率は70%に達している。これらの天然林資源は北海道の林産活動のうえできわめて重要な役割を担ってきた。一方，一般民有林における人工林率は39%であり，他府県に比べると決して高くはないものの，北海道でも戦後拡大造林期において，民有林を中心に一定の造林活動がみられたことがわかる。しかし樹種や自然環境の違いなどによる都府県との生長量の差から，人工林における単位面積あたり蓄積は全国平均を大きく下回る97㎥／ha（民有林のみ：124㎥／ha）にとどまっている。これらの人工林資源の内容をみると，トドマツではⅣ—Ⅵ齢級，カラマツではⅤ～Ⅷ齢級の林分が大きな比率を占める（図—9)。これは北海道においても

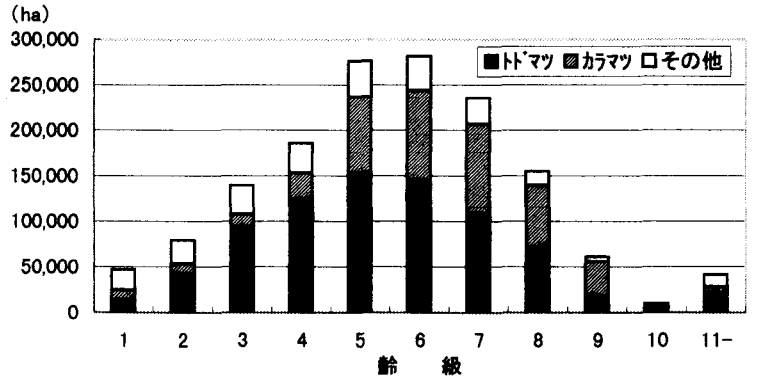

図-9　齢級別人工林面積（北海道，1994年度）

資料：1994年度北海道林業統計

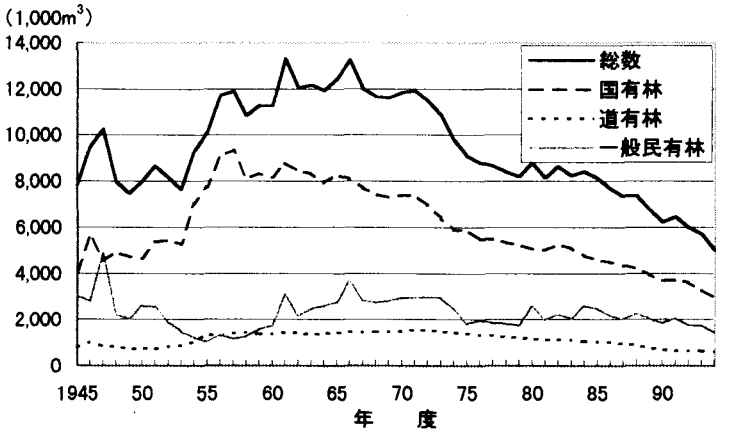

図-10　立木伐採林積の推移（北海道）

資料：北海道林業統計各年度版

近い将来，カラマツを中心に主伐期を迎える人工林が増加することを示すものである。しかしまた，これらの人工林の齢級構成は偏ったものであり，一過性の資源となるおそれもあわせ持つ。さらに天然林では，数値による評価は困難であるが，林業関係者の山が薄くなったという言葉に端的に示されるように，長期間にわたる過伐の結果，資源の質的，量的な劣化が進んでいる。

次に北海道の林産活動についてみていくこととする。同地域における立木伐採材積の推移を図—10に示した。1940年代後半，戦後復興のための木材需要の拡大から一時的に増大した伐採量は，その後の数年間は低位のまま推移した。しかし54年の15号台風（洞爺丸台風）によって大量に生じた風倒木の処理のため再度，急増する。さらに，わが国経済が高度成長期を迎え，木材需要が増大した結果，伐採量も1,200万㎥の水準を保ちつづけたのである。こうした高水準の伐採は70年代初頭までつづいたが，以降，しだいに減少することとなる。伐採量はその後，70年代後半から80年代なかばにかけて低位安定の様相をみせたが，80年代後半からふたたび急激に縮小しはじめ，94年度の森林伐採量は502万㎥にまで落ち込んでいる。

このように1970年代以降，国有林伐採量が一貫した減少をみせたのに対し，一般民有林の伐採量は比較的安定に推移してきた。この動向は生産される樹種の変化としても現れている。まず北海道の森林伐採のなかで大きな比率を占めてきた広葉樹伐採量は，国有林伐採量の減少を受けて70年代から急速に減少した。これに対して針葉樹生産は，70年代以降，変動こそみられるものの一定水準で推移している。民有林を中心に集積されてきた人工林における伐採量の増加が，天然林での針葉樹伐採量の減少を補う形となっているのである。

北海道における素材生産事業体数の推移をみると（表—14），表に掲げた16年間で6割たらずに減少しているが，これは全国的な動向と比べると緩やかである。1992年の素材生産事業体数は661事業体となっている。生産規模別に検討すると，「1980年までは1万㎥未満層の一貫した脱落と1万㎥以上層への一貫した集中が特徴的で」[1]あるが，80年以降は全体的な規模縮小化の傾向がみられる。すなわち北海道の素材生産事業体は10,000㎥を分解機軸として淘汰が進んできたが，国有林，道有林の引きつづいた事業量の減少によって，10,000㎥以上層においても生産規模を縮小しつつあるといえる。92年における北海道の素材生産事業体の平均生産量は7,000㎥／年である。

表-14　生産規模別素材生産事業体数の推移（北海道）

（事業体）

年次	総数	~1,000m³	1,000m³ ~5,000m³	5,000m³ ~10,000m³	10,000m³~
1976	1,142	272	466	215	189
80	825	144	265	159	257
83	760	114	278	137	231
87	782	151	297	162	172
92	661	107	246	154	154

資料：（~1987）北海道林務部，北海道の林産業，（1992）北海道林務部資料

2. 高性能林業機械化の現況

北海道では1982年度に最初の高性能機械（ハーベスタ）が導入された。以降，85年度1台，86年度2台，87年度2台と散発的な導入こそみられたものの，高性能機械の普及は低調であった。こうしたなかで88年9月，北海道の林業関係者を中心とする約100名の人々が，カナダにおいて開催された国際林業機械展—デモ'88を視察した。そしてこれを契機とするかのように，88年度に9台，さらに89年度には38台の高性能機械が導入され，北海道における高性能機械化は本格化へと向かったのである（表—15)。年度ごとの導入台数は90年度に46台を記録したのち，徐々に減少する傾向にあったが，94年度には40台と活発な導入がみられた。94年度末現在，北海道における高性能機械の保有台数は216台となっている[2)]。機種別には，91～92年頃から導入が滞っているものの，フェラーバンチャ，スキッダの普及が特徴的である。また近年ではハーベスタ，プロセッサが比率を高めている。プロセッサの導入は当初から好調であったが，他機種の導入が停滞ぎみななかで普及が堅調に推移した結果，さらにその比率を高めることとなった。ハーベスタについても，92年度には一時的に導入が滞ったものの，93年度以降，ふたたび一定の導入がみられる。

次に高性能機械の導入主体についてみていくことにしよう。1994年度末に高性能機械を保有している事業体は132事業体だが，これを経営形態別にみると，会社・個人113（166台），森林組合6（7台），協同組合13（37台）となっており，民間業者による導入が活発である。初期の段階から民間業者による導入の比率が高いことと，現在でも森林組合への導入の比率が低いことは，北海道における高性能機械化の特徴といえる。これは同地域において大規模な素材生産業が展開し，有力な民間業者が一定程度存在することや，従来から

表-15　機種別高性能林業機械導入台数の推移（北海道，年度）

（台）

機　種	~1989	90	91	92	93	94	総数
ハーベスタ	9	6	7	3	7	9	41
フォワーダ	3	-	1	-	-	4	8
フェラーバンチャ	19	14	4	1	1	3	42
スキッダ	13	10	7	4	2	-	36
プロセッサ	13	16	16	23	15	23	106
タワーヤーダ	-	-	-	-	-	1	1
総　数	57	46	35	31	25	40	234

注）償却などの理由により現在使用されていない18台を含む。
資料：北海道林務部資料

表-16　生産規模別高性能林業機械導入事業体数（北海道，1994年度）

（事業体，%）

	~1,000m^3	1,000m^3 ~5,000m^3	5,000m^3 ~10,000m^3	10,000m^3 ~20,000m^3	20,000m^3~	その他	不明	総数
高性能林業機械導入事業体数(a)	-	21	33	34	17	2	25	132
事業体総数(b)	107	246	154	106	48	-	-	661
比　率 (a/b)	-	9%	21%	32%	35%	-	-	20%

注）林業試験場，メーカーへの導入を除く。
資料：北海道林務部資料

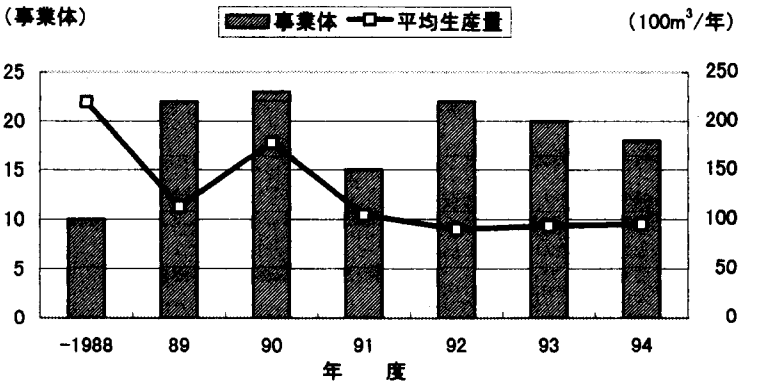

図-11　高性能林業機械新規導入事業体数とその平均素材生産量の推移（北海道）

注）素材生産量は1992年の数値である。
資料：北海道林務部資料

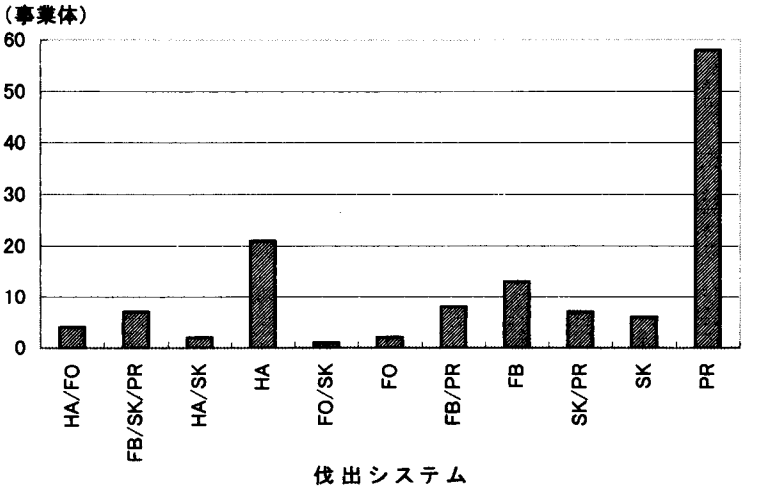

図-12　伐出システム別高性能林業機械導入状況（北海道，1994年度）

注）①［HA］はハーベスタ,［FO］はフォワーダ,［FB］はフェラーバンチャ，
［SK］はスキッダ，［PR］はプロセッサをあらわす。
②左側2つが全機械化伐出システムである。
資料：北海道林務部資料は平均1万㎥程度となっている。

素材生産に占める私有林の地位が相対的に低く，森林組合による林産活動が必ずしも活発ではなかったことが要因として考えられる。なお協同組合には5組合（14台）の林業機械利用協同組合が含まれる。これは北海道独自のものであり，高性能機械の共同利用を目的としつつ，地域における高性能機械化のモデルケースとしても期待され，設立されたものである。

表—16は北海道において高性能機械を導入している事業体を生産規模別にみたものである。北海道の素材生産事業体の平均素材生産量が年間7,000㎥であるのに対して，高性能機械を導入している事業体は12,800㎥と大きな生産規模を持っている。表から，生産規模5,000㎥以上層において

高性能機械を導入している事業体の比率が高まっていることがわかる。なかでも10,000㎥以上層では普及が進んでおり，現在この階層の3割強がなんらかの高性能機械を保有している。さらに，高性能機械を導入した事業体の実数とその平均素材生産規模の年次変化を追ったものが図—11である。当初は大規模層に多かった高性能機械の導入が，その後やや小規模な層にも拡大しており，近年では平均10,000㎥程度となっている。また事業体ごとに，正しくはセットごとに導入内容をみると，造材用機械の単体導入が高い比率を占めている（図—12)。

表-17　類型別高性能林業機械導入事業体数の推移
（北海道，年度）

（事業体）

類　型	~1988	89	90	91	92	93	94	総数
全機械化	2	6	3	−	−	−	−	11
一部機械化	8	16	20	15	22	20	18	119
総　数	10	22	23	15	22	20	18	130

注）林業試験場，メーカー，リース会社への導入を除く。
資料：北海道林務部資料

全機械化での導入をおこなった事業体はすべて，伐倒用機械，造材用機械を中心に外国製機械を導入している。このため投資額は1セットあたり推定4,800万～11,000万円に達する。全機械化の事例で外国製機械が普及している要因としては次の各点が考えられる。まず全機械化での導入をおこなった事業体は，一部機械化の事業体と比較して生産規模が大きく（全機械化事業体：27,000㎥／年，一部機械化事業体：11,000㎥／年)，また製材業，チップ業などの兼業を抱えているものが多いことである。このため経営に余裕があり，高価な外国製機械の導入がより容易であったと考えられる。次に全機械化での導入は比較的早い時期に集中しており，ちょうど国産機の開発期と重なっていたことである。このため完成度などの面で問題が残っていた国産機の導入を見合わせる事業体が多かったものとみられる。一方，一部機械化では国産機の普及が進んでいる。投資額は，もっとも多くみられるプロセッサの単体導入で1,600万円程度である。またプロセッサの作業機の価格

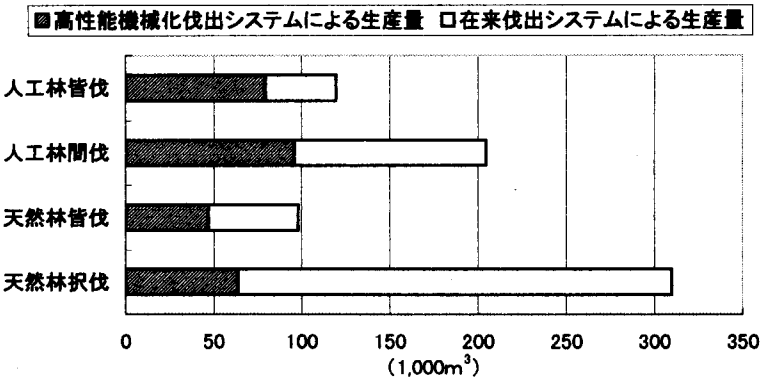

図-13　高性能林業機械導入事業体の素材生産量と高性能林業機械化伐出システムによる素材生産量（北海道，1991年）

注）①▨と□の合計が高性能林業機械導入事業体の素材生産量総数をあらわす。
②1991年度までに高性能林業機械を保有していた75事業体のうち有効回答が得られた55事業体についての調査結果である。
資料：北海道林業機械化推進協議会，1991，高性能林業機械アンケート

は600～800万円ほどであり，すでにバックホーを保有している場合には，これに装着することで比較的安価に導入できる。

類型ごとに導入件数の推移をみたものが表—17である。全機械化での導入は，北海道への高性能機械の導入が本格化した当初，多くみられたが，1990年度には3件となり，その後みられていない。一方，一部機械化は89年度から増えはじめ，現在もその傾向を保っている。

表-18　高性能林業機械導入目的の推移
(北海道，年度)

(%，事業体)

導入目的	~1988	89	90	91
伐出コストの低減	39%	36%	33%	27%
労働力問題への対策	33%	36%	43%	50%
その他	28%	28%	23%	23%
回答事業体数	8	19	15	13
導入事業体数	11	24	24	16

注) ①1991年度までに高性能林業機械を保有していた75事業体のうち有効回答が得られた55事業体についての調査結果である。
②7つの選択肢から2つまで回答されたものを集計した。

資料：北海道林業機械化推進協議会，1991，高性能林業機械アンケート

次に高性能機械化と施業方法との関係についてみていくこととする（図—13)。北海道においては高性能機械による生産の34%が人工林間伐を対象としたものであり，高性能機械の人工林間伐への活用が進んでいるといえる。これに対して，高性能機械を導入している事業体の事業としては高い比率を占める天然林施業では，高性能機械の活用がそれほど進んでいない。この要因としては次の3点が考えられる。第1に，大径材が多く，地形的にも険しいところが多い天然林での事業が高性能機械化の対象として好まれないこと。第2に，国有林野事業の縮小に伴う天然林伐採量の急激な減少と，民有林におけるカラマツ人工林間伐事業の増加を背景として，従来，国有林の天然林資源をおもな事業対象としてきた事業体が，高性能機械化による合理化の可能性がより高いと考えられるカラマツ間伐事業を視野に入れて高性能機械化を図っていること。そして第3に，北海道の天然林伐採技術はチェーンソー伐倒—トラクタ集材というシステムを機軸として，すでにかなり高いレベルにあることから，高性能機械化への要求が人工林施業ほどには強くないということである。

最後に高性能機械の導入目的に触れておく。表—18は北海道林業機械化推進協議会による「高性能林業機械アンケート」（1991）をもとに，素材生産事業体の高性能機械導入目的を簡単にとりまとめたものである。高性能機械の導入が当初，低コスト化を目指したものであったものの，その後，労働力問題への対策を目的とする事業体の比率が高まっていることがわかる。

3. 調査結果

1) 概況

筆者らは北海道における高性能機械化の実態把握を目的に，1993年8月から94年10月にかけて，北海道の素材生産事業体を対象とした聞き取り調査をおこなった。調査結果の概要は表—19に示したとおりである。

調査から，高性能機械の導入目的は多い順に，①伐出コストの低減，同①労働力の減少・高齢化への対策，③作業強度の軽減，④雇用の促進，同④安全性の向上となった。なかでも伐出コスト

表-19 調査結果の概要（北海道）

		業種（○:主業）	素材生産量 ①[人・皆],②[人・間] ③[天・皆],④[天・択] (m^3/年)	導入機械 [年度]	導入目的	労働者数 [平均年齢] (人, 歳)	投資額 [導入資金] (1,000円)	稼働状況 (日/年)	セット人数 (人, 旧→新)	伐出コスト ①[人・皆],②[人・間] ③[天・皆],④[天・択] (旧=10)	労働生産性 ①[人・皆],②[人・間] ③[天・皆],④[天・択] (m^3/人日)	その他の効果	問題点	要望	備考
全機械化一部機械化	(株)MH産業 (本社道北地区)	○製材 チップ 造林 土木	81,000 ② 4,700 ③ 3,400 ④ 75,500	FB+SK+PR (×2セット) [87-91]	コストの低減	23 [39.6]	273,800 [一部補助]	HA:250 FB:200,100 SK:50-260 PR:230,60	16→7-9	③ 7.5-9.1 ④ 7.9-9.3	③ 10.0 →13.0-15.0 ④ 8.0 →10.0-13.0	作業の軽減 安全性の向上	事業ロット 林道の規格 機械の価格	事業ロットの拡大 林道規格の見直し 出石研修の採用	
	N林業機械利用(協)		5,200 ① 3,100 ② 1,900 ④ 200	HA+FO [89]	コストの低減 労働力対策 作業の軽減	3 [49.7]	49,000 [補助33%]	HA:195 FO:87	7→3	① 7.0-15.0 ② 10.0-20.0	① →15.7 ② →6.6	作業の軽減 安全性の向上 就労条件の改善	事業量の確保 定性間伐 機械の価格	列状間伐の導入 出石研修の採用	
	(株)ST林業	製材 チップ	54,400 ② 10,300 ④ 44,100	HA+FO FB+SK+PR [89-94]	コストの低減 労働力対策 作業の軽減	41 [47.9]	183,200 [一部補助]	HA:230,170 FO:150 FB:70 SK:120-150	9→2-5		② 2.7→6.0-6.7		事業ロット 定性間伐	列状間伐 斜面方向への伐採	
	(株)MK林業	造林 育林	13,500 ② 2,000 ③+④ 13,000	SK [92] PR [89]	労働力対策 作業の軽減	16 [43.3]	53,000 [一部融資]	SK:100 PR:20 (GRとして200)	特定せず			作業の軽減	事業量の確保 機械の完成度		
	KW町森林組合		6,300 ① 1,600 ② 3,600 ④ 1,100	FB [90]	コストの低減 労働力対策 雇用の促進 安全性の向上	13 [53.0]	14,000 [自己資金]	FB:0※	6→5	① 6.0-9.0 ② 8.0-10.0 ④ 8.0-10.0	① 3.5→6.0-8.0 ② 2.0→2.0-4.0 ④ 3.0→3.0-5.0	安全性の向上	事業量の確保 機械の完成度	施業の団地化	※ 91- 使用せず (故障の頻発)
	B町森林組合	チップ	8,500 ① 2,000 ② 6,200 ③ 300	PR [90]	コストの低減 労働力対策 作業の軽減	5 [58.0]	8,000 [制度融資]	PR:270	5→5	① 6.0-8.0 ② 8.0-10.0	① 3.0-4.0 →6.0-10.0 ② 2.0-3.0 →3.0-5.0	作業の軽減	事業量の確保 事業ロット		

注）①[人・皆]は人工林皆伐，[人・間]は人工林間伐，[天・皆]は天然林皆伐，[天・択]は天然林択伐をあらわす。
②[HA]はハーベスタ，[FO]はフォワーダ，[FB]はフェラーバンチャ，[SK]はスキッダ，[PR]はプロセッサ，[GR]はグラップルローダをあらわす。
③[投資額]は標準的な価格から推定した。
④[セット人数]は1作業班あたりの労働者数をあらわす。
⑤[伐出コスト]，[労働生産性]の値は経験値による。
⑥[要望]欄の[出石検収の採用]についてはIVの「注および引用文献」3)を参照のこと。

聞き取り調査，北海道林務部資料より

の低減は，MK林業を除いたすべての事業体において高性能機械化の第1目的としてあげられている。前節で触れた導入目的の推移を勘案すると，比較的初期の段階に高性能機械の導入をおこなった事業体に調査が集中したこともその要因と考えられる。

高性能機械の稼働状況は以下のとおりである。まず全機械化の事例からみると，フェラーバンチャの稼働日数がMH産業で平均150日，ST林業では70日とやや低い。フォワーダ，スキッダについても天候条件や他の作業の兼ね合いなどの問題から，稼働率がやや低い事例がめだつ。ハーベスタ，プロセッサについてはほぼ200日以上の稼働がみられ，積極的に活用されているといえる。一方，一部機械化のうち，プロセッサを導入しているB町森林組合の事例では260～280日ときわめて積極的な活用がおこなわれている。ただし他の工程との兼ね合いから，1日あたりの稼働時間は2～3時間にとどまる。また他の事業体では高性能機械の稼働率は高いとはいえない。

それでは高性能機械化の効果を，まず伐出コスト，労働生産性，労働者数の変化など，経営に直接的に影響を与える面について，次に労働者の就労環境面での変化について，順を追ってみていくこととする。

全機械化による伐出コストの変化は，天然林を中心的な事業対象とするMH産業の事例において，天然林皆伐で10～25%，択伐で10～20%の低減がみられた。しかし人工林を対象とするN林業機械利用協同組合の事例をみると，皆伐ではコストが低減された事業もみられるものの，間伐も含めた大半の事業においてコストはかかり増しになっている。全機械化の事例では1セットあたりの労働者数は半減している。また天然林施業では従来から生産性が高かったこともあって，全機械化による生産性の向上がきわだって大きいとはいえないのに対して，人工林施業の全機械化には労働生産性の大幅な向上がみられる。このように作業の効率化にはきわめて大きな効果がみられるにもかかわらず，それが低コスト化にはつながっていない。この要因は次に述べるとおりである。まず第1に，特に私有林においてであるが，事業ロットが小さいことがあげられる。これが事業費に占める搬送コストの比率を高めるだけでなく，機械の実働時間を短くし，実質的な稼働率を低下させる要因となっているのである。2点めは，間伐方法が機械作業に不向きなことである。前述のとおり，北海道では高性能機械化の対象として人工林間伐が視野に入れられてきた。しかし林内への高性能機械の進入が前提となる全機械化伐出システムでは，定性間伐のような施業方法はなじまず，本来の処理能力を生かしきれない。すなわち労働生産性が飛躍的に向上しているとはいえ，特に間伐作業ではその処理能力をフルに発揮しているとはいえない。このため労働生産性の向上による労賃の低下分が機械にかかる費用の増加分を吸収しえず，結果として伐出コストの低減をみていないのである。このほかに，全機械化の事例では伐倒用あるいは造材用機械を中心に外国製の機械がさかんに導入されたことも償却費，維持・管理費をさらに押し上げる要因となっている。

一部機械化の事例では，全機械化ほど顕著ではないものの労働生産性の向上がみられる。B町森林組合を例にあげると，従来5名，10～15m³／日であった生産量が，同人数で15～25m³／日となっている。プロセッサによる作業では造材工程に限ると1日あたり30～50m³，条件さえよければ

100㎡を越え，これは従来のチェーンソー作業によった場合の6～7倍に達するのである。また伐出コストについても，十分な水準とはいえないまでも低減されている。一部機械化では他の作業工程との兼ね合いのため，高性能機械の能力がフルに発揮されているわけではない。しかし機械の稼働に多少のあそびが生じても，機械化が大きな効果を発揮する工程のみに高性能機械を導入するほうが，現状では経営上，安全性が高いのではないだろうか。

経営者の側から高性能機械化に期待が寄せられているもうひとつの側面—若年労働力の雇用促進の効果についてみていくこととしよう。雇用の促進は，行政でも高性能機械化推進の最も大きな目的のひとつとしてきた。しかし今回の調査では高性能機械の導入に伴って若年労働力の参入が活発化したという事例は報告されず，その効果は疑わしい。今回取り上げた事例のうち，労働者の平均年齢が低く，新規就労者も一定程度みられるMH産業，ST林業では高性能機械化とあわせて労働力確保への積極的な取り組みをおこなっている。また労働者の雇用条件も比較的整備されており，むしろこうした点が新規就労者の参入には大きな要因であると考えられる。以上，経営に直接かかわってくる変化とその要因について述べてきた。次に就労環境の変化という側面から高性能機械化を評価していくこととする。

高性能機械の導入は作業強度の軽減には効果的であり，その効果は特に全機械化の事例において顕著である。また工程ごとにみると，造材工程へのプロセッサの導入に対する評価が高い。これは従来，時間的にも労力的にも伐出作業の大半を占めてきた造材工程が，機械化によって大幅に省力化されたためである。ただし同様の作業をおこなうハーベスタのオペレータからは，精神的な疲労の度合はむしろ大きくなっているということが指摘された。これはハーベスタが多工程を処理する機械であるため，操作系が煩雑になることがおもな要因である。また伐倒しようとする立木の梢端や周囲のようすがキャビン内からは確認しづらいことによる不安感もストレスの原因になっている。次に安全性の向上という面について検討する。高性能機械化は立木や材に接近する機会を減少させる。また労働者がキャビンによって不完全ながら外界と遮断されているため，こうした効果は高い。特に全機械化の事例では労働者数が半減し，削減された作業の内容が伐倒補助や玉掛け作業など，危険性が高かった部分であることから，高い効果をあげているといえる。

高性能機械化はまた，こうした作業内容の改善に関する効果だけでなく，就労条件の改善にも寄与している。MH産業では高性能機械オペレータを社員に準ずる扱いとする。これはオペレータの確保，定着のためにとった措置である。またN林業機械利用協同組合では月給制を採用し，毎週日曜日を休日とした。後者は全機械化によって雨天時にも就労が可能となったことによるものである。こうした処遇は他産業においてはすでに当然とされているものばかりであるが，林業界の現状に照らすと画期的なことである。

プロセッサ，ハーベスタについては先に述べたので，他の機種について評価していくこととする。フェラーバンチャは緩斜地での皆伐作業では生産性の向上に大きな効果を発揮する。しかし現状では間伐作業や傾斜地での作業への活用が困難であり，すべての事業に適用することはできない。

ただし伐倒用機械の積極的活用を目指す事業体では，列状間伐やオペレータによる選木などが採用されるならば，間伐作業でも大幅な合理化が達成可能であるとしている。

ホイールタイプのグラップルスキッダによる生産性は，今回の調査から，トラクタのおおむね2倍程度であることがわかった。しかし同機種はトラクタと比較して悪路での走破性が劣っているため，作業道の作設が不可欠となる。また北海道では10月から12月にかけて降水量が多くなるが，この時期には作業道の泥ねい化のため，ホイールタイプのスキッダは使用すら困難となる。フォワーダについても同様のことがいえる。こうした集材用の高性能機械は条件が整ったときの作業能率こそ高いものの，有効活用が可能な作業条件が限られているのである。すなわち先に述べた伐倒工程，そしてこの集材工程については，他地域に比べて地形条件が良好であるとされる北海道であっても，その活用範囲が限られているといえる。

以上，調査結果をもとに高性能機械化を評価してきたが，これを要約すると次のようにいえる。全機械化を図った事例では生産性の向上や省力化に大きな効果がみられる。しかし条件整備の遅れのため能力が十分に発揮できないことや，投資額が大きいことを要因して，大幅な低コスト化には結びついていない。一方，一部機械化の事例では他の工程との兼ね合いから機械の稼働時間が抑えられるものの，労働生産性に一定程度の向上がみられ，不十分ながらコストの低減にもつながっている。また導入形態の違いにかかわらず，高性能機械化は就労環境の改善に効果的である。

2) 個別事例分析

(1) 天然林施業の全機械化—MH 産業株式会社

MH産業は上川支庁管内に本社をおき，国内および北米にあわせて6カ所の支社・出張所を持つ林業総合事業体である。同社はまた，素材生産業や製材業，重機販売業などの分野に10数社の関連会社を持ち，MHグループを組織している。本社の総取扱高は1990年度末において年商151億円にのぼる。これに対して各事業が占める割合は，製材の生産・販売55%，原木の生産・販売20%，チップの生産・販売10%となっており，このほか土木工事，造林請負などの事業をおこなう。素材生産は国有林を中心的な領域としつつ，道有林，大学演習林，一般民有林も対象としている。92年度の素材生産量は，本社道北地区において人工林間伐4,700㎥，天然林皆伐3,400㎥，天然林択伐75,500㎥，計81,000㎥，MHグループ全体では135,000㎥にのぼり，素材生産事業体としてもきわめて大規模である。

MHグループでは1987年から91年にかけて，本社に7台，木材産業関係の関連会社間で組織する林産協同組合などに7台，あわせて14台の高性能機械を導入した。機種別にはハーベスタ2台，フェラーバンチャ3台，スキッダ7台，プロセッサ2台である。これらの機械はすべて外国製であり，中径木用のハーベスタ1台を除いて，カナダ西海岸の大規模施業で用いられる大型の機械である。高性能機械の導入は当初，伐出コストの低減を第1目的としていたが，のちには悪化する労働力事情への対処，若年労働力の確保，作業内容の軽減についても重要な課題となっている。伐出コ

ストについては外材価格に対抗するため，2,000円／㎥の低減を目標としている。同社では機種選定にあたって，北欧，北米の機械化伐出システムを視察するなどしたうえで検討をおこなった。この結果，北海道の天然林施業にはフェラーバンチャタイプが最適であるという結論に達し，導入を決定した。

MH グループでは現在 3 セットの高性能機械化セットが稼働している（表—20)。このうち全機械化の作業例をあげると次のようになる。まずフェラーバンチャで立木を伐倒・集積する。これをトラクタで作業道わきまで中間搬出する。一定量まとまった全木をグラップルスキッダによって集材する。枝払いはプロセッサを用いて土場でおこない，玉切りのみをチェーンソーで処理している。巻き立てにはグラップルローダを使用する。稼働状況は表—19に示したとおりであるが，スキッダの一部と，広葉樹用のプロセッサ（チェーンフレルデリマ）ではやや低いものの，概して高い稼働率をあげているといえる。

高性能機械化によって，伐出コストはおおむね1,000円／㎥程度低減された。また事業の大部分を占める天然林択伐では，従来16名，120㎥／日の生産であったが，高性能機械化によって 8 名，100㎥／日となった。この結果，伐出労働者は高性能機械導入以前の109名から，1993年度には33名にまで削減されている。このほかの効果として，作業強度の軽減と事故の減少があげられた。しかし目的のひとつであった若年労働力の確保にはさほど効果はないという。ただし MH 産業では若年労働力の確保に向けた取り組みを積極的におこなっていることもあり，現場労働者の平均年齢は39.6歳と若い。

高性能機械化のうえで生じた問題についてみていくこととする。まず同社が高性能機械を導入した当時，国産機には天然林施業に対応しうる機種がなかったため，高額な外国製機械を導入することとなった。このため償却費や維持・管理費が大きな負担となっている。また国内では部品が調達できず，入手に時間がかかることも指摘された。現場労働者への聞き取りでは経営者とほぼ同様の回答を得たが，そのほかに肉体的な疲労が軽減された一方で精神的な疲労の度合いが増したことや，高性能機械に関する知識を持ったエンジニアが不足していることが問題としてあげられた。またフェラーバンチャによる伐倒では作業そのものは速いものの，伐根への刻印がオペレータの仕事

表-20　MH 産業の伐出システム

(人)

作業工程	伐倒	枝払い	集材	玉切り	巻き立て	付帯作業	計
使用機械	ﾌｪﾗｰﾊﾞﾝﾁｬ	ﾊｰﾍﾞｽﾀ	ｽｷｯﾀﾞ，ﾄﾗｸﾀ	(ﾊｰﾍﾞｽﾀ)	ｸﾞﾗｯﾌﾟﾙﾛｰﾀﾞ	ﾄﾗｸﾀ	－
人員数	1	1	3	(1)	1	1	7
使用機械	ﾌｪﾗｰﾊﾞﾝﾁｬ	ﾌﾟﾛｾｯｻ	ｽｷｯﾀﾞ	ﾁｪｰﾝｿｰ	ｸﾞﾗｯﾌﾟﾙﾛｰﾀﾞ	ﾄﾗｸﾀ	－
人員数	1	1	3	2	1	1	9
使用機械	ﾌｪﾗｰﾊﾞﾝﾁｬ	ﾁｪｰﾝｿｰ	ｽｷｯﾀﾞ，ﾄﾗｸﾀ	ﾁｪｰﾝｿｰ	ｸﾞﾗｯﾌﾟﾙﾛｰﾀﾞ	ﾄﾗｸﾀ	－
人員数	1	1	3	1	1	1	8

注）（　）は他の工程と使用機械，人員が重複していることをあらわす。
聞き取り調査より

となる。このためオペレータは機械からたびたび降りなくてはならず，これが作業能率を下げるだけでなく，疲労の原因にもなっている。

高性能機械化による作業の効率化を進めるうえでは，機械化に即した作業環境の確立の遅れが問題となっている。その改善のうえで特に重要な課題として，大型機械の導入にあわせた林道規格の見直しや，モビルチッパーの導入による伐出現場でのチップ生産への移行があげられる。同社では現在，こうした施業方法の確立に向けて行政，紙・パルプ資本などにさまざまな要望を出している。林道規格の改正には法制度が絡むため，早期実現は非常に難しい問題である。またモビルチッパーによる山土場でのチップ生産は北米などの地域では一般的になりつつあるが，樹皮などの混入率が高いといった理由からわが国では普及していない。しかしMH産業では今後のさらなる合理化に向けてこれらの諸問題の解決に取り組んでいくとしており，関係諸機関の理解が進むことを望んでいた。

(2) 人工林施業の全機械化—N林業機械利用協同組合

N林業機械利用協同組合は高性能機械の共同利用を目的とする組織である。組合の設立は，組合が中心的に事業をおこなっている胆振・日高支庁管内の素材生産事業体のあいだで高性能機械化への機運が高まりつつあったことや，これと時期を同じくして，北海道林務部が高性能機械の共同利用に対する推進施策を検討していたことにより実現した。

組合はSK木材株式会社を中心とする11事業体で構成されている。組合直傭のオペレータはおかず，各社で養成することとなっている。ただし機械の維持・管理上の問題から，組合員が高性能機械を利用する場合には機械管理主任者1名が同行する。現在SK木材のみがオペレータの養成を終えており，高性能機械はおもに同社が使用している。素材生産量は1989年11月から91年10月の実績を年平均数量に換算すると，人工林皆伐3,100㎥，人工林間伐1,900㎥，天然林択伐200㎥，計5,200㎥であり，主としてカラマツ人工林を事業対象としている。

組合に導入されている高性能機械はハーベスタ（VALMET 996/935／日立EX－120）およびフォワーダ（リョウシンRMF－6WD）の2台である。ともに1989年，高性能機械導入促進事業を受けて導入された。高性能機械化の目的は伐出コストの低減を第1として，あわせて労働力不足への対策，就労環境の整備を進めるためである。またハーベスタシステムの選定理由は以下にあげたとおりである。①導入機械が2台ですみ，購入資金が比較的少なくてすむ。②オペレータが2名でたり，養成にかかる負担が小さい。③機械の移動にかかる費用が小さい。④短幹作業であるため林地，残存木に与える影響が少ない。⑤試験的取り組みとしては，取り扱う材が小径であるために安全性が高い。また人工林における事業量の増加が予想されたため，収益性が悪い人工林施業の合理化を図る必要があったことも同システムの選定理由となった。

組合の中心的な事業体であるSK木材は，胆振・日高支庁管内の国有林を中心に事業を展開してきた大規模な素材・製材業者であり，天然林をおもな事業対象とする。同社はO製紙と資本関

係を持ち，古くから事業の請負をおこなってきた。一方，O 製紙とその社有林経営をおこなう O 緑化では1983年，社有林経営の合理化を目指し，在来伐出システムの改良と高性能機械化の両方向で検討をはじめた。その後，合理化の手法として高性能機械化が採用されることとなり，88年にはハーベスタタイプの導入をおこなっていた。組合ではおもな事業対象を O 緑化と同じカラマツ人工林としていたこともあって，施業上のデータ，ノウハウの蓄積があった同社と同じシステムを導入することとなった。なお機械は組合からのリースという形態で利用されている。リース料は減価償却費を勘案して決定されるが，93年度の時点ではハーベスタが日額4.2万円，フォワーダが同1.6万円となっている。

1992年度におけるハーベスタの稼働日数は195日，フォワーダの稼働日数は87日である。両機種の稼働日数に開きがみられるのは，間伐作業においてフォワーダの搬送能力がハーベスタの伐倒・造材能力を上回ることなどによる。作業は機械管理主任者を含め，30歳代 1 名，40歳代 2 名の 3 名でおこなっている。伐出システムについての詳しい説明は省くが，伐倒・造材をハーベスタで，集材をフォワーダでおこなっており，中出し，はい積み，道付けなどの作業にはグラップルソーを使用している。各労働者がすべての機種を操作できるものの，ふだんはそれぞれ特定の機種を受け持っている。

伐出コストは調査時点で低減されているとはいえなかった。この要因には以下の各点があげられる。高性能機械化伐出システムの生産性は対象となる森林の状況に大きく左右される。このため高性能機械に適した事業にこれらの機械を活用することが重要となる。しかし組合では事業量が充分に確保できていないことから，初回間伐など，高性能機械には不適な条件の事業であってもこのセットを使用せざるをえない。その結果，高性能機械の有効な活用ができず，伐出コストが低減されていないのである。さらに，ハーベスタの作業機およびブームが外国製であり，機械の償却費や維持費が高額になることも低コスト化への障壁となっている。

一方，3 名での施業が可能となったうえ，高度に機械化された伐出システムであるため，安全性は格段に向上している。また操作が複雑なために精神的疲労がみられるものの，作業強度は軽減しているとされた。労働者の一人は，全機械化によって雨天時の作業が可能になり，休日を定期的にとれるようになったのが高性能機械化の大きな効果だとする。

組合では今後の展望を考えるときの不安材料として，カラマツ材価の低迷をあげている。この傾向は特にパルプ材で顕著なため，人工林間伐事業の増加を期待する組合では深刻な問題となっている。

ところで1993年，組合が事業領域とする E 営林署において，列状間伐に関する試験的施業がおこなわれた。この試験は，41年生カラマツ人工林（74年に初回間伐＝1 伐 4 残，86年に 2 回目間伐＝定性間伐を実施済みの林分）において，20m ごとに幅 5 m 程度の列状間伐をおこなって機械の走行路を確保し，そのうえで定性間伐をおこなうというものである。試験の結果は，定性間伐をおこなった場合の生産量（経験値）が 1 日あたり15～20㎥であるのに対して，高性能機械化伐出シ

ステムでは30㎥／日となり，コスト面でも5,000円／㎥と採算ベースにのるものであった。またこの調査期間中におこなわれた検討会において，間伐方法の変更だけではなく，出石検収方式の採用などに関しても検討された[3]。組合では，「間伐作業の大口所有者である，国有林・道有林が機械作業に理解を示し，機械作業に合った施行方法，オペレータに選木を任せた出石精算方式また前回列状間伐地ではなく，新たな列に機械走行路を入れる方法等を積極的に推進し」[4]ていかなければ，「高性能機械の本領を発揮でき」[4]ないとする。なお現時点における労働生産性および伐出コストの目標は，皆伐で40㎥／日，4,000円／㎥，間伐で25㎥／日，7,200円／㎥となっている。

（3）一部機械化—B町森林組合

B町森林組合は上川支庁管内に所在し，組合員708名，加入面積8,263haを抱える，比較的規模の大きな森林組合である。1992年度における事業総収益は48,800万円だが，このうち4割弱を素材生産が占める。森林組合はこのほか，年間生産量20,000㎥のチップ工場を持っている。素材生産は一般民有林のみを対象とし，92年度にはカラマツ人工林における主伐2,000㎥，間伐6,200㎥，天然林皆伐300㎥，計8,400㎥を生産した。

B町森林組合では1991年3月，林業改善資金を受けてプロセッサ（イワフジGP－30A／日立UH－045）を導入した。これは伐出コストの低減を第1目的としつつ，あわせて将来的に問題となることが確実であった労働力不足への対策とするためである。プロセッサを選定したのは枝払い工程での作業強度の軽減が課題となっていたことによる。また国産製品が多く出回っており，比較的安価であったことも導入をうながしたという。森林組合では機種選定に際して，北欧において開催された展示実演会を視察し，その後も北海道林務部や機械メーカーの主催による展示実演会に参加するなどして情報収集をおこなった。しかし機械化施業をおこなううえではデータ不足であったため，プロセッサの導入は高性能機械化に対する試験的な取り組みの意味も持っていた。

B町森林組合の作業班は5名で構成されており，労働者の年齢構成は53～62歳である。オペレータは特定せず，すべての労働者が操作できるようにしている。プロセッサは年間260～280日程度稼働しているが，他の作業との兼ね合いから，1日あたりの使用時間は2～3時間にとどまっている。森林組合ではプロセッサを枝払い工程のみに使用しており，玉切りには使用していない。これはカラマツ材の採材寸法が10数種におよび，曲がりも多いため，チェーンソー作業によって材価が高くなるような採材をおこなうほうが収益性が高くなるためである。

高性能機械化施業に関しては現時点において以下のような評価がなされている。まず伐出コストの低減に関連して，機械が高価であるため，その減価償却に見合うだけの事業量の確保が困難であるという点が指摘された。また事業領域が私有林に限られているため，ロットが3～5haと小さく，機械の搬入・搬出の頻度が高くなることも問題となっている。森林組合ではこの対応策として，事業地に隣接する森林所有者に対し，同時に間伐をおこなうことを勧めており，効果があがりつつあるという。伐出コストは1～2割低減されている。また1セットあたり労働者数には変化が

ないものの，枝払い工程が2→1名となったため，集材工程にトラクタをもう1台導入し，全体の生産性を向上させている。

B町森林組合ではプロセッサの導入によって高齢の労働者にも枝払い作業が負担ではなくなったとする。またプロセッサの処理能力は高く，抜本的な解決策ではないものの現状の改善に大きな効果をあげている。しかし労働者の高齢化に伴って労働力の不足が表面化しつつあることも事実である。新規雇用は人件費の高騰のため難しい。このため今後はハーベスタを導入し，労働力の減少に対処する予定である。また伐出コストをさらに低減するためには事業量を大幅に増やさなければならない。皆伐事業が減少するなかで一定の事業量を確保するためには間伐事業の拡大に頼ることになる。このため間伐をいかに低コストでおこなうか，またそれによって森林所有者の間伐意欲をどの程度高めることができるかが焦点となっている。

注および引用文献

1) 柿沢宏昭，1993，転換期における林業諸資本の展開と労働力編成—北海道林業を中心として—，北海道大学農学部演習林研究報告，No.50—1，p29.
2) 北海道立林業試験場，機械メーカーによる試験用，研修用の導入を含む。
3) 現在，国有林では素材生産事業に先立って収穫調査をおこなうのが一般的である。出石検収はこの調査を省略し，出石（出材時の材積）のみによって出材量を検知する方式を指す。この場合，オペレータ自身が選木することとなるため，オペレータ各人に森林施業や販売などに関する広範な知識が必要とされるが，伐倒木の捜索や確認の手間がなくなり，作業の効率化につながるとされる。（資料：林野庁，1994，高性能林業機械による作業システムの定着・実用化に関する調査）
4) 古沢優喜雄，1994，導入から定着への過程での現地の苦心談と現状の問題点，機械化林業，No.486，p69.

V．九州における高性能林業機械化

1．地域林業の概要

九州の森林における人工林率は55%であり，全国平均の41%に比べて林種転換が進んでいる。またスギ・ヒノキの生産量が素材生産に占める比率は，全国平均が44%であるのに対し，九州では71%に達している。これを反映して，九州の森林面積が全国に占める比率は11%，素材生産量では17%であるにもかかわらず，スギ・ヒノキの生産量は全国の27%を占め，製材用材の有力な生産地域となっていることがこの地域の特徴であるといえる。

また九州の林業を理解するうえで忘れてはならないのが，1991年の17号，19号台風による大規模な林業被害の発生である。特に被害が大きかった大分県を例にあげると，その被害面積は折損・倒伏をあわせて22,484ha，金額にして648億円にのぼった。復旧事業の進ちょく状況は，93年度末の時点で森林災害復旧計画面積18,000haの50%にあたる9,047haとなっている。ただし聞き取り調査の結果からすると，事実上，復旧可能な林分の大部分については復旧事業が完了しているとみられる。

ではきわめて概括的にではあるが，大分県，宮崎県の林業についてみていくこととしよう。

1）大　分　県

大分県の森林面積は46万 ha，森林率は73%である。国有林率は12%と低い。また人工林率は民有林，国有林ともに55%であり，いずれも全国平均に比べて高くなっている。民有人工林の単位面積あたり蓄積254㎥／ha は，全国平均の182㎥／ha（国有林，民有林），201㎥／ha（民有林のみ）に比べて高い。また民有人工林の資源は 7 齢級をピークとして 4 ～ 8 齢級に集中しており（図—14），間伐期の林分を多く抱えつつも，一定量の林分は伐期に達しているといえる。

大分県の素材生産量は1960年以降，一貫して減少傾向にあったが（図—15），人工林資源の成熟化に伴って，77年の66万㎥を底に，以降，増加に向かうこととなった。88年以降，国有林からの

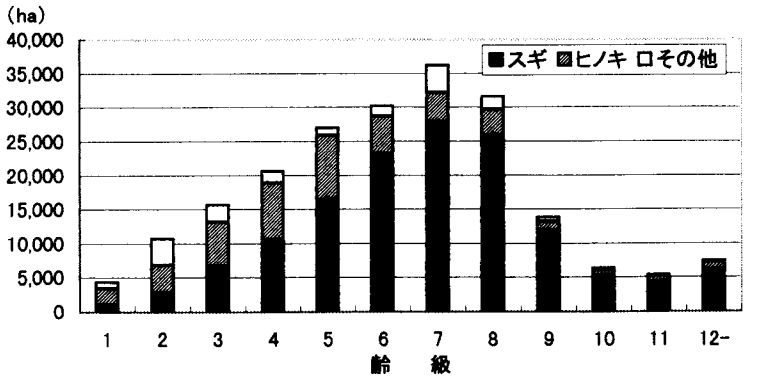

図-14　民有人工林の齢級別面積（大分県，1993年度）

資料：1993年度大分県林業統計

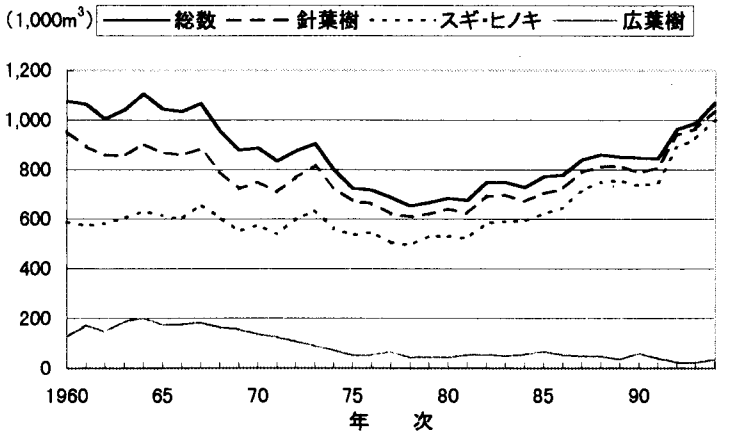

図-15　素材生産量の推移（大分県）

資料：木材需給報告書各年版

表-21　素材生産事業体数の推移（大分県）

（事業体）

年次	総数	森林組合	各種団体・組合	会社	個人・その他
1970	823	39	6	224	554
80	633	43	5	286	299
90	447	37	4	191	215

注）センサスにあげられている表記以外の経営形態のものについてはすべて［個人・その他］に計上した。
資料：世界農林業センサス各年版

表-22　経営形態別林業機械保有状況（大分県，1993年度）

（台，セット）

経営形態	索道	集材機(~10PS)	集材機(10PS~)	林内作業車	ホイールトラクタ	クローラトラクタ	バックホー	チェーンソー
会　社	43	62	49	115	7	11	21	578
森林組合	8	8	20	102	1	1	23	457
協同組合	-	6	-	26	1	-	-	193
個　人	98	237	94	5,647	4	24	6	18,737
その他	1	6	3	25	-	-	3	76
総　数	150	319	166	5,915	13	36	53	20,041

資料：1993年度大分県林業統計

出材の減少によって生産量は伸び悩んでいたが，91年の台風災害の影響のため出材量が増大し，この結果，93年には99万 m³が生産されている。また同県の素材生産に占めるスギ・ヒノキの比率はほぼ一貫して高まっており，93年には94%に達している。

センサスから大分県の素材生産事業体についてみていくこととしよう（表—21）。全国的な傾向と同様，同県においても素材生産事業体数はこの20年間で半減し，なかでも大部分が個人にあたる「その他」で減少が著しい。また会社は1980年までの10年間には増加したが，その後は減少に転じた。90年センサスによれば同県の素材生産事業体数は森林組合37，協同組合等 4，会社191，その他215の計447事業体である。素材生産量をこの数値で単純にわると，1事業体あたり2,200 m³／年となり，素材生産事業体の生産規模は全国平均と同等か，やや小規模であるといえる。一方，森林組合統計によれば，大分県の森林組合は93年度末現在16組合あり，素材関連の林産事業をおこなっているのはこのうち12組合である。森林組合の林産事業取扱高は合計31万 m³ だが，これは同県の素材生産量の31%にあたる。同県の素材生産活動において森林組合の占める位置がきわめて高いことがうかがえる。さらに，実行1組合あたりの取扱高についても年間25,700 m³となっており，全国平均の3,500 m³に比べてはるかに大きい。以上から，大分県では民間素材生産業者はやや小規模であるが，森林組合についてはきわめて大きな生産規模を持っているといえる。

表—22は大分県における林業機械の保有状況をみたものである。同表から，チェーンソーをはじめとした小型の機械器具の大部分を個人業者が保有していることがわかる。これに対して会社，森林組合に装備されているチェーンソー台数はきわめて少ないため，会社や森林組合は個人経営の業者を作業班として下請けに組み入れていることが推察できる。

2) 宮　崎　県

宮崎県の森林面積は59万 ha，森林率は76%である。国有林率31%は全国平均にほぼ等しい。人工林率は民有林で62%，国有林で60%に達する。民有人工林における単位面積あたり蓄積は192 m³／ha であり，全国平均とほぼ同等である。その構成は図—16に示したとおり，5齢級をピークとして4～7齢級に集中しているが，成長の早い飫肥スギが資源の中心であることから，一定の林分については伐期に達している。

宮崎県における素材生産量の推移は，1975年までは全国的な動向ときわめて似通ったものであった（図—17)。活発な造林活動を背景に，60年代には広葉樹生産の占める比率が高かったが，70年代に入るとその生産量は下降に向かった。しかしこれにやや遅れてスギ・ヒノキを中心とした針葉樹生産が上昇に転じたことから，80年代以降，素材生産量は安定的に推移しており，製材用材の生

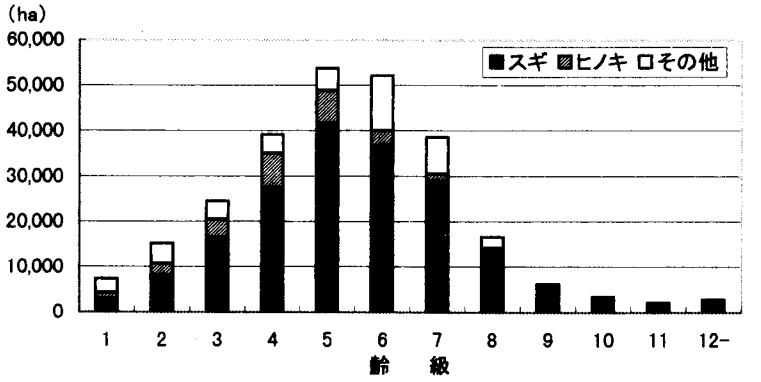

図-16　民有人工林の齢級別面積（宮崎県，1994年度）

資料：1994年度宮崎県林業統計

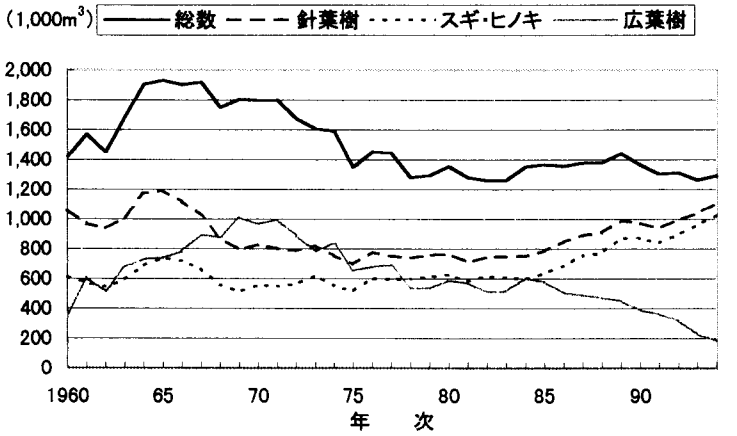

図-17　素材生産量の推移（宮崎県）

資料：木材需給報告書各年版

表-23 経営形態別，生産規模別素材生産事業体数（宮崎県，1994年度）

（事業体，%）

経営形態	~500m³	500m³ ~1,000m³	1,000m³ ~2,000m³	2,000m³ ~5,000m³	5,000m³ ~10,000m³	10,000m³~	総数
素材生産業協同組合員	6	4	8	26	8	8	60
会社	29	15	24	30	13	7	118
個人	93	62	58	29	7	1	247
協同組合	-	3	-	1	2	2	8
森林組合	-	-	3	1	7	12	23
総数	128	84	93	87	34	30	456
比率	28%	18%	20%	19%	7%	7%	100%

資料：宮崎県林務部資料

産量が絶対的にも相対的にも拡大している。93年度の素材生産量126万 m³のうち，76%にあたる96万 m³がスギ・ヒノキで占められている。

宮崎県の素材生産事業体を経営形態，生産規模の別にみると表—23のようになる。1994年における宮崎県の素材生産事業体の生産規模は平均2,700m³／年であり，全国平均とほぼ同水準である。また経営形態ごとに生産規模をみると，会社3,200m³，個人1,500m³となり，やはり個人経営の業者の生産規模は相対的に小さい。一方，森林組合は25組合あり，このうち23組合が林産事業をおこなっている。実行 1 組合あたりの取扱高は12,300m³と大きく，23組合の林産事業実行組合が素材生産量の23%にあたる28万m³を生産している。

2. 高性能林業機械化の現況

九州においては，1991年の17号，19号台風による災害を契機として，これ以降，高性能機械の普及が急速に進んだ。なかでも大分県，宮崎県はともに高性能機械の導入がきわめて活発な地域である。94年度末における各県の保有台数は，都道府県別にみると，それぞれ北海道に次いで全国第 2 位，第 3 位の実績をほこる。本節ではこれら 2 県における高性能機械化の動向を数量的に捉えることとする。

1) 大分県

大分県にはじめて高性能機械が導入されたのは1991年 3 月のことであるが，94年度末の保有台数は78台となっている（表—24)。すなわち同県における高性能機械の普及はわずか 4 年のうちにここまで進んだのであり，高性能機械化がきわめて急速に進展したといえる。機種別には，ハーベスタ21台，フォワーダ14台，スキッダ 3 台，プロセッサ31台，タワーヤーダ 9 台であり，フェラーバンチャ，スキッダの普及が滞っている。フェラーバンチャと同様，伐倒機能を持つハーベスタには一定の普及がみられるが，調査結果で述べるとおり伐倒工程に使用されることはまれであり，造材工程のみに活用されているのが実状といってよい。

高性能機械の保有状況を経営形態別にみると，1994年度末現在，会社22台，個人11台，森林組合4台，その他組合5台，そして(財)大分県森林整備センター(後述) 33台となっている。県整備センターが保有する高性能機械は，森林整備法人（後述）として認定された森林組合や第3セクター事業体にリースされている。資料の制約から93年度末のデータになるが，こうした実質的な使用者を勘案し，経営形態別の高性能機械保有台数を再度みなおすと，会社14（22台），個人10（12台），森林組合9（26台），その他組合3（5台）となり，保有台数に占める森林組合の比率は4割に達する。このように大分県における高性能機械化の進展のうえで特徴的な点は，県森林整備センターによるリース事業の展開であり，同県に導入されている高性能機械のうち，実に4割がセンターからのリースによるものとなっている。なお事業体ごとに高性能機械の導入内容をみると（図—18），プロセッサを単体で導入している事業体の比率が高く，これにハーベスタの単体導入をあわせると過半を占める。全機械化に該当するものは5件であるが，これらの事業体はすべて森林整備法人であり，いずれもタワーヤーダタイプでの導入である。

表-24　機種別高性能林業機械導入台数の推移（大分県，年度）

(台)

機　種	~1991	92	93	94	総数
ハーベスタ	5	5	5	6	21
フォワーダ	1	3	5	5	14
スキッダ	1	1	1	-	3
プロセッサ	11	4	7	9	31
タワーヤーダ	8	-	1	5	9
総　数	26	13	19	25	78

資料：大分県林業水産部資料

以下，大分県森林整備センター設立の経緯とその概要についてみていくこととする。大分県では1990年7月，竹田地方を中心に風倒被害が発生した。風倒木は大野川を流下し，一部は愛媛県沿岸に至るなど，沿岸漁業にも大きな被害を与えた。県では適切な間伐の遅れがこの被害を大きくし

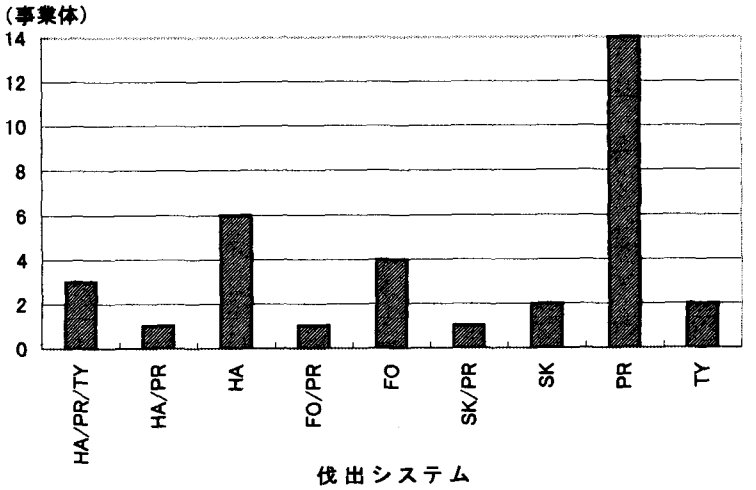

図-18　伐出システム別高性能林業機械導入状況（大分県，1993年度）

注）①［HA］はハーベスタ，［FO］はフォワーダ，［FB］はフェラーバンチャ，［SK］はスキッダ，［PR］はプロセッサ，［TY］はタワーヤーダをあらわす。
②左側1つが全機械化伐出システムである。
資料：大分県林業水産部資料

たものと判断して，間伐作業効率化に向けた推進事業の展開を決定した。その具体策として，素材生産事業体などが進める労働力対策や高性能機械化への取り組みを助成するため，91年10月，(財)大分県森林整備センターが設立されたのである。その裏付けとなる森林整備センター推進事業は，雇用労働者の社会保険にかかる事業主負担に対しての助成（林業労働基金事業），高性能機械の購入および貸し付け（高性能林業機械リース事業）のほか，後述する森林整備法人への出資をおこなうという内容のものである。センターではその財政基盤として，県，市町村，森林組合などの出資により，初年度に5億円，98年度目標25億円の基金を創設し，その運用益を各事業に充てることとしている。林業労働基金事業には20億円が充当される。また高性能林業機械リース事業には5億円が充てられ，センターが購入した高性能機械のリースをおこなう。94年度末現在，基本財産は14億円，運用財産は3.7億円となっている。

森林整備センター推進事業の特徴は，一定の条件を満たし，センターによって認定された事業体のみが助成の対象とされることである。認定を受けた事業体は森林整備法人とよばれる。1994年度末の時点で11の法人が認定されており，うちわけは森林組合10，第3セクター事業体1となっている。

2) 宮 崎 県

宮崎県では1989年1月，商社系林業資本によってタワーヤーダが輸入されたのにはじまり，94年度末には74台の高性能機械が導入されている（表—25)。機種別にはハーベスタ21台，フォワーダ1台，フェラーバンチャ1台，スキッダ1台，プロセッサ44台，タワーヤーダ6台であり，ハーベスタ，プロセッサの占める比率は89%に達する。

高性能機械を保有する事業体を経営形態別にみると，会社15（25台)，個人19（19台)，森林組合7（9台)，協同組合等7（10台)，市町村1（1台)，そして宮崎県による導入が10台である。県の導入した高性能機械は，宮崎県林業総合センター[1)]において研修用として使用される3台を除き，5つの林業機械化センターにリース用として配備されている。林業機械化センターは県内の各流域ごとにおかれ，高性能機械の共同利用システムを確立することによって生産性の向上および就労条件の改善を図ろうとするものである。担い手対策に関連する基金の運用益から100%の助成を受けて1993年より実施されている林業近代化推進事業を根拠としている。

高性能機械を導入した事業体の数とその平均素材生産量の推移をみたものが図—19である。県林務部の資料から高性能機械保有事業体の平均生産量をみると5,900㎥となる。これは宮崎県の素材生産事業体の平均生産量よりもはるかに大

表-25 機種別高性能林業機械導入台数の推移
（宮崎県，年度）

(台)

機種	~1989	90	91	92	93	94	総数
ハーベスタ	-	1	2	3	12	3	21
フォワーダ	-	1	-	-	-	-	1
フェラーバンチャ	-	-	1	-	-	-	1
スキッダ	-	1	-	-	-	-	1
プロセッサ	1	2	5	6	17	13	44
タワーヤーダ	2	-	1	1	-	2	6
総数	3	5	9	10	29	18	74

資料：宮崎県林務部資料

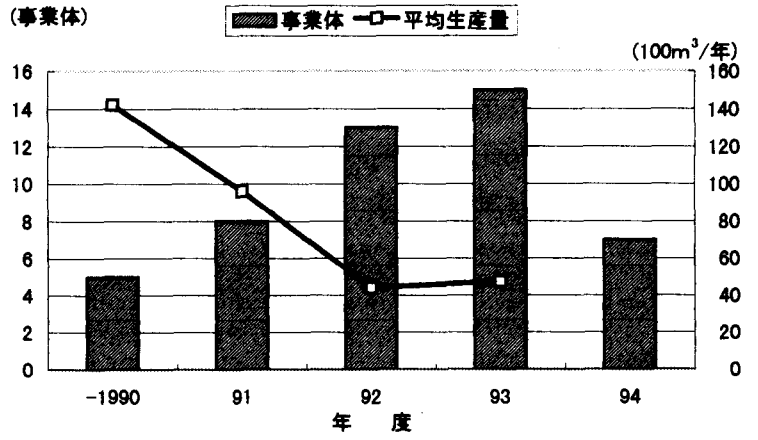

図-19　高性能林業機械新規導入事業体数とその平均素材生産量の推移（宮崎県）

注）素材生産量は1994年度の数値であるため，94年度の［平均生産量］は示していない。
資料：宮崎県林務部資料

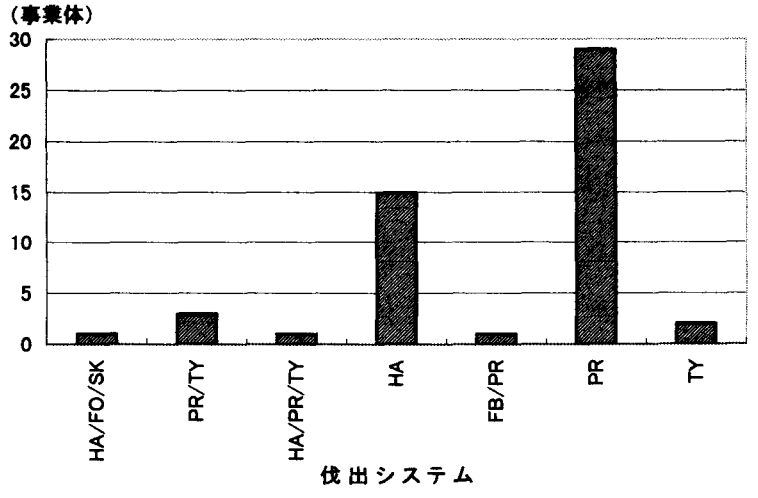

図-20　伐出システム別高性能林業機械導入状況（宮崎県，1994年度）

注）①［HA］はハーベスタ，［FO］はフォワーダ，［FB］はフェラーバンチャ，
［SK］はスキッダ，［PR］はプロセッサ，［TY］はタワーヤーダをあらわす。
②左側2つが全機械化伐出システムである。
資料：宮崎県林務部資料

きいといえるが，北海道の事例と同様，当初は大規模層の事業体に多くみられた高性能機械の導入が，より小さい事業体においても進んできていることがわかる。また事業体ごとに高性能機械の導入状況をみると（図—20），プロセッサ，ハーベスタの単体での導入が39事業体，83％と高い比率を占める。全機械化での導入は5件みられ，タワーヤーダタイプ4件，ハーベスタタイプ1件である。全機械化事業体の平均素材生産量は11,900㎥／年となっている。

先にも少し触れたとおり，宮崎県は1994年度末現在，５つの林業機械化センターに合計７台の高性能機械を配備し，リースに供している。大分県森林整備センターによるリース事業と異なる点は，高性能機械を使用する事業体が特定されず，月ごとの契約でリースがおこなわれることである。このため素材生産事業体は事業が集中した場合や，大規模事業を一定程度得たときなどに高性能機械を使用することができる。これらの高性能機械のほとんどは95年２～３月に導入されたものであり，94年度末の時点では稼働実績がまったくないものも少なくない。しかし94年２月に導入されたプロセッサには94年度に194日の稼働がみられるなど，今後の利用拡大が期待される。

3. 調 査 結 果

1) 概　　況

筆者らは九州における高性能機械化の実態把握を目的として，1995年９月から10月にかけて大分県，宮崎県の素材生産事業体を対象とした聞き取り調査をおこなった。調査結果の概要は表―26，27に示したとおりである。

九州における高性能機械化の目的は回答の多かった順に，①労働力の減少・高齢化への対策，同①生産性の向上，③雇用の促進，同③作業強度の軽減，⑤風倒木の処理，⑥伐出コストの低減，同⑥人員の削減となった。従来，九州地域における高性能機械化は風倒木処理を目的としたものであるという見解が一般的であった。しかし今回の調査において，風倒木処理を高性能機械導入の目的としてあげた事業体は15事業体のうち３事業体にとどまった。さらに，これを第１目的としたのは風倒木発生後に素材生産業に参入したTS組の１例のみである。すなわち風倒木の発生は高性能機械化の進展のうえできわめて大きな契機となったものの，多くの事業体にとっては高性能機械導入の直接的な理由とはなっていなかったといえる。高性能機械化の進展は厳しさを増す労働力事情への対処として現れたものなのである。

労働力問題への対策とならんで多かった回答は生産性の向上である。これはおもに森林組合においてみられたものだが，同様に素材生産の担い手の減少が背景となっている。すなわち林業情勢の悪化から地域内の素材生産業者が減少しており，森林組合の事業実行部隊としての役割が相対的に高まりつつある。しかし森林組合作業班の拡充もこうした厳しい情勢のもとではままならない。このため高性能機械化によって作業班の生産力を高め，限られた労働力で地域の林産活動を維持しようというのがそのねらいである。大分県や宮崎県による高性能機械化の推進も同様に担い手対策を目的としており，大分県では間伐促進に向けた担い手の確保と作業の効率化を，宮崎県では労働力問題への対策をあげている。

高性能機械の活用状況についてみていくこととしよう。まずプロセッサとタワーヤーダを導入している全機械化の事例としては，HT市森林組合，N村森林組合，そして第３セクター事業体のTRがあげられる。しかしいずれの事業体でも，後述の要因から全機械化システムとしての活用はおこなわれていない。そしてこれらの事業体では，プロセッサについては一定の稼働がみられるが，

表-26　調査結果の概要（大分県）

		業種（○主業）	素材生産量（m^3/年）	導入機械［年度］	導入目的	労働者数［平均年齢］（人，歳）	投資額［導入資金］（1,000円）	稼働状況（日/年）	セット人数（人，旧→新）	伐出コスト ①人・皆,②人・間（旧=10）	労働生産性 ①人・皆,②人・間（m^3/人日）	その他の効果	問題点	要望	備考
全機械化	HT市森林組合 森林整備センター	素材共販所 造林	46,500 ①+② 46,500	FO [94] PR(×3) [91-93] TY [92]	雇用の促進 間伐促進	19(ｾﾝﾀｰ) [30.2](ｾﾝﾀｰ)	6,600/年 [リース]	PR:178	特定せず	① ≦10.0	① →13.7	雇用の促進 生産性の向上 安全性の向上 作業の軽減	維持・管理費 事業量の確保 事業ロット	施業の団地化	93 整備センター設立 93 TY返却 94- リース料支払い
	(株)TR	木材加工	21,000 ① 21,000	HA(×3) [93] FO [93] PR [91] TY [91]	雇用の促進 人員の削減 風倒木処理	21 [33.7]	10,100/年 [リース]	PR:188 TY:58	5→3-4 (1-2先行伐採)	① ＜10.0	① →17.2	作業の軽減	事業量の確保 間伐での活用		91 設立 第3セクター
一部機械化	MO林業	農業	8,000 ① 8,000	PR (×2) [91,93]	労働力対策	7 [41.0]	31,000 [自己資金]	210,100±	4→4(4先行伐採)	① 12.0	① 3.8-5.0 →12.5-17.5	作業の軽減 安全性の向上	機械の完成度 作業能力の不足 機械の価格	補助の簡略化	
	(有)TS組	○土木 運送 採石		PR [91]	風倒木処理	10	8,000 [自己資金]	100	1(造材調負)		① →40.0 (造材工程)		測尺精度		台風後に参入 造材のみ
	(有)E製材所	○製材	3,000 ①+② 3,000	PR [92]	風倒木処理 作業の軽減	3 [53.3]	2,100/年 [リース]	216	2→3	① 5.0	① 1.0→5.0-6.7	作業の軽減	事業ロット 機械搬送コスト 測尺精度 採材が困難		台風後に本格参入
	KY		4,500-5,000 ① 4,500-5,000	HA [93]	労働力対策 生産性の向上 作業の軽減	6 [48.3]	16,500 [自己資金]	180	6→4(4先行伐採)	① 30.0※	① 5.7→10.0	作業の軽減 安全性の向上 夜間作業が可能	枝条の処理 作業能力の不足		※ 1年で支払ったため

注）①[人・皆]は人工林皆伐または風倒木処理，[人・間]は人工林間伐，[天・皆]は天然林皆伐，[天・択]は天然林択伐をあらわす。
②[HA]はハーベスタ，[FO]はフォワーダ，[FB]はフェラーバンチャ，[SK]はスキッダ，[PR]はプロセッサ，[TY]はタワーヤーダをあらわす。
③[投資額]は標準的な価格から推定した。
④[セット人数]は1作業班あたりの労働者数をあらわす。
⑤[セット人数]欄の[先行伐採]は造・集材工程に先だっておこなう伐倒工程の人員数をあらわし，セット人数には加えていない。
⑥[伐出コスト]，[労働生産性]の値は経験値による。

聞き取り調査，大分県林業水産部資料より

表-27 調査結果の概要（宮崎県）

		素材種 (○:主素)	素材生産量 ①人・笹,②人・間 ③天・笹,④天・択 (m³/年)	導入機械 [年度]	導入目的	労働者数 [平均年齢] (人, 歳)	投資額 [導入資金] (1,000円)	稼働状況 (日/年)	セット人数 (人, 旧→新)	伐出コスト ①人・笹,②人・間 ③天・笹,④天・択 (旧=10)	労働生産性 ①人・笹,②人・間 ③天・笹,④天・択 (m³/人日)	その他の効果	問題点	要望	備考
全機械化	N村森林組合	きのこ 木炭	6,000 ① 4,800 ② 900 ③ 200	HA [93] PR [93] TY [94]	雇用の促進 コストの低減 生産性の向上	17 4(直庸班) [55.4](直庸班)	52,400 [補助90%]	HA:110 PR:150	4→5 (TY,間伐)			作業の軽減 雨天時の作業 小間伐の合理化	集材が1→2名に		95 直庸班を創設 HA:皆伐に使用 TY:間伐に使用 PR:貸出し中
一	(資)Y産業	○製材	48,000 ① 48,000	HA (×3) FO (×3) PR [89-93]	原木の安定供給 コストの低減	10(集材班) [38.5](集材班)	[HA:自己] [FO:リース] [PR:自己]	HA:225 FO:200	5→5 (2先行伐採)	① 7.5	① 4.3→10.0	事故の減少	故障の頻発 事業量の確保 部品の入手 森林所有者の抵抗感	機械化への理解	大笹伐のみに使用 FOはリース 93 PR廃棄 伐倒は請け負わせ
	H商店	製材 木炭	20,000 ① 17,000 ② 1,000 ③ 3,000	HA [90]	人員の削減	40 [53-55] 6(集材班) [41.3](集材班)	36,800 [制度融資]	210	→6 (2先行伐採)		① 20.0→40.0 (造材工程)	集材らしが容易	維持・管理費 木炭の品質悪化		集材班は直庸 伐倒は請け負わせ
部	KT木材		2,000 ① 600 ③ 1,400	PR [91]	労働力対策 作業の軽減 生産性の向上	3 [59.0]	8,000 [自己資金]		5-6→3	① <10	① 3.3-4.0→5.0	安全性の向上	維持費 機械の価格	補助金の簡略化	
	M森林組合	製材 おが屑	30,100 ①+② 30,000 ③ 100	PR [91]	労働力対策 作業の軽減	103 [56.6]	8,000 [補助50%]	135 (GRとして65)	5→3-4	① 6.0	① 2.0→3.5-5.0	作業の軽減 安全性の向上	事業ロット 枝条の処理 作業能力の不足		集材班は準職員待遇 伐倒は請け負わせ
機	G町森林組合	きのこ	5,800 ① 4,600-5,200 ② 600-1,200	PR [92]	生産性の向上	7 [38.3]	16,000 [補助80%]	123	4→3	① 10.0	① 5.0 →10.0-13.3	安全性の向上 生産性の向上			91 作業班を直庸化
	(財)U	造林 育林	1,200 ①+② 1,200	TY [92]	待遇改善 雇用の促進 間伐の合理化	11 [25.3]	18,800 [補助55%]	110	3→3 (3先行伐採)			小間伐の合理化	搬送能力 故障個所の特定 先山での切り整頓		95 法人化 第3セクター 作業請負
械	HK町森林組合		10,700 ① 9,400 ② 800 ③ 500	PR [93]	労働力対策 生産性の向上 安全性の向上	19 [48.0]	16,500 [補助65%]	159	3→3 (3先行伐採)	① 6.9	① 2.4→3.5	生産力の増強			
化	KS市森林組合	育林	16,200 ① 15,900 ③ 300	PR [93]	労働力対策 生産性の向上	11(集材班) [49.7](集材班)	19,000 [補助50%]	200	5→2-3 (4先行伐採)	① 4.2	① 2.1→5.7	安全性の向上 作業の軽減 生産性の向上	事業量の確保		82 集材班を直庸化 皆伐のみに使用 伐倒は請け負わせ

注) ①[人・笹]は人工林皆伐または風倒木処理，[人・間]は人工林間伐，[天・笹]は天然林皆伐，[天・択]は天然林択伐をあらわす。
②[HA]はハーベスタ，[FO]はフォワーダ，[FB]はフェラーバンチャ，[SK]はスキッダ，[PR]はプロセッサ，[TY]はタワーヤーダ，[GR]はグラップルローダをあらわす。
③[投資額]は標準的な価格から推定した。
④[セット人数]は1作業班あたりの労働者数をあらわす。
⑤[セット人数]欄の[先行伐採]は造・集材工程に先だっておこなう伐倒工程の人員数をあらわし，セット人数には加えていない。
⑥[伐出コスト]，[労働生産性]の値は経験値による。
聞き取り調査，宮崎県林務部資料より

タワーヤーダの稼働率は概して低い。次に一部機械化のうち，ハーベスタとフォワーダを導入しているＹ産業の例をあげると，両機種ともに高い稼働率を維持している。ただし同社ではハーベスタを造材作業のみに，すなわちプロセッサとして使用しており，またフォワーダは他の工程との兼ね合いから１日あたりの稼働時間が３時間前後となっている。以上にあげた以外の事例は大部分がハーベスタまたはプロセッサの単体導入をおこなったものであるが，ハーベスタを導入した事業体で，これを積極的に伐倒工程に使用した事例はみられなかった。これらの事業体に導入された造材用機械は概して高い稼働率をあげている。すなわちいずれの類型でも造材用機械が高い稼働率を維持している一方で，タワーヤーダの稼働率はやや低位であるといえる。

伐出コストに関しては，今回調査をおこなった15の事業体のうち５事業体が低減された，４事業体が変わらない，あるいはやや低減されたとし，かかり増しになったとしたのは２事業体，無回答４事業体であった。低減されたとしたうちの４事業体はプロセッサの単体導入をおこなった事例であり，うち３つは森林組合，１つは素材生産業協同組合の組合員（Ｅ製材所）である。いずれもが高性能機械の導入にあたって行政による補助を受けている。公的補助を受けずに伐出コストを低減しているのはＹ産業のみであるが，同社は25％程度のコスト低減を達成したとしている。Ｙ産業では作業上の工夫として，造材工程の高性能機械化をおこなううえでネックとなっていた集材工程を，高性能機械を林内に直接乗り入れることで造材作業のあとに回し，生産性のロスを軽減していた。KS市森林組合でも同様の取り組みをおこない，高い効果をあげている。

伐出コストを低減したとする事業体のうち，Ｅ製材所を除いた４事業体に共通する点として[2)]，一定規模以上の風倒木処理事業，皆伐事業のみに高性能機械を振り向けたうえで，高性能機械の稼働率を高水準に保っていることがあげられる。すなわち高性能機械にとっては条件の悪い事業である間伐および小規模皆伐については買取生産，請負生産ともにおこなわない，あるいは機械化作業班以外の請負作業班に請け負わせるなどの方法をとることで，高性能機械をこれに適した事業のみに使用しているのである。特にＹ産業では自己資金によって多数の高性能機械を導入し，その投資額はきわめて高額であるにもかかわらず，こうした対策によって伐出コストを低減している。実際，同社では従来からグラップルローダなどの導入によって，労働生産性4.3㎥／人日という，この地域の標準的な伐出システムと比べるときわめて高い生産性をあげていたにもかかわらず，高性能機械の導入によってさらに10.0㎥／人日にまでこれを高めている。このようにコスト面では，①一定規模以上の皆伐事業，風倒木処理事業を確保しえたかどうかが最も大きな要因となっており，さらに大幅なコスト低減に結びつけるためには，②造材工程が集材工程の能率に左右されない伐出システムの構築が重要であると考えられる。

労働生産性の変化については事業体間の格差が大きかったものの，プロセッサのみの単体導入をおこなった事例において1.5～３倍程度の向上がみられた。この効果は前述のとおり多くの森林組合で重要視されている点であり，地域林業の担い手不足という現状に対し，きわめて有効な対策となっている。

1セットあたりの労働者数の変化をみると，導入前後で変化がみられなかったものが4事業体，1～3名の削減が6事業体，そして1名の増加が2事業体，不明またはセットを固定していないものが3事業体である。最も一般的なプロセッサの単体導入では土場作業要員が削減されることとなる。しかしどの事例も共通して，北海道の全機械化の事例でみられたほどの人員削減は達成していない。北海道における全機械化の事例では伐倒補助員や玉掛け作業要員が削減されたことを指摘した。これを九州の事例にあてはめて考える。九州では先行伐採が一般的であり，伐倒工程は一人親方作業班に請け負わせるか，造・集材作業をおこなう労働者がこれらの作業に先だっておこなうことが多い。このため伐倒工程の人員数は，セットの人数としては計上しないか，造・集材の人員数のなかに埋没し，労働者数の変化としては現れないこととなる。また集材機による集材作業は必ず先山での玉掛け要員を必要とし，これは削減できる性質のものではない。したがって人員削減にはおのずと限界が生じるのである。さらに，タワーヤーダを導入したN村森林組合では，同機種の索張りの特性上，むしろ先山に1名の増員が必要になったとしている。

若年労働力の雇用促進の効果についてみていくこととしよう。大分県，宮崎県においては，森林組合や第3セクター事業体が県や市町村の補助を受け，高性能機械の導入と，労働者に対する良好な雇用条件（具体的には給与，就労時間などの面での公務員なみ待遇）の保証をセットにして作業班の再編成をおこなう事例が多くみられる。これに該当する事例としては4事業体があげられるが，各作業班の平均年齢はそれぞれ25.3歳，30.2歳，33.7歳，55.4歳であり，最後の1事例を除いてきわめて若い年齢構成をとっている。また民間業者のなかでは雇用条件が整備されているといえるY産業でも，労働者の平均年齢は38.5歳と，公的補助は受けていないものの，上述の作業班とほぼ同様の水準である。以上から，北海道の事例と同様，若年労働力の確保には雇用条件の改善が重要な要素となっており，高性能機械の導入のみによる雇用促進の効果は必ずしも高いとはいえないことが指摘できる。

次に就労環境の整備という側面から高性能機械化を評価していくこととしよう。まず作業強度の軽減という面では北海道と同様，多くの事業体でプロセッサが高い評価を得ていた。また安全性の向上にも効果は大きいといえる。その効果の大きさを具体的に測ることは今回の調査からは不可能である。しかし大幅なコスト低減と，目標としていた生産体制を実現しえたとするKS市森林組合において，高性能機械化の最も大きな効果が事故の減少であるとしていることも，高性能機械化が安全性の向上に有効であることを端的に裏付けているといえよう。九州では従来から先山造材をおこなうことが多く，傾斜地における造材作業は労働者にとって負担となるばかりでなく，大きな危険を伴っていた。しかし造材工程の高性能機械化は全木集材を前提とするため，必然的に先山での造材作業がなくなる。この結果得られる作業強度の軽減，安全性の向上の効果は，全木集材が一般的なものとなっている北海道とは比較にならないものであったと理解できる。

さらに，九州の事例で注目すべき点として，素材生産業の大型機械化に伴って造・集材班の直庸化が進んでいることがあげられる。高性能機械，グラップルローダ，トラクタなどの大型機械は

会社や森林組合によって保有される例が多い。これらの重機を用いた作業ではオペレータの技能の巧拙が直接的に生産性を左右するため，機械を導入した会社や森林組合にとっては優秀な重機オペレータの安定的な確保が重要な課題となる。このため集材班を直庸化し，一定の待遇を保証することで労働者の固定化をうながしているのである。固定化の対象は重機オペレータのみに限ったものであることが多く，伐倒班については依然として下請けに頼っているという面はあるものの，大型機械の普及が労働者の待遇改善にも一定の役割を果たしているといえる。

以下，機種ごとに検討していくが，タワーヤーダについては少し詳しく触れておくこととする。タワーヤーダには多くの国産製品が出回っているが，これらはいずれも直引力1.0～1.8ｔ，スパン長150～400mと，集材機としては小～中型の部類に入る。このためタワーヤーダは架設・撤去の容易性を武器に，小規模事業において最大の効果を発揮するものであるといえる。またタワーヤーダの有効活用には高密度な路網が不可欠である。主要な事業基盤とする村内の森林に，haあたり52mの路網を持つ第3セクター事業体Uでは，導入したタワーヤーダをおおむね有効に活用しているとする。しかし村内の森林にhaあたり20mと低いとはいえない路網密度を持っているN村森林組合においてさえ，路網の不足を大きな要因として，タワーヤーダを有効活用するまでには至っていないのである。そしてU，N村森林組合ともに，同機種を有効活用するためには30m／haの路網が必要であるとしている。

このような高密路網を持つ地域がごく一部に限られていること，またタワーヤーダの搬送能力が小型集材機なみであることを考慮すると，プロセッサと国産のタワーヤーダとの組み合わせによって一連の伐出システムを構築するという図式は成りたたない。事実，タワーヤーダシステムの確立に取り組んだHT市森林組合では，風倒木処理という特殊な条件下にあったとはいえ，搬送能力の問題からタワーヤーダの活用が進まず，これを大分県森林整備センターに返納することとなった。また同様の導入をおこなったN村森林組合においても，タワーヤーダは間伐作業，プロセッサは皆伐作業と使いわけている。またUではタワーヤーダを小規模事業のみに使用し，一定規模以上の事業については従来どおり集材機を使用している。以上のようにタワーヤーダは，路網が高度に発達している地域において，従来，集材機による施業では採算がとれなかった小規模事業を採算ベースにのせるための機種であり，集材機に代わるものではないのである。

他の機種について述べていくこととしよう。プロセッサは故障の多さが問題とされながらも，総合的に高い評価を得ていた。また九州では基本的にハーベスタに対して伐倒機能が要求されておらず，造材作業のみにこれを振り向けるのが一般的であるが，これは地形条件からみて当然といえる。それにもかかわらずハーベスタの導入が一定の進展をみているのは，処理能力や耐久性の高さを評価されているためである。すなわちハーベスタは完成度の高いプロセッサと位置づけられているといえる。フォワーダはクローラダンプとよばれ，大型の林内作業車という認識がなされている。同機種は中間搬出に用いられるのが一般的であり，集材機との組み合わせで使用されることが多い。すなわち集材機に代わるものとしてではなく，従来の作業体系を改善するものと位置づけられてい

るのである。フォワーダは現在のところそれほど普及している機種ではないが，事業体の関心は高く，今後の普及が予想される。フェラーバンチャ，グラップルスキッダはともに導入実績そのものがきわめて少ないうえ，稼働率も高くない。傾斜地が多いこの地域においては，これらの機種の活用が困難であることを示している。

以上，九州における高性能機械化の現状について述べてきた。ここでは全機械化を意識した導入こそみられたものの，プロセッサと国産タワーヤーダの組み合わせ上の問題から，現在のところ一連の伐出システムとしては定着しえていない。一方，一部機械化の事例のうち，一定量の風倒木処理または皆伐事業を確保し，さらに，集材様式の転換を図った事例では，高性能機械化がコストの低減や生産性の向上に効果をあげている。

2）個別事例分析

(1) 全機械化—大分県 HT 市森林組合森林整備センター

HT 市森林組合は大分県北西部に所在し，組合員3,710名，加入面積20,802ha を抱える，きわめて規模の大きな森林組合である。1994年度における事業総収益は178,100万円であり，販売・林産事業を中心とする。また森林組合共販所の素材取扱量は，94年度実績で年間63,500㎥だが，このうち約 7 割にあたる46,500㎥は森林組合による生産である。森林組合では従来，間伐による出材が素材生産の 8 割を占めていた。しかし91年の台風災害によって管内に大量の風倒木が生じて以来，通常の素材生産はまったくおこなえず，ごく最近まで被害木整理，復旧造林に関連する事業に追われることとなった。このため94年度の時点では素材生産のほぼ100%が風倒木処理によるものである。

HT 市森林組合森林整備センターは1993年 1 月に森林整備法人としての認定を受けて設立された。センターでは森林組合がおこなう業務のうち，現業部門（造・育林，素材生産など）の一部を担う作業班を組織している。センターの設立は当初，間伐の促進や労働力の減少・高齢化への対策，すなわち担い手対策を目的としていた。しかし91年 9 月に風倒被害が生じたため，設立時にはすでに風倒木処理が視野に入っていたという。またこうした状況のため，認定以前の92年 2 月，大分県森林整備センターからプロセッサ（イワフジ GP−30A／CAT E−120B）を借り受け，風倒木処理に振り向けることとなった。

こうしてセンターでは高性能機械による風倒木処理を開始したが，1 台のみでは処理能力が不足した。このため1992年 3 月，93年10月にも相次いでプロセッサ（GP−30A／日立 EX−120，GP−30A／CAT 312）を借り受け，計 3 台のプロセッサを投入して風倒木処理にあたった。また同時にタワーヤーダ（リョウシン RME−300T）も借り受けたが，後述の理由から翌93年度には大分県森林整備センターに返納した。このほかセンターでは94年度にフォワーダ（ブンテツ FK−50C）を導入している。これは過積載規制の強化に伴って，運材に大型トラックを使用する必要が生じ，これらの大型トラックが進入できない林道端までの中間搬出を効率的におこなうため，林内作業車に

代えて導入したものである。つまり森林組合では現在3台のプロセッサと1台のフォワーダを使用していることになる。これらはいずれも大分県森林整備センターからのリースであり，リース料はプロセッサが年間180万円，フォワーダ同120万円，計年間660万円である。ただしリース料は機械貸し付けの3年後から徴収されるため，実際にリース料の支払いが開始されたのは95年4月からである。また徴収期間は機械の耐用年数である5年とされており，その後は圧縮取得価格の5%で払い下げられることとなっている。

森林組合の作業班には下請けのグループと，前述した森林組合整備センターの作業班が併存している。下請けの作業班は大半が一人親方であり，作業請けによって森林組合の素材生産の大部分を担っている。整備センター職員は，1993年のセンター設立に際し，新聞広告などによる一般公募によって求人，採用された。1名を除いてすべてが林業未経験者である。センター職員の19名は完全に森林組合の現業職員としての地位にあり，待遇は他の職員と変わりない。休日は4週6休のほか，祝祭日が与えられている。平均年齢は30.2歳ときわめて若い。定着率は非常に高く，設立以来，95年9月に1名の退職者があったのみである。森林組合では若年労働力の確保，定着に成功している理由として，高性能機械化をその一因としながらも，就労条件の整備が最大の要因であったとしている。センター作業班は今後も増員が計画されており，98年までに40名体制となる予定である。

表—28は高性能機械の1カ月あたり稼働日数の推移をみたものである。プロセッサには一定の稼働がみられるが，タワーヤーダの稼働率は当初から低く，1993年度上半期にはまったく稼働がなくなった。これは次の理由による。当初の計画ではこれらの高性能機械は主として間伐に振り向けられる予定であったため，機種の選定もこうした視点からおこなわれていた。風倒被害が発生したのちも，タワーヤーダには集材機としての機能があり，跡地処理に対応できるのではないかという期待から，そのままの機種構成での配備が決定された。しかし実際の風倒木処理現場においては，通常の集材機でさえ集材能力が不足するような状況であった。このため森林組合では集材距離200～300mの現場に限定してタワーヤーダの活用を試みたものの，伐出システムに組み込むことはできなかったのである。これに対してプロセッサは，93年度実績で1台が178日，1台が90日，そしてもう1台は導入後100就労日が経過した時点で74日と，フル稼働とはいえないまでも一定の稼働率が維持されている。なお風倒木処理ではチェーンソーによる先行伐採，集材機による集材のあと，

表-28　HT市森林組合における高性能林業機械の稼働状況

(日/月)

	1992年 4月 ~92年 9月	92年10月 ~93年 3月	93年 4月 ~94年 9月	94年10月 ~95年 3月	95年 4月 ~95年 9月
ﾀﾜｰﾔｰﾀﾞ	2.7	0.8	-	-	-
ﾌﾟﾛｾｯｻ 1	8.7	13.8	13.7	16.0	7.0
ﾌﾟﾛｾｯｻ 2	8.8	8.3	9.3	5.7	12.2
ﾌﾟﾛｾｯｻ 3	-	-	-	12.3	10.5
ﾌﾟﾛｾｯｻ平均	8.8	11.1	11.5	11.3	9.9

資料：大分県林業水産部資料

土場に配置したプロセッサとグラップルローダをそれぞれ造材，巻き立てに充てていた。

森林組合では，高性能機械化は被害木整理にきわめて大きな効果をもたらし，高性能機械の導入なしに現在の復旧状況はありえなかったという。しかし伐出コストについては，感覚的にはいままでのところ採算ベースにのっているとしながらも，以下の理由から今後は厳しい状況となることを予想している。まず第1に，風倒木処理に対する補助金が1995年3月をもって打ち切られたことである。第2に，風倒木処理がおおむね完了にさしかかっていることがあげられる。風倒木処理の事業量そのものが減少しつつあるうえ，条件のよいところから事業を進めてきたため，事業地も小規模化，奥地化が進んでいるのである。また材価の低迷や，風倒被害による資源基盤の劣化，経営意欲の減退のため，出材量も容易には回復しないことが予想される。さらにリース料の支払いが開始されたことによって生産費が圧迫され，現在では高性能機械がかえって負担になりつつあるという。

このようにHT市森林組合の高性能機械化への取り組みは必ずしも順調であるとはいえないが，機械化は今後もつづけていくとしている。森林組合では風倒木処理事業の減少に伴って，再度，間伐を視野に入れた機械化伐出システムの確立が課題とされている。間伐作業の合理化には，①タワーヤーダ，プロセッサのセットによる間伐作業方法の確立，②間伐施業団地の設定の2点の実現が必要であるとする。しかし①については，タワーヤーダによって間伐木の全木集材が可能かどうか，またタワーヤーダとのセットでの使用において，プロセッサの処理能力が十分に発揮できるかどうかといった点に問題が残されている。②は，30～50ha規模の施業団地の設定，路網の整備，除伐からの一貫した施業体制の確立の3点を軸としたものである。この実現には森林組合自身の努力や森林所有者の積極的な対応が必要となり，多くの困難が予想されるが，森林組合では，できるかどうかではなく，実現させなければならない課題であるとしている。

(2) 一部機械化—宮崎県KS市森林組合

KS市森林組合は宮崎県南部に所在し，組合員2,941名，加入面積13,180haを抱える，規模の大きな森林組合である。1994年度の事業総収益は55,200万円である。同市の林野所有構造はきわめて零細であり，森林所有者のうち保有面積1ha未満のものが60%，1～5haの所有者を加えると96%を占める。市内民有林の人工林率は78%に達し，弁甲材の産地として古くから林業がさかんであったことを裏付けている。

KS市森林組合は素材生産および育林，作業路作設を中心的な事業としており，1994年度には素材生産16,200㎥，下刈り211ha，除間伐614ha，枝打ち28ha，作業路作設7,600mなどの事業をおこなった。素材生産は8割が私有林からの出材であり，そのうちわけは92年に生じた風倒木の処理8,700㎥，人工林皆伐3,800㎥，間伐500㎥という構成である。また総量の2割にあたる3,000㎥は国有林からの公売物件である。なお風倒木処理は93年度には事業の4割を，94年には7割を占めていたが，94年中におおむね完了した。

運材車の運転手4名を除くと，素材生産関係の労働者は11名，このうちプロセッサを含む重機オペレータは3名である。平均年齢は49.7歳と比較的若い。日給月給制をとっているが，プロセッサのオペレータ1名については月給制，準職員待遇としている。これはこの労働者のオペレータとしての技能が突出しているためである。労働者は厚生年金，労災保険，雇用保険，健康保険，退職金共済などに加入している。就労日数は160日から300日と開きがみられるが，平均250日程度である。オペレータ3名は重機の操作経験者であり，県が主催するグリーンマイスターなどの研修にも参加している。

森林組合では1993年11月，林業構造改善事業を受けてプロセッサ（イワフジGP－45／日立EX－150）を導入した。その導入目的を次に述べる。森林組合が作業班を編成する以前，市内には10あまりの素材生産業者があった。しかし林業情勢の悪化からこれらの業者が次々に撤退してゆき，地域林業の森林組合作業班への依存度が高まっていった。このため森林組合では伐出作業班の整備を試みたが新規参入の状況は芳しくなかった。さらに，一時は23名に増えた労働者が15名に減少したこともあって，当面の目標であった年間素材生産量10,000㎥に対し，実績は7,000～8,000㎥にとどまっていた。このため高性能機械を導入し，労働生産性の向上によって生産力を高めようとしたのである。

高性能機械化前後での伐出システムの変化は表—29に示したとおりである。高性能機械化によって造・集材工程の人員が2～3名削減された。グラップルローダとプロセッサはセットで使用しているが，おおむね1haを境として，これより小さい事業ではグラップル1台，これ以上の事業では2台を使用している。プロセッサの年間稼働日数は200日である。従来，森林組合では集材機を用い，伐倒—集材—造材という順で作業を進めていた。しかし高性能機械の導入後は，林内に重機を乗り入れ，伐倒—造材—集材という順にした。こうすることでプロセッサが集材作業を待つことから生じる機械のあそびが少なくなり，生産性の大幅な向上につながったという。またこの変更に伴って，枝条が土場に大量に集積されるという問題も解決されることとなった。

森林組合ではプロセッサの導入に先立ち，1992年，93年に相次いで2台のグラップルローダを

表-29　KS市森林組合における伐出システムの変化

在来伐出システム　(人)

作業工程	伐倒	枝払い	集材	玉切り	巻き立て	計
使用機械	[ﾁｪｰﾝｿｰ]	[ﾁｪｰﾝｿｰ]	集材機	ﾁｪｰﾝｿｰ	ｸﾞﾗｯﾌﾟﾙﾛｰﾀﾞ	－
人員数	[4]	[4]	2	2	1	5
作業場所	先山	先山	－	土場	土場	－

高性能機械化伐出システム　(人)

作業工程	伐倒	木寄せ	枝払い	玉切り	巻き立て	計
使用機械	[ﾁｪｰﾝｿｰ]	ｸﾞﾗｯﾌﾟﾙﾛｰﾀﾞ	ﾌﾟﾛｾｯｻ	(ﾌﾟﾛｾｯｻ)	(ﾌﾟﾛｾｯｻ)	－
人員数	[4]	1~2	1	(1)	(1)	2~3
作業場所	先山	－	作業道上	作業道上	土場	－

注）①(　)は他の工程と使用機械，人員が重複していることをあらわす。
②[　]は請負作業班の先行伐採によるものであり，計には加えていない。
聞き取り調査より

導入した。この結果，91年度までは年間7,000～8,000㎥の水準にあった素材生産が，92年度には10,000㎥，93年度には11,000㎥となり，機械化の効果を実感したという。さらに93年，プロセッサが導入されると，翌94年度の素材生産量は16,000㎥に達した。森林組合の最終目標は年産15,000㎥体制の確立であったため，これを完全にクリアしたことになる。労働生産性で比較すると，91年の2.1㎥／人日が92年3.0㎥／人日，93年3.7㎥／人日となり，94年には5.8㎥／人日にまで向上している。また伐出労賃を見積もるさい，従来は直接経費を5,200円／㎥としていたが，現在では2,200円／㎥程度としており，導入前には不安を持っていた採算性もむしろ大幅に改善された。

このように森林組合では高性能機械化によってさまざまな効果が得られたとしているが，その最大の効果は事故の減少であったとする。従来は造材作業中のチェーンソー事故や土場でのトビ作業中の事故がみられたが，現在こうした事故はまったくなくなっている。効果の大きさを反映して，労働者の評価も非常に高く，複数の事業地に作業が分散した場合など，早く自分の現場にプロセッサを持ってきてくれと頼まれることも多いという。

KS市森林組合における高性能機械化への取り組みが大きな効果をあげている背景には，地域の先行事例であるＹ産業の実績が大きな役割を果たしている。前述のとおり森林組合では現在プロセッサ，グラップルローダを直接林内に乗り入れて使用しているが，この地域ではじめてこうした伐出システムをとったのはＹ産業である。同社が重機の林地への乗り入れをはじめた当初は森林所有者の抵抗感も根強く，こうした機械の使用を認めない事業が国有林，私有林を問わず数多く存在していた。しかし1992年の台風災害によって風倒木が大量に生じると，森林所有者も早急な跡地処理を望み，大型機械の乗り入れを許すようになった。そしてＹ産業による事業が地域において実績をあげるにつれ，森林所有者のあいだで機械への抵抗感が薄れ，KS市森林組合がプロセッサを導入する頃には，高性能機械の使用をまったく認めない森林所有者はいないという程度にまで理解が進むこととなったのである。

以上述べてきたように，森林組合ではいままでのところ高性能機械化の効果は想像以上であり，大きな問題もないとしていた。しかし今後の出材量の減少には不安を抱いている。生産量が10,000㎥を下回っていた1991年頃までは事業量の確保にさほどの苦労はなかった。しかし現在は材価の低迷による伐り控えも重なって事業の確保がままならない。森林組合では今後，私有林での事業ロットの拡大に向けた施業の団地化を課題としているが，現段階における事業量確保への対策として，事業地に隣接する森林の所有者に対し，同時に施業をおこなうことを勧めている。こうした取り組みによって，10の新規事業地につき２～３カ所において，隣接する森林での事業が新たに依頼されるという。また国有林の公売にも積極的に入札し，年間を通した事業量の確保を目指している。なお間伐作業への高性能機械の活用については，機械が林内に入り込めないことを理由に困難であるとしていた。

(3) 一部機械化—大分県KY

KYは大分県北西部に所在し，素材生産を専業とする個人業者である。生産量は以前，年間3,000㎥ほどだったが，1991年の17号，19号台風以降は増加し，93年には4,500～5,000㎥を生産した。事業の大部分は森林組合からの委託によるものであり，風倒木の発生後はほぼすべての事業が風倒木処理で占められている。

KYでは1993年，自己資金によってハーベスタ（タマオキTM－50／CAT E－120B）を導入した。これは労働力の不足と高齢化に対処するためである。またKYは92年から風倒木処理にあたっていたが，翌93年には事業の奥地化などによって生産性が低下したため，高性能機械化にはこれを高める意味も持っていた。奥地化が進みつつあったとはいえ，風倒木の大量発生によって事業量の確保は可能であると判断し，高性能機械の導入を決意したという。KYでは風倒木処理の完了に伴う事業量の減少を予想し，その後の機械代金の支払いは困難と考え，わずか1年で支払いを終えることにした。高性能機械には造材と巻立ての機能を求めていたので，より安価なプロセッサの導入も検討した。しかしハーベスタはヘッド部にチルト（油圧による強制立ち上げ）機能を持っているため，広い土場がとれない場合にも，横たわった材をいったん立ち上げて方向転換させるなど，材の取り回しが容易になると考え，ハーベスタを選択した。

KYの作業班は6名であり，家族や親せき，KYの所在する村内からの雇用労働者で構成されている。年齢構成は30歳代2名，40歳代2名，60歳代2名である。高性能機械は1993年度には月平均80時間稼働していたが，94年度上半期には月51時間となっている。ハーベスタは大部分の事業で造材のみに使用しており，導入した93年4月から，筆者らが調査を実施した95年9月までの1年半のあいだにおこなったおよそ20の事業のうち，きわめて条件のよかった1事業のみで伐倒工程にも使用した。出材量は立木の大きさにも左右されるが，以前6名で40㎥／日だったものが，高性能機械導入後には4名で同量を処理できるようになった。一方，1年で機械代金の支払いを終えたため，伐出経費は以前の3倍にも感じたという。しかし生産性の向上によって収入も2倍程度になった。今後は機械代金の支払いがなく，機械にかかる経費は維持・管理費のみになるため，採算面でも問題はないとしている。また現在，雇用労働者が休業中であることから事実上4名体制であるものの，機械のおかげで比較的楽に作業をおこなえる。さらに，土場作業のみではあるものの，雨天時や夜間の作業が可能になった。KYでは機械の支払いが非常に大きな負担となっていたが，こうした作業時間の延長によって収入をあげ，支払いを済ませたという。総合的にみて，高性能機械化の効果は予想以上に大きいとしている。

KYでは風倒木処理の進展に伴って機械の稼働率が低下しつつある現在，当初は強引かとも思った支払い方法は正解だったとする。また今後の計画として，間伐時の全木集材に取り組んでいくとしている。このためには立木の1.5倍の高さに架線を張る必要があるため，状況に応じて先山で半幹にするなどしてハーベスタの有効活用を図っていく。最低限，半幹での集材がおこなえればハーベスタの有効活用は可能であり，コストの低減にもつながるとしている。

注

1) 旧宮崎県林業試験場。1992年4月に改組・移転され，林業に関する諸課題の試験・研究や，林業労働者育成のための研修などをおこなう機関である。高性能機械関連の事業としては，高性能林業機械オペレータ研修などをおこなっており，この事業では93年度からの5カ年間で150人の高性能機械オペレータを養成する計画である。

2) E製材所は高性能機械化によって伐出コストが以前の5割程度に低減されたとしている。しかし同社は台風災害の発生後，本格的に素材生産を開始したということであり，労働生産性も当初1.0㎥／人日と，他の事業体に比べて低いため，この分析から除外した。

VI. 北海道と九州における高性能林業機械化の現局面と今後の課題

1. 北海道における高性能林業機械化の現局面

北海道における高性能機械化は，当初から民間の素材生産業者が中心となって押し進めてきたものである。この地域では従来から素材生産事業体の経営規模が大きいことに加え，地形条件が比較的よいこと，生産対象となる樹種の価格が他の府県に比べ安価であることなどが手伝って，早くから高性能機械化への機運が高まっていた。こうしたなかで一部の大規模な素材生産事業体が，伐出過程効率化への試験的取り組みとして高性能機械化を進めたのである。北海道林務部もこのようなうごきに対して柔軟な対応をみせ，事業体との連携のもと，林業機械利用協同組合の設立をはじめとした推進施策を展開し，さらなる機運の高揚に努めた。

先駆的事業体によって高性能機械の導入が進められるなかで，さらに先鋭的な一部の事業体は，素材生産過程の抜本的な効率化をねらって全機械化に取り組んだ。しかし現在，北海道における高性能機械化は，全機械化から造材工程のみの一部機械化に転換しつつ進展している。伐出過程のすべてを大型機械によって処理する全機械化は，投資額の大きさや，特に伐倒工程における機械化に即した施業方法の確立の遅れなどを要因として，現時点では必ずしも大幅なコスト低減につながっておらず，このため全機械化の優位性を認める事業体はそれほど多くなかったのである。低コスト化への期待が薄れるなかで高性能機械化をさらに押し進めた要因は，厳しさを増す労働力事情であった。そして造材用機械の普及は，これらの機種が労働力対策という面からも効果的なものだということを物語っているのである。

北海道においては全機械化をおこなった事業体が中心となって，機械化に即した施業方法の確立に向け，国有林への働きかけをおこなってきた。また国有林側もこれを受けてさまざまな検討を進めている。一方，私有林におけるこうした取り組みは低調である。森林組合では事業地に隣接する個々の山林の所有者に対して同時に施業をおこなうことをよびかけ，事業量の確保やロットの拡大に取り組んでいる段階である。同様に私有林を生産領域とするものであっても，民間業者のおかれている状況はさらに厳しく，有効な対策はみいだせていない。ただし森林所有者の高性能機械に対する理解は決して低いものではない。嶋瀬は1994年10月，北海道十勝支庁管内の，ハーベスタを

導入している森林組合の組合員6名を対象として，高性能機械化に対する森林所有者の意識調査をおこなった[1)]。その結果，高性能機械が所有山林に入ることに多少の抵抗を持ちつつも，かまわない，やむをえないとする意見が多くを占め，素材生産事業体によるこうした機械の使用に一定の理解がみられることがわかった。これは素材生産業のおかれている厳しい情勢が森林所有者のあいだにも理解されている結果である。とはいえ，私有林においては事業ロットが小さいうえ，伐採時期の決定や機械作業の許諾は最終的に個々の所有者の判断に委ねられているため，事業のとりまとめへの負担が小さいものではないことは容易に理解できる。

天然林資源が豊富な北海道にあって，高性能機械を人工林施業に振り向ける事業体が多いことも注目すべき点である。従来から国有林，道有林の天然林をおもな事業対象としてきた事業体の多くが，以下のような理由から，高性能機械化の対象として人工林をあげているのである。こうした事業体が中心的な事業領域としてきた国有林では，資源の劣化や環境への配慮から事業量が減少しつつある。一方，私有林を中心として戦後拡大造林期に集積された人工林では資源が成熟化に向かいつつあり，事業量の増加が予想される。しかし材価が低いカラマツを対象として，事業を採算ベースにのせていくためには，伐出システムの抜本的なみなおしが必要となる。つまり国有林を中心的な生産領域としてきた事業体の多くにとって高性能機械化は，事業としてのうまみが少なかったため，従来は事業対象としてこなかった人工林を事業領域に取り込んでいく過程での取り組みだといえる。

以上から，北海道における高性能機械化の現局面は次のようにいえる。まず大規模層の素材生産事業体を中心に全機械化での導入が図られたが，条件整備の遅れをおもな要因としてコストの低減にはつながっていない。これを背景に全機械化での導入はみられなくなり，代わって造材工程のみの一部機械化が主流を占めるようになった。本道における高性能機械化は国有林を生産領域とする事業体を中心に展開している。こうした事業体はカラマツ資源を事業の対象に取り込んでいく過程で，作業の合理化と収益性の向上に向けた取り組みの一貫として高性能機械化を図った。これは間伐についても視野に入れたものである。現在，国有林では全機械化での導入をおこなった事業体からの要請を受け，機械化に即した施業方法の確立に向けた取り組みがなされている。また民有林では事業のとりまとめに対する有効な方策はみいだせていないものの，森林所有者の高性能機械に対する理解はしだいに高まってきているといえる。

2. 九州における高性能林業機械化の現局面

北海道と同様，九州における高性能機械化についても，その先べんをつけたのは商社系林業資本や紙・パルプ資本，あるいは生産規模の大きな素材生産事業体である。しかし高性能機械化の進展に果たした行政の役割はきわめて大きい。特に大分県では導入されている高性能機械の4割が県森林整備センターからのリースによるものである。同県では間伐の促進という見地から，森林組合などを対象に，森林管理の担い手の再編と事業の効率化を目的として高性能機械の配備をおこなっ

たのである。こうした導入にはまた，機種構成の面で大きな特徴がみられる。森林整備法人ではおもに，タワーヤーダとプロセッサのセット，すなわちタワーヤーダタイプでの導入が進められた。しかしこれらの整備法人に配備された国産タワーヤーダは，基本的に小規模事業を対象とするものであり，大規模皆伐事業を志向するプロセッサとは性質を異にするものであったため，同一システム内では活用しえていない。これに対して，民間業者ではタワーヤーダへの関心自体が低く，導入機械の大部分が造材用機械で占められている。そしてこれは労働力の減少・高齢化への対策を目的としたものである。

大分県，宮崎県では少数の，きわめて規模の大きい森林組合が素材生産の一定部分を担っている。しかしこれらの森林組合でも，実際に作業をおこなうのは下請けの一人親方作業班であることが多く，また残りの大部分を担うのは，やはり零細・小規模な民間業者である。このように九州は素材生産の単位が基本的に小さく，また林野所有に占める私有の比率が高いことから，本来ならばロットが大きい事業を一定量確保することは困難であり，高性能機械化に有利な地域であるとはいえない。それにもかかわらず高性能機械化を押し進めるだけの契機を与えたのは，1991年の台風被害による大量の風倒木の発生である。事業体の多くは，以前から高性能機械に関心を持ちながらも，事業量の確保に見通しが立たないため導入に踏み切れなかったとしている。風倒木の大量発生によってはじめてこの条件が満たされたのである。

風倒木の発生はまた，単に事業量の確保を容易にしたというだけのものではない。まず森林所有者が早急な跡地処理を切望した結果，従来，森林施業の大型機械化に対して強い抵抗を持っていた所有者のあいだに，これを容認する風潮が広まった。さらに風倒木処理では土場の作設や全木集材が比較的容易であったうえ，支障木の心配もさほどなかった。すなわち事業量の確保をはじめとする機械化に即した施業条件が，一時的なものとはいえ整ったのである。

こうしたことから九州では，風倒木がなければ考えられなかったとするような事業体においても高性能機械の導入が図られてきた。しかしこれらの事業体はいま，今後いかにして高性能機械を活用するだけの事業量を確保するかという問題に直面しており，この問題に対する有効な回答は得られていない。多くの森林組合では今後，事業量の確保を間伐に求めていくものとしていた。しかし間伐作業への高性能機械の活用方法については現在模索されている段階である。またこれらの森林組合では事業量の確保，ロットの拡大に向けて施業の団地化を進めていきたいとしている。しかし現状は北海道の事例と同様，事業地に隣接した林地の所有者に 1 軒づつ声をかけていくことで事業を確保している段階である。まして団地化となると，その実現にはきわめて多くの困難が予想される。すなわち九州での高性能機械化は，大量の風倒木の発生を背景として，現状では一定の成果をあげているが，今後，改めて高性能機械の活用に向けた条件整備を進めていくことが必要となっているのである。

以上から，九州における高性能機械化の現局面は次のようにいえる。同地域における高性能機械化は，行政主導による森林組合作業班の再編に伴うものと，民間業者による導入に大別される。

森林組合では全機械化への取り組みがみられたが，機種ごとに得意とする事業が異なっていたため，全機械化伐出システムとしては活用できていない。一方，民間業者では労働力面の要請から高性能機械化が進展しており，造材用機械の単体導入が占める比率がきわめて高い。九州における高性能機械化はいままでのところ，風倒木の存在を背景として，生産性の向上などに大きな効果をあげてきた。しかし高性能機械の中心的な事業対象となってきた風倒木処理がおおむね完了したことや，材価の低迷から森林所有者の伐り控えが進行していることから，現在のところ具体的な活用方法さえ確立されていない間伐事業への高性能機械の活用が模索されている段階である。

3. 高性能林業機械化の展望と課題

以上，本稿では，おもに素材生産事業体や労働者にもたらした効果と問題点という角度から高性能機械化を評価してきた。ここでは冒頭にも述べた，高性能機械化が今後も進展していくのか，あるいはこうした機械化によってわが国の森林管理が適切におこないうるのかといった視点から，高性能機械化の展望と課題を述べ，本稿のまとめとする。

北海道における高性能機械化は，風倒木の発生のような明確な契機を持たずに進展してきた。このため今後，高性能機械化やその環境に急激な変化が生じるとは考えにくい。また伐倒工程の高性能機械化を図った事業体は，列状間伐などの機械化に即した施業方法を取り入れることで伐出コストの低減は可能であるとしている。そして国有林がこれにこたえ，いくつかの試験的取り組みをおこなっている段階である。事業体は現在その経過を見守っており，情勢しだいでは改めて高性能機械化に向かっていこうという意欲を持っている。したがって北海道では，私有林には問題が残されているものの，施業方法の見直しによって高性能機械化の優位性が増すと判断されれば，伐倒工程を中心としたさらなる機械化を目指すことになる。また事業体は高性能機械化の対象として，すなわち今後の事業領域として人工林間伐を視野に入れており，間伐の促進にも一定の効果が期待できる。ただし高性能機械の走行に伴って生じる林地の撹乱や，列状間伐が林地，植生に与える影響に関して，調査・研究機関などによる継続的な検討が必要となることはいうまでもない。

一方，九州では事業の大部分を占めてきた風倒木処理がおおむね完了したことから，安定的な事業量の確保が困難になりつつある。また大量の風倒木が市場に流入したことや，製材業界の不振などによって材価が低迷していることも出材量の減少に拍車をかけることになる。すなわち今後は，本来の少量・間断的な出材体制に戻っていくことが予想される。現在までの高性能機械の導入実績からはその傾向はうかがえないが，今後，九州においても高性能機械の普及は鎮静化に向かうとみるべきである。ただし高性能機械化に対する森林所有者の理解が，風倒木の発生によって一定の進展をみていることは，やや明るい展望を与えるものといえる。

九州では高性能機械導入ののち，一定のロットを持つ皆伐事業のみを選択的におこなっているという事業体がめだった。再造林にかかる森林所有者の負担が増すなかで，素材生産が大規模皆伐という方向に向かっていけば，跡地造林の不徹底による林地荒廃の危険性が高まることになる。事

実，この地域でも伐採跡地の放置は増えつつあるという。また高性能機械は基本的には大規模皆伐事業において最大の効果を発揮するものである。このため在来作業によっていたときよりもさらに劣位なものとなる，間伐や小規模事業の担い手不足も懸念される。多くの森林組合では高性能機械の活用の場を間伐事業に求めており，その実現に向けて間伐施業団地の設定に取り組んでいくとしている。その意気込みは高い。しかし現状に照らしたとき，政策的な推進なしに団地化の進展はありえないといってもよいだろう。

高性能機械化の主体である素材生産事業体について考えていくこととする。まず高性能機械化と労働者の待遇改善を軸とした，森林組合，第3セクター事業体における作業班の新設，再編の事例では，労働者の定着状況は概して良好であった。しかしこれは公的資金の投入によってはじめて可能となったことである。高性能機械の導入そのものが大きな負担となっている民間の素材生産業者にとっては容易にまねのできることではない。結局，高性能機械の導入目的が厳しい労働力事情への対処であったとしても，大部分の事業体にとっては，収益性をあげることで経営を改善し，労働者の待遇改善を図れない限り，新規参入の活発化は望めない。すなわち根本的な問題の解決にはつながらないのである。

ではどのような事業体ならば高性能機械の導入によって収益性を改善していくことができるのだろうか。今回の調査でコスト低減を達成したとする事例では共通して，高性能機械をこれに適した事業，すなわち一定規模以上の皆伐あるいは風倒木処理のみに振り向け，そのうえで高性能機械をフル稼働させていた。すなわち高性能機械の導入をおこなうだけの資金力と，これを有効活用するだけの事業量を確保する能力をあわせ持った有力な事業体のほうが，高性能機械化によってより高い効果を得ているのである。高性能機械化の効果を最大とするためにはむしろ，このような事業体を重点的に支援していくことが重要だろう。ただし適切な森林の管理を考えたとき，こうした事業体に取りこぼされるような小規模な事業の担い手をどのように確保していくかという点については問題が残されることとなる。また跡地造林を確実なものとするために，なんらかの規制や促進が必要となる。

以上，北海道，九州の事例から高性能機械化の今後の展望と課題について述べてきた。このような情勢のもとで現在，行政に求められているのは，高性能機械化に即した環境整備に向けた森林所有者としての取り組み，森林所有者の意識の啓発，そして私有林における施業団地の設定といったソフト事業に力点をおくことである。いま真に急がれるのは，さらなる高性能機械の普及促進ではない。こうした機械化によって林地の荒廃が生じないように配慮しつつ，すでに一定の導入実績がみられる高性能機械に活用の場を与え，その能力が最大限に発揮されるような環境を整えていくことである。労働力問題などを考えれば，高性能機械化は避けて通れない段階にきている。しかし高性能機械化をさらに進展させ，素材生産業の体質を強化し，森林管理の主体として位置づけていくためにはまだ多くの課題が残されているのである。

終わりにあたり，本稿の作成に多くの指導を賜った，北海道大学農学部森林科学科教授石井寛博士に深謝の意を表する。さらに，資料提供などにご協力いただいた北海道林務部，大分県林業水産部，宮崎県林務部の関係者の皆様に，同じく聞き取り調査に懇切に対応していただいた素材生産事業体，機械メーカー，製紙会社などの関係者の皆様に，心よりお礼申し上げる。

注

1) 結果は嶋瀬拓也，1995，北海道における高性能林業機械化の現局面と森林所有者の対応，林業経済研究，No.127，p101～106.

Summary

The forestry industry in Japan is coming under increasing pressure to import foreign timber, which has led to measures to increase the efficiency of logging operations in Japan hrough the introduction of high-performance forestry machines. These machines include Feller Bunchers, Grapple Skidders, Processors, Harvesters, Forwarders and Tower Yarders. The number of high-performance forestry machines in Japan increased dramatically over a 6 -year period from only 23 in 1988 to 983 in 1994, mainly due to their introduction by largescale logging contractors. The aim of this study was to clarify the process of mechanization with high-performance machines in Japan's logging industry. Two districts were taken up as example. One is Hokkaido, which was the first area in Japan to begin using high-performance forestry machines from the late 1980's. Another is Kyusyu, where mechanization spread rapidly in the forestry industry following the devastation to forests caused by a typhoon in 1991.

Hokkaido, with its vast areas of national forest, has many large-scale logging contractors (in 1992, one contractor controlled an average of 7,000 m^3/year). Due to the good topographical conditions for forestry in Hokkaido, tractor skidding is widely used as the method of yarding. In Kyusyu, on the other hand, where the scale of both forest ownership and logging contractors is small, and the topography is rugged, cable yarding is generally used in forestry.

Processors and Harvesters are the main high-performance forestry machines used in both Hokkaido and Kyusyu, although many felling machines are also used in Hokkaido, while Kyusyu has many Tower Yarders.

The results of this survey showed that mechanization in the forestry industry is an effective means for improving labor productivity and the working environment. For logging contractors, who have been facing labor productivity problems due to the aging of workers and decline in the number of workers, mechanization has proven to be an important means for maintaining productivity. However, contrary to expectations, mechanization in the forestry industry was not so effective in attracting more young workers to the industry. One problem in Hokkaido is that due to the delay in establishing working conditions in

accordance with the mechanization of operations such as line thinning, mechanization did not result in a notable cost reduction, which has the biggest expectation from mechanization. In Kyusyu, on the other hand, with its small-scale forest ownership, there is the problem of acquiring sufficiently large plots which would warrant mechanization. High-performance machines became necessary to clear all the windfall trees following a devastating typhoon in 1991. However, now that the salvage cutting of windfall trees has almost finished, the future use of high-performance forestry machines in Kyusyu is not clear.

Mechanization can also be evaluated from the point of view of forest management. For example, in Hokkaido logging contractors are making use of high-performance machines for thinning, which is expected to promote forest thinning. On the other hand, in Kyusyu, many contractors are making use of high-performance machines for large-scale clear cutting, which has led to fears that timber land will be destroyed. However, many Forest Owner's Associations are campaigning for high-performance machinery to be used for thinning operations. Although many problems remain to be resolved before forest thinning can be mechanized in Kyusyu, the problem of full tree logging and the problem of establishing territorial joint forest management in order to expand the size of the forest lots are especially pressing issues which must be resolved.

The forestry administration is currently requested to push ahead with preparations to mechanize the industry with high-performance machines, in concert with forest owners and logging contractors, with paying attention to deterioration of forests by mechanization.

Keywords : high-performance forestry machine, logging industry, forest management