



Title	北海道における高性能林業機械の普及過程
Author(s)	尾張, 敏章; OWARI, Toshiaki
Citation	北海道大学農学部 演習林研究報告, 57(1), 27-52
Issue Date	2000-02
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/21460
Type	departmental bulletin paper
File Information	57(1)_P27-52.pdf



北海道における高性能林業機械の普及過程

尾張 敏章¹

A diffusion process of multi-functional forestry machinery in Hokkaido

by

Toshiaki OWARI¹

要 旨

北海道における高性能林業機械の普及過程について、普及に関わる諸条件とともに明らかにした。北海道の高性能機械化は、次の3つの段階で進行している；①一部の素材生産事業者による外国製機械の導入，②紙パルプ企業などによる全機械化作業システムの採用，③中小事業者を中心とした半機械化作業システムの普及。また、各段階における技術的、経営的、政策的条件は次のとおりである；①欧米における機械化の進展，人工林間伐の増大，素材価格の低迷と労働賃金の高騰による採算性の悪化，②高性能機械に対する認知の広がり，バブル経済による好景気，補助事業の積極的導入，③高性能機械化における問題の顕在化，景気の後退，労働力の減少・高齢化，行政による高性能機械化の推進。高性能機械（ハード）の普及は、既にかなりの程度進んでいる。しかし、導入された機械の多くは稼働率が低い状態にある。高性能機械を効率的に利用していくため、今後は素材生産業の構造再編に取り組んでいく必要がある。

キーワード：高性能林業機械，普及過程，普及要因，利用効率化，素材生産業再編

1999年8月31日受理。 Received August 31, 1999.

1：北海道大学大学院農学研究科環境資源学専攻森林管理保全学講座

Research Group of Forest Management and Conservation, Division of Environmental Resources, Graduate School of Agriculture, Hokkaido University

目 次

I. はじめに	(2) 技術的条件
1. 背景と目的	(3) 経営的条件
2. 課題の設定	(4) 政策的条件
II. 高性能林業機械保有台数の推移	3. 安定期 (1991年度～現在)
III. 高性能林業機械の普及過程	(1) 高性能機械の導入状況
1. 黎明期 (1982～1987年度)	(2) 技術的条件
(1) 高性能機械の導入状況	(3) 経営的条件
(2) 技術的条件	(4) 政策的条件
(3) 経営的条件	IV. 考 察
(4) 政策的条件	謝 辞
2. 拡大期 (1988～1990年度)	引用文献
(1) 高性能機械の導入状況	Summary

I. はじめに

1. 背景と目的

高性能林業機械化が全国的に注目されはじめたのは、1980年代後半のことである。欧米の林業先進国で開発された高価であるが多機能・高効率の大形機械（高性能林業機械、注1）は、当時の林業関係者に驚きの目をもって迎えられた。高性能機械の導入は、労働生産性の向上や生産コストの低減、就労条件の改善に有効であるとの認識が広まり、その普及促進は現在においても、林業政策における重要課題の一つとされている。

地形や生産規模の面で恵まれた条件にある北海道では、他の地域に先行して高性能機械の普及が進んだ。1990年度末における高性能機械保有台数の地域別シェアをみると、北海道が約6割を占めている。その後は他の地域でも導入が本格化し、北海道のシェアは2割程度にまで低下したものの、保有台数は現在も増加傾向にある。

しかし、高性能機械の普及の広がり是一方で、その利用上の限界を認識させる結果ともなった。事業量確保の問題などから、導入された機械の多くは稼働率が低い状態にある。高性能機械の普及促進には効果を上げてきた行政も、この問題に対しては決定的な対策を打ち出せないでいる。高性能機械化が行き詰まりをみせるなかで、機械化に対する関心自体も徐々に薄れつつあるのが現状である。

こうした状況のもと、北海道における高性能機

械化の今後の展開方向を明確にすることが現在必要となっている。この問題を考えていく上で、過去における北海道の高性能機械化の発展経過を理解しておくことは有意義である。高性能機械化の発展要因、および発展段階における現在位置を把握することで、これから取り組むべき内容も明らかになると考える。

以上から本研究では、北海道における高性能機械の普及過程を、普及に関わる諸条件とともに明らかにすることを主な目的とする。北海道の高性能機械化については、これまでに駒木(19)、嶋瀬(37,38)、尾張(31,33)らが、その実態等を明らかにしている。本研究ではこれらの研究成果に加え、行政によるアンケート調査結果、各種協議会資料、関連統計などをもとに、次節で示す課題について検討する。

注1) フェラーバンチャ（伐倒機）、スキッダ（牽引集材車両）、プロセッサ（造材機）、フォワード（積載集材車両）、ハーベスタ（伐倒造材機）、タワーヤード（タワー付き集材機）の6機種が該当する。

2. 課題の設定

ノルウェー国立林科大学の Samset が提唱した「不連続進化の法則」によれば、森林作業技術の発展過程は一般に、次のような段階をたどる(16)。はじめに、従来の作業では労働生産性が変わらない

一方で労賃は上昇していくため、事業の採算性が悪化する（経済圧迫期）。対策として新技術が開発され、試験的作業が盛んに行われるが、生産性はそれほど向上しない（新技術開発期）。作業試験により新技術の有利性が認められ、一般に普及していくのに伴い、生産性も急上昇する（新技術導入期）。新技術が全面的に実用化され、作業仕組みの改善や機械の改良によって進歩を続けるが、やがて生産性は頭打ちとなる（安定期）。

この法則をわが国における高性能機械の普及過程にあてはめようとする場合、次の3点が問題になると考えられる。第一に、経済的圧迫が技術開発を促すという点である。高性能機械はもともと欧米で開発された技術であり、わが国における素材生産業の経営環境とは無関係に開発されたものである。また、わが国の素材生産事業体は多くが零細経営であり、自ら技術開発に取り組むだけの体力はない。経済圧迫が高性能機械の導入を促すことはあっても、導入される機械は既に利用可能な状態にあることが前提となる。

第二に、技術発展の契機を採算性の悪化のみで捉えている点である。労賃の高騰や木材価格の低迷は、高性能機械が導入されるための一要因に過ぎない。木材需給や森林伐採量、労働力、為替相場、景気動向など、素材生産事業体を取り巻く多様な経営環境が高性能機械の普及に影響していると考えべきである。

第三に、政策による誘導が技術の発展要因として考慮されていない点である。素材生産業内部の自助努力だけで、高性能機械が普及したとは考えにくい。補助事業をはじめとする機械化推進施策が普及を促したと考えるのが適切である。

以上の推論をもとに、本研究の課題を次のように設定する。はじめに、北海道における高性能機械の保有台数推移を明らかにし、傾向の違いによって時期区分を行う。次に、各時期における高性能機械の導入状況、すなわち、どのような事業体が、なぜ、どのようにして高性能機械を導入したのかについて、主な事実を具体的に明らかにする。さらに、高性能機械の普及に関わる条件として、技術的、経営的、政策的の3つを設定し、各々が普及に及ぼした影響について考察する。技術的条件においては、利用可能な技術（高性能機械）の存在とともに、それが導入主体によって認知されていることが問題とな

る。経営的条件では、先に述べたような経営環境のもとで、導入主体にとって高性能機械の導入が経営的に必然性を持つか否か、高性能機械を導入できるだけの経営基盤を持つ導入主体がどれだけ存在していたかが重要となる。政策的条件としては、補助事業による経営負担の軽減や高性能機械の啓蒙普及による効果が考えられる。最後に、これらの検討結果をふまえながら、北海道における高性能機械化の今後の展開方向について考察する。

II. 高性能林業機械保有台数の推移

図-1は、北海道における高性能機械台数（機種別保有台数および年間増加台数）の推移を示したものである。最初の高性能機械が導入されてからしばらくの間は、ほとんど普及が進まなかった。1987年度末の高性能機械保有台数は、わずか5台にとどまっている。

導入が本格化したのは、1988年度以降のことである。とりわけ、1989～1990年度の間には保有台数が急増した。この2年間で85台もの増加がみられ、1990年度末の保有台数は100台にまで達している。機種別ではフェラーバンチャ（32台）が最も多く、スキッター（21台）の保有比率も比較的高かった。一方、プロセッサ（29台）やハーベスタ（15台）については、まだそれほど多くはない。

1990年代に入ってから、保有台数は一貫して増加傾向で推移している。1998年度末時点で、保有

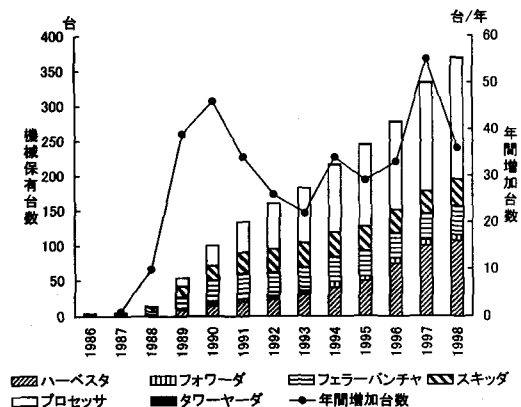


図-1 北海道における高性能林業機械台数の推移

資料：北海道水産林務部資料より作成。

台数は369台にまでなっている。しかし1991年度から、高性能機械の普及において2つの大きな変化が見られている。第一に、年間増加台数が突如減少に転じたことである。減少傾向は1993年度までの3年間続き、その後は導入の多かった1997年度を除いてほぼ横ばいに推移している。第二に、導入機種に変化が現れた。1991年度以降、フェラーバンチャやスキッド、フォワーダの導入はほとんどみられなくなった。一方で、プロセッサやハーベスタが急速に普及していった。1998年度末時点で、プロセッサの保有台数は173台で最も多く、次いで多いのがハーベスタの107台となっている。現在保有されている高性能林業機械の約4分の3、1995年度以降に導入された機械の9割以上がプロセッサとハーベスタで占められている。

以上の推移から、北海道における高性能機械化の画期としては、機械の普及が本格化した1988年度、および導入の傾向が数量的、質的に変化した1991年度が挙げられる。そこで、北海道における高性能機械化の普及過程を、黎明期（1982～1987年度）、拡大期（1988～1990年度）、安定期（1991年度～現在）に分けて述べることにする。

Ⅲ. 高性能林業機械の普及過程

1. 黎明期（1982～1987年度）

(1) 高性能機械の導入状況

北海道の素材生産の現場に高性能機械が初めて登場したのは、1982年のことである。導入主体は釧路支庁管内白糠町の素材生産事業体・遠藤林業、導入機種はフィンランド・Lokomo社製の小形ハーベスタ、MAKERI 33T（重量3.7t）であった(7, 18)。ハーベスタ導入の目的は、人工林間伐作業（事業量6,000m³/年、当時）を効率化することであった。機械のデモンストレーションを見たことをきっかけに、商社を通じて約900万円で購入している（注1）。

ハーベスタは特に枝払い作業において高い生産能力を発揮し、当時の林業関係者を驚かせた。しかし、傾斜地への対応や、枝払い時に樹皮剥けが生じる(18)といった問題から、本格的に普及するまでには至らなかった。遠藤林業でも同様の理由により、4年後の1986年にはこのハーベスタの使用を中止している。

遠藤林業の導入から3年後の1985年には、上川支庁管内東川町の岩間木材店が同じMAKERIの

ハーベスタを導入している。また、1986年12月には札幌市の澄川工作所が、1987年3月には檜山支庁管内上ノ国町の大坂造材部が、いずれもアメリカ製のスキッド（FT-180CAおよびFT-220CA、F.M.C.社製）を導入している(3)。1987年12月には、音威子府林産企業協同組合がハーベスタ（Lokomo750H、フィンランド製）とスキッド（Timberjack450A、カナダ製）を導入している。この当時はまだ国産機械が生産されておらず、導入された高性能機械は全て外国からの輸入によるものであった。

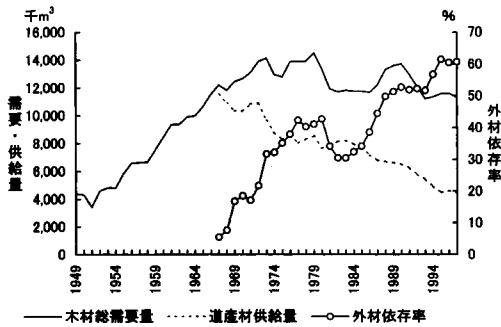
(2) 技術的条件

遠藤林業らによる高性能機械の導入は、欧米で林業の機械化が進んでいたからこそ実現できたものである。北米と北欧の各国では1960年代から1970年代にかけて、わが国の高性能機械に相当する様々な大形機械の開発・普及が急速に進んでいる。現在のフェラーバンチャの原型となる伐倒用機械は、1950年代後半から北米で開発が始まった（注2）。同時にスキッドの開発も進み（注3）、北米では1968年以降、いわゆるフェラーバンチャ・システム（フェラーバンチャによる伐倒、スキッドによる全木集材）が普及するようになった。北欧では、1970年代に入ってプロセッサの普及が始まっている。現在わが国でも数多く導入されているシングルグリップ・ハーベスタは、1978年に初めて開発された（注4）。これを契機に、北欧型短幹集材システム（ハーベスタによる伐倒・枝払い・玉切り、フォワーダによる集材）が急速に普及している。

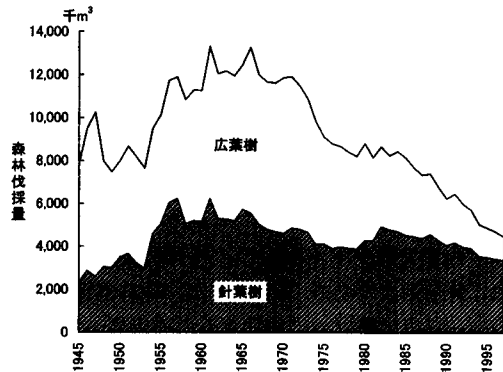
欧米の機械化林業は、1960年代から1970年代にかけてわが国でも紹介されており、また実際の機械による作業試験も行われている。ツリーフェラーは1960年代にわが国に紹介され(15, 24)、1968年からは林野庁により実地試験が行われている(34, 35, 39, 40, 41)。1970年代の後半には、北海道でもフェラーバンチャの作業実験が行われている(4)。さらに1980年代初めには、北欧のハーベスタやフォワーダがわが国に紹介されている(14, 21, 22, 23)。素材生産事業体は、専門誌などを通じてこうした情報を得ることはできたが、高性能機械による作業を目にする機会はほとんどなかった。

(3) 経営的条件

欧米における機械化進展の状況から、1970年代には高性能機械の導入が技術的に可能であったと思



図一 北海道における木材需給の推移
資料：北海道林業統計より作成。



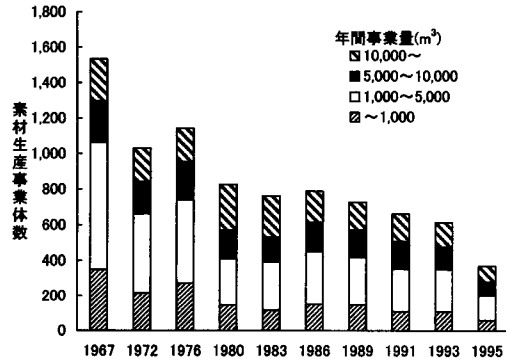
図一 北海道における森林伐採量の推移
資料：図一 2 に同じ。

われる。しかし、最初の導入は1980年代に入ってからであった。この時間的遅れは、素材生産業を取り巻く経営環境の大きな変化によってもたらされたものと推察される。

1973年のオイル・ショックを契機に、わが国の経済は高度成長から一転して低成長に移行した。この影響で、北海道の木材関連業界は深刻な不況に直面することとなった。北海道における木材需要量の推移をみると（図一 2）、1970年代初めまで右肩上がりであったのが、それ以後は1,200~1,300万 m^3 /年の水準で伸び悩みをみせる。一方、1960年代終わりから外材の輸入が急激に増加した。1967年度の外材比率はわずか5.5%であったのが、1973年度には30%を超え（31.7%）、1977年度には40%を上回るまでになっている。

さらに同じ時期、国有林が経営方針を大きく転換している。1957年の「生産力増強計画」および1961年の「木材増産計画」による拡大造林の推進が強度の伐採を許容したために、天然林資源の減少・劣化が急速に進行していた。また、1970年代に入って、森林の公益的機能に対する国民的要請が高まりつつあった。こうした状況を背景に、1972年、「国有林分野における新たな森林施策について」が公表され、公益的機能の重視とともに減伐の方針が明示された。

これら北海道林業をめぐる諸情勢の変化によって、素材生産業はその生産活動を縮小せざるを得なくなった。森林伐採量の推移をみると（図一 3）、1970年代初めに1,100万 m^3 /年であったのが、1976年度には900万 m^3 /年を下回るまでに減少している。このような伐採量の減少は、同時に素材生産事業者の数を



図一 北海道における素材生産事業者数の推移
資料：北海道山林史戦後編、北海道の林業より作成。

も減少させた。1967年度には1,534事業者あったものが、1980年度には825事業者とほぼ半減している（図一 4）。この間、小規模事業者の多くが脱落するとともに、大規模層も生産を縮小せざるを得ない状況が続いた(11)。

1970年代はまた、チェーンソーとトラクタによる作業システムの定着期でもあった。1954年の洞爺丸台風被害を契機に、北海道ではチェーンソーとトラクタの導入が急速に進んだ。これら機械の普及がほぼ完了したのは1970年頃である(11)。斧や鋸、馬などが機械によって代替されていく過程で、素材生産作業の労働生産性は著しく向上していた。

以上からわかるように、1970年代における北海道の素材生産業は深刻な縮小過程にあった。経営的にも厳しく、将来の見通しも得られないなかで、実績もない高性能機械に多額の投資をしようとする事

業体は皆無であったであろう。また、チェーンソーとトラクタが定着して間もない段階で、高性能機械を導入して労働生産性をさらに向上させても、それに見合った事業量を確保することは困難であったと考えられる。

一方、1980年代に入って、素材生産業の経営環境は徐々に安定を取り戻す。年間木材需要量が1,100万 m^3 台まで減少するものの、外材供給量も300万 m^3 台に落ち込んだため（前出図-2）、森林伐採量は800万 m^3 台でほぼ横ばいに推移する（前出図-3）。同時に、素材生産事業体数の減少傾向もこの時期に歯止めがかかっている（前出図-4）。

伐採量を増加させた原因の一つが、人工林資源の成熟化であった。北海道では戦後の拡大造林期、カラマツを中心とした人工林が大規模に造成された。なかでも、比較的早い時期に植栽された林分がこの頃から間伐期を迎え、結果として間伐事業量が増加した。北海道におけるカラマツの主間伐別伐採量の推移をみると（図-5）、間伐事業量は1977年度に30万 m^3 であったのが、1980年度に65万 m^3 、1984年度に90万 m^3 と急速に増加している（25）。

同時にこの時期、素材生産業の人件費が高騰した。北海道における伐出業の1日あたり平均賃金は（図-6）、1973年度に4,806円であったのが、オイルショックを契機とする物価の上昇とともに労賃も急上昇している。1978年度には1万円を超え（10,191円）、1980年度には1万2千円台（12,671円）にまで達している。

ただ、1970年代は素材価格も上昇傾向にあったため、採算性の問題は顕在化しなかった。北見・網走におけるエゾマツ・トドマツの1 m^3 あたり素材価格（28cm、3.65m、品等込）は、1972年度に11,000円であったのが、翌1973年度には19,600円と急上昇し、1980年度には29,600円にまでなっている。

しかし1981年度、景気後退に伴う木材需要減によって、素材単価は20,500円にまで下落した。その後も大きな価格上昇はみられず、ほぼ横ばいで推移した。一方、労賃は漸増傾向を維持し、1983年度には13,973円にまで上昇している。この結果、素材生産業の採算性は悪化の一途をたどることとなった。

北海道の素材生産業は、1980年代に入って事業の量的安定を確保するものの、質的な変化に直面した。それまで大部分を占めていた天然林生産が減少し、人工林生産、特に間伐事業の比率が増加するよ

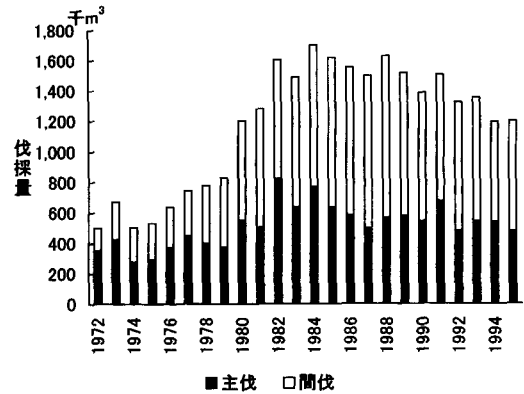


図-5 北海道におけるカラマツ伐採量の推移
資料：和ら（1998）より引用。

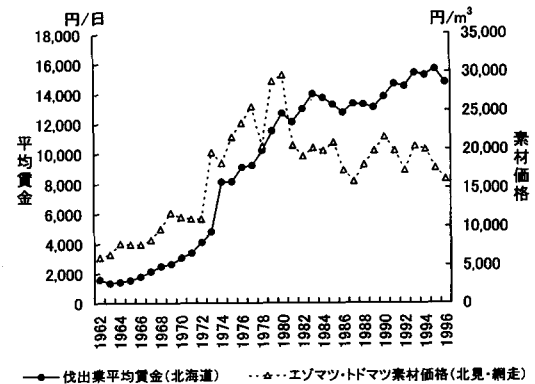


図-6 北海道における伐出労働賃金と素材価格の推移
資料：林業統計要覧、北海道林業統計より作成。

うになる。素材生産事業体が経営を維持していくためには、この変化に対応せざるを得ない。人工林間伐は生産材に占める小径木の比率が高く、労働生産性、素材価格ともに天然林生産に比べて低くなる。ただでさえ収益性が悪化したところに、素材価格の低迷が追い討ちをかけた。

こうした状況のもとで、素材生産業は生産コストの削減を真剣に模索する必要に迫られることとなった。一部の素材生産事業体による高性能機械導入も、そうした危機意識の一端が表面化したものと考えられる。

(4) 政策的条件

行政が高性能機械に注目するようになったのは、1980年代半ばである。北海道では、遠藤林業の

取り組みを後追いするようにして検討が始まっている。この当時、行政は高性能機械化の推進に対してそれほど積極的ではなかった。

林野庁は1984年度から、「高能率森林施業システム開発普及推進事業」を制度化した。この事業は、機械の選択・組み合わせと路網整備とを一体化した効率的な作業システムを開発し、その普及推進を図ることを目的としていた（注5）。北海道林務部はこれを受け、1985年に遠藤林業のハーベスタを借用し、カラマツ人工林間伐を対象とした作業システムの実証試験を行った。その結果、ハーベスタによる伐木・枝払い作業の生産性は、従来方式に比べて最大で約2倍となることが示された（17,46）。

1986年度には、機械化推進を担当する行政組織として、北海道林務部内に林業機械係（造林課）が新設された。また1987年度には、高性能機械に対する初めての補助事業（林業機械化普及推進事業）が導入されている。

一方、高性能機械化に対する関心は全国的にも高まりつつあった。1986年度の林業白書において、高性能機械が初めて紹介されている（28）。さらに、翌1987年度の白書では、「林業技術のルネサンスを目指して」と副題され、高性能林業機械が大きく取り上げられた。同書では、高性能林業機械の導入が素材生産の低コスト化や若年労働力の新規参入のためにきわめて重要と述べられている（29）。

注1）遠藤林業へのインタビュー（1999.7.2）による。

注2）1957年、カナダ・ケベック州において Rudy Vit がフェラススキダを開発したのが最初である（1）。

注3）Timberjack 社におけるスキダの販売台数は、1961年に44台であったのが、1966年には1,500台、1973年には2,000台以上と急増している（1）。

注4）スウェーデンとフィンランドにおいて、初めてのシングルグリップ・ハーベスタ（RK Skogsjan 450 および Finko）がそれぞれ同じ時期に製作された（1）。

注5）この事業は1987年度までの4年間続けられた。1987年度には、林業機械メーカー・新宮商工が開発中であったフェラーパンチャ（FS-X）とプロセッサ（CP-30）により、トドマツ人

工林間伐作業の実証調査が行われている（8）。

2. 拡大期（1988～1990年度）

(1) 高性能機械の導入状況

1988年度以降、高性能機械化に取り組む事業体は急速に増えていった。なかでも特に積極的であったのが、紙パルプ企業の大手2社、王子製紙と山陽国策パルプ（現、日本製紙）のグループである。

王子製紙は1983年から、社有林11万 ha の生産性向上を目的とした伐出作業合理化プロジェクトを発足させた。このプロジェクトにおいて、北海道では人工林間伐作業の合理化に重点が置かれた。当初は従来型作業システムの改善が検討され、伐り整頓作業（チェーンソーで伐倒・造材した後、人力で一定量を木寄せしておく）が全幹集材作業よりもコストを低減できるとの結論を得ている（45）。しかし、従来型作業ではコストの削減に限界があり、また労働負担も多大であった。さらに、将来予想される林業労働力の減少・高齢化に対応していくことも求められていた。このような問題を解決していくには、機械化が不可欠であるとの認識に至り、検討が開始されることとなった（42,43）。

王子製紙では、機械化の方法を検討する上で次の3つの方針を決定した（2）；①対象を針葉樹人工林とする、②間伐に適用できる大きさの機械とする、③採算性を重視し、必要以上の性能を求めない。機械開発の具体的方向性を見出すため、北海道の人工林と林相が比較的似ているスウェーデンを対象として現地調査が行われた。1987年に同国で開催された国際林業機械展を視察した結果、伐倒から枝払い、玉切りまでを一台で処理できるハーベスタが有効であるとの認識がなされた。スウェーデンのハーベスタは足回りがホイール式であったが、北海道の地形や地盤を考慮して、クローラ式のエクスカバータにハーベスタ・ヘッドを装着する機械の開発が決定された。

そして1988年5月、王子製紙は林業機械メーカーのイワフジ工業と提携して、ハーベスタ1号機を完成させた。ベースマシンは日立 EX120（重量12t、バケット容量0.45m³）、ヘッドは Valmet935（スウェーデン）である。しかし、ナックル・ブーム（中折れ式）であったため、作業範囲が狭いという欠点があった。そこで、翌1989年5月に Valmet 社のテ

レスコピック・ブーム（伸縮式）とハーベスタ・ヘッドを輸入し、エクスカベータに装着した2号機が開発された(43)。

王子製紙はさらに、北欧諸国と同様の短幹集材システムを実現するため、林業機械メーカーの及川自動車と共同で国産フォワーダの開発に取り組んだ。1989年4月には1号機を完成させたが、ノウハウを十分に持たなかったために様々な欠点が生じた。そこで、試行錯誤を重ねた末、改良型の2号機、3号機を完成させた(2)。

この間、王子グループが機械開発に投じた費用は2億円にのぼる(44)。また、開発の過程で蓄積されたデータは、系列の素材生産業者が高性能機械を導入する際に提供されている(38)。

旭川市に工場を持つ山陽国策パルプもまた、原材料の安定供給の見地から機械化の推進に取り組んでいる。同社では1988年度に特別機械融資制度を設け、系列の素材生産業者が高性能林業機械を導入するのに対して計2億円の無利子融資を行った。また、3,000万円の費用を投じ、高性能機械作業の労働生産性や伐出コストについてデータ収集を行っている(注1)。

山陽国策パルプの系列業者のなかで、機械化推進の中心的役割を担ったのが三津橋産業である。同

社が取り組んだのは、天然林における伐出作業の機械化であった。天然林択伐に適用可能な機械化作業システムを検討するため、北欧や北米の作業現場を視察した。その結果、カナダ西海岸の作業システム（フェラーバンチャによる伐倒とスキッドによる全木集材、デリマによる造材）が有効であるとの結論に達し、機械の導入を決定した(36)。表-1は、三津橋産業グループが導入した高性能機械を示したものである(47)。同グループは、1991年までにあわせて19台（ヘッドのみ3台を含む）の高性能機械を導入しており、その大部分が天然林での素材生産に使用されている。取得に要した費用は、総額で4億5千万円を超える。三津橋産業における機械化の目的は、第1に労働安全性の向上、第2に若年労働者の確保、第3に生産コストの低減（1㎡当たり1,500円の削減）であった(注2)。社長自らが海外に赴いて機械を買い付けるなど、経営者が機械化推進において強力なリーダーシップを発揮している。

王子製紙と三津橋産業が取り組んだのは、いずれも高性能機械のシステム導入と呼ばれるものである。機械を単体で用いるのではなく、複数機種を組み合わせる（システム化する）ことにより、作業の全工程を高性能機械で処理しようとするものであった。同様の作業システム（全機械化作業システム）

表-1 三津橋産業グループが導入した高性能林業機械(～1991年)

機 種	メーカー・型番	導入年月	取得価格 (万円)	購 入 手 段	導 入 主 体
ハーベスタ	Lokomo750H(フィンランド)	1988. 1	4,220	林業機械化普及推進事業(利子助成)	音威子府林産企業協同組合
スキッド	Timberjack450A(カナダ)	1988. 1	2,290	林業機械化普及推進事業(利子助成)	音威子府林産企業協同組合
フェラーバンチャ	Timco2520(カナダ)	1988. 7	3,745	素材供給基地整備パイロット事業(補助)	幌加内製材林産協同組合
スキッド	Timberjack450B(カナダ)	1988. 7	1,559	素材供給基地整備パイロット事業(補助)	幌加内製材林産協同組合
フェリングヘッド	W-34(大径木用伐倒機)	1988. 9	378	自力	三津橋産業(土別)
デリマ	D-3000(ストローク式)	1989. 7	3,300	自力	三津橋産業(南富良野)
フェラーバンチャ	Timco2520(カナダ)	1989. 7	3,729	自力	三津橋産業(南富良野)
フェラーバンチャ	Timco2520(カナダ)	1990. 1	3,027	素材生産業体質強化事業(利子助成)	音威子府林産企業協同組合
スキッド	Timberjack480B(カナダ)	1990. 1	2,064	素材生産業体質強化事業(利子助成)	音威子府林産企業協同組合
チェーンフレールデリマ	P-4800(広葉樹枝払機)	1990. 1	2,859	自力	三津橋産業(土別)
フェラーバンチャ	モバーク	1990. 2	1,000	自力	三津橋産業(土別)
スキッド	Timberjack450B(カナダ)	1990. 2	1,845	自力	三津橋産業(南富良野)
フェリングヘッド	W-34(大径木用伐倒機)	1990. 5	870	自力	幌加内製材林産協同組合
フェリングヘッド	D-85(大径木用伐倒機)	1990. 8	1,060	自力	幌加内製材林産協同組合
ハーベスタ	DC-160	1991.10	4,800	林業改善資金(融資)	土別地区林産協同組合
スキッド	ESKO82	1991.10	1,650	自力	三津橋産業(土別)
スキッド	ESKO82	1991.10	1,850	自力	三津橋産業(土別)
スキッド	Timberjack480B(カナダ)	1991.11	2,540	林業事業体体質強化事業(利子助成)	三津橋産業(南富良野)
スキッド	Timberjack480B(カナダ)	1991.11	2,540	林業事業体体質強化事業(利子助成)	三津橋産業(南富良野)

資料：全国林業労働力育成センター編(1992)より作成。

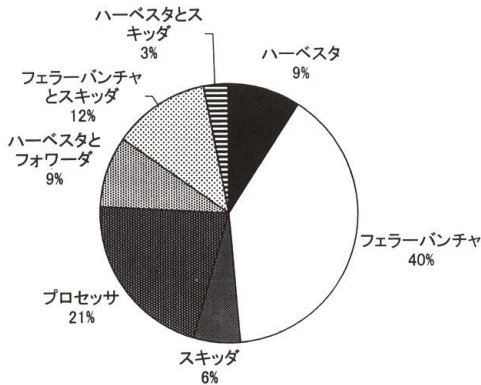


図-7 高性能林業機械保有事業体数の保有機種別比率 (1989年度)

資料：北海道林業経営協議会林業機械化部会資料より作成。

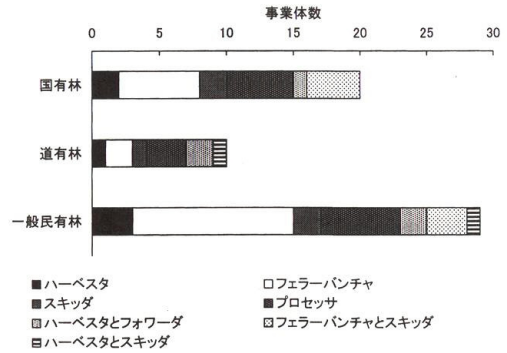


図-9 高性能林業機械の森林所有別適用状況 (1989年度)

資料：図-7に同じ。

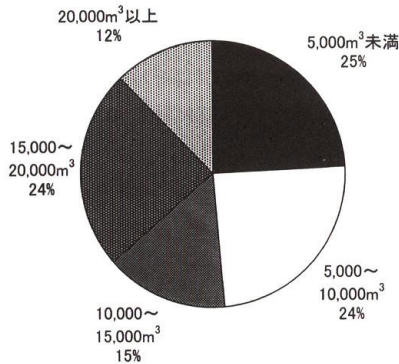


図-8 高性能林業機械保有事業体数の生産規模別比率 (1989年度)

資料：図-7に同じ。

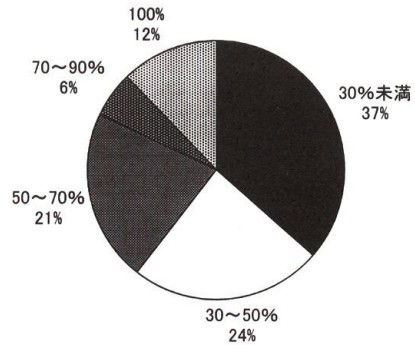


図-10 高性能林業機械を適用した事業の比率 (1989年度)

資料：図-7に同じ。

は、ほかにも住友林業（紋別市）や佐藤林業（北見市）などによって採用されている（注3）。

ただ、全機械化作業システムの導入には少なくとも5,000万円以上の初期投資が必要であった。そのため、導入はごく一部の大規模事業体のみに限られており、事業体の多くは高性能機械を単体で導入していた。北海道林務部が1990年度に実施したアンケート調査（注4）の結果によれば、1989年度までに高性能機械を導入した事業体の76%（25事業体）が、機械を単体で保有している。機種別ではフェラーバンチャが最も多く、約4割（13事業体）を占めている（図-7）。また、プロセッサも21%（7事業体）と比較的多い。高性能機械を複数機種保有している事業体は、全体の約4分の1にとどまっている。

導入事業体の生産規模については、特にこれと

いった傾向はみられない。同アンケート調査によれば、年間事業量10,000m³以上層、10,000m³未満層ともほぼ半数ずつとなっている（図-8）。ただし、複数機種を保有する事業体のうち、ハーベスタ・フォワーダタイプは年間事業量5,000~10,000m³階層に、フェラーバンチャ・スキッダタイプは20,000m³以上階層に、それぞれ偏る傾向にあった。

高性能機械の適用事業地については（図-9）、一般民有林に適用したことがある事業体が88%（29事業体）で最も多い。このうちの約4割（12事業体）は、フェラーバンチャを単体で所有している事業体である。国有林への適用は61%（20事業体）、道有林は31%（10事業体）となっている。多くの事業体にとって高性能機械を適用できる事業地は限られており、全事業の30%未満にしか適用してない事業体

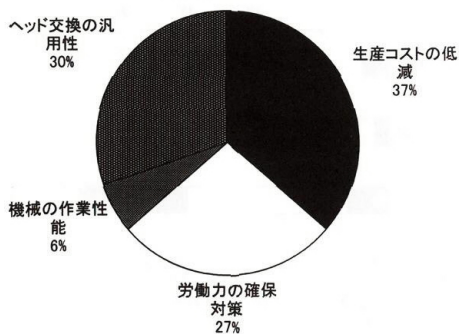


図-11 高性能林業機械を導入した動機 (1989年度)

資料：図-7に同じ。

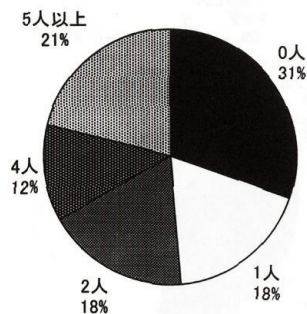


図-12 高性能林業機械の導入による作業システムの人員削減状況 (1989年度)

資料：図-7に同じ。

が約4割、30~50%の適用が約4分の1を占めている(図-10)。高性能機械適用率の低い事業体の多くは、フェラーバンチャやプロセッサを単体で保有する事業体である。

高性能機械を導入した動機については(図-11)、「生産コストの低減」が最も多く、37%(12事業体)を占めている。次いで多いのが、「ヘッド交換による汎用性」が30%(10事業体)である。この選択肢を回答した事業体の半数(5事業体)は、ヘッドをグラップルと交換しながら使用している。一

方、「労働力の確保対策」を挙げた事業体は、27%(9事業体)とやや少なくなっている。

高性能機械の導入による作業システムの変化をみると(表-2)、例えばプロセッサを単体で導入したN木材やH組では、測尺精度に問題があったため枝払い作業にのみ利用している。チェーンソー作業時間の短縮が図られているものの、作業人員は従来作業の場合と同数である。フェラーバンチャを単体で導入したS社では、伐木工程の生産性向上や集積方法を工夫し、3人の人員削減につながった。

表-2 高性能林業機械の導入による作業システムの変化(1989年度、生産規模別)

生産規模(m ³)	支庁	事業体名	作業システム									
			高性能機械導入前					高性能機械導入後				
5,000未満	胆振	S社	伐木	集材	枝払い・玉切り	巻立て	合計	伐木	集材	枝払い・玉切り	巻立て	合計
			チェーンソー 2人	トラクタ 1台, 2人	チェーンソー 2人	グラップル 1台, 1人	2台, 7人	フェラーバンチャ 1台, 1人	トラクタ 1台, 1人	チェーンソー 1人	グラップル 1台, 1人	3台, 4人
5,000~10,000	網走	N木材	伐木	集材	枝払い・玉切り	巻立て	合計	伐木	集材	枝払い	玉切り	巻立て
			チェーンソー 2人	トラクタ 1台, 1人	チェーンソー 2人	グラップル 1台, 1人	2台, 5人	チェーンソー 1人	トラクタ 1台, 1人	プロセッサ 1台, 1人	チェーンソー 1人	グラップル 1台, 1人
5,000~10,000	上川	T木材	伐木	集材	枝払い・玉切り	巻立て	合計	伐木	集材	枝払い	玉切り・巻立て	合計
			チェーンソー 2人	トラクタ 2台, 2人	チェーンソー 2人	グラップル 1台, 1人	3台, 7人	フェラーバンチャ 2台, 2人	チェーンソー 2人	グラップル 1台, 1人	3台, 5人	
5,000~10,000	日高	N協同組合	伐木	集材	枝払い・玉切り	巻立て	合計	伐木・枝払い・玉切り	集材	巻立て	合計	
			チェーンソー 2人	トラクタ 3台, 5人	チェーンソー 1人	グラップル 1台, 1人	4台, 10人	ハーベスタ 1台, 1.5人	チェーンソー 1台, 1.5人	2台, 3人		
10,000~15,000	後志	K林業	伐木	集材	枝払い・玉切り	巻立て	合計	伐木	集材	枝払い・玉切り	巻立て	合計
			チェーンソー 2人	トラクタ 2台, 2人	チェーンソー 1人	グラップル 1台, 1人	3台, 6人	フェラーバンチャ 1台, 1人	トラクタ 2台, 2人	チェーンソー 2人	グラップル 1台, 1人	4台, 6人
10,000~15,000	網走	H組	伐木	集材	枝払い・玉切り	巻立て	合計	伐木	集材	枝払い	玉切り	巻立て
			チェーンソー 1人	トラクタ 1台, 1人	チェーンソー 2人	グラップル 1台, 1人	2台, 5人	チェーンソー 1人	トラクタ 1台, 1人	プロセッサ 1台, 1人	チェーンソー 1人	グラップル 1台, 1人
15,000~20,000	網走	E組	伐木	集材	枝払い・玉切り	巻立て	合計	伐木	集材	枝払い・玉切り	巻立て	合計
			チェーンソー 2人	トラクタ 2台, 2人	チェーンソー 1人	グラップル 1台, 1人	3台, 6人	フェラーバンチャ 1台, 1人	トラクタ 2台, 2人	チェーンソー 2人	グラップル 1台, 1人	4台, 6人
20,000以上	空知	M木材	伐木	集材	枝払い・玉切り	巻立て	合計	伐木	集材	枝払い・玉切り	巻立て	合計
			チェーンソー 4人	トラクタ 3台, 5人	チェーンソー 2人	グラップル 1台, 1人	4台, 12人	フェラーバンチャ 1台, 1人	スキッド 1台, 1人	チェーンソー 2人	グラップル 1台, 1人	3台, 5人

資料：図-7に同じ。
注：資料の制約上、事業体名はイニシャルで示してある。

T木材では、集材工程もフェラーバンチャで行うことで、2人を削減している。K林業やE組では、伐木工程の生産性向上にあわせて、枝払い・玉切り工程を1人増員している。N協同組合やM木材では、高性能機械を組み合わせて利用することで、いずれも7人減という大幅な人員削減を実現している。

高性能機械の導入による作業システムの人員削減状況をみると（図-12）、導入事業体の3割で4人以上の人員減となっている。なかでもシステム導入した事業体については、全てが4人以上減である。一方、高性能機械の導入後も、作業人員数は従来作業と同数であった事業体が3割を占めている。このなかには、フェラーバンチャやプロセッサを単体で保有する事業体が多く含まれる。

(2) 技術的条件

高性能機械の機構や性能などに関して、この時期に目立った進展はなかった。普及が急速に進んだ背景には、欧米の機械化林業に対する認知の広がりがあったと考えられる。

1988年9月、カナダ・ケベック州で開催される世界林業機械展（DEMO'88）に向けて、北海道内の林業関係者を中心とした産学官計117名の大規模な視察団が編成されている(3)。参加者はこの機械展において、フェラーバンチャやスキッドなど、さまざまな伐出用大形機械が稼働する作業現場を目の当たりにすることとなった。参加者の中には、これらの機械を北海道林業に適用するのは難しいと考え

る者も少なからずいた。しかし考え方はどうあれ、参加者の全てが高性能林業機械の高い生産性と機械化の進展著しいカナダの伐出作業に触れ、強い衝撃を受けたことは間違いなかった。

この視察団派遣を契機として、機械化の気運は一気に高まりをみせた。結果として、高性能林業機械を実際に使ってみたいと思う林業関係者が増えることになった。こうした状況に対応して、従来の林業機械現地実演会を発展させ、高性能林業機械を中心としたデモンストレーションを行うことが決定された。

1989年10月、道内初の高性能林業機械展示会「北海道林業機械フェア」が早来町内の道有林で開催された(注5)。この展示会には国内外の林業機械メーカー9社が参加し、高性能林業機械10台を含む23台の機械が出展された。そして、素材生産業や国・道有林、機械メーカー、大学の関係者など、道内外から718名もの見学者が集まった。また、翌1990年9月にも同様の林業機械展が開催され、前回の参加者数を大きく上回る998名が集まっている(注6)。

さらに、1989年頃から国産の高性能機械が登場したことで、普及に弾みがついた。北海道に導入された高性能機械のうち国産機械の比率を年度別にみると（図-13）、1988年度には4分の1に過ぎなかったものが、翌1989年度に56%、1990年度には76%と急速に増加している。国産機械の価格は、外国製と比べてかなり安価であり（表-3）、投資負担を軽

表-3 高性能林業機械の購入価格

区分	機種	標準価格(万円)	実勢価格(万円)	仕様
従来機械	林業用エクスカバータ	1,800	1,100	重量12t, バケット容量0.45m ³
	林業用トラクタ	1,100~1,800	900~1,300	重量7.6~14.8t
	グラブプル	155~340	—	—
	グラブプルソー	400~590	—	最大玉切径50~70cm
高性能機械 (外国製)	フェラーバンチャ	4,700	4,000	ベースマシン, 重量23t
		240~400	210~350	ヘッド(シャー), 最大伐倒径33~51cm
		650~900	480~800	ヘッド(チェーンソー), 最大伐倒径56~85cm
		1,000~1,100	900~1,000	ヘッド(ディスクソー), 最大伐倒径51~56cm
	ハーベスタ	1,000~1,870	850~1,350	ヘッド, 最大伐倒径30~52cm
スキッド	2,500~3,000	1,800~2,460	重量9.2~12.9t	
高性能機械 (国産)	フェラーバンチャ	450~500	400	ヘッド, 最大伐倒径40~50cm
	ハーベスタ	700~900	700~800	ヘッド, 最大伐倒径40~50cm
	プロセッサ	660~800	600~700	ヘッド, 最大伐倒径35~45cm
	スキッド	700~1,300	660~1,150	重量3.3~7.1t

資料：北海道の主要林業機械メーカー4社に対するアンケート調査(1994年、3社から回答)による。

注：仕様については、各メーカーの製品カタログを参考にした。

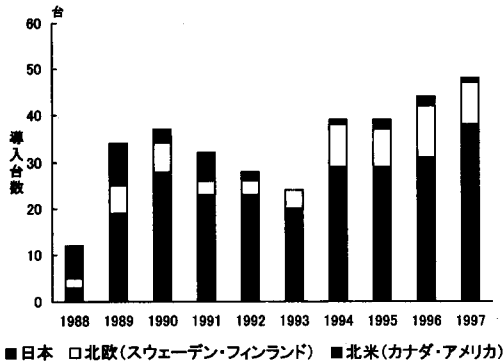


図-13 高性能林業機械の生産国別導入台数の推移

資料：北海道水産林務部資料より作成。

注：1997年度末に保有されている高性能機械の導入年度別台数を示している。

減することができた。また、高性能機械は機構が複雑なだけに故障が多く、外国製機械では部品調達に数ヶ月を要することもあった。その点、国内の林業機械メーカーは故障時の対応も素早く、安心して導入することができた。なお、林業機械メーカーによる販売促進活動も、高性能機械の認知を広げることには貢献していたと考えられる。

(3) 経営的条件

紙パルプ関連の大手企業が高性能機械化に取り組んだ背景には、原材料の海外依存体制がまだ定着していなかったことがある。当時は、北海道の木材供給に占める外材比率が急上昇した時期にあたる。1985年度には34%であったのが、1989年度までに50%を上回るまでになっている（前出図-2）。しかしこの時点では、原材料の調達先を海外に依存しすぎることに對して、否定的な意見も社内にはあった（注7）。そのため、この時期はまだ国内林業の合理化に對して積極的であったと考えられる。

ところで、外材依存率の上昇は、1985年のプラザ合意を契機として急速に進行した円高が大きく影響している。円の対ドル為替レートの推移をみると（図-14）、1985年前半に1ドル250円前後であったのが、翌1986年初めには1ドル200円を割り、1988年には120円台に達している。円の価値はこの3年間で、実に2倍となっている。この円高は外材の流入をもたらしたと同時に、外国製機械の輸入価格をも引き下げ、高性能機械を導入しやすい環境をつけたものと想像される。

さらに、当時の経済情勢、すなわちバブル経済

による好景気の到来も、高性能機械の導入を後押しした。当時は消費者の購買意欲が高く、木材需要量は1988年度から1990年度までの3年間、1,300万 m^3 /年を上回る高い水準にあった（前出図-2）。また、紙パルプ産業の業種別株価指数をみると（図-15）、1985年には月別最高値が600台で横ばいに推移していたのが、翌1986年以降急激に上昇し、1989年12月29日にはピーク値（2,244）に達している。その後、1990年の4月に一時大きく指数値を下げたものの、7月には再び2,000を超えるまでに回復している。こうした状況が企業の投資意欲を増大させ、高性能機械の導入にもつながったものと考えられる。

中小規模の素材生産事業者による高性能機械の導入も、やはりバブル景気によって影響を受けたと

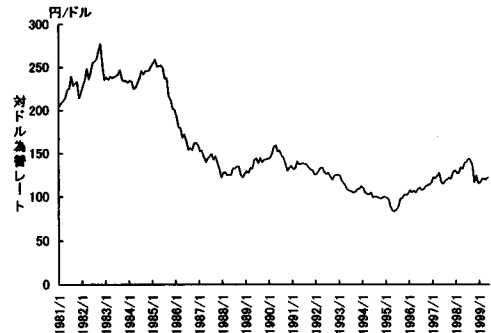


図-14 円の対ドル為替レートの推移（東京外国為替市場）

資料：日本銀行ホームページ（<http://www.boj.or.jp/>）より作成。

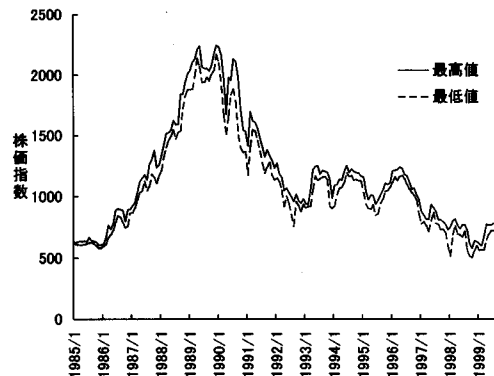


図-15 業種別株価指数（パルプ・紙）の推移

資料：東京証券取引所ホームページ（<http://www.tse.or.jp/>）より作成。

注：基準日（1968年1月4日）の株価指数を100とする。

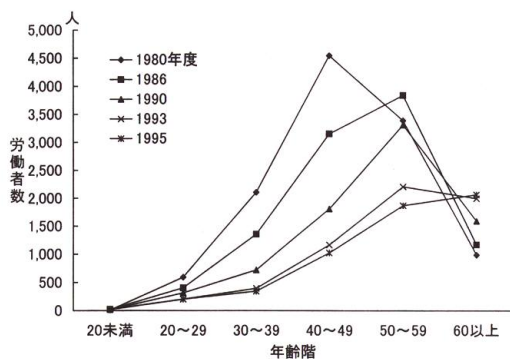


図-16 北海道における年齢階別林業労働者数の推移

資料：北海道林業労働実態調査報告書より作成。
注：臨時労働者を除く。

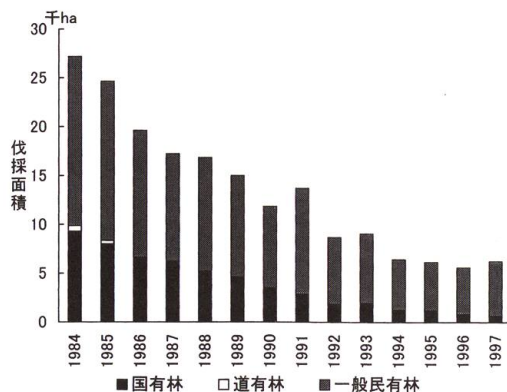


図-17 北海道における森林所有別皆伐面積の推移
資料：北海道林業統計より作成。

考えるべきである。この時期、需要の増大により木材価格も上昇している。1987年度に15,840円/m³まで落ち込んだエゾマツ・トドマツ素材価格は、翌1988年度から上昇基調に転じ、1990年度までに21,600円/m³となっている（前出図-6）。同じ時期の労働単価はほぼ横ばいに推移しており、採算的に厳しい経営状況は幾分緩和されていた。金融機関からの融資も受けやすい環境にあり、機械の導入が可能な事業者は多かったものと推察される。

また、先に述べた外材比率の上昇は、素材生産業に強い危機感を抱かせた。木材需要が高水準にあったにもかかわらず、外材依存率の上昇によって相殺され、年間森林伐採量は600万m³台にまで落ち込んでいる（前出図-3）。外材と対抗していくためにはコスト削減が不可避であり、その有力な手段として高性能機械の導入が進められたと考えられる。

労働者の減少・高齢化が進行していたことも、高性能機械の導入を促した。1986年度に9,941人であった林業労働者が、4年後の1990年度には7,763人と20%以上も減少している。またこのうち、50歳以上の高齢労働者が63%（4,901人）に達している（図-16）。生産コスト低減とともに、労働力問題への対応もまた、高性能機械を導入する主な動機の一つとなっていた。

機種別でフェラーバンチャが最も多く導入された背景にも、労働力問題が影響していたと考えられる。チェーンソー伐倒手は特に高齢化が著しく、担い手の確保は大きな問題となっていた。また、フェラーバンチャは高性能機械のなかでも比較的安価であり（前出表-3）、導入が容易であった。さらに

北海道における皆伐面積の推移をみると（図-17）、当時から減少傾向にあったものの、一般民有林を中心にまだ1万ha以上が行われていた。フェラーバンチャは、皆伐作業において特に高い生産能力を発揮する。リゾート開発ブームに伴うゴルフ場造成などにもフェラーバンチャが利用されていたと考えられ、バブル経済の強い影響力をここでも読み取ることができる。

(4) 政策的条件

1980年代の終わり頃から、行政による高性能機械化推進の取り組みが本格化する。1987年策定の北海道新長期総合計画では、基本構想として「国産材時代をひらくたくましい林業」が掲げられ、国際競争力の高い木材産業、生産性の高い林業の構築が基本計画の目標として示された。この計画に基づき、1988年度から道費単独事業である「林内作業効率化総合対策事業」がスタートした。この事業により、林業関係者と学識経験者からなる林内作業効率化推進委員会が設置され、北海道における高性能林業機械化の総合的な方向づけがなされた(27)。また、高性能林業機械を用いた2種類の間伐作業システム（ハーバスタタイプおよびプロセッサタイプ）について、労働生産性と生産コストに関する実証調査が行われた(10)。

1989年には、北海道立林業試験場に機械作業科が新設された。翌1990年には同試験場に高性能機械が導入され、作業技術や施業方法に関して実証的な調査研究が進められた(6)。

高性能機械の導入に対する補助事業が増えるのもこの時期である。北海道では、1987年度実施の「林

業機械化普及推進事業」から始まり、1989年度には道費単独の「高性能林業機械導入促進事業」が実施されるなど、積極的な施策展開を行っている（表-4）。

補助の形態は、機械購入に対する直接補助（補助率1/3～4/10）、利子助成（2.65～7.0%）、無利子融資の3つに区分される。このうち、直接補助は個別の素材生産事業体に対して適用できないという制約があった。そうしたこともあってこの時期、機械の共同利用を目的とした協同組合の設立が相次いだ。1990年度末までに、3つの協同組合（日胆林業機械利用協同組合、紋別林業機械利用協同組合、釧路林業機械利用協同組合）が設立されている。1990年度末時点で、高性能機械の3割（30台）が何らか

の協同組合によって保有されている。

表-5は、補助事業を受けて導入された高性能機械の台数推移を示したものである。1988年度以前の導入台数は4台と少なかったが、1989年度に12台、1990年度は22台と急速に増加している。1990年度末時点で保有されている高性能機械の約4割（37台）が、何らかの補助事業を受けて導入されている。機種別ではフェラーバンチャが12台で最も多く、補助形態別では直接補助が50%を占め最も多い。

機械導入に対する補助事業の他にも、機械化推進に関連した施策が多数講じられている。1990～1992年度に実施された「素材生産近代化推進事業」（道費単独）では、素材生産の近代化に向けた指針について検討が行われている。また、1990年度実施

表-4 高性能林業機械の導入に対する補助事業(1987～1990年度)

事業名	実施年度	内容	実施主体	導入機械
林業機械化普及推進事業(国補)	1987～1991	利子助成(3.5%)	音威子府林産企業協同組合(1987年度)	ハーベスタ(Lokomo750H, フィンランド), スキッド(Timberjack450A, カナダ)
素材供給基地整備パイロット事業(国補)	1988	補助率1/3	幌加内製材林産協同組合	フェラーバンチャ(Timco2520, カナダ), スキッド(Timberjack450A)
基幹作業道等整備事業(国補)	1987～	補助率45/100	士別森林組合(1989年度) 豊頃地区林業協同組合(1990年度)	フェラーバンチャ(モバーク M13, アメリカ) フェラーバンチャ(TM-50, 玉置)
高性能林業機械導入促進事業(道単)	1989	補助率1/3	日胆林業機械利用協同組合 紋別林業機械利用協同組合	ハーベスタ(Valmet935, スウェーデン), フォワーダ(RMF-6WD, 及川) ハーベスタ(TOHR987S, ノルウェー), フォワーダ(NOKKA JOKER, フィンランド)
地域材流通加工システム高度化事業(国補)	1989	補助率1/3	津別地区林業協同組合	ハーベスタ(AFM60LAKO, フィンランド)
素材生産事業体質強化事業(国補)	1989～1990	利子助成(2.65%)	音威子府林産企業協同組合(1989年度) 興津組(1989年度) 旭産業(1989年度) 竹之内林業所(1990年度) 北都物産(1990年度)	フェラーバンチャ(Timco2520), スキッド(Timberjack480B) フェラーバンチャ(TM-50) プロセッサ(GP-30A) フェラーバンチャ(TM-50) フェラーバンチャ(TM-50)
同上	同上	補助率1/3	釧路林業機械利用協同組合(1990年度) 厚岸木材工業協同組合(1990年度)	フェラーバンチャ(TM-50), スキッド(ESKO82, アメリカ), プロセッサ(GP-30A, イワフジ) ハーベスタ(TM-50), スキッド(SK-30, 玉置)
国産材産地体制整備事業	1990～1997	補助率1/3	旭川地方素材生産事業協同組合(1990年度)	フェラーバンチャ(TM-40), フェラーバンチャ(Valmet992/993)
林業山村活性化林業構造改善事業(国補)	1990～	補助率4/10	津別地区林業協同組合(1990年度)	ハーベスタ(KAISERX4, スウェーデン), プロセッサ(GP-30A), スキッド(CAT518, 三菱)
林業構造改善事業(国補)	(1964～)	融資	赤坂木材(1990年度)	プロセッサ(ヴィメック TP5-40, スウェーデン)
林業改善資金	1989～	無利子融資(取得費用の80%)	2事業体(1989年度) 8事業体(1990年度)	

資料：北海道林業機械化推進協議会資料，北海道林務部資料，北海道林業施策概要より作成。

注：国補＝国費補助，道単＝道費単独補助

表一五 補助事業により導入された高性能林業機械
(1987～1990年度)

	1987	1988	1989	1990	計
計	2	2	11	22	37
(機種別)					
ハーベスタ	1		3	3	7
フォワーダ			2		2
フェラーパンチャ		1	3	8	12
スキッド	1	1	1	3	6
プロセッサ			2	8	10
(事業種別)					
直接補助		2	6	11	19
利子助成	2		4	2	8
融 資			2	9	11

資料：尾張(1995)より作成。原資料：北海道林務部資料。

の「高性能林業機械オペレータ等養成事業」では、高性能機械に対応できるオペレータの養成が取り組まれている。さらに1989年、北海道林業経営協議会内に林業機械化部会が設置され、機械化の一層の推進に向けた検討が2年間にわたって行われている(6)。

- 注1) 日本製紙旭川工場へのインタビュー(1993.10.28)による。
- 注2) 高性能林業機械化に関するシンポジウム(1991年9月27日、帯広市で開催)での三津橋産業社長の発言。
- 注3) 両社ともハーベスタとフォワーダを組み合わせた作業システムを採用している。
- 注4) 高性能機械を導入して1年以上経過した35の事業体を対象に実施され、33事業体(回収率94%)から回答を得ている。
- 注5) 「林内作業効率化対策事業」の一環として実施された。
- 注6) 千歳市内の国有林で開催された。参加メーカーは9社で、出展機械台数38台のうち高性能林業機械は19台であった。
- 注7) 日本製紙旭川工場へのインタビュー(1993.10.28)による。

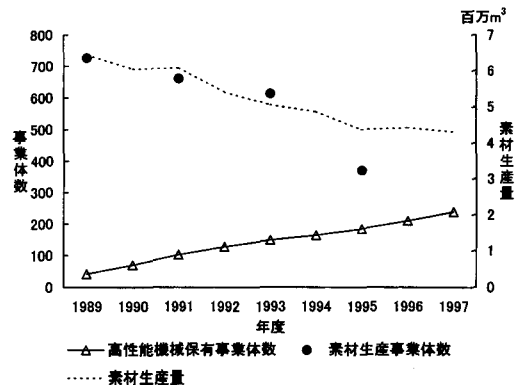
3. 安定期(1991年度～現在)

- (1) 高性能機械の導入状況

1991年以降、高性能機械の年間増加台数は減少に転じたが、その後も普及は着実に広がっている。図一八は、北海道における高性能機械保有事業体数の推移について、素材生産事業体数、素材生産量とともに示したものである。素材生産量の減少に伴い事業体数も減少傾向にあるなかで、高性能機械を保有する事業体は増加を続けており、1997年度末には238事業体に達している。この値にはグラブソールのみ保有する事業体も含まれているが、高性能機械の導入が採算的に難しいであろう年間事業量5,000m³未満層が全体の54%を占める(12)ことから、事業規模の比較的大きな事業体の間には高性能機械がかなりの程度浸透しているものと推察される。

ただ、1991年を境として高性能機械の導入形態に変化が生じている。1990年度においては、高性能機械保有台数が前年度に比べ46台増加しているのに対し、機械保有事業体数は28事業体の増加にとどまっている(図一十九)。これは、高性能機械を複数導入する事業体が多かったことを意味する。一方、1991年度から1993年度の3年間は、保有台数の増加と保有事業体数の増加がほぼ一致しており、高性能機械の単体導入がほとんどを占めていたと考えられる。

さらに、各年度に高性能機械を導入した事業体の数を全機械化、半機械化の作業システム別にみると(図二十)、1990年度以前は全機械化作業システムを採用した事業体の一部にみられていたのに対し



図一八 北海道における高性能林業機械保有事業体数の推移

資料：北海道林業統計、北海道水産林務部資料より作成。
注1) 保有される高性能林業機械にはグラブソールを含む
注2) 1995年度の素材生産事業体数は1989～1993年度と調査方法が異なるため、単純な比較はできない。

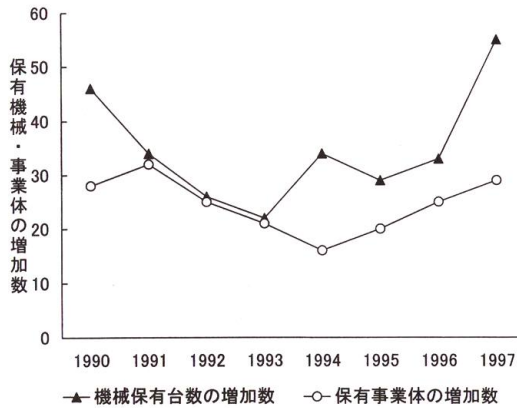


図-19 高性能林業機械の年間増加台数および保有事業体増加数の推移 (北海道)

資料：図-18に同じ。
注：保有される高性能林業機械にはグラップルソーを含む

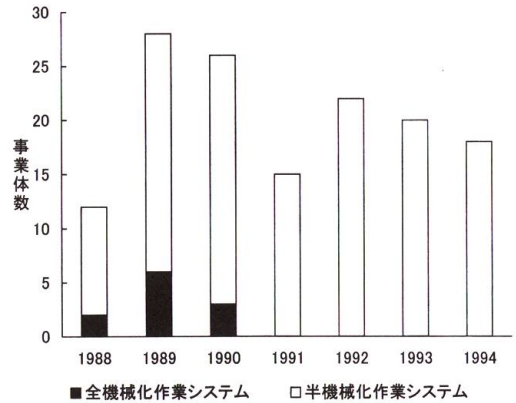


図-20 北海道における高性能林業機械導入事業体数の作業システム別推移

資料：嶋瀬 (1997) より作成。

て、1991年度以降は全ての事業体が半機械化作業システム (一部の工程を高性能機械により処理する作業システム) を採用するようになっている (38)。

先に述べたように、1991年度以降に導入された高性能機械は、プロセッサとハーベスタが大多数を占めている。両機種に共通するのは、土場での枝払い、玉切り作業に適用可能な点である。このため、ほとんどの事業体はプロセッサやハーベスタを単体で導入し、それを造材工程でのみ使用する半機械化作業システムを採用していると考えられる。

なお、1994年度以降は、機械保有台数の増加が保有事業体数の増加をかなり上回っている。しかしこの間、集材用の高性能機械 (スキッドおよびフォワード) がほとんど導入されていない。このため、事業体が採用したのは全機械化システムではなく、半機械化システムの作業セットを複数導入したものと推察される。

導入事業体の生産規模についてみると、北海道における素材生産事業体の年間事業量が平均約7,000m³であるのに対して、高性能機械を保有する事業体は12,800m³と大きくなっている (38)。また、1997年度時点で高性能機械を保有する事業体のうち、6割以上は年間事業量が10,000m³以上であり (図-21)、やはり規模の大きな事業体が高性能機械を保有するケースが多い (19)。作業システム別では (図-22)、年間事業量20,000m³以上の大規模事業体が全機械化作業システムを導入する一方で、

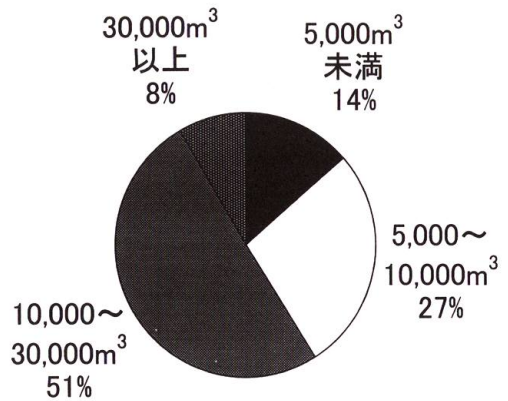


図-21 高性能林業機械保有事業体数の生産規模別比率 (1997年度)

資料：駒木 (1999) より作成。
注) 1997年度に高性能林業機械を保有する213事業体に対して行われたアンケート調査による。有効回答事業体数は80 (有効回答率38%)。

10,000m³未満の中小規模事業体がプロセッサ単体の半機械化作業システムを導入する傾向がある (31)。年間事業量の平均は、全機械化が27,000m³、半機械化が11,000m³となっており (38)、高性能機械はこの時期、年間事業量10,000m³前後の事業体にとりわけ普及していったものと推察される。

高性能機械の導入目的については、労働力不足への対応が主になりつつある。図-23は、高性能機械を保有する事業体の導入目的を、導入年度別に比較したものである (38)。これによれば、1988年度

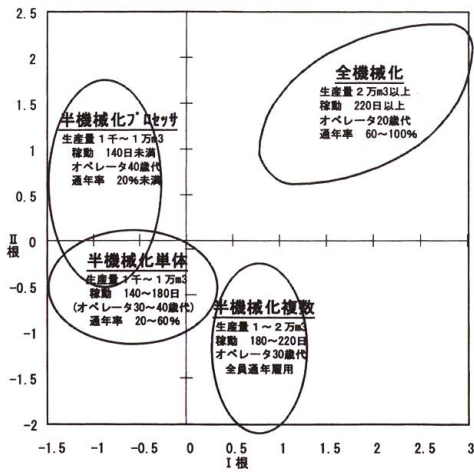


図-22 数量化理論3類による高性能林業機械保有事業体の類型化
資料：尾張ら（1995）より引用。

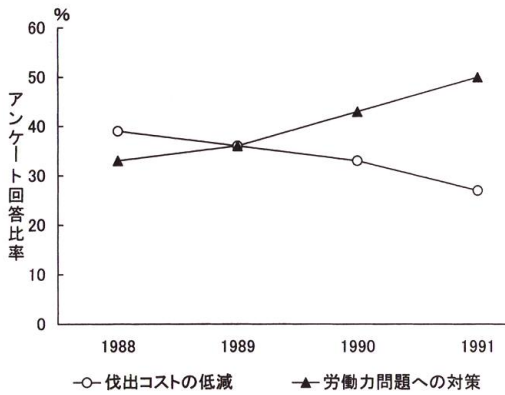


図-23 高性能林業機械の導入目的の推移
資料：嶋瀬（1997）より作成。

時点では「伐出コストの低減」を目的に導入した事業体が多かったのに対して、1990年度以降は「労働力問題への対策」を挙げた事業体の方が多くなっている。また、最近の調査結果(19)によれば、導入の目的として「人手不足を補う」や「作業効率の向上」を挙げる回答が多かったのに対し、「コストを下げる」としたのは、年間事業量30,000m³以上の大規模事業体が多かったものの、全体としては前二者ほど多くはない(図-24)。

一方、導入された高性能機械の多くは、稼働率

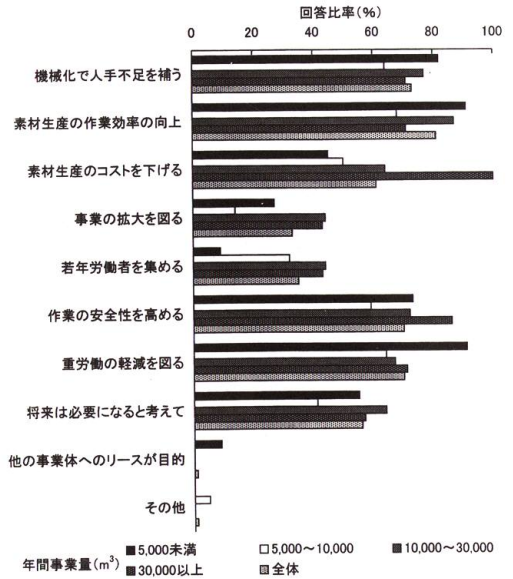


図-24 高性能林業機械の導入目的（1997年度、生産規模別）
資料：図-21に同じ。

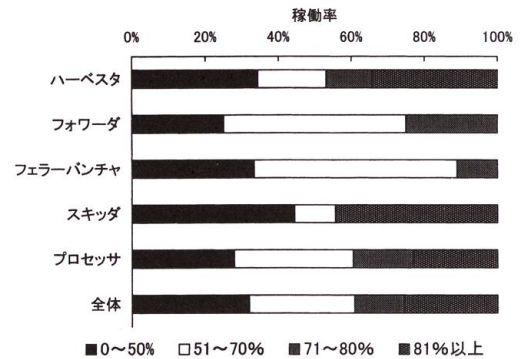


図-25 高性能林業機械の稼働率（1997年度）
資料：図-21に同じ。
注）稼働率＝高性能機械の実働日数／年間事業日数。

が低い状態にある。1996年度における高性能機械の稼働率（年間の事業日数に占める高性能機械の実働日数）をみると(図-25)、6割以上の機械が稼働率70%以下となっており、稼働率50%以下の機械も36%を占める(19)。機種別では、フェアラバンチャの稼働率が最も低く、89%の機械が稼働率7割以下となっている。また、高性能機械導入後の生産コスト増減状況についてみると(図-26)、コスト減に

つながったとする事業体は全体の53%にとどまっている(19)。

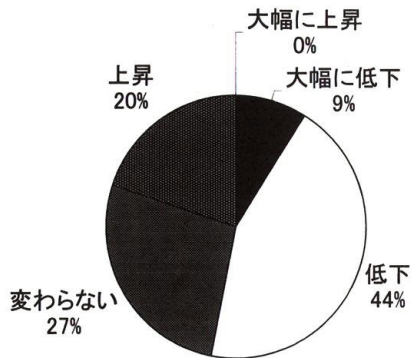


図-26 高性能林業機械の導入による生産コストの増減状況(1997年度)

資料：図-21に同じ。

(2) 技術的条件

高性能機械の普及とともに、利用する上での様々な問題点が浮上してきた。こうした認識の広がりには、高性能機械の導入を躊躇させる要因の一つになったと考えられる。

1992年実施のアンケート調査結果(注1)によれば、高性能機械導入上の問題点として次の点が挙げられている；①事業量の減少・分散化，②高性能機械そのものの技術的限界(地形対応，採材性能，広葉樹や大径材の処理)，③路網密度・規格が不十分，④補助率が低い，⑤オペレータの養成に時間を要する。

また、生産規模が大きい(年間事業量20,000m³以上)にもかかわらず高性能機械を導入しない素材生産事業体に対して、導入しない理由について尋ねたところ(31)，主に次の点が挙げられた；①傾斜対応が十分でない，②現状の施業方法が高性能機械作業に適していない，③事業量を安定的に確保できる見通しが立たない，④路網の整備が不十分である，⑤作業ロットが小さく移動負担が大きい，⑤機械の価格が高すぎる。

さらに最近の調査によれば(19)，高性能機械導入上の問題点として「事業量の確保が困難」を挙げた事業体が58%で最も多かった(図-27)。この他にも、「稼働可能な作業現場の確保が困難」(51%)、「伐採ロットが小さい」(38%)、「機械の購入資金が

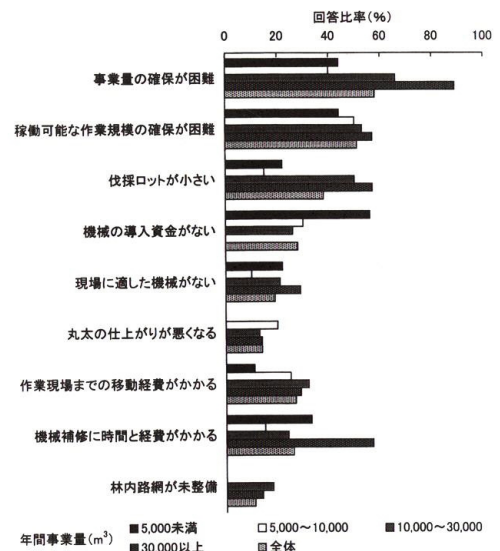


図-27 高性能林業機械導入上の問題点(1997年度)

資料：図-21に同じ。

ない」(28%)、「作業現場までの移動経費がかかる」(27%)、「機械補修に時間と経費がかかる」(26%)といった結果になっている。

上に示したような問題が生じる原因の一つは、高性能機械の技術的制約，すなわち機械を適用できる事業が限定されてしまうことにある。図-28は、高性能機械を適用可能な事業の比率について示したものである(13)。天然林事業については、択伐、皆伐とも全体の1割程度にしか適用することができ

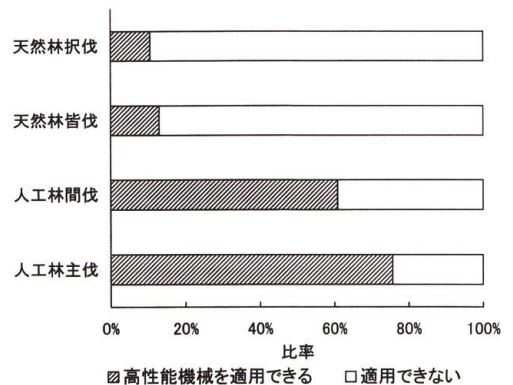


図-28 高性能林業機械を適用可能な事業の比率

資料：北海道造林協会(1997)より作成。

注) アンケート調査に回答のあった205事業体の集計値。

ない。人工林事業については間伐が約6割、皆伐ではほぼ8割と比率は高いものの、全ての事業に適用できるわけではないことがわかる。

導入機種がプロセッサとハーベスタに集中するようになったのも、両機種がより多くの事業に適用可能なためと考えられる。フェラーバンチャやスキッド、フォワーダは、いずれも林内での作業に用いられる高性能機械である。しかし、事業地が急傾斜である場合、これらの機械は使用できない。一方、プロセッサは土場での枝払い、玉切り作業に用いられるものであり、地形の制約を受けることはない。ハーベスタも、土場でプロセッサとして用いることができる。さらに、枝払い工程は素材生産作業のなかで最も作業時間を要する部分であり、これを省力化できることは事業体にとって大きなメリットとなる。素材生産事業体は一般に、高性能機械作業に適した事業地だけを選んで事業を行うことは許されないため、汎用性が高い機種のみを導入可能であると推察される。

一方、天然林においては、高性能機械による作業が森林環境に悪影響を及ぼす危険性も指摘されている。大里らは北海道の天然林を対象に、フェラーバンチャ（Timberco2520）とグラップルスキッド（Timberjack480B）による材積伐採率54%の択伐作業および全木集材作業が林地、残存木、天然更新、植生などに与える影響について継続調査を行った。その結果、次の諸点が明らかとなった（30）；①残存木本数の54%に何らかの損傷が生じ、地表面積の56%が攪乱された。②小径木は致命的損傷となる確率が高く、中・大径木では部分的損傷にとどまることが多い。③伐採木からの距離が近いほど損傷を受ける確率が高い。④伐採4年後に健全な状態にある樹木は伐採前の蓄積の14%に過ぎず、30%は枯死したか衰弱した状態にある。⑤伐出に伴う地表攪乱は、ダケカンパの更新には効果が期待されるが、針葉樹の後継木確保のためには不十分である。調査対象となった幾寅営林署（現上川南部森林管理署）ではこの調査結果を受け、1997年度から管内の天然林択伐事業においてフェラーバンチャの使用を自粛する決定を下した（注2）。このフェラーバンチャは現在、一般民有林の皆伐事業において主に使用されている（注3）。

(3) 経営的条件

1991年頃から、紙パルプ大手企業が高性能機械

の推進に対して徐々に消極的になっていく。この原因は、バブル経済の崩壊にあるものと考えられる。1990年秋以降、紙パルプ産業の株価は一気に暴落し、株価指数は1990年9月に月別最高値が2,000を割った（前出図-15）。翌1991年1月には1410.59、1993年1月には938.44と、わずか2年半でピーク時の半以下になっている。

また、景気の後退は消費を冷や込ませ、木材需要も大きく減少した。1991年度には1,300万 m^3 /年を割り、1993年度には1,120万 m^3 /年となっている（前出図-2）。一方で、円高はその後進行した（前出図-14）。1990年12月には1ドル135円であったのが、125円（1991年12月）、119円（1992年12月）、111円（1993年12月）と次第に上昇し、1994年6月にはついに100円を下回る値をつけている。

このような経営環境の悪化と円高のさらなる進行は、紙パルプ企業の目を一層海外へと向けさせた。各社は海外植林にも力を入れるなどして、海外からの原料安定確保を目指した。その結果、木材供給に占める外材依存率はさらに上昇し、1995年度には6割を超えるまでになっている（前出図-2）。国内においては、製材背板チップや古紙の利用率を高める一方で、高性能機械化に関する取り組みは、投資効率（45）の面から縮小させる傾向にある。山陽国策パルプにおいても、経営環境の変化から1991年度に特別機械融資制度を凍結している（注4）。

素材生産業にとっても、不況は経営に大きな打撃を与え、高性能機械への積極的な投資を難しくしている。需要不振と外材流入の増加により林業生産活動は停滞し、年間森林伐採量はさらに減少を続けた。1995年度には500万 m^3 を割り（485.9万 m^3 ）、1997年度に446.8万 m^3 となっている（前出図-3）。また、それまで上向きに推移していた素材価格も、1991年度以後は下落ないしは横ばいとなっている（前出図-6）。一方で労働賃金は漸増傾向で推移した結果、素材生産業の事業採算性は悪化しているものと考えられる。

一方で、林業労働力の減少・高齢化はさらに進行しており、高性能機械の導入による生産性向上を避けられないものになっている。1993年度における北海道の林業労働者数は5,990人で、1990年度からさらに20%以上減少している。さらに、50歳以上の高齢労働者が7割を超えている（前出図-16）。1995年度の林業労働者数は5,521人であり、この年つい

に60歳以上の労働者数が年齢階別で最多となった。

(4) 政策的条件

機械化の気運が全国的にも高まりを見せた1991年、森林法の一部改正が行われた。このなかで、全国森林計画に「森林施業の合理化に関する事項」、地域森林計画に「森林施業の共同化その他森林施業の合理化に関する事項」、市町村森林整備計画に「機械の導入の促進に関する事項」が新たに追加された。これを受けて同年9月、「高性能林業機械化促進基本方針」が農林水産大臣により策定された。これによって、高性能機械化の推進は林業政策における大きな柱の一つとしてその裏づけがなされた(26)。

この基本方針の趣旨は、「わが国の急峻な地形や樹種等に適した伐出用および育林用の高性能林業機械を中心とした新たな作業システムの確立およびその普及定着を図ることにより、林業生産性の向上と労働強度の軽減等を進め、もって林業経営の改善に資すること」となっている。そして、高性能機械作業システムの目標、高性能機械開発指針、高性能機械作業システム導入指針についてそれぞれ定めている。また21世紀初頭(2004年度)に向け、高性能機械作業システムの目標を事業規模別、作業条件別にそれぞれ定めている。このなかで、王子製紙の作業システムは大規模専業型・緩斜地の目標タイプ2(ハーベスタによる伐倒・造材およびフォワーダによる集材)として、三津橋産業の作業システムは同じく目標タイプ1(フェラーバンチャによる伐倒、スキッドによる全木集材およびおよびプロセッサによる造材)として、それぞれ採用されている(26)。

一方、北海道独自の基本方針策定に関しても検討が行われている。先に述べた北海道林業経営協議会・林業機械化部会での検討の過程で、機械の開発・改良など将来を見据え、総合的に検討する産学官一体となった組織づくりを進め、そこでの検討成果をもとに普及・指導していくべきとの提言が出された。これを受け、1992年6月に北海道林業機械化推進協議会が設置された。この協議会において、林業機械の開発改良、林業機械作業マニュアルの作成などが3年間にわたって議論されている。

同じく1992年度には、北海道林業機械化推進協議会のなかに機械化方針策定部会と林業機械開発・改良部会の2つの部会が設置され、北海道の機械化の進むべき基本的な方向が検討された。そして1993年3月、報告書「北海道の高性能林業機械化の促進

に向けて」が提出された(5)。この報告書を受けて、北海道林務部内で検討が重ねられ、1993年5月に北海道の高性能機械化の基本的な指針・目標となる「北海道高性能林業機械化基本方針」が策定された(9)。

このなかで、2004年を展望した高性能機械作業システムの目標が定められている(表-6)。これによれば、人工林と天然林のそれぞれについて、高性能機械型(全機械化システム)、準高性能機械型(半機械化システム)、改良在来型の3つの作業システムが示されている。各作業システムタイプの目標生産性(1人1日当たり)は、高性能機械型が13.1m³、準高性能機械型が8.8m³、改良在来型が5.0m³となっている。方針策定時の労働生産性4.7m³に対して、2004年度までに全体で9.3m³とすることが目標とされている。

同基本方針ではさらに、「高性能林業機械開発指針」と「高性能林業機械作業システム導入指針」を定めている。「高性能林業機械開発指針」には、伐出用・育林用とも、わが国の地形条件や樹種に適合した機械の開発指針が示されている。また、「高性能林業機械作業システム導入指針」には、①地域における高性能林業機械作業システムの導入目標の明確化、②機械の共同利用やレンタル・リースなど利用組織の整備、③路網の整備、④オペレータの養成、⑤普及・指導体制の整備、の5点について、各々の指針が示されている。

この基本方針をふまえ、北海道ではこれまで多数の機械化推進関連施策が講じられてきた(表-7)。施策内容は主に、①機械導入に対する補助、②オペレータの養成、③各種協議会等の開催などが挙げられる。なかでも、補助事業は高性能機械の普及に大きく影響を及ぼしたと考えられる。直接補助や無利子融資など、何らかの補助を受けて導入された高性能機械は、1998年度末時点で全体の約4割、140台(注5)となっている。

さらに近年では、高性能機械の効率的利用を進めるため、機械のリース・レンタル事業の推進に向けた取り組みがみられている。

1996年5月24日に施行されたいわゆる林野三法の一つ、「林業労働力の確保の促進に関する法律」において、各都道府県に林業労働力確保支援センターが設立されることとなった。このセンターの主要な業務の一つとして、「高性能林業機械のリース・

表一 北海道における高性能林業機械作業システムの目標

区 分		作 業 シ ス テ ム				生産性 (m ³ /人・日)	シェア (%)	
		伐 倒	集 材	造 材	巻 立 て			
現在	在来型	人工林タイプ	チェーンソー	トラクタ(全幹)	チェーンソー	ログローダ	4.0	
		天然林タイプ	チェーンソー	トラクタ(全幹)	チェーンソー	ログローダ	6.1	
将来 (2004年)	高性能機械型	人工林タイプ	①	ハーベスタ	フォワーダ(短幹)	ハーベスタ	フォワーダ	17.1
			②	フェラーパンチャ	スキッド(全木)	プロセッサ	プロセッサ	14.3
			③	チェーンソー	タワーヤード(全木)	プロセッサ	プロセッサ	9.7
		天然林タイプ	④	フェラーパンチャ	スキッド(全木)	プロセッサ	プロセッサ	22.2
			⑤	フェラーパンチャ	スキッド(全木)	デリマ	グラップル	20.3
			⑥	チェーンソー	トラクタ(全幹)	ハーベスタ	ハーベスタ	13.0
	準高性能機械型	人工林タイプ	⑦	チェーンソー	トラクタ(全木)	ハーベスタ	ハーベスタ	8.8
			⑧	ハーベスタ	トラクタ(短幹)	ハーベスタ	グラップル	7.7
			⑨	フェラーパンチャ	トラクタ(全木)	プロセッサ	プロセッサ	11.6
			⑩	チェーンソー	トラクタ(全木)	プロセッサ	プロセッサ	8.8
			⑪	フェラーパンチャ	トラクタ(全木)	チェーンソー	クラップル	6.5
			⑫	チェーンソー	タワーヤード(全幹)	チェーンソー	グラップル	4.9
		天然林タイプ	⑬	ハーベスタ	スキッド(全幹)	チェーンソー	グラップル	13.4
			⑭	フェラーパンチャ	トラクタ(全木)	チェーンソー	グラップル	9.4
			⑮	チェーンソー	スキッド(全幹)	チェーンソー	グラップル	9.3
在来改良型	人工林タイプ	チェーンソー	トラクタ(全幹)	チェーンソー	ログローダ	4.2		
	天然林タイプ	チェーンソー	トラクタ(全幹)	チェーンソー	ログローダ	6.4		

資料：北海道林務部(1993)より引用。

注)機種名に下線のあるものは、工程を連続して行う。

表一 北海道における高性能林業機械化関連施策(1991~1997年度)

事 業 名	実 施 年 度						
	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
林業機械化普及推進事業	○						
林内作業効率化対策事業							
素材生産業近代化推進事業	○	○					
高性能林業機械オペレータ養成等推進事業	○	○	○	○	○		
林業事業体体質強化対策事業	○	○	○	○	○	○	
基幹作業道等整備事業	○	○	○	○	○	○	
林業構造改善対策事業	○		○	○	○	○	○
高性能林業機械化促進対策事業		○	○	○			
素材生産業経営近代化事業			○	○	○		
地域林業担い手確保対策事業			○	○	○	○	
高性能林業機械システムアドバイザー養成事業					○		
国産材産地体制整備事業					○		
林業機械技術者確保事業					○	○	
林業機械作業担い手啓発事業					○	○	
林業整備対策事業(高能率機械導入事業)					○	○	
新作業システムオペレータ育成事業							○
新作業システムオペレータ活用事業							○
木材流通合理化特別対策事業						○	○
林業機械作業担い手確保事業							○
北海道林業体力アップ事業							○
流域総合間伐対策事業(高能率機械導入事業)							○
高性能林業機械リースレンタル制度導入検討調査事業							○

資料：北海道林業施策概要より作成。

レンタル事業(法第12条第4号)」が挙げられている。北海道でもこの法律を受けて、北海道森林整備担い手支援センターが設立されている。

同センターでは、高性能機械のリース・レンタル制度導入に向け、素材生産事業者の意向調査を実施するなど検討を進めてきた。その結果、北海道ではセンターが自ら高性能機械を保有して直接リース・レンタルを行うのではなく、遊休機械などの情報収集・発信を行うことで、既に導入されている機械を有効に活用できるように調整していくという方向性が示されている(13)。

注1) 北海道林業機械化推進協議会が1991年度までに高性能機械を導入した81事業者を対象に実施した。回答事業者数は61(回答率75%)。

注2) 幾寅営林署へのインタビュー(1997.9.18)による。

注3) 三津橋産業へのインタビュー(1998.6.12)による。

注4) 日本製紙旭川工場へのインタビュー(1993.10.28)による。

注5) 北海道水産林務部調べによる。

Ⅳ. 考 察

北海道の高性能機械化は、一部の素材生産事業者が外国製機械を輸入することから始まった。1988年頃からは紙パルプ企業など大規模事業者が、コスト低減を主な目的に全機械化作業システムの導入を進めた。さらに国産機械が登場した1989年以降は、半機械化作業システムが中小規模の事業者を中心に普及した。しかし1991年以降、全機械化作業システムの導入はみられなくなり、半機械化作業システムのみが採用されるようになった。これと同時に、労働力問題対策として高性能機械を導入する事業者が増えていった。

黎明期においては、欧米における機械化の進展が高性能機械の導入を可能にした。しかし、素材生産事業者の間で、高性能機械に対する認知はまだ十分進んでいなかった(技術的条件)。事業対象の質的变化、すなわち人工林間伐事業の増大や、素材価格の低迷と労働賃金の高騰に伴う採算性の悪化は、素材生産事業者に労働生産性を向上させる必然性を付与した(経営的条件)。一方、行政による機械化

推進の取り組みは、この当時まだ本格化していない(政策的条件)。

拡大期においては、欧米の林業視察や機械展示会の開催が、高性能機械に対する認知を急速に広げた。さらに、安価な国産機械の登場が高性能機械の普及に拍車をかけた(技術的条件)。高性能機械化の推進においてリーダーシップを発揮したのは、紙パルプ産業の大手企業であった。彼らにそうした行動をとらせたのは、外材への過度の依存に対する不安感とともに、当時の経済情勢、円高の進行とバブル経済による好景気であった。中小の素材生産事業者もまた、外材依存率の上昇や林業労働力の減少・高齢化に対する危機感から、高性能機械の導入を進めた(経営的条件)。このとき、行政は補助事業をはじめとする機械化推進施策を積極的に講じることで、高性能機械の導入を支援した(政策的条件)。

安定期においては、高性能機械の問題点に対する認知が事業者の間に広まっていった。その結果、事業者は高性能機械導入の是非および機種選択について慎重に考えるようになった(技術的条件)。バブル経済の崩壊に伴う景気の後退と円高のさらなる進行は、紙パルプ企業に原料の海外依存を一層強めさせ、結果として高性能機械化に対する関心を急速に失わせることにつながった。素材生産業においては、不況による木材需要の減少と素材価格の低迷によって採算性が悪化し、高性能機械への投資が経営的に厳しいものとなった。一方で、林業労働力の減少・高齢化がさらに深刻化し、高性能機械を導入せざるを得ない状況に追い込まれた(経営的条件)。行政は高性能機械化推進に向けた基本方針を打ち出し、補助事業やオペレータ養成など多数の推進施策を講じた。これらが結果的には、高性能機械の普及を下支えするかたちとなった(政策的条件)。

高性能機械の普及過程において、各条件がいかなる状態にあったかを示したのが表-8である。拡大期の3年間は、全ての条件、なかでも技術的と経営的の両条件が、高性能機械を導入するのに良好であったと考えられる。一方、黎明期においては、政策的条件がまだ十分高性能機械化に対応していなかった。また、安定期においては技術的条件が普及を停滞させたと考えられる。各時期における技術的、経営的、政策的条件の状態により、高性能機械化の展開は大きく左右されることが、以上の分析からうかがえる。

表-8 高性能林業機械の普及に対する各条件の影響度

時期区分	技術的条件	経営的条件	政策的条件
黎明期(1982~1987年度)	+	+	0
拡大期(1988~1990年度)	++	++	+
安定期(1991年度~現在)	0	+	++

注) ++：非常に強い，+：やや強い，0：影響なし。

北海道における高性能機械の普及過程を通して見たとき、特に注目すべき点は次の3つである。

第一に、北海道の高性能機械化が、行政主導ではなく素材生産事業体の自主的取り組みから始まった点である。当初は円の価値も低く、実績もない高性能機械の採用は大きな経営リスクを伴うものであった。遠藤林業をはじめ、リスクを承知で新技術を導入する革新的な(20)事業体が存在したからこそ、高性能機械化はスタートを切ることができた。民間サイドからこうした行動が起きなければ、行政が高性能機械化の推進に乗り出すこともなかったであろう。このことは、技術革新において導入主体が能動的に行動することの重要性を示すとともに、現状追従的になりがちな林業政策の限界をも表すものである。

第二に、景気動向や為替変動といったその時々々の経済情勢が、高性能機械の普及に強く影響を及ぼしている点である。北海道に高性能機械が急速に普及したのは、ひとつに紙パルプ企業による積極的な機械化推進によるところが大きい。先に述べたように、彼らが高性能機械に目を向けるきっかけとなったのは、バブル景気と円高という当時の経済情勢であった。もしバブルの崩壊があつたと数年早かったならば、高性能機械の普及はかなり遅れることになったであろう。戦後北海道でのチェーンソーとトラクタ、また九州における高性能機械は、いずれも台風という自然災害を契機に普及が本格化した。北海道での高性能機械に関しては、そうした自然的偶然がなかったかわりに、経済的偶然が普及を拡大させたといえる。わが国において森林作業技術が不連続進化を遂げるためには、常に何らかの偶然的事象が必要であるとも考えられる。

第三に、高性能機械化が素材生産業内部での取り組みに終始しており、森林所有サイドや木材加工サイドの対応が概して消極的であった点である。もともと素材生産業における事業展開は、事業供給元である森林所有サイドや、顧客である木材加工サイドの意向に強く規定される。そのため、生産サイド

だけでの取り組みには自ずと限界がある。事業量確保の問題がいまだに解決しないのも、所有サイドや加工サイドが事業の取りまとめを積極的に行わないことが大きな原因である。

しかし、所有、加工の両サイドにとっては、それぞれ自らの経営的問題を高性能機械化以外の方法によって解決できる状況にある。そのため、あえて生産サイドの問題に関わる必然性はないというのが実状である。一時期は機械化に積極的であった紙パルプ企業も、パブル崩壊後に原料の海外依存度をさらに進めたことで、国内からの原料調達を効率化する必要性は薄れている。製材業も同様で、原木を道産材にこだわらずとも、外材比率を高めることにより十分対応できた。国有林や道有林においては、素材販売を縮小・廃止し立木販売を中心に据えることにより、生産に伴う経営リスクから手を引いた結果、素材生産作業の効率化に対して真剣に取り組む必然性がなくなってきている。いずれの立場も厳しい経営を強いられており、高性能機械化に対して積極的に関わることを期待するのは難しいであろう。

次に、技術的、経営的、政策的の各条件に関する今後の見通しであるが、まず技術的条件に関して、現在の高性能機械が持つ適用上の限界を短期間で克服することは難しいと思われる。急傾斜地(15°以上)や広葉樹収穫に対応したハーベスタなどの開発が期待されるが、林業機械の市場規模が小さいわが国では、研究開発費用の確保もままならない。新たな技術開発には長期間を要すると考えられ、現状の技術水準で何ができるかを考えるのが現実的である。

経営的条件については、北海道の素材生産業が今後ますます厳しい経営を強いられるであろう。1997年の消費税率改定を契機とした住宅着工戸数の減少、北海道拓殖銀行の経営破綻(1997年11月17日)に伴って相次いだ道内木材関連企業の倒産、1998年のアジア経済危機に端を発したカラマツ材需要の低迷など、最近起こった出来事をもみても、経営的にはマイナス材料ばかりである。

さらに、紙パルプ企業のなかには、最近の需要

低迷と製品単価下落に伴う業績悪化により、パルプ材の購入を縮小しようとする動きがみられている。日本製紙釧路工場では、合理化策として古紙の利用率を増やす一方、道産丸太材の使用を2000年6月末で停止することを明らかにした(注1)。これは、リサイクル意識の高まりに配慮すると同時に、コスト削減を図ることを狙いとしている。

また、国有林が森林管理の方針を再び大きく転換させたことで、伐採量の減少は避けられない見通しとなっている。国有林が1999年1月に策定した管理経営基本計画では、それまで国有林全体の5割を占めていた木材生産機能の発揮を第一とする森林を、「資源の循環利用林」として2割に縮小した。そして、山地災害の防止や水源涵養等の機能を第一とする森林を「水土保全林」、森林生態系の保全や保健文化等の機能を第一とする森林を「森林と人との共生林」に区分し、これらをいわゆる公益林として8割に拡大している(注2)。

素材生産事業体にとっては、事業量、素材の取崩とも確保がさらに難しくなることが予想される。こうした情勢の下では、高性能機械への設備投資も躊躇せざるを得ない。一方で、雇用労働者の高齢化はさらに深刻となる。林業生産活動を今後も維持しようとするならば、高性能機械化をさらに進めることがどうしても必要である。

政策的条件については、今後も高性能機械化の推進施策は継続されるであろう。1998年に策定された第3次北海道長期総合計画でも、高性能機械の導入促進が施策として掲げられている。しかし、北海道行政も税収減による財政問題を抱えており、事業規模の縮小などが予想される。1999年度からは、機械化の推進を担当する行政組織も縮小されている。北海道立林業試験場の機械科は経営科に統合された。また、北海道水産林務部の機械化推進係が廃止され、現在は主査1人で機械化推進業務にあっている。

最後に、以上の考察をふまえつつ、北海道における高性能機械化の今後の展開方向について考えてみたい。

Ⅲ章3節でみてきたように、北海道では高性能機械が既に多くの事業体によって保有されている。こうして普及が広がることは、同時に、高性能機械をさらに導入する余地が狭まっていることをも意味する。行政はこれまで、補助事業をはじめとする機

械化推進施策を積極的に展開することにより、高性能機械の普及を促してきた。しかし今後は、そうした取り組みの効果も小さくなる可能性が高い。さらなる導入の促進は、高性能機械を過剰に普及させることになりかねない。

今後は高性能機械化の質的側面、すなわち導入された機械を効率的に利用していくことが、ますます重要になるものと考えられる。そのためには、高性能機械作業に適した事業を大量かつ安定的に確保できるようなシステムの構築が必要となる。

北欧諸国では、森林所有者協会や木材産業界が事業を取りまとめ、特定のコントラクタ(伐出請負業者)に集中配分することで効率的な機械利用を実現している(32)。しかし北海道において、所有サイドや加工サイドにそうした役割を期待するのは現実的でない。やはり、素材生産業が主体的に取り組まなければならない課題である。

過去における高性能機械の導入状況を見ると、素材生産事業体の個別対応として進められることが大多数であった。このため、事業体各々の生産規模により、高性能機械の事業量も決まっていた。事業体単独で確保できる事業量には限りがある。この「事業体」という枠を超えられなかったことが、高性能機械の効率的利用を妨げてきたといえる。

一方、高性能機械を共同で利用し、利用の効率化を図ろうとする取り組みも行われてきた。しかし多くの場合、共同利用組織内で各機械を主に利用する事業体が決まっている。これは、機械の管理責任上、各機械とも利用する事業体をほぼ固定せざるを得ないためである。高性能機械の事業量は結局のところ、それを主に利用する事業体の生産規模により決まってしまう。

北海道の高性能機械化はこれまで、従来からある素材生産業の構造を前提条件に展開してきたといえる。しかし今後は、高性能機械を効率的に利用できるように、素材生産業の構造そのものを再編成していくことが必要である。そのためにも、M&A(企業の合併・買収)や戦略的提携といった動きが業界内部から起きなければならない。

業界再編といっても、現実にはそう簡単なことではない。しかし、北海道の素材生産業は黙っていても自然淘汰が進んでいかにざるを得ない状況にある。このまま成り行きにまかせるのではなく、協業化の可能性を模索し高性能機械の有効利用を図るこ

とが、素材生産業の進むべき方向であると考える。

注1) 北海道新聞1999年3月25日付。

注2) 国有林管理経営基本計画, 1999年1月, 12pp.

謝 辞

本研究で引用した資料の多くは、北海道水産林務部職員各位、北海道大学農学部演習林の湊克之・元助教、東京大学農学部演習林の仁多見俊夫助教のご協力により、はじめて収集することができた。また、森林総合研究所の嶋瀬拓也氏、同北海道支所の駒木貴彰氏の研究からは、北海道の高性能林業機械化に関して数々の貴重な知見をいただいた。さらに、著者が所属する森林管理保全学講座の和孝雄教授、小鹿勝利助教、藤田恵美子事務職員には、本研究をまとめるにあたって多大なご支援を賜った。ここに記して心よりお礼申し上げる。

なお、本研究の一部は文部省科学研究費補助金奨励研究(A) (課題番号10760088) に拠った。

引用文献

- (1) Drushka, K. and Kontinen, H. (1997): Tracks in the forest. 254pp, Timberjack Group Oy, Helsinki.
- (2) 速水 亨・金田康嗣・山口信幸・料所俊文・真下正樹 (1991): 機械化林業への取組み. 182pp, 全国林業改良普及協会, 東京.
- (3) 北海道林業改良普及協会 (1989): 北海道林業の機械化をめざして—カナダ・北欧の林業を視察して—. 175pp, 北海道林業改良普及協会, 札幌.
- (4) 北海道林業機械化協会 (1978): フェラーバンチャ (林内作業車) の作業実験結果. 機械化林業 292, 15-31.
- (5) 北海道林業機械化推進協議会 (1993): 北海道の高性能林業機械化の促進に向けて. 17pp.
- (6) 北海道林業機械化推進協議会監修 (1995): 北海道の高性能林業機械化ガイドブッカー機械化を目指す人のために—. 北海道林業機械化協会, 167pp, 札幌.
- (7) 北海道林道協会 (1990): 北海道民有林林道の軌跡—協会創立40周年記念誌—. 462pp.
- (8) 北海道林務部 (1988): 高能率森林施業システム開発普及推進事業報告書. 58pp.
- (9) 北海道林務部 (1993): 北海道高性能林業機械化基本方針—北海道の高性能林業機械化に向けて—. 36pp.
- (10) 北海道林務部森林整備課 (1990): 林内作業効率化対策事業報告書. 120pp.
- (11) 北海道山林史戦後編編集者会議編 (1983): 北海道山林史戦後編. 1421pp, 北海道林業会館, 札幌.
- (12) 北海道水産林務部 (1998): 北海道の林産業 (平成9年版). 北海道木材林産協同組合連合会, 378pp.
- (13) 北海道造林協会 (1997): 高性能林業機械リース・レンタル制度導入検討調査報告書. 23pp.
- (14) 伊藤暢夫 (1980): スウェーデン林業機械シンポジウムの概要. 機械化林業 316, 56-61.
- (15) 上飯坂實 (訳) (1974): ワーナー・スアセイ FB-522 フェラー・バンチャ. 機械化林業 243, 18-21.
- (16) 加藤誠平 (1967): サムセット教授の「不連続進化の法則」についての解説(後). 機械化林業 162, 1-11.
- (17) 木幡靖夫 (1986): 間伐用多功処理機の作業工程. 日林北支論 35, 49-51.
- (18) 木幡靖夫 (1999): 高性能林業機械による間伐作業. 北海道カラマツ・トドマツ等人工林材対策協議会季報 94, 1-39.
- (19) 駒木貴彰 (1999): 北海道における高性能林業機械の導入実態と課題. 林業経済研究 45, 69-74.
- (20) Kotler, P. (1996): マーケティングマネジメント (第7版). 634pp, プレジデント社, 東京.
- (21) 南方康 (1981): カナダ・ヨーロッパの伐出作業 (3). 機械化林業 332, 51-59.
- (22) 南方康 (1981): カナダ・ヨーロッパの伐出作業 (4). 機械化林業 333, 49-60.
- (23) 南方康 (1981): カナダ・ヨーロッパの伐出作業 (5). 機械化林業 334, 50-60.
- (24) 中村英碩 (1965): カナダのチンバー・ハーベスタ. 機械化林業 137, 79-80.
- (25) 和孝雄・小鹿勝利・尾張敏章 (1998): 北海道におけるカラマツ林業の動向—統計資料の解析—. 北大演研報 55, 97-112.
- (26) 林業機械化推進研究会編 (1993): 機械化のデザイン—技術と経営の変革をめざす高性能林業機械化の方法—. 195pp, 全国林業改良普及協会, 東京.
- (27) 林内作業効率化推進委員会 (1990): 素材生産のコスト低減をめざして—高性能機械化に関する提言—. 16pp.
- (28) 林野庁 (1987): 昭和61年度林業白書. 185pp, 日本林業協会, 東京.
- (29) 林野庁 (1988): 昭和62年度林業白書. 209pp, 日本林業協会, 東京.
- (30) 大里正一・倉橋昭夫・山本博一・大橋邦夫・仁多見俊夫・小笠原繁男・井口和信・佐々木忠兵衛 (1996): 大形の車両系林業機械が林地に及ぼす影響—北海道の天然林における択伐作業の事例—. 東大演報 96, 1-26.

- (31) 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—素材生産事業者の意思決定要因を中心に—, 105pp, 北海道大学修士学位論文.
- (32) 尾張敏章・中村 昇・仁多見俊夫 (1997) : 高性能林業機械化と事業の安定確保に関する研究—北欧諸国の事業供給システム—, 日林論 **108**, 411-412.
- (33) 尾張敏章・仁多見俊夫・湊 克之 (1995) : 北海道における高性能林業機械化—高性能林業機械アンケートの数量化理論3類による分析—, 日林北支論 **43**, 110-112.
- (34) 小山田孝二・田口俊男 : (1978) ドリルフェラー (伐倒機械) の実地試験. 機械化林業 **290**, 25-41.
- (35) 小山田孝二・田口俊男 : (1978) T20, TS型ツリーフェラー (伐倒機械) の実地試験. 機械化林業 **291**, 14-25.
- (36) 嶋瀬拓也 (1994) : 北海道における造材作業機械化の現状と課題. 68pp, 北海道大学卒業論文.
- (37) 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 **127**, 101-106.
- (38) 嶋瀬拓也・湊 克之 (1997) : 北海道と九州における高性能林業機械化の現局面. 北大演研報 **54**, 22-86.
- (39) 鈴木博之 (1968) : ツリーフェラー (伐倒機) の試用. 機械化林業 **172**, 30-33.
- (40) 高田長武 (1970) : TF-2型ツリーフェラーの適応試験 (前). 機械化林業 **198**, 7-19.
- (41) 高田長武 (1970) : TF-2型ツリーフェラーの適応試験 (後). 機械化林業 **199**, 14-27.
- (42) 山口信幸 (1991) : 林業機械化の必然性とその課題. 日林北支論 **39**, 93-95.
- (43) 山口信幸 (1991) : 機械化の問題点とその方向性. 日林北支論 **39**, 194-198.
- (44) 山口信幸 (1992) : 高性能林業機械による林業経営の向上. 北方林業 **44**, 1-4.
- (45) 山口信幸・山崎 智 (1988) : カラマツ人工林間伐作業の最適集材方法を求めて. 北方林業 **40**, 1-6.
- (46) 油津雄夫 (1987) : 伐木造材作業のコスト引き下げと高性能機械導入の可能性. 林業技術 **543**, 7-10.
- (47) 全国林業労働力育成センター編 (1992) : きりひらく道. 109pp.

Summary

The diffusion process of multi-functional forestry machinery in Hokkaido was clarified in this study. The author also referred to some factors of the diffusion. The forestry mechanization in Hokkaido has advanced through the following steps; 1.the import of foreign machine by a small group of logging companies, 2.the adoption of full-mechanized operation system by large paper companies etc., 3.the spread of semi-mechanized operation system by middle or small logging companies. Technical, managerial and policy conditions in each stage were as follows; 1.the development of mechanization in foreign countries, the increase of thinning operation, the deterioration of profitability caused by a fall in the price of timber and a rise of wages, 2.a spread of recognition of multi-functional forestry machinery, a boom caused by bubble economy, the active introduction of subsidy, 3.the obviousness of problems in forestry mechanization, a recession, decrease and aging of forestry labor, the promotion of forestry mechanization by the government. Multi-functional machinery is already widespread in Hokkaido, but many of them are still in insufficient use. The logging industry should try to reform their structure in order to use introduced machines efficiently.

Key words : multi-functional forestry machinery, a diffusion process, the factors of diffusion, efficient use, reorganization of logging industry