

韓国の林業機械化に関する一考察

朴 相俊*・金 在源**・小林洋司*

A Study on Forestry Mechanization in Korea

Sang Jun PARK*, Jae Won KIM** and
Hiroshi KOBAYASHI*

はじめに

大韓民国（以下韓国とする）の森林の状況は、19世紀頃は天然林に近い鬱蒼とした老齢林であったが、これらの森林は日本の占領と6・25動乱（朝鮮動乱、1950～1953年）等の混乱した時期を経て建築資材と燃料用のために、過伐と乱伐になり、森林はほぼ壊滅状態となり、1960年の全国平均森林蓄積は、ha当たりわずか 9.6 m^3 であった（大韓民国山林庁：以下山林庁とする、1993a, 1994）。そのため、国土の緑化が建国以来今までの一貫された国家政策の課題であった。1961年に森林法が制定され、森林資源の造成及び管理のための森林基本計画を10年ごとに立案することが定められた。この森林基本計画により過去30年間にわたり、多くの森林が造成された。特に、第1・2次治山緑化10年計画期間（1973～1987年）に全国の森林を緑化する国民的な造林運動を展開し、全国の荒廃森林を復旧する砂防事業を重点的に推進した。このような長年にわたる国家の森林政策と国民の努力の結果、韓国は国土緑化を完成した。

現在、過去第1・2次を経た治山緑化事業による森林の経済林化を目標とした第3次森林資源化計画（1988～1997年）を行っている（山林庁、1989, 1993a）。しかし、今まで造成した森林がまだ幼齢なため、これからさらに間伐と育林作業等の森林作業を必要とし、林道等の基盤整備と林業の機械化が主要な課題になっている。

本稿は韓国における林業を取り巻く諸状況と林業の機械化の沿革、森林作業の現状、林業機械及び伐出作業の将来展望等について考察し、さらに今後の林業の機械化の課題及び方策について考察したものである。

I. 韓国の林業を取り巻く諸状況

1. 森林資源及び林業の状況

韓国の森林面積は1993年12月末現在6,460千ha（立木地6,289千ha、無立木地171千ha）で、国土総面積9,939千haの約65%を占めている。大部分の森林は山岳地域に位置している。30度以上の急峻な斜面に位置した立木地は総森林面積の約65%を占め、残り35%の立木地の傾斜は15度以上である。総森林蓄積は283,829千 m^3 であり、平均の森林蓄積は $43.9\text{ m}^3/\text{ha}$ で

* 東京大学大学院農学生命科学研究科森林科学専攻
Department of Forest Science, Graduate School of Agriculture and Agricultural Life Science, The University of Tokyo.

** 大韓民国林業研究院中部林業試験場
Chungbu Forest Experiment Station, Forestry Research Institute, The Republic of Korea.

ある。韓国の森林は国有林、公有林、私有林によって構成されている。

国有林は総森林面積の21%を占め、蓄積は全体の33%を占めている。平均蓄積は68.2 m³/haで全国平均蓄積よりかなり高く、比較的に良好な林相を維持している。国有林の91%は山林庁傘下の機関である5地方山林管理庁（日本の営林局に該当）が直接管理している。国有林の大部分は地形が険しく交通条件が不便な奥地に位置しているので、経済的な価値はまだ低い状態であるが、公益的価値は非常に高い。公有林は総森林面積の8%を占め、蓄積は全体の7%を占め、森林蓄積は41.6 m³/haである。私有林は総森林面積の71%、蓄積は全体の60%を占め、森林蓄積は36.9 m³/haである。私有林の所有者の90%が5 ha以下である。

林相別の森林面積は、針葉樹林44.7%、広葉樹林25.9%、混交林26.6%、竹林0.2%、蓄積の割合は、針葉樹林45.2%、広葉樹林28.1%、混交林26.7%である。

1973年から始まった第1・2次治山緑化10年計画による森林資源造成で1993年末人工林面積率が32%になった。そして齢級別の構成は、I～III齢級（I齢級：10年単位）の面積が約89.6%、蓄積は75%を占め、韓国の森林の大部分は幼齢林で構成されている。特に森林全体の71%の私有林は、I～III齢級の面積は95.5%、蓄積は89%を占めている（山林庁、1989, 1993a, 1994）。また、平均1人当たり森林所有面積が2.5 haに達していない零細な所有構造になっているため、森林経営が成り立っていない状態であり、韓国の林業は30%未満の国・公有林に木材生産を依存する状態である（山林庁、1994）。

韓国の森林の総蓄積は、2020年度には現在の約2倍、2040年代には同約4倍に増加し、これによって1992年現在12%である丸太自給率が2040年には59%、国内の総木材自給率も36%になると推定されている。また2004年の林木蓄積は1992年の42.1 m³/haから74.5 m³/haに約80%が増加され、国内の伐採量も1992年の1,123 千m³から2004年の3,400 千m³で約3倍になり、間伐量は全体伐採量の1/3程度になると推定される（表-1）（山林庁、1993b; 金、1994）。

韓国の林業は森林自体が持っている問題点以外にも、経済、社会的な問題として農山村労働力の離脱による林業労働力の不足の問題と森林作業の専門技術者の不足、林業の経営基盤施設である林道の不足等を上げることができる。さらに高齢化した農業の労働者は、農業自体にも労働力の不足による廃耕地が生じて、林業分野に労働力を供給するような状況ではないので、林業における労働力の不足はさらに深刻である。

表-1 韓国における木材需給展望

Table 1. A view of timber supplies and demands in Korea

区 分	1992 年	2000 年	2010 年	2020 年	2030 年	2040 年
木材需要 (千 m ³)	22,275	26,421	30,735	34,563	37,394	38,799
丸太需要 (千 m ³)	9,182	15,100	21,000	22,500	23,500	23,500
丸太供給量 (千 m ³)	1,123	2,542	4,787	7,530	10,851	13,799
〔主伐 (千 m ³)	664	1,704	3,833	6,650	10,143	12,938
間伐 (千 m ³)	459	838	954	880	708	861
総木材自給率 (%)	5	10	16	21	29	36
丸太自給率 (%)	12	17	23	33	46	59
林木総蓄積 (百万 m ³)	272	413	563	686	781	856

注) 山林庁：新経済林業発展5 個年計画，1993 年より

国内需要丸太の 85% 以上が輸入される状況で、韓国の木材価格は国際木材市場価格に影響を受けて 1984 年に 74,000 ウォン/ m^3 (約 9,900 円/ m^3) から 1993 年には 95,000 ウォン/ m^3 (約 12,700 円/ m^3) で約 1.3 倍の増加があった。国内の丸太生産費の 80% 以上を含める人件費は、政府が定めた労賃単価に基づいて 1984 年の 5,290 ウォンから 1993 年度には 25,600 ウォンと 4.8 倍に上昇して、国内の林業の木材生産コストに影響を与えている。

これからこのような状況は継続すると予想され、1990~1992 年の平均伐採量である 1,200 千 m^3 の丸太生産に要した労働力に換算した場合、3,400 名を必要とするが、2010 年代の国内の伐採推定量である 4,800 千 m^3 の丸太を伐採するために必要な労働力は、現在の作業方式をそのまま維持し、生産性の変動がなければ約 13,700 名の労働者が必要となる。農林水産業の就業者数は、現在全産業の就業者数の 16% の 3,025 千名であるが、10 年後には 7.9% の 1,948 千名に半減すると予測される。このような労働力を林業分野で確保することは極めて困難であろう。従って作業量の増加に伴って必要となる労働力は、機械化による省力化と生産性を上げることによって、賄うこととなる。現在まで養成された林業技術者は、約 400 名に過ぎず、さらに森林作業に従事している数は、200 名に過ぎない状況とさらに国有林の作業者の離職率が 52% と高いことを考慮すると、森林の専門業者として定着することができる対策を確立して林業労働者を確保することが必要である (山林庁, 1993b; 金, 1994)。また、韓国の林業機械化は、多くの技術的、社会的、制度的な制約を受けている。韓国の林業の機械化を困難とするものは、①地形的な影響、②零細な経営規模、③オペレータの不足、④林道等基盤整備の不備等を上げることができる。

一方、李ら (1994) は、全国土面積の 39.2%、農家数の 36.7% である山村地域の労働力の確保と森林作業で得る農外所得で森林と山村を連携した総合開発方式の導入の必要性を提起している。そこでは、機械化営農のために 7,8 戸の農家によって周辺の森林 2,000 ha を一つの共業体で構成した基幹農林家を育成して山村農家の安定的な雇用と所得源を確保し、トラクタ等の営農機械を農閑期に森林作業に活用して林業の機械化を図る方案が提示されている。

2. 林道整備の現況

韓国の森林において治山緑化政策、森林の効率的な利用管理、林業の産業化及び森林環境保全、育成を達成するために、林道網の構築が必須である。現在、林道の整備事業は韓国の森林政策の中で非常に重要な事業として行われている。

韓国の林道は、1968 年国有林において最初に開設され、民有林では 1983 年から開設された。民有林林道は国費 50%、地方費 40%、自費 10% であり、国有林林道は全額国費である。現在、山林庁は毎年林道事業に山林庁の予算額の 1/6~1/7 程度を投資して毎年約 1,800 km の林道を開設している。1994 年末現在、国有林の林道総延長は 4,475 km、民有林が 2,639 km で合計林道延長が 7,114 km、林道密度は 1.1 m/ha で、ヨーロッパや北米の林業先進国に比べて非常に貧弱な実情である。林道開設の単価は、1995 年現在国有林 54,892 ウォン/m (約 7,400 円/m)、民有林 49,000 ウォン/m (約 6,600 円/m) である。(山林庁, 1989, 1995)。

最近林道の必要性が一層認識され、林道開設延長は増加を見せている。国による林道開設の長期計画を見ると、計画の 1 段階 (1995~1998 年) は林道密度約 2.3 m/ha まで、2 段階 (1999~2004 年) は林道密度 4.0 m/ha まで、3 段階 (2005~2010 年) は林道総延長 56,000 km を開設

表-2 韓国における林道の開設実績及び長期計画

Table 2. The constructed capacities and long-term plans of forest roads in Korea

区 分	計 画				総延長距離 と密度
	1994年まで 開設実績	1段階	2段階	3段階	
		1995～1998年	1999～2004年	2005～2010年	
計 (km)	7,114	7,692	11,400	29,794	56,000
国有林 林道 (km)	2,636	1,600	2,400	15,761	22,400
民有林 林道 (km)	4,475	6,092	9,000	14,033	33,600
林道密度 (m/ha)	1.10	2.29	4.0	10.0	10.0

注) 山林庁: 林道施設基本計画, 1995年より

して林道密度 10.0 m/ha まで整備する計画である (表-2)。さらに, 山林庁では量的な目標と共に質的目標である林道事業の内容についても様々な対策を講じている。このような林道政策を一層推進するために, 山林庁は 1996 年から全国の 3 カ所に林道整備機関 (山林庁傘下の機関) として森林土木事業所を新設した。

林道の整備は林業生産性向上のために不可欠な林業機械化事業を促進する前提条件である。合理的な林道事業とともに環境を配慮し, 各種災害に強い林道網を構築するため, 適正林道網の計画及び設計, 法面の緑化と安定工法, 幹線林道の舗装工事等による林道の安全性と走行性の向上, 林道の補修及び維持管理の強化, 林道関連の専門家及び組織の確保, 林道専門施工会社の育成, 林道の活用法の樹立, 林道関連法規体系の確立等が必要である。

II. 林業機械化の沿革

韓国に林業機械が最初に導入されたのは, 日本の占領期で森林鉄道とインクライン等の索道施設等が設置された時である (平熊, 1913)。その後国有林と一部民有林地域に森林鉄道及び馬木を用いた伐出作業を行ったが, 6・25 動乱 (朝鮮動乱, 1950～1953 年) 時に林業機械が韓国に紹介され, アメリカ製の軍用のチェーンソーが民間で使用された。

1. 林業機械の導入期

林業機械が本格的に韓国の国有林の経営に使用されたのは, 1960 年代末に日本製のチェーンソー (Rabbit), 刈払機 (Robin), 植穴掘機 (Robin), ブルドーザ (Komatsu) 等が各営林署に導入されて活用されたからである。しかし, その当時は賃金が安く, 労働力の確保が容易な反面, 効果的な機械運用のための熟練された作業員の不足, 部品の調達等の問題によって充分には活用されなかった。導入された小型集材機 (イワフジ Y-28D) に対する架線作業方法について韓国林業研究院では試験を実施し (1971), さらに刈払機に対する作業工程調査が行われたが, 継続的な林業機械の試験はなかった。このような日本製の林業機械の導入が韓国林業で機械化の最初の試みであった (金, 1994)。その他 1950 年代以後アメリカの軍用トラック (GMC トラック) が民間用として導入され, 林業における丸太の運送手段に使用されており, 現在でも集運材作業に活用されつつけている。

1970 年代末には急速な経済成長に伴う労働力の不足と賃金の急激な上昇等によって, 林業の

機械化の必要性が改めて認識され、林業先進国の林業機械化の事例が紹介されるとともに林業試験場に林業機械化研究室が設置されて試験研究事業が本格的に始まった。国内の伐採現場へもドイツ及びアメリカ製のチェーンソーが普及した。集運材作業及びその他の作業分野においては耕耘機、4輪駆動トラック、刈払機のような単純な機能の機械以外は、国内に広く紹介されなかった。

2. 国際協力による林業機械化

1974年から始まった韓・ドイツ間の林業技術協力事業は、1978年から1982年まで第1次事業である私有林の協業経営事業を終えて、1982年韓国江原道に林業機械訓練院（現在林業協同組合中央会所属）を設立して第2次事業である林業機械訓練事業を着手した。また日本とも林業機械についての技術交流をしている。チェーンソー、刈払機、育林及び苗圃用機械であるHari 2組式苗木移植機、根切機及び耕耘整地用作業道具等の訓練用の装備を導入して、ドイツ式技術訓練課程に従って国有林の作業員を対象として、林業技術者の養成訓練が始められた。

この間に、国内に導入された林業機械は、1985年にオーストリアのKöller社のKöller 300タワーヤーダ、ドイツのダイムラベンツ社のMB-TRAC 900 TurboトラクタにWerner集材用ウィンチと付帯作業装備を具備した林業用トラクタ、ドイツ農用トラクタ、Farmi集材用ウィンチ、オーストリア製Ackjaウィンチ、KBFチェーンソーウィンチ等の集材機械等があり、林業機械訓練院ではこのような導入機械を用いて森林収穫作業技術に対する訓練を実施し、森林作業技術開発のための実演作業を行った。

また、UNDPの林業研修院事業として林道及び森林収穫訓練課程の講師用教案が作成され、プラスチック修羅が初めに導入された（図-1）。1985年から始まったUNDPの国有林の経済林経営事業の一環としてFAOとUNDPの資金によってイギリスのTimber Masterタワーヤーダと農業用トラクタに取り付けて、集材作業が可能なオーストリアのHolzknecht社のLogging bogie（トレラ式集材ウィンチ）（図-2）、Leykamのプラスチック修羅が導入され、実演作業を実施した。その後これらの機械は、韓国林業研究院（日本の森林総合研究所に該当）で集材方法の改良試験に使用された。

3. 林業機械の普及

韓国の森林作業の労働力の確保がさらに難しくなったこと、海外の集材作業用林業機械が、韓国の森林へも適用できる可能性が高いことが分かったこと等から、1990年から林業協同組合中央会の傘下組織に、森林開発事業団・民有



図-1 プラスチック修羅。

Fig. 1. Plastic timber slide.

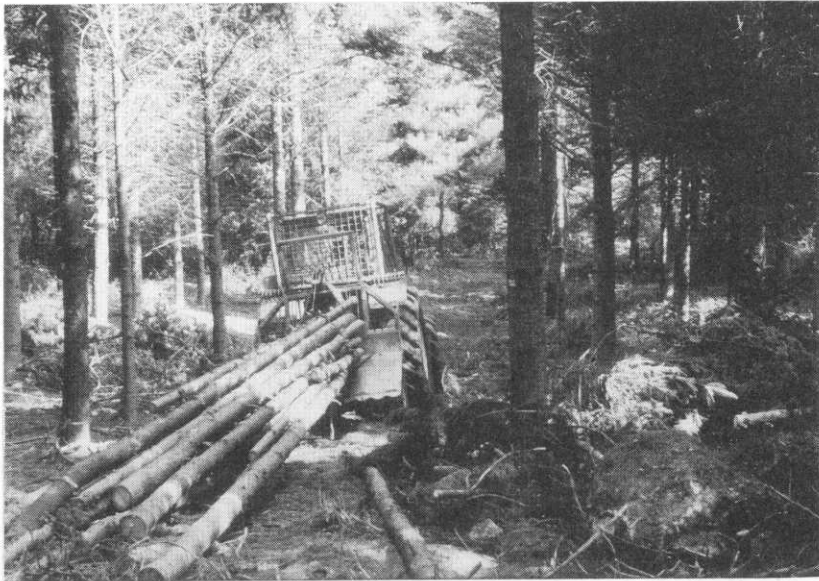


図-2 ロギングボギが装着された農業用トラクタ。

Fig. 2. Farm tractor attached logging bogie.

林作業団を組織・運営し、民間が林業用機械・装備を購入する際にその経費の70%を補助しており、全国3カ所の林業技術訓練院で森林作業専門技術員の養成とともに林業機械を普及している。

山林庁では、独自予算で1992年度、国有林にオーストリアのHinteregger会社のURUS Iトレーラー搭載型タワーヤード(図-3)2台と林業用に改造された農業用トラクタ2台を導入した。韓・ドイツ間の森林技術協力事業の短期技術諮問官であるBRANZ(1991)は、韓国で農業用トラクタを林業に活用するための国内農業用トラクタの適用可能性に対する調査を実施し、これによって集材用ウィンチの国産化のための80馬力級トラクタにRitter会社の集材用トラクタウィンチと付帯装備を付加して森林用トラクタに改造する事業を着手した。これによって国有林の経営事業現場へ集材機械を導入することになった。

私有林においても、1980年代以後国内に広く普及された小型バックホウに国内製品である油圧式集材用グラップル(Log grapple)を装備して森林内の集材作業と積みおろし作業に活用された。さらに集材路の開設等小規模の素材生産業者によって機械化作業に多目的に使用された。国内の林業機械メーカーは、それまでに韓国に導入されたプラスチック修羅とAckja小型ウィンチ等の機械を国産化した。

また、民間会社の私有林も1991年、日本のイワフジの3ドラム式集材機(Y-28DE)と日本で広く普及された無線操縦式の自走式集材機(ラジキャリ BCR-08S(D)) (図-4)を各々数台ずつ導入して、関連素材生産事業体に普及し始めた。また1995年には日本の及川自動車社の林内作業車(RM8WD-6HG) (図-5)2台とヤンマーの林内作業車(YCT25W)3台を国有林に導入した。このようにこれからは韓国の地形及び林相が似ている日本で開発され、使用されている林業機械及び高性能林業機械の導入が予想される。

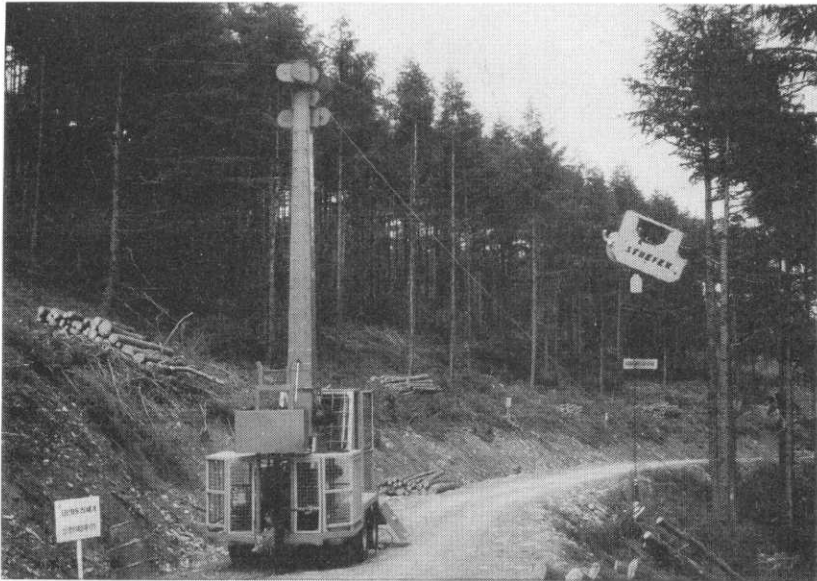


図-3 オーストリア製のトレーラ搭載型タワーヤード。
Fig. 3. Trailer type tower-yarder made in Austria.

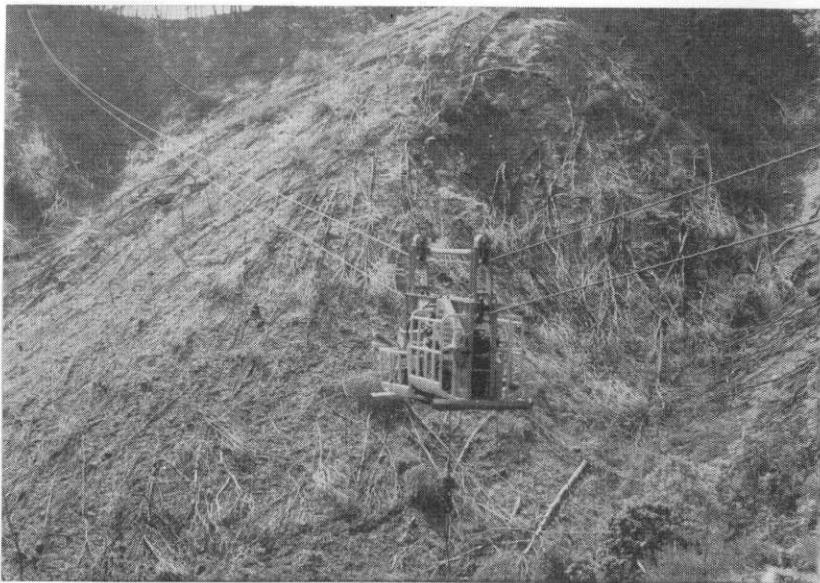


図-4 日本製の自走式搬器。
Fig. 4. Self-running carriage imported from Japan.



図-5 日本製の林内作業車の実演状況.
Fig. 5. Small-size forwarder made in Japan.

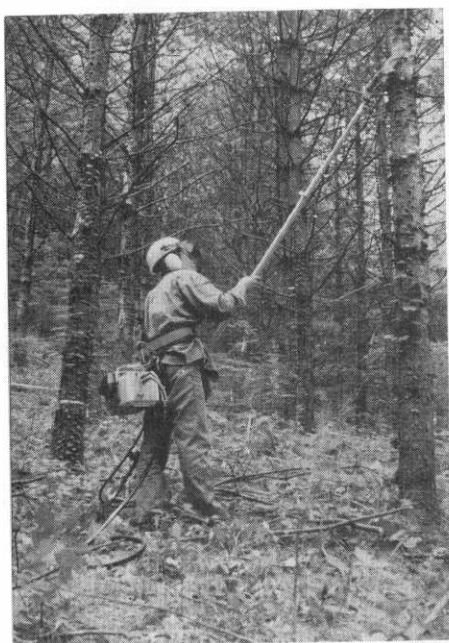


図-6 動力枝打ち機による枝打ち作業.
Fig. 6. Pruning with power-pruning machine.



図-7 自動枝打ち機によるチョウセンゴヨウマツの枝打ち作業.
Fig. 7. Pruning with remote controlled pruning machine.

表-3 韓国における作業別林業機械保有台数

Table 3. The numbers of forestry machines in Korea

区 分	種類	保有台数及び比率	
種苗生産機械	12 (種)	1,329 (台)	9 (%)
造林・育林機械	7	5,612	37
伐倒・集材機械	8	7,728	52
林道開設機械	16	229	2
計	43	14,898	100

注) 林業研究院: 林業機械化の長期基本計画, 1995 年より

表-4 韓国における機関別林業機械保有台数

Table 4. The numbers of forestry machines in Korea

(単位: 台, %)

区 分	種苗生産機械	造林・育林機械	伐倒・集材機械	林道開設機械	計	比率
市・道	486	2,754	4,706	54	8,000	54
森林組合	411	2,550	2,113	138	5,212	35
営林署	62	224	850	31	1,167	8
種苗協会	320	—	—	—	320	2
研究機関	50	84	59	6	199	1
計	1,329	5,612	7,728	229	14,898	100

注) 林業研究院: 林業機械化の長期基本計画, 1995 年より

その他, 苗畑作業機として農業用トラクタ及び付帯作業機, 自走式移植機, 根切り機等が使用されており, 動力枝打ち機 (図-6), 自動枝打ち機 (図-7) 等育林機械も多数導入されている。森林病虫害に対する薬製防除用穿孔機, 煙霧機, 噴霧器等と山火事の鎮火装備としてヘリコプタ等がある。韓国の林業機械の作業別・機関別機械保有台数は, 43 種類 14,898 台である (表-3, 4) (林業研究院, 1994)。

4. 林業機械の研究

林業機械の研究は, 林業研究院の在来式の人力作業用の小道具の改良, チェーンソーと下刈機の作業能率及び経済性の研究, トラクタによる苗畑作業の作業方法及び作業機に関する研究がある (廬, 1981; 廬ら, 1982)。

森林作業の中で伐倒作業は, 多くの研究の対象になっており, 廬ら (1984) が 2 人 1 組によるチェーンソーの伐倒作業能率を測定して国有林の伐倒作業の工期表を作成した。その外に馬 (1986), 姜 (1989) 等がチェーンソーの伐倒作業の工期に関する研究を行った。架線による集材作業は, 山岳林が多い韓国の重要な作業方法として多くの研究が行われており, 主に導入した架線集材機械の適用試験及び作業方法に対する研究である。鄭 (1993) は架線集材システムを設計する際の架線の力学構造に関する研究を行った。また, 集材作業システムに対する研究には, 廬ら (1988a, 1988b, 1988c) が韓・ドイツ林業技術協力事業と UNDP 事業によって導入された集材作業機械についての作業方法と適用試験に関したものがある。その他, 集材機械作業方法について, 朴 (1988), 朴 (1990), 宋 (1990), 禹ら (1990) がタワーヤーダ, トラクタウィンチ, ラジキャリー

等の作業方法と作業能率、適用可能性等の研究を行った。多くの研究・開発の大部分は、導入機械の適用性試験、作業システムに対する作業研究や作業強度と人間工学的な研究等を内容としており、まだ基礎的な試験研究の段階のものである。全般的により多くの研究が必要である。

現在韓国における林業機械化に関する研究は、林業研究院中部試験場と林業機械訓練院等で行っており、その他一部大学で森林土木学、林業機械学、林業工学等の講義と研究が若干行われているが、民間企業や一般研究所、県林業センター等での研究は、皆無な状態である。現在架線集材機械の国産化のために、国と民間企業との共同研究を行う計画が進められている。今後林業機械化のためには多くの研究とともに研究人力の増員と組織の補強等が必要である。

III. 森林作業の現状

1. 造林及び育林作業

韓国での造林及び育林作業は、ほとんど人力による作業である。種苗生産作業は、農業用トラクタ及び付帯作業機、自走式移植機、根切り機、苗の掘取機、防除機、中耕作業機等によって行っているが、主に人力作業が多い。地拵え作業は、チェーンソーや刈払い機等によって行われるが、造林作業は全て人力によって行っている。育林作業は動力枝打ち機、チェーンソー及び最近一部導入した自動枝打ち機等の育林作業機が用いられている。また森林病虫害の防除機械として薬製防除用穿孔機、煙霧機、噴霧器等がある。山火事の鎮火ではヘリコプタ等が使われている。

韓国の造林及び育林作業において林業機械化は、まだ初期的な段階にあり、普及している林業機械は、大部分がチェーンソー、刈払い機、動力枝打ち機等小型機械である。これらの状況において、現在ほとんど実施されていない枝打ち作業が、優良林分の育成を目指して10年後には毎年8,000 haの森林において実施されることが期待されている(山林庁, 1994; 林業研究院, 1994)。

2. 伐出作業

現在韓国で実行されている主な伐出作業方法は次の通りである。

1) 人力による伐出作業

チェーンソーによる伐倒及び造材作業、人力木寄せによる集材作業、人力による巻き立て作業の短材集材作業である。この伐出作業は従来から現在まで多く実施されている方法である。現在韓国の伐倒造材作業は100%チェーンソーによって実行され、集材作業は大部分人力に依存し、かつて人件費が安かった時期には200~300 mの長距離人力集材を行った。現在は小型バックホウによって作業路を開設して4輪駆動トラックを作業へ導入し、人力による集材距離を100 m以内におさえて、その後トラックで林道端の土場まで集材する方法を用いている。この人力作業方法による生産性は約 $1.4 \text{ m}^3/\text{人日}$ である(金, 1994)。

2) プラスチック修羅による伐出作業

チェーンソーによる伐倒及び造材作業、人力とプラスチック修羅による集材作業、人力による巻き立て作業の短材集材作業である。集材作業を人力だけで実施する従来の伐出作業は、一部国有林と私有林に導入されたプラスチック修羅を使用することによって人力作業を省力化することができた。このプラスチック修羅は丸太直径が30 cm以下である初回間伐に適用が可能である。巻き立て以後の作業は従来の人力のみによる集材作業と同じであるので、これから何年間かは適用が可能である。

3) トラクタによる伐出作業

チェーンソーによる伐倒及び枝払い作業、ウィンチ付きトラクタやロギングボギ (Logging bogie) 付き農業用トラクタ (ドイツ製) による全幹集材作業、チェーンソーによる造材作業、人力とバックホウによる巻き立て作業が行われている。国内の国・民有林の伐出作業に数十台導入されているドイツ製のウィンチ付きトラクタを用いた集材作業が行われ、林道と連結されるトラクタ集材路を利用して林内走行あるいは作業路や林道端でウィンチを用いて木を地引き集材する集材作業システムである。

現在韓国で使用されている集材作業方法中に一番労働生産性が高いのはウィンチ付きトラクタによる全幹集材作業方法であり、この集材作業方法による労働生産性は、間伐作業の場合 $2.8 \text{ m}^3/\text{人日}$ 、皆伐作業の場合 $4.6 \text{ m}^3/\text{人日}$ である。ウィンチ付きトラクタによる伐出作業が可能な国内全体の年間作業推定量は間伐作業で $2,500 \text{ m}^3$ 、皆伐作業で $4,200 \text{ m}^3$ である (金, 1994)。

4) 架線系機械による伐出作業

チェーンソーによる伐倒及び枝払い作業、架線集材機による集材作業、チェーンソーによる玉切り作業、人力による巻き立て作業が行われる。1995 年現在国内に導入された架線系機械は、タワーヤード、集材機、無線操縦の自走式搬器等があり、架線集材作業はトラクタが入りにくい急傾斜地で林道から 300~400 m まで集材できるのが特徴である。機種別作業方式は似ているが、Köller K-300 は荷上げ集材に適合し、Timber Master は中傾斜地の荷上げと荷下げ集材に適合する。また Urus I Uni は自走式搬器を使用することによって長距離の上・下げ荷集材に適合するという特徴があり、作業の便利性、所要作業員の数、機械の値段等に差がある。

また日本製の無線操縦の自走式搬器は、少ない作業員で作業でき、操作がやりやすく間伐集材に適している。また Köller K-300 のタワーヤードに比べて価格が $1/2 \sim 1/3$ 程度であるため、タワーヤードの代わりに使用できるが、架設撤去作業がタワーヤードに比べて時間がかかるのが短所である。

5) 林内作業車による伐出作業

チェーンソーによる伐倒及び造材作業、小形林内作業車による短材集材作業、人力による巻き立て作業を行う。小型林内作業車は鉄あるいはゴム製のクローラを持つタイプと車輪を持つタイプがあり、エンジンは 6~60 馬力まで多様であり、一般にウィンチを装着している。林内で丸太をウィンチ木寄せし、車両に積み込み、1.5~2 m 幅の作業路を集材する。1 人で作業ができる小形集材車であり、延長当たりの作業路の開設費があまり掛からないので、高密度に作業路を開設すれば生産性が高い作業システムが構築される。従って、この集材作業は韓国の地形や大部分の伐出作業が短材集材作業であり、伐出作業の規模に対応でき、開設費が安い作業路を整備すれば、間伐作業等に適用できる生産性の高い作業システムがつけられると期待される。

IV. 林業機械及び伐出作業の将来展望

国内で適用可能な伐出作業方法は、国内の地形、樹種、林相、伐出作業の規模、オペレータの確保、基盤整備の状況、環境保全等を考慮し、機械の取り扱いと修理及び維持管理が容易な林業機械を用いるものを構築すべきである。

林業機械化の長期基本計画 (1995~2004 年) によると、その期間が終わる 2004 年の伐出作業の労働生産性目標は、 $2.5 \text{ m}^3/\text{人日}$ である (林業研究院, 1994)。以下に、特に韓国における将来

導入が期待される林業機械及び伐出作業方法に関して、今までの実用性評価の結果を考慮した導入計画について述べる。

1. トラクタによる伐出作業

この伐出作業方法は緩・中傾斜地の大規模作業方法として韓国の林業事情、地形、林相等に適合した作業方法である。農業で多く普及したトラクタで 50 馬力以上の 4 輪駆動のものは森林作業に適用可能であり、林業専用トラクタより修理及び維持管理が容易で、農業トラクタのオペレータによって作業が可能であるため、オペレータを林業作業用に確保・育成する必要がなく、適切なアタッチメントだけ装着すればスキッドとして森林作業に投入が可能であるので、機械の活用度を高めることができる。しかし、農業用トラクタを林業用で使用するためには、最低地上高を大きくし、根株と岩石等から車体の下部を保護する下部保護装置を付加する必要がある。さらに、林内での移動を容易にするために旋回半径が小さいこと、登坂力と傾斜地の走行安定性が優秀であること、牽引力が充分大きいこと、傾斜地での作業安全のために 4 輪のブレーキ能力が充分であること、車体の転覆時にオペレータの安全を確保する安全キャビンを付加すること等が考慮される必要がある。

BRANZ (1991) は韓国における農業用トラクタの伐出作業への活用可能性を分析したが、1,000 台以上の農業用トラクタが伐出作業に投入できると予測した。

2. 林内作業車による伐出作業

この伐出作業方法は緩・中傾斜地の小規模作業方法として韓国の地形と林相等に適合し、特に大部分の集材作業が短材集材であり、伐出作業の規模が小さく、間伐作業が多い現在の作業方法としてこれからも多く導入されることが期待される作業方法である。車両型の林内作業車はホイールタイプとクローラタイプがあり、クローラタイプが多くその大部分は 15 馬力以下のエンジンと牽引力 0.7~1.0 トンのウィンチを搭載している。車体幅が 1.2~1.5 m であり、路幅が 2 m 程度の低規格作業路を走行することができるため、高密度に作業路を作設してそれと組み合わせた作業システムを構築すれば作業の生産性を上げることができる。

3. 高性能林業機械による伐出作業

既に林業先進国であるヨーロッパや北米等においては確立され、生産性を大きく向上している作業システムである。韓国と森林の造成時期、地形的条件、林業を取り巻く諸状況が似ている日本も 1989 年から高性能林業機械化を始め、現在急速な高性能林業機械が導入されて様々な作業方法を行っている。また高性能林業機械と作業方法に対する研究及び開発等国を始めて大学、民間の会社、研究所等で多く行っている。

この高性能林業機械化はフェラーバンチャ、スキッド、プロセッサ、ハーベスタ、フォワーダ、タワーヤード等の高性能林業機械の組み合わせによるフェラーバンチャタイプ作業システム、ハーベスタタイプ作業システム、タワーヤードタイプ作業システム等がある（林業機械化推進研究会, 1990）。

韓国はタワーヤードが試験的に導入されているが、これからの国内外林業を考えると高性能林業機械化の導入及び促進が急務である。地形、林相等諸条件が似ている外国の高性能林業機械及

び作業システムの導入とともに韓国の地形と林相、樹種、作業規模等の作業条件に適した高性能林業機械の研究及び開発が必要であり、高性能林業機械を導入するための条件整備を進めることも重要な課題である。特に韓国は急峻な地形が多いため、タワーヤードや自走式搬器による作業システムのような架線集材作業方法の導入が適当であり、緩・中傾斜地にはハーベスタ、フォワーダ、プロセッサ、フェラーバンチャ、スキッド等による作業システムの導入が伐出作業の省力化に大きく寄与すると思われる。

お わ り に

韓国は政府の強力な治山緑化政策と国民的な造林運動によって、1970年代から荒廃した山地に森林を造成してその後20年という短い期間内に国土を緑化した。

これらの森林は1995年現在大部分が幼齢林であり、今後森林に対する育林、間伐作業等はさらに増加すると予測される。1994年現在の木材の自給率は約13%であり、多くの木材を海外からの輸入に依存しており、今後2030年までに木材の自給率を50%へ引き上げる計画である。また、1994年現在の素材生産作業における労働生産性は約 $1.6 \text{ m}^3/\text{人日}$ であるが、2004年までに $2.5 \text{ m}^3/\text{人日}$ まで引き上げる計画であり、2000年代の初めに木材生産量は1994年時点より約3倍増加すると予測される。一方、林業労働力の減少と高齢化によって労働力の確保が一層難しくなり、木材価格の停滞及び人件費上昇によって今後林業生産活動が一層厳しくなる状況である。また林業機械はほとんど外国製であり、作業方法は人力による作業システムが主たるものであって、林業機械化はまだ初期段階である。林業機械化の分野の研究・開発も、その大部分は導入機械の適用性試験、作業システムにおける作業研究、作業強度と人間工学的な研究等まだ基礎的な段階である。路網整備は、1994年現在の林道密度は全国平均で 1.1 m/ha と非常に低い。

伐出作業の状況は、山岳地域における若齢林分に対する施業により特徴づけることができる。現在、大規模な若齢林分が成長しつつあり、間伐を必要とする面積は急激な速度で増加している。さらに、蓄材積の少ない林分や虫害を受けた林分は造林手入れを必要としている。過去、造林や間伐作業は、豊富で安価な労働力に支えられていた。しかしながら、急激な社会的、経済的状況の変化の中で、森林施業もこれまでのように人力に頼ることは許されなくなってきた。山岳林地域へのアクセスや伐採作業の効率の改善は、韓国の林業家にとって解決すべき一番の課題なのである。

今後、林業労働力の不足と森林作業量の増加に対し、森林の適切な管理水準の確保、林業生産性の向上及びコストダウン等林業経営の合理化と林業生産の活性化や特に高性能林業機械による新たな機械化林業の展開とその基盤整備が急務になっている。そして、現在国による林業機械化の長期基本計画(1995~2004年)が樹立されており、林業機械化のための方策としては、林道の整備、林業機械の導入と適正性の検討、林業機械の開発及びメーカーの育成、森林作業事業体の育成、林業機械化推進モデル事業の実施、オペレータの養成、機械化林業の普及及び啓蒙の推進等が必要である。さらに政府が政策的に支援するとともに継続的な投資及び補助金の支援が必要であり、これらを展開するには産・学・官の一体的な取り組みが重要である。また国内における研究の活性化と国際交流等による林業機械化の研究普及も必要である。

要 旨

韓国の林業を取り巻く諸状況と林業機械化の沿革, 森林作業の現状, 林業機械及び伐出作業の将来展望等について考察し, さらに今後の林業機械化の課題及び方策について考察した。韓国の森林面積は国土総面積の約 65% を占めており, 大部分の森林は山岳地に位置している。国有林, 公有林と私有林の面積は総森林面積の 21%, 8% と 71% を占めている。総森林蓄積は 283,829 千 m^3 であり, 平均の森林蓄積は $43.9 m^3/ha$ である。私有林の所有者の 90% が 5 ha 以下の森林所有者であり, 韓国の森林の大部分は幼齢林である。韓国で本格的に林業機械が導入されたのは国有林の経営で 1960 年代末のチェーンソーや刈払機等小型林業機械の導入であった。その後, 韓・ドイツ間の林業技術協力事業及び FAO と UNDP の国際協力によってタワーヤード, トラクタ, プラスチック修羅, 集材ウィンチ等が国有林と私有林に導入された。韓国における造林・育林作業は, ほぼ人力による作業である。伐出作業はチェーンソー, プラスチック修羅, 林内作業車, トラクタ, タワーヤード, 自走式搬器等が導入されているが, 人力による作業が主体で生産性が非常に低い。今後導入が期待されている伐出作業方法はトラクタ, 林内作業車, 高性能林業機械等による伐出作業である。今後韓国における林業機械化のための方策としては, 林道の整備, 林業機械の導入と適用性の検討, 林業機械の開発及びメーカーの育成, 森林作業事業体の育成, 林業機械化推進モデル事業の実施, オペレータの養成, 林業機械化の普及及び啓蒙の推進等である。

キーワード: 韓国, 林業機械化, 林道, 森林作業

引 用 文 献

- 李 光元・石 玄徳: UR (ウルグァイラウンド) 以後の山村振興対策. UR (ウルグァイラウンド) 以後の山村対策の方向 세미나, 農村経済研究院, 1994.
- 禹 保命・朴 鍾鳴・李 峻雨・鄭 楠勳: ケイブルクレーン (タワーヤード) を利用した集材作業の経済性に関する研究. 韓国林学会誌, 79(4), 413-418, 1990.
- 姜 建宇: 林業経営における純粋作業時間と林木形状条件との関係研究. 韓国林学会誌, 80(2), 220-231, 1989.
- 金 在源: 韓国の林業機械化の現況と発展方向. 韓国農業科学機械技術シンポジウム, 韓国農業機械学会, 207-235, 1994.
- 山林庁: 韓国の山林と林業図説. 162 pp., 韓国山林庁, 1989.
- 山林庁: 韓国の林業. 33 pp., 韓国山林庁, 1993a.
- 山林庁: 新経済林業発展 5 ヶ年計画. 韓国山林庁, 1993b.
- 山林庁: 林業統計年報. 536 pp., 韓国山林庁, 1994.
- 山林庁: 林道施設基本計画. 韓国山林庁, 1995.
- 宋 泰榮: トラクタロギングボギの集材作業に関する研究. 東国大学校修士論文, 1990.
- 鄭 主相: 架線集材システムの力学構造解析に関する研究—固定式架線集材システムを中心に—. 韓国林学会誌, 82(1), 34-43, 1993.
- 朴 文燮: 架線集材による林木収穫方法の研究. 建国大学校修士論文, 1988.
- 朴 鍾鳴: 小型ケイブルクレーン (タワーヤード) K-300 を利用した集材作業に関する研究. ソウル大学校修士論文, 1990.
- 平熊友明: 朝鮮山林視察復明書. 農商務省商務局, 東京国文社, 1913.
- BRANZ, H.: Möglichkeiten der Entwicklung und des Einsatzes von Forstschleppern in der Republik Korea. GTZ Eschborn, p. 38, 1991.
- 馬 相圭: カラマツの間伐林の伐倒作業の研究. 韓国林学会誌, 73, 14-20, 1986.

林業試験場：導入機械の適用試験。林試年報，13-25，1971.

林業機械化推進研究会：機械化のビジョン。177 pp., (社) 全国林業改良普及協会，1990.

林業研究院：林業機械化の長期基本計画。148 pp., 韓国林業研究院，1994.

廬 載厚：林業機械による森林作業の省力化。韓国林学会誌，54, 90-102, 1981.

廬 載厚・金 在憲・金 在源：林業用小道具の作業能率の比較試験。林業試験場研究報告，29, 61-75, 1982.

廬 載厚・金 在源：5変数チェーンソーの伐倒功程表造製に関する研究。林業試験場研究報告，31, 1-19, 1984.

廬 載厚・金 在源：ロギングボギの使用方法及び妥当性研究。林業研究院研究報告，39, 135-144, 1988a.

廬 載厚・金 在源・金 思日：ログラインの集材功程及び経済性に関する研究。林業研究院研究報告，39, 154-165, 1988b.

廬 載厚・金 在源・朴 文燮：ケーブルクレーン（タワーヤード）の国内適用可能性に関する研究。林業研究院研究報告，39, 145-153, 1988c.

(1996年1月12日受付)

(1996年5月13日受理)

Summary

We analyzed the forestry situation, the history of forestry mechanization, forest operations and a view of the forest machines and logging operations in Korea, and discussed the problems and measures for forestry mechanization in the future.

The total area of forest land is 6.46 million hectares, representing 65% of the total land area 9.94 million hectares on December 31, 1993. Most forest stands are located in mountainous regions. National forests, public forests, and private forests account for 21%, 8%, and 71% of the total, respectively. The total growing stock is 283.83 million m³ and the average stocking is 43.9 m³/ha. 90% of private forest owners have less than 5 hectares. Most of Korean forests are young forests.

Forest machines such as chain-saws and brush cutters were introduced at the end of the 1960s. Then, forest machines such as mobile tower-yarders, tractors, plastic timber-slides and logging winches, were introduced in national and private forests under the "Korea-Germany Forestry Technical Cooperation Project" and supported by FAO and UNDP.

Plantation and silvicultural operations depend on man-power. Chain-saws, plastic timber-slides, small-size forwarders, tractors, tower-yarders and self-running carriages have been introduced, but most of the logging operations were mainly manual operation and had very low productivity.

In the future, logging operation methods which should be recommended are systems that use logging tractors, small-size forwarders and high quality forest machines.

In the future of Korean forestry, the problems and measures for forestry mechanization depend on the construction of forest-roads the introduction and application tests of forest machines, developments of forest machines and the expansion of forest machine manufactures, establishment of forest operation systems of enterprises, enforcements of model projects for forestry mechanization, training of operators and the diffusion of forestry mechanization.

Key words: Korea, Forestry mechanization, forest-road, forest operations

Abstract

The Influence of Large-Sized Wheel Type Forestry Machine on the Residual Forest Land —A Case Study of a Selection Cutting Operation in Natural Forest in Hokkaido—

Shoichi OHSATO, Akio KURAHASHI, Hirokazu YAMAMOTO,
Kunio OHASHI, Toshio NITAMI, Shigeo OGASAWARA,
Kazunobu IGUCHI and Chubei SASAKI

Continuous research into the influence of selection cutting and whole tree logging using a feller buncher and a grapple skidder on forest land, residual trees, natural regeneration and vegetation has been carried out over four years after cutting in a natural forest.

In this case, the influence is too severe on the residual stand. Especially coniferous trees declined. The natural regeneration of conifers is not expected despite surface disturbance by logging. In order to promote the mechanization of logging operations, improvements in the way of machine movement and the method of tree felling considering for residual trees are necessary.

A Study on Forestry Mechanization in Korea

Sang Jun PARK, Jae Won KIM and Hiroshi KOBAYASHI

We analyzed the forestry situation, the history of forestry mechanization, forest operations and a view of the forest machines and logging operations in Korea, and discussed the problems and measures for forestry mechanization in the future.

The total area of forest land represented 65% of the total land area on December 31, 1993. Most Korean forests are young forests and are located in mountainous regions. The introduction of forest machines began at the end of the 1960s. Plantation and silvicultural operations and most of the logging operations depend on man-power. The measures for Korean forestry mechanization are mainly the construction of forest-road networks, and training of operators.