

資 料

高密カラマツ林の間伐に関する研究（追録）

島 崎 洋 路

信州大学農学部 附属演習林

昭和61年10月、本誌（信州大学農学部演習林報告）第23号に発表した表記の研究報告の一部を加筆・訂正し、また表題を「高密度カラマツ林の間伐と間伐材の搬出に関する経営的研究」に改めて京都大学に学位を申請し、所定の審査及び試験を経て、平成5年3月23日、博士（農学）の学位を授与された。主文はおおむね前報告の内容を踏襲したが、一部期間の経過に伴う統計値等の加筆・訂正および未発表の2項を新たに追加したので、ここに追録して報告する。

第1章（カラマツ林業の概況と研究目的）

第6節 カラマツ材の用途（加筆・訂正）

以上のように増勢が予測されるカラマツ材生産量の動向を背景とすると、今後のカラマツ材需要のあり方が注目されるが、そのためには既往のカラマツ材の需要の実態を探っておく必要がある。

今までこれについて調査報告された資料としては、昭和45年頃までのものは全国レベル並びに長野県東信地方での資料を収集した菅原の詳しい報告¹⁸⁾が、またその後には木材需給報告書による年次別全国統計値¹⁷⁾をはじめ、菅原・有木等による長野県東信地方を中心とした分析¹⁹⁾²⁰⁾、あるいは北海道の動向については『北海道山林史¹¹⁾』のなかに述べられているものなどが挙げられる。

今回これら既往の資料を補足する目的で、北海道、長野県をはじめカラマツ素材生産量が多い岩手、群馬、山梨、岐阜の各県を対象に、用途別の素材需給量並びに製材品出荷量について資料収集を図ったが、残念ながら北海道と長野県の一部を除いては統計資料が不備などの理由で十分な情報を得ることはできなかった。

したがってここでは既に報告されている上記のいくつかの資料に一部今回の調査資料を加え、全国的並びに長野県、北海道における最近のカラマツ材需要の実態を概観し、今後の間伐を中心としたカラマツ林施業上の参考資料とした。

1 全国統計値によるカラマツ素材の用途別需給量の推移

木材需給報告書による最近の年次別国産カラマツ素材の用途別需給量および構成比の推移は表-5のとおりである。表-3にもみられるように、昭和46年以降いったん100万 m³ の大台を割って低迷が続いた国産カラマツ素材の需給総量は、昭和55年に再び100万 m³ を超えて急増期を迎え、昭和57年には過去最高の140万 m³ 台に、また引続き昭和59年から60年にかけては180万 m³ あまりにも達した。その後やや減少の傾向もみられたがなお160万 m³ 前後の水準が保たれている。

表一5 全国年次別カラマツ素材需給量の推移 (千m³)

用途別	年	昭・55	56	57	58	59	60	61	62	63
製材用		720	743	884	932	1,115	1,075	941	981	999
	(%)	61	60	62	62	61	60	57	62	64
	< % >	2.1	2.4	2.7	2.9	3.4	3.3	3.0	3.2	3.2
パルプ・チップ用		320	337	576	383	502	556	555	485	461
	(%)	27	28	26	25	28	31	33	30	29
	< % >	0.9	1.1	1.8	1.2	1.5	1.7	1.8	1.6	1.5
その他		147	151	169	194	208	174	165	128	111
	(%)	12	12	12	13	11	10	10	8	7
	< % >	0.4	0.5	0.5	0.6	0.6	0.5	0.5	0.4	0.4
計		1,187	1,231	1,429	1,509	1,825	1,805	1,661	1,594	1,571
	(%)	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	< % >	3.5	3.9	4.5	4.7	5.6	5.5	5.3	5.2	5.1

注) 木材需給報告書¹⁷⁾より (平成元年および2年の需給総量はともに164万m³であるが、用途別内訳は不明)

(%)内 カラマツ材需給総量に対する用途別構成比

< % >内 国産材需給総量に対するカラマツ材の用途別構成比

このようなカラマツ素材の需給総量とはほぼ連動して、各用途別需給量も変動してきているが、昭和55年以降、その主要な用途を占める製材用およびパルプ・チップ用の構成比は、製材用が60%、パルプ・チップ用が30%前後 (うちパルプ用は6~7%以下) で推移し、小幅な変動にとどまっている。わが国の木材需給量あるいは国産材需給量が減退ないし頭打ちの傾向にあるなかで、過半量におよぶ間伐材をふくむカラマツ材が、各用途部門および国産材需給総量に対する構成比ともに一定度のレベルで推移していることは注目される。これらの事項についてはなお詳細な検討が必要と思われるが、カラマツに限定した全国統計の解析資料は見あたらないので、カラマツ材全生産量の80%あまりを占める長野県および北海道両地域での需要の実態によって類推しておきたい。

2 長野県におけるカラマツ材需給の実態

全国カラマツ人工林総面積の1/4を擁し、カラマツ林業の先進地と自認している長野県において、全県的なカラマツ材需要量について統計的な解析が得られていないことは残念であるが、前記した菅原・有木らの資料並びに最近の県林務部資料²⁹⁾によって県下における実態を推察した。

これらの諸報告による昭和41年以降数次にわたる資料は調査基準をやや異にするが、要約すると県下におけるカラマツ材の素材並びに製材品の用途別需要構成比の動きは表一6、7のようである。

県下におけるカラマツ素材の年次別生産量は表一3に示したように、昭和30年代後半までは40~50万m³/年 (カラマツ素材総生産量の30~40%) で推移し、わが国カラマツ材生産の王座を占めてきたが、その後資源的な制約が影響して、40年代には20万m³台 (同20%台)

表一 6 長野県用途別カラマツ素材出荷量の構成比（％）

年次	地域別	用途別	製材	杭丸太	杭木	足場太丸	電柱	パルプチップ	その他	計
昭・41	東信	(主・間)	62.9	31.7	1.9	2.1	0.5	0.6	0.3	100
44	東信	(〃)	27.5	41.3	4.0	3.0	5.8	16.9	1.5	
	南信	(〃)	50.3	11.1	2.0	0.5	0.3	35.2	0.6	
	中北信	(〃)	66.4	5.7	0.2	2.4	11.7	11.9	1.7	
49	東信	(〃)	57.5	15.9	0.7	1.6	13.9	1.1	9.3	
	南信	(〃)	73.3	8.9	0.5	10.1	—	5.1	2.1	
	中北信	(〃)	75.3	2.3	1.8	2.9	7.2	10.4	0.1	
52	南信	(間)	20.9	72.3	—	—	6.8	—	—	
56	東信	(主)	59.1	22.0	4.6	1.7	4.7	7.2	3.6	
	東信	(間)	20.8	54.3	6.2	4.4	1.1	8.4	4.8	
63	全県	(主・間)	46.8	39.8	—	—	—	7.2	6.2	
平・1	全県	(〃)	30.1	58.4	—	—	—	7.2	4.3	

 注) 昭・41 カラマツ材の需給構造¹⁸⁾

 44 あたらしいカラマツ林業¹⁴⁾

 49 カラマツ主伐材の需要²⁰⁾

 56 信州のからまつ²⁸⁾

 63 } 長野県林務部林業課木材流通資料²⁹⁾
 平・1 }

表一 7 長野県用途別カラマツ製材品取扱量の構成比（％）

年次	地域	用途	建築	土木	製材	函包	ドラム	チップ	その他	計
昭・41	東信		41.1	38.0	6.8	—	4.1	7.8	2.2	100
44	東信		49.9	39.9	3.3	—	—	—	6.9	
	南信		71.6	26.7	1.5	—	—	—	0.2	
	中北信		88.2	9.6	1.3	—	—	—	8.5	
49	東信		55.2	34.6	6.8	—	—	—	8.5	
	南信		67.4	16.4	1.7	—	—	—	3.6	
	中北信		84.3	11.9	3.4	—	—	—	0.4	
63	全県		53.7	29.9	5.0	—	—	—	11.4	
平・1	全県		42.6	48.1	5.5	—	—	—	3.8	

注) 表一 6 に同じ

に、また50年代には15～20万 m³（同12～20％）にまで減退した。その後間伐の推進策などによって間伐材積はかなり増加したと考えられるが、切捨ての増大によって搬出利用された材積量は引続き17～20万 m³の低水準のまま推移してきている。

表一 6, 7 はこのような県下におけるカラマツ素材生産量の停滞期における資料であるこ

とを前提として見ておきたい。

カラマツ素材の用途別需要の動向を通覧すると、製材用は昭和40年代までは60～70%を占めて県下全体を通してやや安定した値で推移してきたが、その後間伐中小径材の占有比率の増大にともなって適材が不足し、30～40%台にとどまっている。製材用に次いでカラマツ素材の主要用途である杭丸太用は首都圏を中心とした公共土木事業に多用されたこともあって、景気の動向にともなって大幅な変動がみられるが、最近においても40～50%台の需要量が確保されており、長野県産カラマツ材にとっては引続き重要な販路として位置づけられる。このほかの用途には坑木用、足場丸太用、電柱用、パルプ・チップ用、果樹・植木の支柱用などの多品目少量需要があって、あわせて20%前後で消長してきたが、いずれも代替材の進出や需要の減退によって最近では12～13%にまで低下してきている。しかしこれらの少量需要品目はパルプ・チップ用を除いて通直性が評価され、材価も有利な杭丸太並みあるいはそれ以上が期待されることもあって、今後とも一定度のシェアを確保していく必要がある。パルプ・チップ材は低価格であるため単独にパルプ・チップのみを目的に生産される事例は少なく、ほかの有利な用途仕向けに不適当な曲がり材や短材が付随して生産されている場合が多い。

一方カラマツ素材需給量の最大仕向け先である製材品の用途別取扱量の構成比は表7のように建築用および土木用が主体で、昭和40年以降この両者が85～90%あまりを占め、長野県下では地域的な特性がやや認められるもののこの両部門への仕向けに大きな期待がかけられている。このうち土木用仕向けは素材の場合と同様に、公共事業の縮小や他樹種との競合、代替材の進出などによって減退傾向がうかがわれるが、強靱な材質、低価格性などカラマツ材の特性が活かされた有利な用途であるだけに、杭丸太需要とあわせて、集・出荷機構の整備や加工技法の改善などを図って、今後とも一定の地歩を確保していく努力が強く求められる。

またカラマツ製材品の最大需要部門である建築用仕向けは、長く県産カラマツ材総量の30～40%を占めてきたが、当面間伐材が総量の過半におよんできていることや、戦後の国産人工針葉樹材の総量が逐次増大しはじめてきている状況などを考えあわせると、県産カラマツ材を現在以上に建築用仕向けに拡大利用していくことは容易でない。幸いカラマツは従来から一般に正当な評価が得られていなかった材であるだけに、“割れたり狂ったりする、釘打ち・加工性が悪い、ヤニの滲出がある、節が多く良材が少ない”など欠点の指摘に対しては、材質や加工・利用法などの検討が関係者の間で精力的に推められ、ほかの建築用樹種に匹敵する材であることが強調されてきており²⁴⁾、生産コストの低減による低価格性の確保、供給力の安定化などが図られることによって需要拡大の余地も残されていると考えられる。

県産カラマツ素材の生産量は今後林齢の進捗にともなって主伐材の漸増期を迎えるが、これを上述した構成比などを勘案して用途別素材需給量に換算すると、建築用が20～30%（すべて製材品）、土木用が60%（丸太40～45%、製材品15～20%）、その他用が15%（丸太10%、製材品5%）程度と想定される。今後土木用仕向けが現状程度に止まるとすると、建築用にかなりの増加を見込んだとしても、供給量の増大分の多くをその他用に振り向けざるを得ない状況が到来すると考えられ、これら少量仕向け部門でのきめ細かな需要拡大あるいは新たな用途開拓を一層助長していく必要があると思われる。

3 北海道産カラマツ材の需給動向

道産カラマツ素材の年次別生産量は表-3にみられるように、昭和30年代当初頃までは多くても10万 m^3 /年台で推移してきたが、その後戦前期造林地からの主伐材を主体に30~50万 m^3 の範囲で増減する期間が20年近く続いた。この間30年代の後半にはカラマツ造林の先進地である長野県の生産量を凌駕し、以降国産カラマツ材供給の過半量を占めるに至った。その後55年の素材価格の高騰期を契機に70万 m^3 台に急増して以来、戦後造林地からの間伐材生産も加わって59年には100万 m^3 の大台を超え、今日まで120万 m^3 前後の増減を繰返しながら、最近では国産カラマツ材総量の75%のシェアを占めてきている。

なお道産カラマツ素材の径級は全体林齢が若いことや間伐材の占有比が過半量を超えてきていることもあって、末口20cm級未満の中小径材が70%前後を占めているが、今後齢級の進捗にともなって次第に大径化していくことが予想される。

このような道産カラマツ材の生産にともなう素材並びに製材品の用途別出荷量は、最近提供を得た統計資料より次のように読みとられる。

1) 北海道産カラマツ素材の用途別出荷量の推移

最近10年間の道産カラマツ素材の用途別出荷量の推移³⁰⁾は図-2のとおりで、上述した素材生産量の急増期以降の動向に相当する。過去の資料¹¹⁾によると、昭和30年代までは道内における石炭産業と結びついて坑木用の需要が過半を占めてきたが、その後石炭産業の斜陽化にともなって出材の多くは製材用およびパルプ・チップ用への転換が急速に進み、50年代半ば以降この両部門での需要量は道産カラマツ素材の80~90%にもおよんでいる。

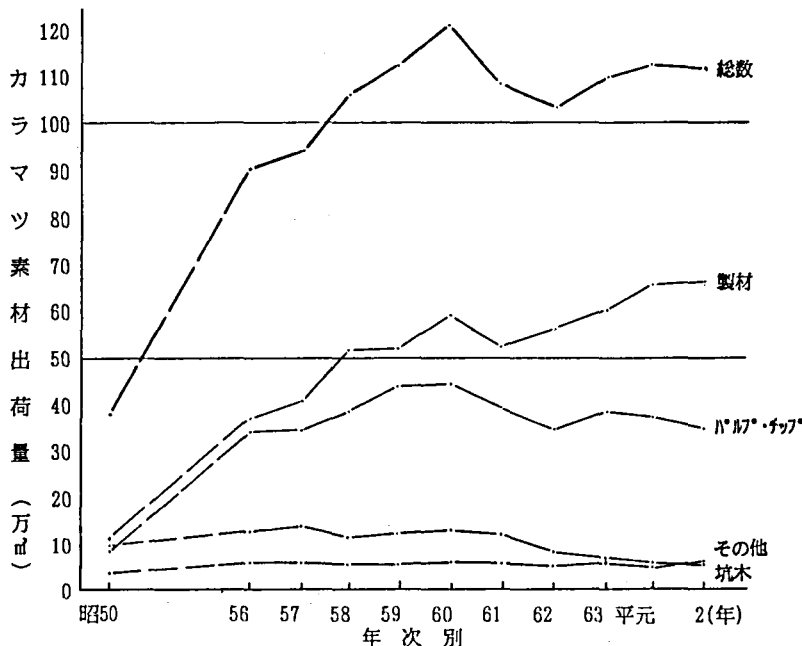


図-2 北海道産カラマツ素材用途別出荷量の推移

注) 参考文献 30) より

うち製材用仕向けは50年の13万 m³ (道産カラマツ素材総量の33%) から56年には37万 m³ (同42%), 58年には50万 m³ の大台を超え、以降もほぼ着実に需要量を伸ばして最近では65万 m³ (同58%) に達し、道内における最大の需要部門に位置づけられている。

一方製材用と並んで需要量を伸ばしてきたパルプ・チップ用は、50年の10万 m³ (道産カラマツ素材総量の26%) から60年の44万 m³ (同37%) に至る間は着実な伸びがみられたが、以降極度な低材価を強いられる需要部門であることが影響して35万 m³ 前後でやや需要量の減退傾向が伺われる。

しかし道産カラマツ素材の30%台、国産カラマツ材総量の20%台を占めるパルプ・チップ用仕向けは、道内における重要な用途であるだけに、今後の動向が注目される。

引続き減退してきている坑木用も含めたその他の用途 (電柱用、杭丸太用、足場丸太用など) の需要は、図-2 から読みとられるように最近では合せて10%以下に低下してきており、当分の間これら用途部門での需要増は望めそうにない。

以上の動向によると、今後漸増が予測される道産カラマツ素材の主要な用途は30%前後のパルプ・チップ用仕向けの確保と、次項で述べる製材用仕向けの主要部門における需要拡大が重要な課題と考えられる。

2) 北海道産カラマツ製材品の用途別出荷量の推移

道産カラマツ製材品の用途別出荷量の推移³⁰⁾は図-3 のとおりである。製材品の総出荷量は昭和50年に10万 m³ の大台を超えて以来ほぼ一貫して増え続け、56年には25万 m³、60年にはそれまでの最多量である39万 m³ に達した。その後1~2年道産カラマツ製材品の最大

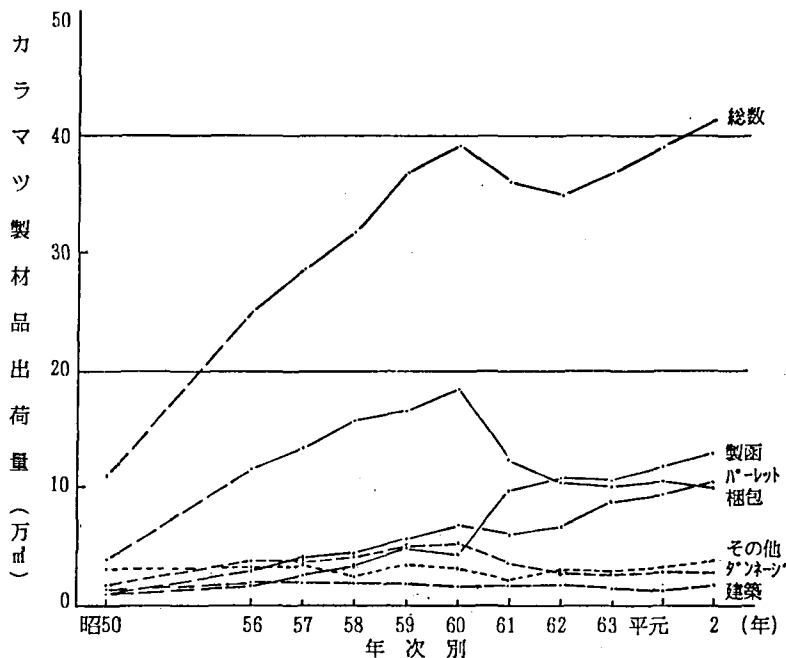


図-3 北海道カラマツ製材品用途別出荷量の推移

注) 参考文献 30) より

需要品目であった梱包用材の急減にもなって62年にはいったん35万 m³ に低下したが、以後再び増勢に転じ、平成2年には40万 m³ の大台を超え、なお上昇の傾向が伺われる。なおこの間ロシアカラマツ材の占める割合は1万 m³ 台から3千 m³ 前後にまで低下し、カラマツ製材品のわずか1%程度を満たすにすぎず、長野県下で国産カラマツ製材品のはば倍量がロシアカラマツ材で充足されている現状とは全く異なり、ほぼ全量が道産カラマツ材で占められている。

製材原木の径級は昭和56年実績によると、7 cm 以下が8%、8~13cm が34%、14~28 cm が57%、30cm 以上が1%で、今日においても30cm 未満の中・小径材が主体であり、本格的な大径材の利用はなお未開拓の分野といえよう。当面間伐に代表される施業体系の整備を図って、大径材需給体制への移行が重要な課題と考えられる。

道産カラマツ製材品の用途別出荷量の内訳には、このような資源的制約と北海道というわが国における特有な地利的条件を背景とした特異性が認められる。

すなわち長野県においては県外移出も含めてカラマツ製材品の85~90%あまりを建築用および土木用に仕向ける努力が払われてきているのに対し、北海道ではこれら両部門での出荷量は一貫してわずか10%以下(最近は6~7%)であり、しかもその80~90%は道内消費に向けられ、内地産カラマツ材との競合関係はほとんど認められない。

一方道産カラマツ製材品の主要な用途は、当初から移輸出用関連資材である梱包・製函用、パーレット(貨物積み込み用の下支え枠)用、ダンネージ(船舶積荷用のバックイン材)用が主体で、これらの用途部門が組合わされて製材品総量のいちじるしい伸びを下支えしてきている。内訳をみると、昭和60年頃までは梱包用が総出荷量の50%近くを占めて主導してきたが、その後梱包用の低減を製函用とパーレット用が補完しながら道産カラマツ製材品の用途を特色づけている。ほぼ一貫して10%前後(3~4万 m³/年)のシェアを占めてきたダンネージ用も加えたこれら移輸出用資材の出荷量の推移は、昭和50年度実績で6万 m³(製材品総量の54%)、56年20万 m³(同80%)、60年34万 m³(同88%)、平成2年36万 m³(同87%)に達し、量的にはこの15年間で6倍におよぶ伸びを記録している。そのうえこれら用途仕向け材の道外出荷割合はほぼ一貫して90%前後におよび、内地材と競合しない特異な分野での用途を確保している。

なお道産カラマツ製材品のその他の用途はドラム(電線等の巻取り枠)用(1~2%)を含めてわずか4~5%にすぎない。

以上を総合して最近の道産カラマツ材の用途別構成比を概観とすると(製材品は素材換算量による)、総量110万 m³ 前後に対して、パルプ・チップ用が31%で最も多く、次いで製函用が18%、梱包用およびパーレット用がそれぞれ14~15%を占め、これら4者の占有割合は78%におよび道産材の主要な用途を確保している。

このほかの少量需要品目には坑木用とダンネージ用がそれぞれ4~5%、杭丸太用、建築用が2~3%ずつ、土木用とドラム用が1~2%ずつで、その他用は電柱用や足場丸太用など合せて3%程度に過ぎない。

このように道産カラマツ材は、近年国産カラマツ材総量の75%を占める一方、60%あまりにもおよぶ大量の間伐材をかかえながら、中小径材の有効利用が図られてきており、またそ

こで生産された成果品の多くを道外移出仕向けとするなどきわめて特徴的な様態で、大量化するカラマツ材の消化に絶大な努力が払われてきている。

第7節 カラマツ材価の動向 (加筆・訂正)

図-4に昭和45年以降のわが国主要針葉樹中丸太(エゾマツ・トドマツ材のみ大丸太)の年次別平均価格の推移を示した¹⁷⁾。図にみられるようにわが国における主要造林樹種の材価は、材質や用途による樹種間の格差が歴然としている一方、景気や需給の動向にともなう材価の短期変動はいずれの樹種もほとんど同じ動きで推移してきている、といった特徴が認められる。また昭和48～49年に発生した住宅建設や公共投資のまれにみる増加による木材需給のひっ迫から引き起こされた未曾有の材価高騰期以降は、第1次オイルショック以降の景気の沈静・低成長期に入って、55年を除いて小幅な変動をともないながら材価の低迷が続いている。55年には各樹種ともそれまでの材価の最高水準を記録したが、これは輸入材産地国の丸太輸出規制に端を発した産地価格の上昇に、円高から円安への変化も加わって輸入価格が上昇し、これに連動して国産材価総体もいちじるしい短期高騰をみたまのであった。

55年の値を除外した48～49年以降の樹種別材価(中丸太1 m³ 当り)は、ヒノキはやや変動幅が大きいがほぼ6万円台であり、スギ2.6～3.2万円、アカマツ2.3～2.6万円、カラマツ1.4～1.8万円(うち北海道材は1.2～1.4万円)で、全体に横這いで推移している。

カラマツ平均材価を100とした最近の樹種別の価格指数は、北海道産カラマツが90で最も低く、アカマツ156、スギ187、ヒノキ400程度と計測され、カラマツはこれらの主要造林樹種のなかできわめて低い評価しか得られておらず、また樹種間の価格格差が是正されるような兆候も認められない。なお北海道で主要造林樹種とされているエゾマツ・トドマツ(大丸太)材の価格を参考に付したが、価格指数は130程度でカラマツに次いで低価格材に位置づけられている。

こうした材価の樹種間格差は、カラマツの造林地域がほかの樹種と異なって中部山岳以北

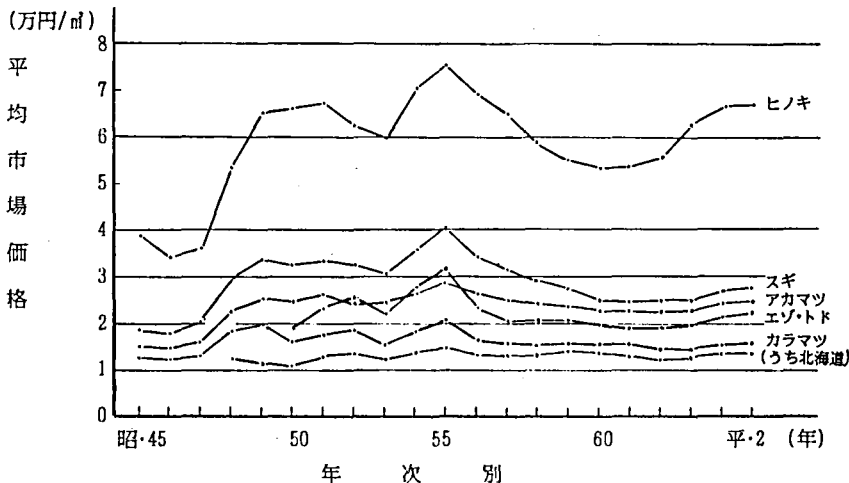


図-4 全国主要樹種別年次別素材平均市場価格の推移

注) 参考文献 17) 1970～1992年版木材価格より

表一 8 主要造林樹種別主伐期立木価格の試算例（50年生）

樹 種	標準立木材積	平均立木単価	立 木 総 価 格
カ ラ マ ツ	280 m ³ /ha	19,000円/m ³	250 万円/ha
ア カ マ ツ	330	12,000	400
ス ギ	400	13,500	540
ヒ ノ キ	260	31,500	820

注）平成4年5月 長野県森林組合連合会伊那木材市売場での聞き取り調査による

の寡雪高冷地域に限られているだけに、そのまま林業展開を図っていくうえでの地域間格差と読み替えられ、カラマツ地域の低位性は歴然としているといわざるを得ない。

そのうえ表一8に示した試算例のように、カラマツ林からの単位面積当り素材収穫量がヒノキと並んでほかの樹種に劣ることもあって、代期収穫金額ではその低位性が一層助長されている。

一方今回得られた関係道県の資料によるカラマツ材価には、これら地域間および各地域内における材種ごとにかかなり大幅な差異のあることも認められた。代表例としてカラマツ材生産量の多い北海道、岩手県および長野県三者の資料を示すと図一5のようである。

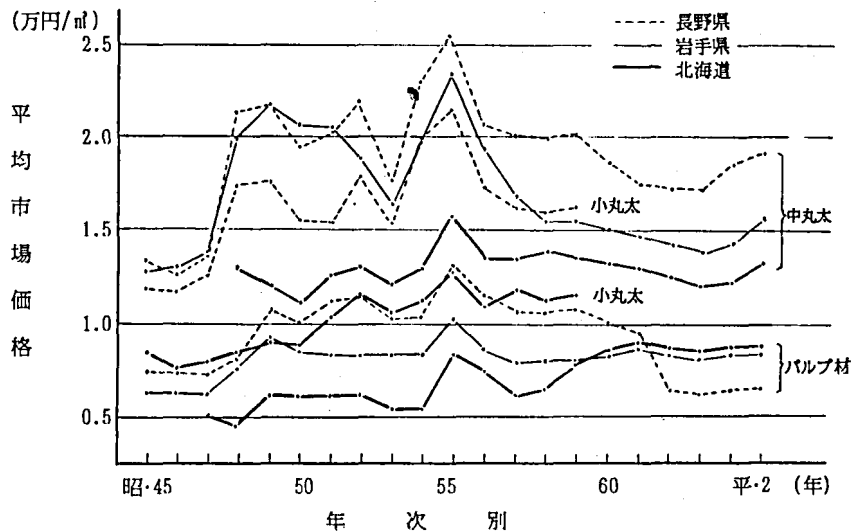
地域別・材種別ともに年次別の価格推移の傾向は図一2に示した樹種別の場合とほぼ同じで、最近の10年間は55年の高騰期を除いて小幅な変動で横這いの状態が続いている。ただし長野県産のパルプ・チップ材価は、県内にあった唯一の針葉樹パルプ工場の閉鎖にともない、昭和61年の後半以降県外工場への原木運賃の負担増により大幅に低下した。

地域別の材価は、カラマツ材の最終的消費地が長野近県から東北、北海道へと北に寄るほど、地場需要より首都圏、東海ベルト地方を中心とした地域に偏っていることもあって、地理的に有利な長野県およびその近県が上位にランクされ、次いで東北地方がこれに追随し、北海道は常に最低位水準で推移してきている。

材種別価格では、各地とも小径・短材・曲がり材などがふくまれるパルプ・チップ用材が格段に低位水準にあり、小径より中径へと径級の増大にともなって高価格化している。これらを先の例と同じ全国カラマツ中丸太価格を基準として、地域別の中丸太：小丸太：パルプ・チップ材それぞれの価格指数を求めると、長野県120：100：43、岩手県97：73：57、北海道83：72：55（小丸太は推定値）程度と概算され、カラマツ材に限っても地域間あるいは材種間に大幅な差異が認められる。特に北海道では伐出条件がほかの地域より恵まれているとはいえ、全体の材価が低いうえパルプ・チップ材の占有比率がきわめて高いこともあって、きびしい生産条件下におかれているといわざるを得ない。

なお大径の丸太（末口径30cm以上）の材価については、出材が稀であるため継続的な統計資料は得られなかったが、長野県下での市売事例によると2～2.3万円/m³程度で推移してきており、2.5万円を超える例はごく稀で2万円台を割る場合もしばしば見受けられる。“カラマツ材の市場性に関して有効なのは通直性と径級であり、価格に関係しているのはただ径級だけなのである”²⁰⁾とはいっても、30～40cm程度の太さの材では格別な高値は期待できないのが実情と思われる。

以上のように今後とも歴然とした低材価を強いられるであろうカラマツ林の施業にあたっ



図一五 カラマツ素材の地域別年次別平均市場価格の推移

注) 参考文献 17) 1970～1992年版木材価格より

ては、改めて造林・初期保育に対する省力化などの検討を必要とするが、今後かなり長期間にわたって対峙しなければならない間伐の実践に際しては、効率的な林分密度調整の手法、並びに間伐材の収穫をとまなう場合の伐出手段についてはほかの造林樹種と比べて低コスト化の追求が強く望まれる。

第9節 カラマツ林の間伐に関する研究史 (未発表・追加)

わが国における間伐技術の開発・普及の歴史をみると、一部の先進地域や内部資料としての指針書などが後に一般に紹介されたケースと、当初から調査・研究を積み重ねた成果が学術的に公表され普及していくケースの2つがある。農林業に関する生産技術の発展過程には前者に類するいわゆる経験的な手法によるものが数多く、その多くは後に理論づけられて一般への普及が図られている。

林業生産技術とくに人工林育成技術においては間伐施業は種苗の育成と並んで重要視され、江戸時代前期以降、すでに森林の撫育を目的として主に成長や形質が劣る林木を除去するいわゆる「伐透し、間引き、洗伐」などと称され、数多くの先学によりその必要が説かれている⁴⁶⁾⁴⁷⁾。そして伐期収穫に至るまでの林分の保育管理のあり方は、江戸時代を通して日本的な技術として定着し、明治期へと受継がれてきた⁴⁸⁾。たとえばわが国江戸時代の後期(嘉永年代)吉野地方における「樽丸式間伐法」⁴⁹⁾が存在した。

明治中期に至って「間伐」という用語が統一的に用いられるようになったが⁴⁸⁾、格別技術的な改善は見当たらず、先進林業地ではそれぞれの伝統的な手法により、主に林木の形質を重視した弱度な間伐の繰返しとその要諦とされてきた。

一方明治初期から中期にかけて西欧の林学を持ち帰った指導的な技術者らから、間伐の方法論について報告はあったものの一般に普及しうるような間伐技術を伝えるまでには至らな

かった。その後、西欧においても Heck の創案した「自由間伐法」(Freie Durchforstung, 1894年～)⁴⁹⁾、あるいは Junak の「赤松の間伐」(Durchforstung der Kiefer, 1921年)⁵⁰⁾ などが紹介された。

樽丸式間伐法および自由間伐法はその発想において全く軌を一にする特殊な間伐法とされ、旧来の慣習にもとづく樹型級や選木法にとらわれることなく、主伐木を完全に育成するため林分にとって必要と認めた間伐を行うもので、林分育成の途次早くから将来の主伐木すなわち「立て木」を予定し、その成育を妨げあるいは競争のおそれがある支配木をことごとく伐採する一方において、「立て木」を保護する育ちおくれの木および障害とならないものを残すこととしている。

一方 Junack は、間伐の主問題は「未来木」の樹冠撫育にありとし、間伐木の選定にあたってはまっ先に未来木を選定し、この未来木の樹冠をじゃまし制限する隣接木を伐り除くことであると説いている。

さて、スギやヒノキに比べて造林の歴史が浅いカラマツは、明治の初期に至ってようやく実生苗の育成が始められ、以降長野県の浅間山麓や東北、北海道など高冷地での造林樹種として登場し、その造林が急速に普及しはじめた⁵¹⁾⁵²⁾。これらのカラマツ林が次第に成林するにつれて、カラマツを対象とした間伐も行われるようになったが、樹種の特性も明らかでなかったため、その技術に関してはスギやヒノキに適用されていた技法を援用するにとどまった。

明治中期の林政混乱期には度重なる対外戦争や洪水被害などによって山林の荒廃を招いたが、これらに対処するため森林法の公布や改訂などを背景として森林施策も強力に進められることとなり、わが国における森林学の創生期を招来した。

こうした状況のなかで、明治32年に始められた国有林野特別経営事業では明治末までの短期間に30万 ha もの人工林が造成され、カラマツも主要造林樹種のひとつに組入れられてその造林面積は3万 ha あまりに及んだ。

明治後期にかけては、森林植生、造林樹種の特性、森林立地などに関する調査研究が進められる一方、人工林の造成にかかわる各種仕様書や指針書などについても本格的な検討が始められた。間伐技術についても、これら林業、森林学の発展期を通して、従来からの方法論の整序と並んで西欧式間伐法の紹介が盛んに行われた⁵³⁾⁵⁴⁾⁵⁵⁾。明治36年には浅間国有林のカラマツ林内に、わが国初の本格的な間伐試験地が設定され調査研究が開始された⁵⁶⁾。また大正期にはスギ・ヒノキ林についても各地の国有林に間伐試験地が設けられ、これらの成果は昭和の初期に至っていわゆる「寺崎式間伐法」としてほぼ完成し、その後第2次大戦後に至るまでわが国における間伐指針の基幹となり、人工林の育成に多大な貢献を果してきた⁵⁶⁾⁵⁷⁾⁵⁸⁾。

昭和10年代の戦時態勢下には間伐に関する研究活動の停滞を余儀なくされたが、第2次大戦後の再建復興期の過程では、旺盛な木材需要や急激な拡大造林の推進策に支えられて、改めて間伐についての論議が台頭してきた。当時の間伐法は引続き寺崎式が主流であったが、主観的な間伐木の選定基準や間伐の強度と繰返し期間の組合せなどの複雑さが伴うため、間伐の担当者にはかなり高度な知識と技術が求められ、いわゆる“名人芸”でなければ適正な間伐は実践し難いことが指摘された。

これらの難点を改善するため、林木個々の形質を重視する寺崎式間伐法に対し、客観的に数量や林木の大きさが把握しやすい単位面積当りの本数、樹高、胸高直径、林分断面積、材積などを基準として適正な残存立木の本数を割出し、これに林木の形質を加味して間伐木を決める方法の提案が相次いだ。後に前者を“定性間伐”、後者を“定量間伐”と呼称し区分するようになった⁵⁹⁾。

代表的な定量間伐法としては、麻生⁴⁸⁾(収穫表から残存木の適正基準本数を決める方式)、松下⁶⁰⁾(収穫表の樹高を基準として立木密度を決める方式)、牛山⁶¹⁾(胸高直径を基準として適正樹間距離を決める方式)などが挙げられる。これらの間伐方式は単用あるいは寺崎式との併用によって当時の間伐推進に役立てられたが、カラマツ林独自の方法論としての展開はみられなかった。

昭和30年前後を境に、これらの定量間伐に対する考え方とは別に、森林生態学のめざましい発展を契機として林木の物質生産機構についての研究が活発化し、坂口⁵⁹⁾、四手井²⁾、吉良⁶²⁾、中村⁶³⁾、小滝⁶⁴⁾らによって林分密度と収量についての法則性に関する報告が相次いで発表された。その結果これらの理論にうらづけされた間伐の方法論は、これまでの方法を一挙に変容させ、全く新しい林分の密度管理方式を次々と提案した。その代表的な成果は、坂口³⁾⁶⁴⁾、只木⁴⁾⁵⁾、蜂屋⁶⁵⁾、安藤⁶⁶⁾らによって調製された林分密度管理図の実現であった。引続く幾多の研究成果⁶⁷⁾⁶⁸⁾⁶⁹⁾⁷⁰⁾⁷¹⁾⁷²⁾⁷³⁾⁷⁴⁾などによって、昭和40年代初めにかけて全国各地における主要造林樹種の林分密度管理図はほぼ完成し、その後のわが国の間伐指針のほとんどすべては、定量化の粋ともいえるこれら密度管理図に依拠して今日に及んでいる。

なお間伐に関連する林分収穫表の調製について触れておきたい。わが国における収穫表調製の業務は、明治43年に寺崎により作成された「収穫表資料収集並調製要綱」⁷⁵⁾を端緒とするが、本格的には昭和27年に林野庁および旧林業試験場が改訂した「同齢単純林の林分収穫表調製要綱」⁷⁶⁾により、10年余りの期間を費して国内主要地域における主要造林樹種(スギ・ヒノキ・アカマツ・カラマツ)について基本的な収穫表40あまりが作成された。その後密度管理図の調製に連動して改めて作成された収穫表も数多く、この両者は各地における間伐指針の立案に貢献してきている。

以上のような間伐に関する研究経過の中で、造林の歴史が浅いカラマツは草創期の間伐にかかわる試験研究材料としての役割は果たしてきたが、間伐あるいは林分の密度管理についての隆盛な一般論議のなかに埋もれて、カラマツ林に特有な間伐方法論は格別提示されてこなかった。

一方林分密度管理図が出現するまでは、収穫表の調製をふくめて実践を前提とした間伐のあり方(実践論)が検討されてきたが、以降は実践論よりも理論的な密度管理のあり方が優先し、方法論はあっても実践が伴わない傾向が一般化してきたように思われる。因に国や県の林務行政担当者はともかく、森林組合や業者あるいは指導的な林家において、林分密度管理図を十分に理解しこれを駆使して間伐の実践に役立てている第一線の林業技術者はほとんど見当たらない。

密度管理理論がほぼ完成をみる昭和40年前後頃、その資料収集を兼ねた信州カラマツ林の生産力調査⁷⁷⁾などに参画する機会を得た筆者は、以降林分の密度にかかわる実際の応用面に関心を寄せ、やがて膨大な量に及ぶことが予測された戦後造林地での間伐問題を取りあげ、

その実践について検討をすすめてきた。

これらの成果は当時的高密度カラマツ林を対象とした列状間伐方式を課題とした「信川カラマツ林の間伐計画」など⁷⁾¹⁴⁾¹⁵⁾¹⁶⁾¹⁷⁾³³⁾³⁴⁾にとりまとめ、また間伐材はできるだけ搬出利用することを前提として「間伐材の搬出に関する考察」など³⁵⁾³⁸⁾³⁹⁾⁴⁰⁾⁴¹⁾の報告も付加してきた。機械的で省力化が図られる列状間伐体系は、それまで積み上げられてきた間伐方法論とはいちじるしく離反する側面も認められるため、当初は現場での抵抗を強く感じてきたが、鋭意その方法論の妥当性を説く一方、間伐後の追跡調査の成果を報告し³⁵⁾⁷⁸⁾、今日では高密度カラマツ林に適用しうる実践的な間伐法のひとつとして一定度の評価が得られていると認識される。

カラマツ林を対象とした列状間伐法は、昭和40年代半ばに旺盛な間伐材の需要（土木用杭丸太やバタ角などの仮設材が主体）に対応するための収穫体系のひとつとして長野県佐久地方の一部の民間企業で多用されていたし、北海道国有林を中心に細丸太伐出の省力化や労働力不足対策として機械化による列状間伐体系がかなり大規模に採用されていた⁷⁹⁾⁸⁰⁾。しかしこれらの列状間伐法は必ずしもカラマツ林の造成技術として体系化されたものではなく、前者は間伐材の伐出作業の省力化が主題であり、後者はカラマツを先駆樹種として列状間伐跡地へのトドマツ下木植栽による複層林化あるいは樹種転換を図ることがより重要な課題であったと理解される。

その後間伐未済のまま林齢が30～40年生に達したカラマツの高密度林分に対しては列状間伐法のみでは対峙にくいことや、柱材仕向けに有力な販路をもつスギやヒノキの高密度林分には列状間伐法はなじまないことなどの課題をかかえ、昭和52年頃からその対応策として後述する“保残木マーク法”の検討をすすめ、15年余りにわたる事例研究を通して多様な林相を呈する間伐対象林分に適用しやすい間伐法として、その普及と定着化を図っている⁷⁵⁾⁷⁸⁾。なお、「立て木法」あるいは「未来木法」とも称されるべき「保残木マーク法」は第4章で詳述するが、寺崎式間伐法に集約されてきた「C種、D種あるいは上層」などと称される強度間伐法なども、現実の困難な間伐を進めていくためには、改めて俎上に載せて再検討してみる必要がある。

なお間伐材の伐出技術やその経済性に関する研究史については、わが国において間伐の規模が大型化しはじめた昭和40年代半ば以降にとりあげられた新しい課題であり、また対象樹種を特定した事例も見当たらないので、第5章における間伐材の搬出手段を検討するなかで、その経緯をあわせて記述した。

第4章（高密度カラマツ林を対象とした間伐法）

第5節（適用間伐法の総括的検討）

4 各間伐法の経済性の比較（未発表・追加）

ここに挙げた4種の間伐法は、表-39、40にみられるようにいずれの方式を採択しても将来かなり優れた林分構成に誘導することが可能である。しかしその過程では基本的な間伐体系のちがいによって、間伐の繰返し回数やその都度の間伐対象木の質量（径級、品質、本数、材積など）が異なるため、間伐の実行に際して投入する人工数や収穫材の材積、品質など

表-41 間伐法のちがいによる間伐材伐出の成果 (1ha当り)

		下 層 間 伐 法	1/3 列 状間伐法	1/2 列 状間伐法	保 残 木 マ ー ク 法		
間伐前生立本数・材積		2,610本, 231m ²				表-18	
初 回	間伐率(材積率) (%)	42(28)	33(33)	50(50)	39(42)	} 表-26, 29 31, 34	
	間伐本数 (本)	1110	870	1310	1010		
	〃 材積(素材) (m ²)	64(41)	73(48)	116(78)	97(66)		
	うち良材比率 (%)	28	40	40	57	注) 1	
	山元売払い価格 (万円)	33.4	43.2	70.2	65.0	注) 2	
	〃 単価 (万円/m ²)	0.81	0.90	0.90	0.98		
回 間	所要 労働	選木伐倒枝払 (人)	11	8	14	15	注) 3
		造材搬出 (人)	19	19	29	27	
		計 (人)	30	27	43	42	
		伐出工程 (m ² /人)	1.37	1.78	1.81	1.57	
伐	所要 経費	労賃 (万円)	36.0	32.4	51.6	50.4	注) 4
		その他諸経費 (万円)	9.0	8.1	12.9	12.6	
		計	45.0	40.5	64.5	63.0	
		伐出単価 (万円/m ²)	1.10	0.84	0.83	0.95	
		伐出差引収支 (万円)	-10.6	2.7	5.7	2.0	
第2 回伐	間伐率(材積率) (%)	45(33)	45(30)	30(24)	38(29)	} 表-26, 29 31, 34	
	間伐本数 (本)	680	720	350	530		
	〃 材積 (m ²)	82(53)	80(52)	56(36)	74(48)		注) 5
第3 回伐	間伐率(材積率) (%)	27(18)	32(21)	—	—	同 上	
	間伐本数 (本)	220	280	—	—		
	〃 材積 (m ²)	42(27)	62(40)	—	—		

注) 1 表-38, 39の径級および樹型級の配分と当該試験地における初回間伐の売払い実績を参照して求めた。

注) 2 売払単価は良質材1.2万円/m³, 曲り材等低価格材0.7万円/m³により積算した。

注) 3 当該試験地1/3列状間伐区での実績を基準とし, 各間伐法の間伐本数, 材積, 伐出の難易度等のちがいを勘案して積算した。

注) 4 伐出賃金は一律1.2万円/人・日で積算し, その他諸経費は労賃の25%を見積った。

注) 5 素材材積は一律65%の利用率により積算した。

のちがいがともない, 事業的な収支に影響することが考えられる。

次章で述べるように対象林分の地利地形条件のちがいによって伐出の収支は大幅に変わるが, ここでは昭和58年に設定した当間伐試験地を対象とし, 初回間伐の実行に引続き平成2年に1/3列状間伐区における第2回目間伐の実績も参照して表-41を調製し, 間伐法のちがいによる伐出収支を比較検討した。

同表にみられるように, 各間伐法を特徴づける初回間伐の実績によると, 間伐率並びに間伐対象木の選定基準のちがいによって, 各間伐法毎の間伐木の本数, 材積および品質にはかなり大幅な格差がある。これらの値によって積算される山元売払い価格で比較すると, 間伐

対象木の質量ともに劣る下層間伐法の売払い価格を100とした指数では、間伐率が最も低い1/3列状間伐法が129、間伐率および収穫材積が最も大きい1/2列状間伐法が210、収穫材積並びに材の品質が優る保残木マーク法が195と算定され、前の2法と比べて後の2法が収穫額においては格段に優ることが確かめられた。

一方これら間伐木の伐出に要する人工数あるいは所要経費は、小径材比率の高い下層間伐法のハンディを考慮すると、おおむね収穫材積量の多寡に比例的であるが、伐出の工程（ $\text{m}^3/\text{人}\cdot\text{日}$ ）あるいは単位材積当りの所要経費（万円/ m^3 ）で判定すると、伐出作業が容易な1/3あるいは1/2列状間伐法の効率が一段と優れ、保残木マーク法がこれに準じ、下層間伐法の所要人工数あるいは経費の増大はさけられない。

以上の伐出収支によると、下層間伐法は1/2列状間伐法に次ぐ強度な本数間伐率の適用によってもかなり大幅な赤字が計上され、一般に多用されている中程度の間伐率の適用によるときは間伐の赤字は一層大きくなる。下層間伐法以外の3種の間伐法はここでの事例では、いずれも一応伐出収支の黒字が計上され、高密度カラマツ林を対象とした効率的な間伐手法として一定程度な評価が得られた。

なお第2回目以降の間伐については、1/3列状間伐区における第2回目間伐以外の実績はまだ得られていないので、伐出収支にかかわる細目の計算を欠くが、初回間伐時の伐出材積が少ない下層および1/3列状間伐法では、第2回目間伐時にそれぞれ45%におよぶ高い間伐率を適用しても少なくとも第3回目までの繰返しを必要条件とする。

これに対し初回間伐時の伐出材積が多い1/2列状間伐法あるいは保残木マーク法は、30%台の間伐率による第2回目の間伐によって十分所期の密度調整が果される見通しが得られ、初回の間伐が適正に実行されれば、当面問題をかかえる高密度カラマツ林への対応策として明らかに有効かつ省力的な間伐法であると評価される。

以上のように高密度カラマツ林への対応策として考察してきた4種類の間伐法は、それぞれ技術的な課題と並んで経済的な側面での特色をとまう。実際の間伐に際しては一般に中程度の本数間伐率（30～40%）による下層間伐法が多用されているが、ここでの分析にもみられるように、伐出の収支が赤字になることなどが理由となっており、切捨て間伐の増大を招いたり、所定の間伐の繰返しがためらわれているケースを多く見かける。本章ではかかる事態を少しでも解消する方策として強度な間伐率を適用した下層間伐法をふくめて実践が可能と考えられる4種類の間伐法を提示し、その経済的側面についての検討を付加した。格段斬新な方法論の提案ではないが、それぞれの間伐法の特徴について十分な理解が得られるならば、行きづまってきている間伐現場での問題解決に役立てられると思われる。

参考文献（学位論文に新たに追録したもので、文献番号は追録の順序による。）

- 42) 島崎洋路・枅岡 望：間伐材の搬出手段に関する考察（Ⅰ）ジグザグ集材法の変型，38回日林中支論，1990
- 43) “ 三野和哉：間伐材の搬出手段に関する考察（Ⅱ）自走式リモコンキャレジによる集材作業，38回日林中支論，1990
- 44) “ 三沢謙一・工藤 大：間伐材の搬出手段に関する考察（Ⅲ）自走式リモコンキャ

レジによる集材体系, 39回 日林中支論, 1991

- 43) 〃 ・大野哲也：間伐材の搬出手段に関する考察 (Ⅳ) 割エンドレスドラムの装着によるウインチ機構の汎用化, 40回 日林中支論, 1992
- 46) 徳川宗敬：江戸時代における造林技術の史的研究, 西ヶ原刊行会, 1941
- 47) 狩野享一：江戸時代の林業思想, マスダ至誠堂, 1963
- 50) 鑄木徳二訳：ユナーク氏著 赤松の間伐, 大日本山林会報495, 1924
- 51) 高見沢薫：落葉松栽培法, 山林会報173, 1898
- 52) 本多静六：落葉松造林法, 山林会報172, 1898
- 53) 森庄一郎：吉野林業全書, 大阪石版合資会社, 1896
- 54) 塩沢 健：杉檜林疎伐法, 有隣堂, 1904
- 55) 本多静六：幹級及疎伐度の区別, 山林会報266, 1905
- 56) 寺崎 渡：落葉松の間伐試験, 林試研報2, 1905
- 57) 〃 ：間伐の実行方法を論ず, 山林会報286, 1906
- 59) 坂口勝美：育林学新説, 朝倉書店, 1955
- 60) 松下規矩：間伐の選木作業に収穫表を利用することについて, 長野局報15, 1952
- 61) 牛山六郎：牛山式間伐法解説, 長野局報22, 1955
- 62) 吉良竜夫：植物生態学 生態学体系Ⅱ上, 古今書院, 1960
- 63) 中村賢太郎：間伐の強さと材積収穫の多少, 日林誌35, 1958
- 65) 蜂屋欣二・安藤 貴：植栽本数と間伐一保育形式の決め方, 日林協, 1964
- 66) 安藤 貴：林分密度管理図とその使い方, 農林出版, 1966
- 67) 〃 ：密度管理図, 農林出版, 1968
- 68) 〃 ら：スギの保育形式に関する研究, 林試報210, 1968
- 69) 〃 ：同齢単純林の密度管理に関する生態学的研究, 林試報211, 1968
- 70) 蜂屋欣二：林業新技術33選 (密度効果の法則と林分密度管理図ほか), 全林協, 1970
- 71) 坂口勝美編：スギのすべて, 全林協, 1969
- 72) 四手井綱英：森林保育と生態, 農林出版, 1967
- 73) 只木良也：林分密度管理の基礎と応用, 日林協, 1969
- 74) 菅 誠：人工一斉林の林分密度に関する生態学的研究, 京大学位論文, 1967
- 75) 日本林業技術協会編：林業技術史 第4巻 経営編, 1952
- 76) 林野庁・林業試験場：同齢単純林の林分収穫表調製要綱, 1952
- 77) 四手井綱英他四大学合同調査班および信大合同調査班：森林の生産力に関する研究Ⅱ 信州産カラマツ林について, 日林協, 1964
- 78) 島崎洋路：高密カラマツ林の間伐に関する研究, 信大演報23, 1986
- 79) 武居猛ら：カラマツ林における列状間伐, 札幌営林局業務研究発表集録, 1970
- 80) 田口 豊：間伐の実際, 北方林業, 1971
- 97) 島崎洋路：保残木マーク方式による新しい間伐法 (英文), 信大農紀要26, 1990