

技術情報

No.156
2017.3

平成28年度カラマツ林業等研究会特集

長野県林業総合センター



平成28年度カラマツ林業等研究会会場の状況

もくじ

奈良本山ヒノキ人工林天然更新試験地における施業について.....	2
イヌワシ生息地の森林環境保全整備箇所における餌動物の利用状況とニホンジカとの関係.....	6
ウイーンにおける木造建造物の現状.....	10
大臣認定された信州発の新製品「信州型接着重ね梁」.....	14
自然がもたらすリラックス効果について.....	20
これからの明るい林業を目指す担い手からの提言.....	22
「信州カラマツ」の現状と将来に向けての戦略（私論）.....	26

奈良本山ヒノキ人工林天然更新試験地における施業について

○東信森林管理署青木森林事務所森林官	畠山 弘一
○信州大学大学院 農学研究科	大塚 大
信州大学農学部 助教	斎藤 仁志
信州大学農学部 教授	植木 達人

1 はじめに

中部森林管理局における複層林の造成は、樹種的特性を生かしたヒノキ人工林が主体である。効率的な複層林造成には、天然に発生する稚樹の活用が重要であることから、天然更新法の確立を目的に、1977年より東信森林管理署管内に試験地を設定し、施業を実施している。

天然更新を促すため、1979年から1982年まで伐採率30%~60%の後伐を実行。1979年には帯状皆伐も行い、伐採幅を樹高の2倍程度の30mにして実行。1983年から1984年に当時の大径材生産林分で20%間伐等の施業を行い、1985年に後伐箇所には稚樹調査プロットが設定され、その後、継続調査等が実施。長年に渡る施業や調査の結果、後継樹である下木が密生し、樹高成長が見られたことから更新完了と判断し、2015年に2.63haの終伐作業を実施した。この中で、更新木（収穫対象でない、樹高20cm以上のヒノキを対象としている）の損傷実態を明らかにし、上木伐採・搬出技術の確立を目指すこととして、信州大学と共同して更新木損傷率調査を実施した。

2 調査の方法及び経過

図-1の赤枠は、製品生産請負事業とし、上木を伐採搬出（終伐）した範囲である。黄枠部は更新木の発生が少ないことから、上木の伐採率を60%とし、今後更新木の発生を期待する箇所となっている。上木を100%伐出する終伐範囲のうち、プロットを緑枠部に設け、搬出時の損傷調査を行った。

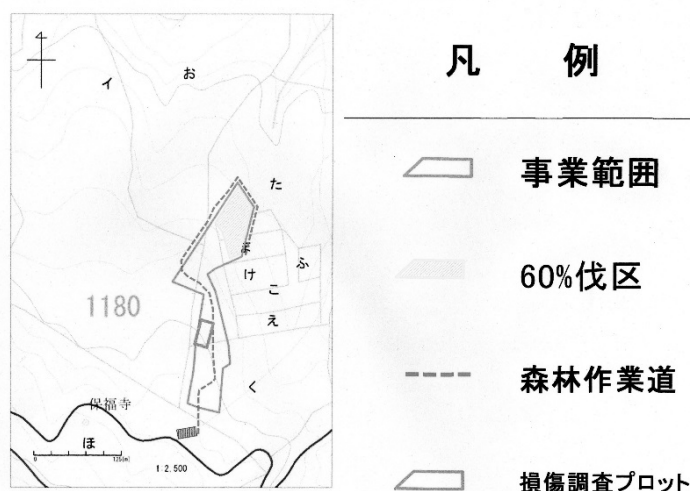


図-1 調査地の区域及び凡例

ア 更新木の推移について

天然更新したヒノキは、1977年にまとまった出現が確認された。さらに1979年に16万本/haを超える更新木が確認され、平均樹高は、1977年は約20cmだったが、2012年には180cmを超えた。一方で、その本数は年々減少し、2012年には1万5千本/ha程度になった。こうした状況から十分に更新木が成長したものと判断し、世代交代のため終伐を実行する運びとなった。

イ 引出線を設定した上木伐採の作業方法について

上木を伐採・搬出するにあたり，更新木の損傷は避けられない。2014年の実行結果として，更新木の損傷は上木の伐倒方向に起因する傾向が明らかになった。このときの伐採前更新木密度は10,904本/haが確認され，伐採後には，本数比で53.5%の更新木に損傷が確認された。

このときの伐倒方向は現地の地形や作業道の状況に合わせて決定されたもので，一般的な傾向ではなかった。そのため，今後，事業を計画するにあたり，ある程度損傷量の予測が立つことを目的として，2014年の傾向を基に以下のように作業条件を設定し，伐出試験を行った。

まず，図-2のように主要な損傷源であると考えられている樹冠を，伐倒時に集中させる位置として引出線を設定した。プロット内に2本設けられた引出線は，更新木が少ない部分をあらかじめ選定し，この間隔はおよそ25mであり，伐倒木の梢端は確実に到達する条件となった。末木枝条は，プロット内へ残さないようにするため，人力及びフォワーダで搬出処理。以上の条件は，請負契約時に特記仕様書に明記した。

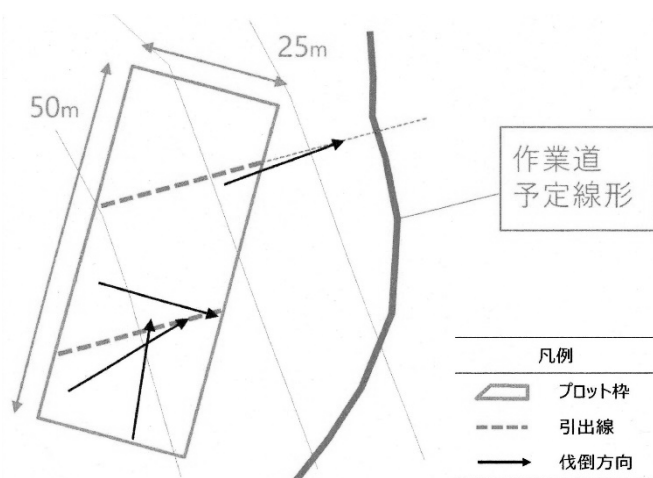


図-2 引出線の設定箇所

チェーンソーで引出線に向けて伐倒したのち，集材時の巻き込みによる下木への損傷を防ぐため，直後に枝払いを実施。木寄せはウインチを使用して行い，造材はチェーンソー及びプロセッサを使用し，運材はフォワーダで実施した。なお，機械の林内走行は発生していない。引出線に向けた伐倒は，周囲の更新木損傷を回避するのに有効であった（図-3）。



図-3 引出線へ向けた伐倒

一方で，大量の末木枝条が林内で発生してしまうことから，天然更新への影響が懸念され，その適切な処置方法の検討が必要になり，プロット内には，できるだけ残さないようにするため，人力及びフォワーダで外へ搬出した。プロット以外の実行箇所での末木枝条の取扱は，作業道等に集積せず，

散在させて林地還元した。更新木の発生が無いところでは新たな稚樹を発生させるため、散在させないように実施した。

ウ プロット内の損傷率調査について

図-4は伐出前の更新木密度を1m四方のグリッドで示しており、7,392本/ha、平均樹高は4.0mであった。

作業にともない発生した更新木の損傷は、11段階で評価した(表-1)。

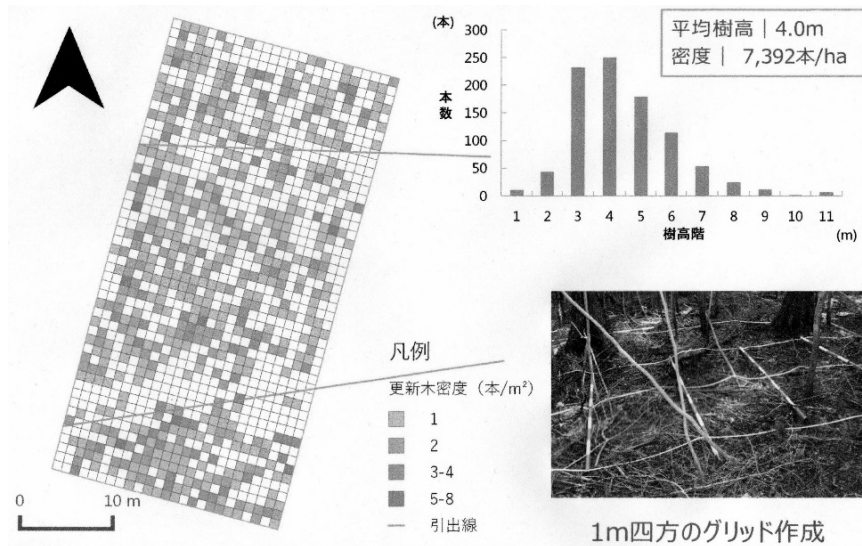


図-4 プロット内の区画・樹高階・グリッドの様子

表-1 損傷区分表

損傷基準

損傷区分 ¹	定義
傾斜	傾きが倒伏に至らないもの
倒伏	樹幹が地面につく
幹折れ	幹折れ
梢端折れ	梢端より2mまでの折れ
枝折れ(大)	50%以上の枝損傷
枝折れ(中)	25%以上50%未満
枝折れ(小)	25%未満
樹皮剥離	樹皮の剥離により辺材が露出
処理	作業時に支障であるとしたもの
消失	個体が確認できないもの
損傷なし	損傷が認められないもの

無損傷木
更新木の材価形成が重要
5成長期後回復した¹枝折れ(小)と損傷なし
ただし、処理は解析から除外した

3 調査の成果と考察

ア 調査結果

表-1に基づき、2014年と2015年で損傷した更新木について損傷区分別の割合を比較したところ、2015年は枝折れの割合が減少し、より重度な損傷であると考えられる傾斜・倒伏の割合が増加した。この結果から、2015年の目的である、更新木損傷の集中化に関して一定の成果が得られたものと考え

られる。一方で、2014年と同様、過半数の個体に損傷が発生した。これは、伐倒時の樹冠投影面積が大きくなってしまったことが一因だと考えられる。

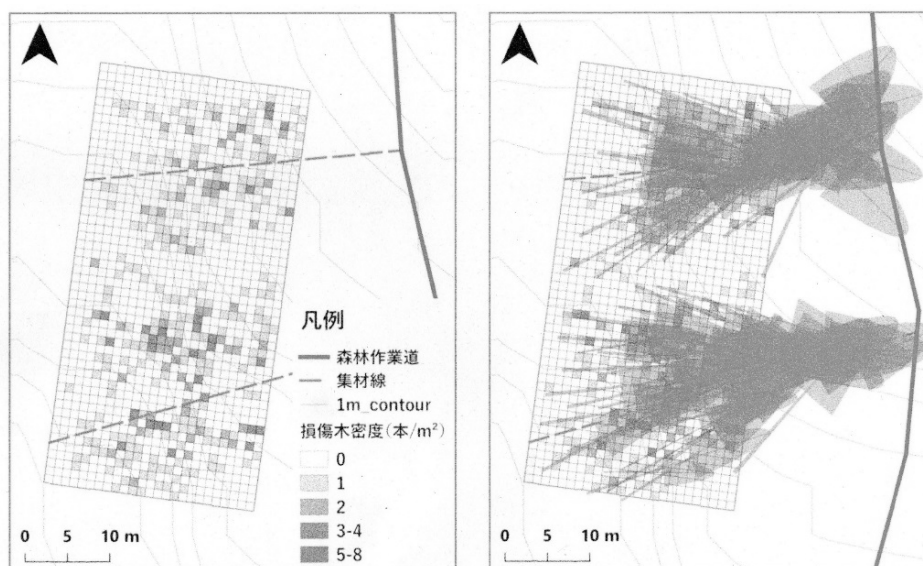


図-5 プロット内の損傷状況及び伐倒木投影図

伐倒方向は、引出線と重なるように指定したが、実際には作業の都合から、図-5で示す扇状に伐倒されていることが分かる。樹冠、樹幹、また投影範囲外のグリッドごとに損傷率をみると、樹冠の範囲では突出して損傷率が高くなった。

したがって、更新木をより保残するためには、伐倒木の樹冠が占める面積比を縮小することが効率的であると考えられ、作業効率を考慮せず、理想的な伐倒方向を示したのが、全ての伐倒木の樹冠部分が引き出し線の中央に来るよう、1本ずつ伐倒・造材作業を行えば、樹冠面積が抑えられることになり、損傷率についても減少するものと考えられる。しかし、それには作業のかかり増しが発生し、採算性が悪化することから、更新木による造林コストの省力化がどの程度まで作業コストの増加を許容できるのか、検証していく必要がある。

イ 考察

予め引出線を決めて、そこへ伐倒搬出することで更新木の損傷を集中させることが出来た。損傷範囲が減少し、周囲の更新木が生かせることがわかった。

今までは上木伐採により更新木の損傷が危惧され、施業が見合わされてきたとも考えられるが、2014年及び2015年の成果を今後の施業に活かしていきたい。

また、2016年にプロットの経過観察を行い、倒伏した個体の多くは枯損しているかと推測していたが、傾斜に回復していたり倒伏したまま生存していたりする個体も見られた。

今後も引き続き、信州大学農学部と協力し、ヒノキ人工林における天然更新法の確立に向けて更なる調査、検討を行っていきたい。

引用文献

- (1) 近藤道治・今井信・宮崎隆幸・岡勝・佐々木達也 (2009) 点状複層林の上木間伐にともなう下木損傷軽減法の検討. 森林学誌 24 (1) : 3~10
- (2) 東信森林管理署上田事務所 ヒノキ人工林天然更新施業についての一考察

イヌワシ生息地の森林環境保全整備事業箇所における餌動物の利用 状況とニホンジカとの関係

株式会社 環境アセスメントセンター 水上 貴博
東信森林管理署 森林技術指導官 松島 利夫

1 はじめに

イヌワシは、北海道から九州までの島嶼部を除く主に山岳地帯に生息し、翼を広げると2m以上になる本州最大の大型猛禽である。繁殖成功率（現存つがいと消滅つがいを母数とした繁殖成功つがいの割合）で見ると、1980年台は30%以上であったが、1991年以降は急激な低下が認められ、2013年には20%を下回る状況となっている¹⁾。現在の日本における推定生息数は、150～200つがい及び単独個体を合わせた500個体程度と推定され、種を存続していく上で危機的な状況にあるといえる¹⁾。

このような危機的状況に至った主な要因として、ノウサギやヤマドリ等の主要な餌動物の減少による食物不足、拡大造林による自然林の減少や人工林のうっぺいといった生息（狩場）環境の変化が示唆される。このような状況を打開する対策として、餌動物の生息環境の改善や人工林の適正な管理等、餌動物が安定して生息できる狩場の創出が課題と考えられる。

本調査は、かつてのイヌワシ生息地で森林環境保全のための皆伐施業が実施されたことを契機としており、イヌワシの主要な餌動物であるノウサギの生息状況を把握することで、皆伐によりイヌワシの良好な狩場を創出できるかどうかについて検証することを目的とした。また、施業地にはニホンジカ進入防止用の防護柵が設置されていることから、防護柵を介してノウサギが行き来しているかどうかについても確認し、ニホンジカの進入防護柵がイヌワシの餌動物に与える影響についても合わせて検証した。



写真1 イヌワシ成鳥

2 調査方法等

2.1 調査地

調査地は、東信森林管理署管内西部の大門山国有林内に位置し（図1）、平成24年度に皆伐施業が実施された1122林班ふ小班とその周辺に設定した。なお、ふ小班には施業地へのニホンジカ進入防止のため、高さ約2mの金網製防護柵が設置され、地面接地部分の金網のメッシュサイズが80mm以上であることから、ノウサギの施業地への進入は可能と考えられた。

皆伐施業に合わせて、イヌワシの主要な餌動物であるノウサギを対象として、①積雪時の足跡追跡による生息密度推定、②センサーカメラ撮影を施業後すぐに開始した。また、平成25年度にはニホンジカ進入防止のための防護柵が設置されたことに伴い、③防護柵内の痕跡確認も追加して実施している。これら3項目について、平成27年度までの4年間の結果を報告する。

長野県



図1 調査地

2. 2 調査方法

(1) ノウサギの生息密度推定

イヌワシの主要な餌動物であるノウサギの生息状況を確認するため、INTGEP法による生息密度の推定を試みた。INTGEP法とは、雪上に残された足跡の調査から、一定面積内の足跡総延長を推定し、一頭一夜の平均移動距離から生息密度を求める方法で、本調査では、踏査ルート of 両側各 2m の幅 4m を調査範囲とし、その範囲を通過するノウサギの足跡延長を計測し、生息密度を推定した (図 2)。

(2) センサーカメラ撮影

イヌワシの主要な餌動物であるノウサギのほか、調査地周辺に生息する動物を確認するため、センサーカメラによる無人撮影を、昼夜を問わず 24 時間連続で実施した。センサーカメラの設置箇所は、防護柵内の皆伐地 2 か所のほか、柵外にも林縁 3 か所と林内 1 か所の計 6 か所設置した (図 2)。

(3) 防護柵内の痕跡確認

防護柵設置後、ノウサギが柵内に進入しているか確認するため、柵内において環境 (林縁・開放地)・傾斜 (傾斜地・平坦地) の異なる調査区 (2m×2m) を 4 か所設置し、ノウサギ糞粒の有無を確認した。また、積雪時に防護柵の外周を踏査し、柵内へ進入している動物の痕跡を確認した (図 2)。

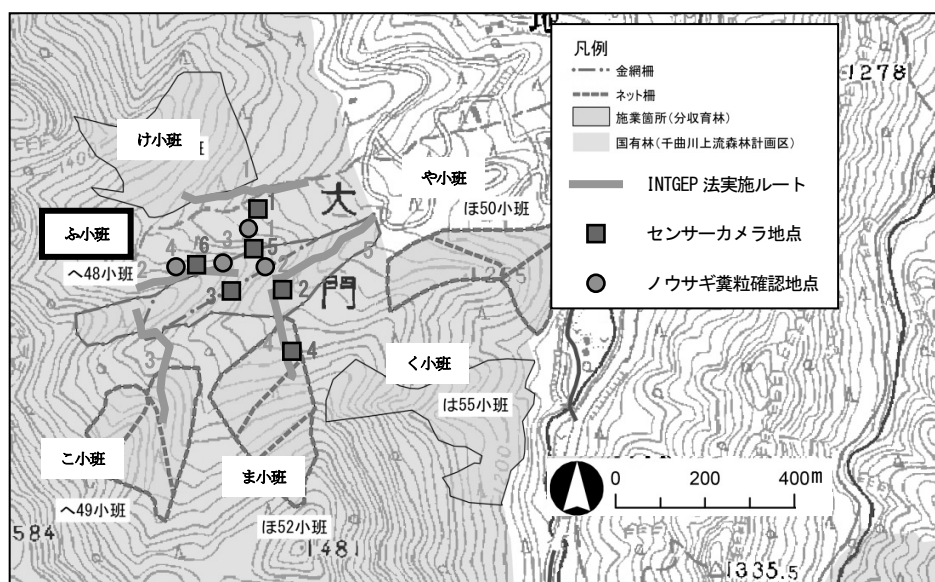


図 2 調査地点の位置

3 結果

3. 1 ノウサギの生息密度推定

平成 24 年度から平成 27 年度までの結果を整理すると、足跡が確認された場所は林縁または林内で、防護柵設置後の平成 25 年度以降は、ノウサギが柵内へ進入できる条件であったものの、柵内の皆伐地での確認はなかった (図 3)。

3. 2 センサーカメラ撮影

平成 26 年度の結果から撮影された動物種を整理すると、哺乳類 10 種、鳥類 2 種の計 12 種を確認した。撮影枚数が最も多かったのはニホンジカで、防護柵外の 4 か所全てで撮影されており、柵内での確認はなかった。ノウサギは柵外の 3 か所で撮影され、撮影された時間帯は全て夜間であった。また、柵内ではノウサギより体サイズの大きいタヌキとキツネが撮影されていることから、ノウサギも柵内へ進入が可能であるものと考えられた (図 5, 表 1)。

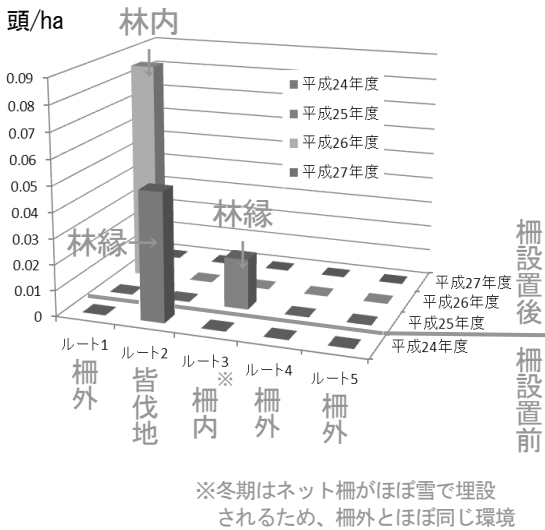


図4 ノウサギの生息密度

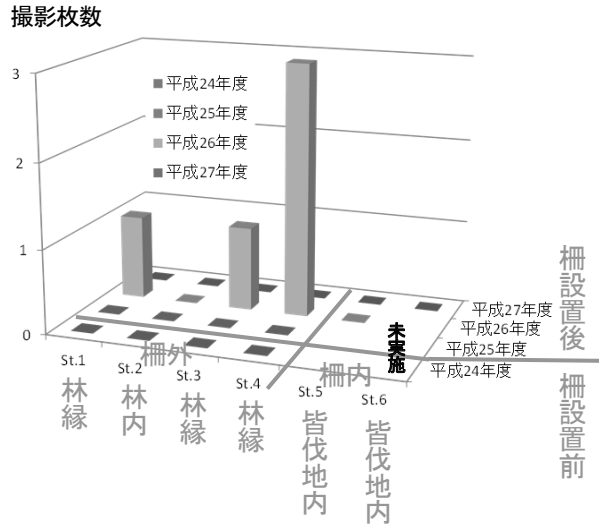


図5 ノウサギのセンサーカメラ撮影枚数

※冬期はネット柵がほぼ雪で埋設されるため、柵外とほぼ同じ環境

表1 センサーカメラによる撮影種及び撮影枚数 (平成26年度)

種名/設置箇所	防護柵外				防護柵内	種別合計	
	St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	St. 5		
哺乳類	ニホンザル		1			1	
	ノウサギ	1		1	3	5	
	ニホンリス	1				1	
	ネズミ科の一種		1	1		2	
	タヌキ		8	10	14	9	
	キツネ	7	15	4	18	8	
	テン	1	4	2	1	8	
	アナグマ	1				1	
	ニホンイノシシ	1				1	
	ニホンジカ	96	198	318	345	957	
鳥類	フクロウ			1		1	
	ツグミ		5			5	
箇所別合計		108	232	336	382	17	1075

注1) 撮影期間：平成26年8月8日～平成27年2月16日

注2) カメラ5のみ積雪によりカメラが埋没したため、平成27年1月19日にカメラを回収

3.3 進入防止柵内の痕跡確認

調査は平成25年度から平成27年度の3年間実施し、ノウサギ糞粒の確認はなかった。ただし、調査地点間の移動中にノウサギの足跡1頭分を確認したことから(写真2)、柵内へは進入しているものの、非常に少ない状況であると考えられた。

積雪時における防護柵外周の踏査ではノウサギの進入痕跡は認められず、テンとニホンリスが柵内外を行き来している足跡を確認した(写真3)。また、ニホンジカの進入痕跡は認められなかった。テンのようにノウサギと同等サイズかそれ以上の動物が柵内へ進入していることから、ノウサギの進入が可能であることがこの調査からも分かった。また、柵設置によるニホンジカへの進入防止効果が発揮されていることも確認された。



写真2 柵内のノウサギ足跡



写真3 柵内外のテン

4 考察

ノウサギが確認された場所は林縁や林内で、センサーカメラで撮影された時間帯は全て夜間であった。また、ニホンジカ進入防護柵の設置により、ニホンジカは柵内の皆伐地へ進入できず、ノウサギは進入可能であることも分かった。ノウサギは皆伐地内に繁茂した植物をニホンジカに奪われることなく独占できるため、皆伐地内でノウサギが増加し、イヌワシの好適な狩場として機能することが期待されたが、実際には柵内でノウサギの増加は確認されなかった。このような現象が生じる理由として、ノウサギは天敵を避けるため身を隠しやすい環境や時間帯を選んで活動し、天敵から身を隠せる場所が少ない皆伐地のような開放的な空間は、現状では利用しにくい状況にあると考えられた。さらに林縁や林内では、ノウサギの隠れ場所や餌場となる林床植生がニホンジカの摂食により消失している場所が多く、皆伐地の周辺も含めてノウサギが生息しにくい環境であることが示唆された（図6）。

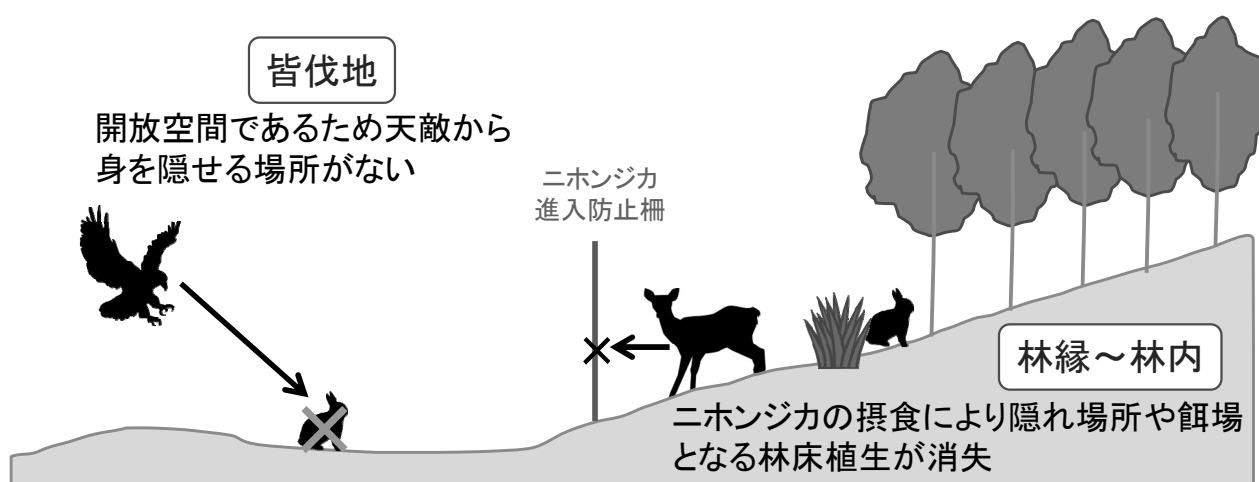


図6 ノウサギが確認されない理由

5 今後の展開

5. 1 ノウサギとニホンジカの関係の把握

ニホンジカの増減は林床植生の動態に変化をもたらし、ノウサギの増減に影響すると想定されることから、今後は皆伐地とその周辺に調査地を設定し、ニホンジカ、林床植生、ノウサギの変化を定量的にモニタリングしていくことが重要と考えられる。

5. 2 ノウサギ隠れ場所設置の試み

本調査の結果より、今後皆伐地がイヌワシの狩場として有効に機能するためには、ノウサギが皆伐地内で身を隠すことができる隠れ場所の存在が重要であると考えられる2)。そこで、隠れ場所があることでノウサギの利用が増加するかどうかを確認するため、ノウサギ隠れ場所を皆伐地に設置し、今後利用状況を検証することが効果的と考えられる。



写真4 ニホンジカに接触された林床

引用文献

- 1) 長和町イヌワシ調査グループ. (2007) イヌワシ生息地の環境整備地における餌動物確保のためのノウサギの隠れ場試作設置について. 平成19年度中部森林技術交流発表集, 92-98.
- 2) 日本イヌワシ研究会. (2015) イヌワシの生息状況…つがい数の減少と繁殖成功率低下の33年間の推移(つがい総数が3割も減少). 環境省記者クラブプレスリリース(2015年3月3日).

ウィーンにおける木造構造物の現状

信州大学学術研究院農学系 武田孝志

1 はじめに

2016年8月22日から8月25日にかけて、オーストリアのウィーン大学（写真1）において WCTE¹⁾（World Conference on Timber Engineering: 隔年で開催される木質構造の国際会議）が開催された。8月25日の午後（14:00～21:00）に「ウィーンの木造（Timber in Vienna）」、翌8月26日は、丸一日（8:00～20:30）かけて「ドナウ川沿いに（Along the Danube）」のテクニカル・ツアーの企画があったので、これに参加した。



写真1 ウィーン大学

2 国際会議とテクニカル・ツアーの概要

2.1 国際会議の概要

開会式は8月22日（月）9:00から新王宮（写真2）のフェスティバル・ホール（写真3）で行われた。開会式に先立って、ウィーン工科大学オーケストラにより、ブラームス作曲ハンガリー舞曲第5番、モーツァルト作曲ディベルティメント第3番第1楽章、ヨハン・シュトラウスII作曲ポルカ「雷鳴と電光」が演奏された。いずれもウィーンゆかりの作曲家である。

Winter 会長の開会あいさつによると、46カ国から1200名を超える参加者があるとのことであった。また、オーストリアの賃貸住宅供給の60%は非営利組織によって運営されており、環境面から木造が受け入れられやすい状況にあるとのことであった。

引き続き基調講演があり、Burgert氏からはETH（スイス連邦工科大学）における今日の成功は基礎（Wood Material Science）と応用（Timber Engineering）の両輪がもたらしたこと、Serrano氏からは破壊メカニズム研究の進展について、Kaufmann氏から規格化とプレハブ化について主にCLT関係についてお話があった。



写真2 新王宮の前で



写真3 開会式会場（WCTE2016 ホームページより）

その後、会場をウィーン大学に移して、口頭発表・ポスター発表、企業展示、準基調講演（Semi-Plenary Lectures）、延長講演（Extended Lectures）、などが行われた。

2.2 テクニカル・ツアー：ウィーンの木造

2.2.1 エルドバーガー橋 (Erdberger bridge)

ドナウ運河にかかる集成材の歩道橋(写真4)で、運河の向こう側にプラーターがある。橋は2003年に完成し、橋のスパンは85.2m、幅3.7m、集成材は国内産のラーチ材を使用している。経済的できまりとした構造をもつ。集成材の上端に薄い板をのせて、これを交換すればよいとのことであった。



写真4 エルドバーガー橋

2.2.2 廃棄物処理工場 (Rinterzeit)

ウィーン郊外に1980年に完成した廃棄物処理工場(写真5)で、約70mの高さ、170mのスパンをもち、48本のスリット形状の部材がテント屋根を支えている。中央の68m長のコンクリート柱の尖塔の鋼材リングから吊り下げられている。集成材を用いたのは火災時の耐力計算がスチール・ケーブルより容易に予測できるためとある。懸垂線の形状になっているので、曲げモーメントが加わらないとの説明があった。これから改築されるそうで現在の状態ではもう見られなくなるとのことだった。



写真5 廃棄物処理工場

2.2.3 7階建て集合住宅 (場所: Wagramerstraße)

現在ウィーンの木造建築の住宅で最も高層の建物である(写真6)。開口部を含む壁・天井パネルはプレハブ化することにより延床面積8500㎡を3箇月で終えられた。ウィーン市の耐火および遮音性能基準が高いため、CLT壁の両面にプラスター・ボードがはられているとのことであった。背景として、2009年にウィーン市が開発コンペ「街の木造住宅(独: Holzbau in der Stadt)」を発表したことがあげられるようだ²⁾。



写真6 7階建て集合住宅

2.2.4 4階建て集合住宅 (場所: Seefeld)

2014年に完成した4階建て住宅(写真7)と連結して連続したガーデン・ハウスが建設されている。ここには共有空間と集会所が設けられている。4階建て住宅は、軸組構造と木材・鋼材フレームを組み合わせている。低層住宅は軸組構造で、自然に近く、空間節約的で、公共的(communal)で、環境に優しい住居空間になっている。4階建て設計者の urlich huhs 氏による説明があった。



写真7 4階建て集合住宅

2.2.5 ASP (場所: Seestadt Aspern)

7階建て木造ハイブリッド建築物で、高さ21mのヨーロッパ内で最も高い木造ファサードを持っている。8,000㎡の表面をプレハブ木造ファサードで覆っており、プレキャスト・コンクリートのバルコニーとロジアを含むコンクリート・フレームに取り付けられている。この外壁パネルに無処理のラーチ材を用いており、ミネラル・ウール断熱材が間に取り付けられているようだ。



写真8 ASP

2.2.6 規格化住宅（場所：Sonnernallee 28）

ポップアップドーム（PopUp dorms）と呼ばれる学生寄宿舍用規格化住宅（写真 9）を見学した。5m 長のユニットで構成している。学生寄宿舍は 40 年にわたり 7 度ほど移動させることもあるようだ。75m² のプレハブ木造ルーム・ユニットを 10 個組み合わせて 2 階建てを構成している。



写真 9 規格化住宅

その後、徒歩で地下鉄 U2 終点駅（Seestadt）近くにある技術センターに移動した。そこで、「ゼーシュタット・アスペルン（Seestadt Aspern）」プロジェクト³⁾について説明を受けた。人口 264 人でスタートして、現在、8500 人になっているそうだ。240 万 m² の敷地に 220 万 m² の床面積、2 万人の住民、10,500 戸の高級アパート、の 50% の緑地等、という大規模な開発プロジェクトである。木造高層ビル（HoHo⁴⁾、24 階建て、84m、2 万 5 千 m²）が建設予定で、床は CLT、壁は CLT と断熱材とのことだった。

2.3 テクニカル・ツアー：ドナウ川沿いに

2.3.1 CLT 工場（Stora Enso Timber）

ウィーン大学から約 1 時間半バスで西方に移動して CLT 工場に着いた。この工場は、CLT の最大・最新の生産拠点で平屋および多層の住宅ならびに工業用または商業用建設プロジェクトに革新的な木造建築システムを供給している。16m×2.95m、厚さ 40cm までの寸法のエレメントで構成しており、プレカットしてパネルに装着できるようになっている。ラミナ厚は 20、30、40mm の 3 種類。詳しい技術情報はウェブサイト⁵⁾を参照されたいとのことであった。連続的に製材が送られてきてレイアップされており、1 秒間に 1m³、40 秒で 1 戸分の生産能力があるとのことだった。

2.3.2 集成材工場（Rubner Hozbau）

ここは、木製品、特に、大規模な構造用屋根および壁部材の最大で最先端の工場の一つであり、社内の金物部門によって、建物外装の分野でオーストリアにおける市場リーダーである。

工場の敷地内には、フィリピンのセブ・マクタン国際空港に出している集成材と同じものが展示されていた（写真 10）。パネルもここで生産されている（写真 11）。フォークリフトは横向きに積載するタイプのものが使われていた（写真 12）。



写真 10 空港用フレーム



写真 11 パネル（OSB）



写真 12 フォークリフト

2.3.3 ドウルンシュタイン（Dürnstein）

ドナウ川沿いの中世の街で 2000 年にユネスコの世界遺産に登録されたドウルンシュタインに立ち寄った。ヴァッハウ渓谷の景観、ワイン畑、歴史的建造物などが見所となっている。城壁に囲まれた街で街の中は道幅が狭く、周遊船の発着場にもなっていてちょうど川のぼりをしているところが見られた。集合場所の売店では緑色のワイン（Grüner Veltliner）が売られていた。

2.3.4 音響研究所 (Acoustic Centre – Holzforschung Austria)

音響研究所は、木質材料および関連製品についての実用指向の研究を進めている。多層およびハイブリッド木造建築物のソリューションならびにモデルおよびシミュレーションの情報を提供している。CLT で作られた実験用の小部屋の中で、吊り下げた CLT 板を強制振動させて、その動きをレーザー変位計で測定して振動モード解析を行う実験がモンストレーションとして示された (写真 13)。CLT と鋼材のユニットを組み合わせているものもあった。



写真 13 実験の様子

2.3.5 ショッピングセンター (G3 Shopping Resort Gerasdorf)

最後の視察箇所は、ウィーンからバスで 30 分強の場所にある G3 ショッピングセンターで、波打った屋根 (写真 14) が特徴の非常に大きな木造建築物である。平均構造的高さが 16cm の CLT 屋根スキンを集成材梁と組み合わせて屋根構造を構成している (写真 15)。屋根のみについていえば施工に 4 ヶ月かからなかったそうだ。屋根の上に登ってみるとぶよぶよしていて、ここに冬は温水を回すそうだ (写真 16)。



図 14 波打つ屋根



図 15 G3 内部



図 16 屋根の上

3 テクニカル・ツアーをとおして考えたこと

テクニカル・ツアーをとおして、様々な社会的な背景があつてこそその木造ブームのように思われた。一つは、経済効率を十分に考慮しながらも環境重視の精神が社会全体にいきわたっているようなことなのではないかと感じられた。もしかするとその精神は、多民族国家としての歴史によるものかもしれないし、ハプスブルク帝国の遺産として文化として継承されてきたものかもしれないという気もした。地方創生の切り札として期待されている CLT は急ピッチに法整備が進んできたが、国を含め、ステークホルダーの間でも木造全般に対する認識が変わってきたことが背景として挙げられている⁶⁾。日本にしっかり根付いていくかはそういう側面もあるのではないかと思われた。

【文献】

- (1) WCTE2016: <http://wcte2016.conf.tuwien.ac.at/home/>
- (2) Residential Building in Wagramer Strasse, Vienna:
<http://www.binderholz.com/en/construction-solutions/residential-buildings/residential-building-in-wagramer-strasse-vienna-austria/>
- (3) Aspern+ (英語版): <http://www.aspern-seestadt.at/en>
- (4) HoHo: <http://www.holzbauaustria.at>
- (5) Calculatis by Strora Enso: <https://calculatis.clt.info/>
- (6) ハウジング・トリビューン編著「新たな建築材 CLT とは」,創樹社, p.87 (2016)

大臣認定された信州発の新製品「信州型接着重ね梁」

長野県林業総合センター 木材部 今井 信
 信州木材認証製品センター 松本 寿弘

1 はじめに

「信州型接着重ね梁」は、平成 28 年 4 月 25 日に、「木質複合軸材料」としては長野県初となる建築基準法第 37 条に基づく国土交通大臣の認定を受けました（認定申請者：「信州木材認証製品センター」（長野県内の製材業者等 146 社で構成））。

木造住宅の 8 割弱を占める在来工法（木造軸組工法）では、図 1（平成 22 年度森林・林業白書から）に示されるとおり、部材の多くで輸入材が使われています。管柱については、国産材（製材・集成材）のシェアは約 6 割を占めていますが、曲げ剛性が求められる梁・桁材等の横架材においては、ベイマツを中心とする輸入材が 9 割以上を占めており、国産材（製材・集成材等）の使用割合は 1 割に満たない状況です。

一方、意匠性が高く、イメージも良い無垢材を求めるユーザーのニーズは少なくありませんが、無垢の横架材（梁・桁材）は、大きな断面の部材が必要なことから、本来 30cm 以上の大径材から製材されるのが一般的です。また、断面の大きな梁桁材は、短時間で均一に乾燥するのが難しく、人工乾燥後も十分な養生期間が必要となります。さらに、無理な乾燥は、熱劣化による強度低下等の問題を引き起こすことも明

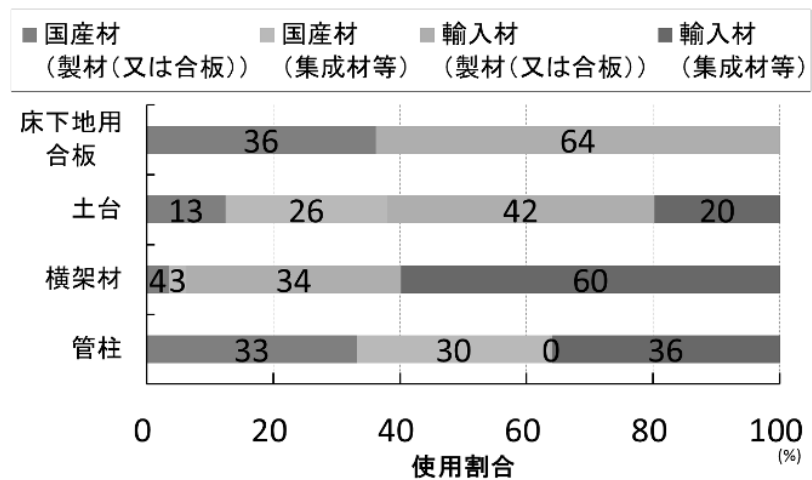


図 1 在来工法住宅における部材別木材使用割合
 （平成 22 年度森林・林業白書から）

信州型接着重ね梁 Aタイプ の概要

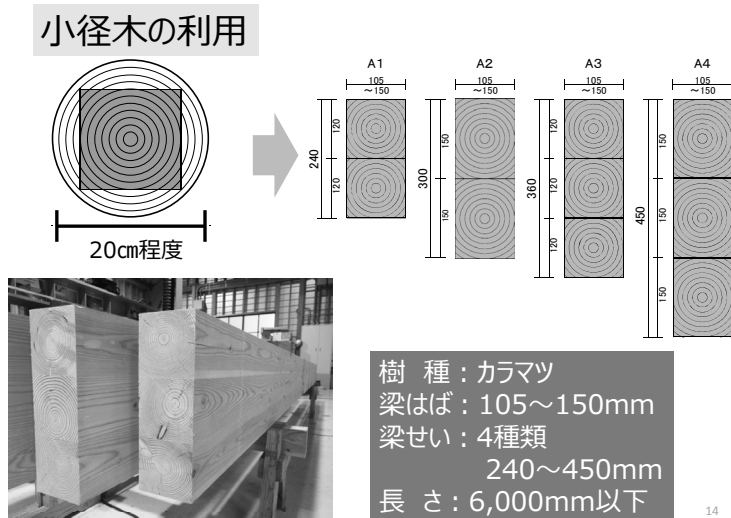


図 2 信州型接着重ね梁 Aタイプの種類

らかになっています。

今回、国土交通大臣認定を受けた「信州型接着重ね梁」は、小中径材から梁せいの大きな横架材が製造でき、集成材に比べて接着面も少なく、見た目にも無垢材に近い質感があり、高い意匠性が得られます(図2,3)。6m以下の横架材において、無垢材を求めるユーザーの方々への選択肢を提供するものと期待しています。

信州型接着重ね梁 Bタイプの概要

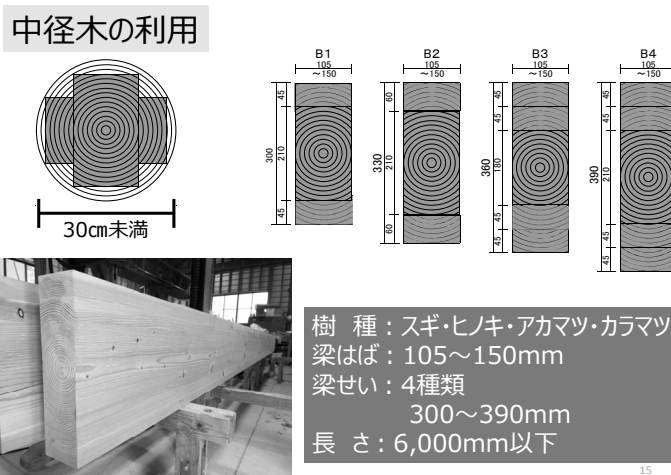


図3 信州型接着重ね梁 Bタイプの種類

2 接着重ね梁の取り組み経過

当センターでは、「高温セット乾燥法」の開発が契機となり平成9年頃より「接着重ね梁」の取り組みを始めています。当時、心持ちの柱材等は、割れが発生しないように背割りを入れて乾燥する方法が一般的でした。しかし、当センターでは、乾燥初期に、高温・高湿状態(蒸煮)で木材を軟化させたのちに一気に100℃以上の高温・低湿状態で乾燥することで、木材の表面に「ドラインセット」を形成し、材面割れを防ぐ乾燥法「高温セット乾燥法」を開発しました。

間伐材から製材した心持ち柱材を、「高温セット乾燥法」により背割り無しで乾燥し、これを複数体重ねることにより、間伐材から梁せいの大きな梁桁材を作製することが可能となりました。その後、平成18年から20年には、国の競争的資金を獲得し、当センターが中核となり他県等の研究機関とともに研究を強化しました(連携機関: 信州大学、富山県、石川県、静岡県、上伊那森林組合)。当センターで取り組んできた「接着重ね梁」の一部を図4,5に示します。

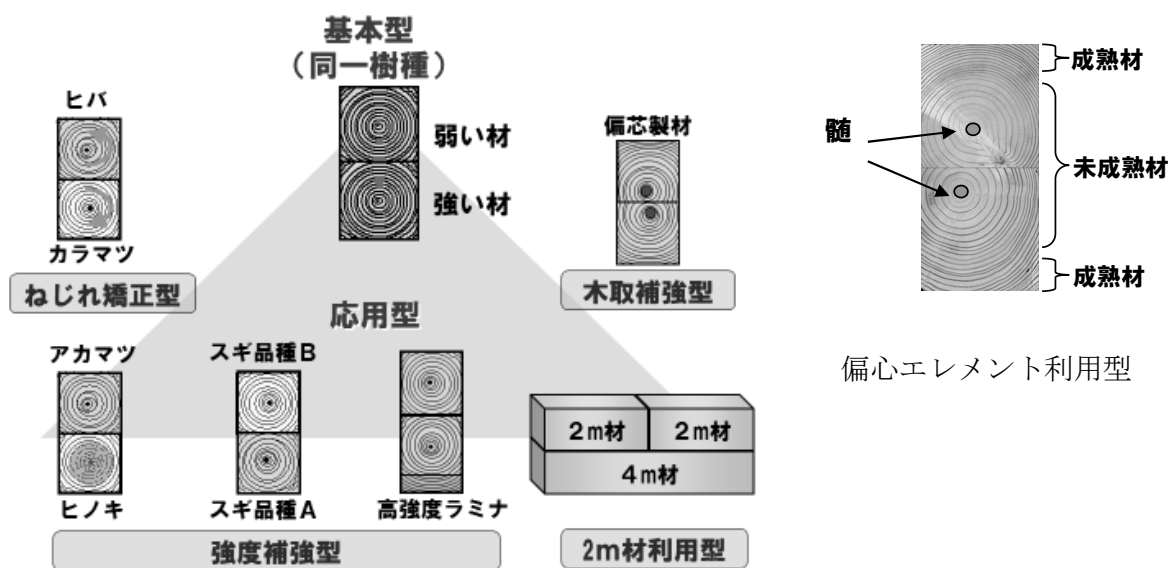


図4 長野県林業総合センターで取り組んできた接着重ね梁の事例1

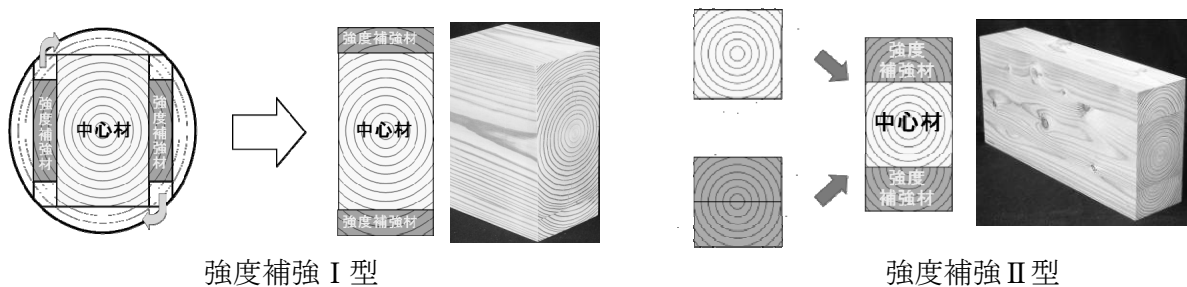


図5 長野県林業総合センターで取り組んできた接着重ね梁の事例2

研究の過程では、短時間で目標含水率 15%以下となり強度劣化が少ない乾燥スケジュールの検討、曲げ強度性能の向上、接着性能の向上と評価方法の検討など、いくつかの課題に取り組んできました。研究結果については、日本木材学会年次大会及び支部大会、当センター研究報告、業務報告などで多数報告しています。

これらのデータを基にして「接着重ね梁の製造マニュアル—間伐材を救え！接着重ね梁」（写真1）を作成し、「信州木材認証製品」として長野県内への普及を図ってきています。その結果、稲荷山養護学校をはじめ多くの公共施設が建設されました（写真2）。

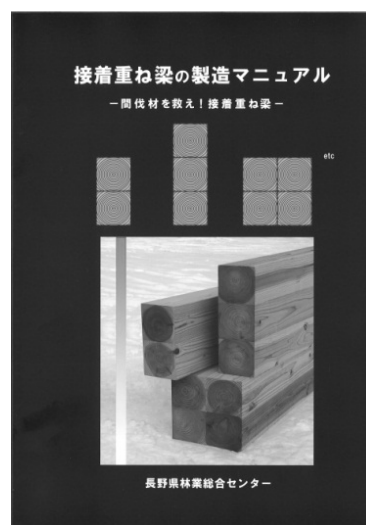


写真1 接着重ね梁の製造マニュアル



写真2 接着重ね梁の使用事例

3 性能評価試験の内容

「信州型接着重ね梁」を全国へ普及するには、建築基準法第 37 条及び建設省告示第 1446 号により、「指定建築材料」としての国土交通大臣の認定が必要でした。大臣の認定を受けるためには、性能評価試験を実施し、その品質基準を定め、指定性能評価機関の審査を受ける必要があります。性能評価試験は多岐にわたり、また、試験体数も大量に必要となるため、全国的にも新規の材料認定の事例は多くありません。

接着重ね梁が該当する第 11 号（木質複合軸材料）の材料認定として要求された評価項目は、次表に示す 13 項目ありました。今回の評価では、使用環境を乾燥状態で防腐処理無しという条件に設定したため、実施した試験項目は、表 1 の 13 項目のうち 7、13 を除く 11 項目となりました。

表 性能評価試験項目

品質基準		基準値
1	各部の寸法及び曲りの基準値が定められていること。	寸法の基準値
		曲がりの基準値
2	各部の曲げ強さ及びせん断強さの基準値、曲げ弾性係数及びせん断弾性係数の基準値並びにめりこみ強さの基準値が定められていること。	曲げ強さの基準値
		曲げ弾性係数の基準値
		せん断強さの基準値
		せん断弾性係数の基準値
3	使用する接着剤の品質が定められていること。	めりこみ強さの基準値
		—
4	最大曲げモーメント及び曲げ剛性の基準値が定められていること。	最大曲げモーメントの基準値
		曲げ剛性の基準値
5	せん断強さ及びせん断弾性係数の基準値が定められていること。	せん断強さの基準値
		せん断弾性係数の基準値
6	めりこみ強さの基準値が定められていること。	めりこみ強さの基準値
7	含水率の基準値が定められていること。	含水率の基準値
8	湿潤状態となるおそれのある部分に用いる場合には、品質基準 4、5、6 に対する調整係数が定められていること。	含水率の調整係数
9	品質基準 4、5、6 に対する荷重継続時間の調整係数が定められていること。	荷重継続時間の調整係数（※）
10	品質基準 4、5 に対するクリープの調整係数が定められていること。	クリープの調整係数（※）
11	品質基準 4、5、6 に対する事故的な水掛りを考慮した調整係数が定められていること。	事故的水掛りの調整係数
12	接着耐久性に関する強さの残存率が 0.5 以上として定められていること。	接着耐久性に関する強さの残存率
13	防腐処理による力学特性値の低下率の基準値が定められていること。	防腐処理による低下率の基準値

当センターでは、一部の試験について北海道立総合研究機構 林産試験場（※）の協力を得ながら、各種性能評価試験を行いました。今回の申請に当たっては予備試験を含め約 2 千体余の試験を実施することにより、材料性能を把握する具体的な方法を明らかにし、その性能を把握することができました。

試験の内容の一部を以下に示します。

【最大曲げモーメント及び曲げ剛性の基準値】

告示の試験方法は、支点間距離を試験体の厚さの 17 倍以上 21 倍以下、載荷点は 3 等分点 4 点荷重となっています。一方、今回申請した製品は、梁せい（厚さ）は 240mm から 450mm、長さは全ての梁せいで 6000mm までとなっており、試験体の長さは梁せいの 13.3 倍から 25 倍となっています。従って、告示どおりの試験条件とならない製品があるため、せん断破壊ではなく曲げ破壊させるように曲げ試験条件を設定しました。曲げ試験の実施状況を写真 3 に示します。

【事故的水掛りを考慮した調整係数】

告示では、「事故的な水掛りを考慮した調整係数が定められていること」としており、促進劣化処理方法として試験体の片面に均一に散水できる装置により 72 時間散水する方法が示されています。しかし、要件を満たすには特殊な散水装置が必要となるため、ここでは、より厳しい処理条件となると考えられる 72 時間浸せき処理により力学特性の低下率を求めました（写真 4）。



写真 3 曲げ試験の実施状況

【接着耐久性に関する強さの残存率】

使用環境は「乾燥環境」であるため、劣化処理としては、告示のとおり煮沸法（沸騰水中に 4 時間以上浸せき⇒常温水中に 1 時間以上浸せき⇒70℃±3℃に設定した木材乾燥機中で処理前の質量を下回るまで乾燥）及び減圧加圧法（635mmHg に減圧した常温水中に 5 分間以上浸せき⇒51±2.9N/cm² に加圧した常温水中に 1 時間以上浸せき⇒70℃±3℃に設定した木材乾燥機中で処理前の質量を下回るまで乾燥）をそれぞれ 1 回行いました。各処理の様子を写真 5,6 に示します。



写真 4 事故的水掛りの試験
(72 時間浸せき処理)



写真5 接着性能試験（煮沸法）



写真6 接着性能試験（減圧加圧法）

【長期荷重性能試験】

評価試験は、接着剤の影響を評価するため、無垢材どうしを積層した重ね梁の接着部分に着目して、せん断変形とせん断応力が卓越するようにショートスパン（1.8m）の曲げ試験により行いました。長期荷重試験の載荷荷重を決定するための短期強度試験を行ったのちに、クリープ試験及びクリープ破壊試験を行い、クリープ変形係数及び荷重継続時間の調整係数を求めました。

なお、この試験は北海道立総合研究機構林産試験場で行っていただきました（写真7）。

写真7 長期性能試験
（※北海道立総合研究機構林産試験場）

4 取組みの成果

今回の認定にあたっては、平成25年に性能評価の試験方法の検討を開始し、平成26・27年と評価試験を実施、平成27年10月より指定性能評価機関の審査が開始されました。何回もの審査を経て平成28年2月に審査が終了し、平成28年3月18日国土交通省に申請書が受理され、平成28年4月25日に認定となりました。

「信州型接着重ね梁」は、「木質複合軸材料」としては長野県初となる建築基準法第37条に基づく国土交通大臣の認定を受けました。多項目で多数実施する性能評価にあつては、信州大学武田教授、京都大学五十田教授、北海道林産試験場大橋研究主任、（独）森林総合研究所、（独）建築研究所の皆様方の多大なるご協力をいただきました。今回、国土交通大臣の認定を受けたことにより、JIS・JAS製品と同様の指定建築材料となり、全国への幅広い普及による長野県産材の利用促進が期待されます。

自然がもたらすリラック効果について

長野県林業大学校 下村 紗代

1 はじめに

筆者は、以前よりストレスとリラクゼーションに深い関心を持っていたが、高校で木曾馬のアニマルセラピーの研究から簡易な器具によるストレスチェックの方法を学んだ。

森林には高いリラクゼーション機能があると言われ、すでに各地の自然休養林などでは、ストレスチェックによるリラクゼーション効果が検証されているが、身近にある森林が私達のストレス解消にどれだけ作用するのか確かめるため調査し考察した。

2 研究の方法

株佐藤商事製の唾液アミラーゼモニターT-110-Nを使用し、居住区と森林内で唾液アミラーゼ量の値(kiu/L)を測定した。日常空間での測定場所は居住している自宅とし、森林内の測定場所は木曾福島町にある城山自然遊歩道内の紅葉ヶ丘とした。調査に協力した被験者は、木曾福島町在住の小学生2名、10代、40代、60代女性各1名、70代男性の6名である。



写真-1 城山自然遊歩道、紅葉ヶ丘付近からの木曾町、木曾川の眺め。

まず事前に、各6名自宅で安静時にモニターで唾液アミラーゼ値を測定し、約40～60分かけて遊歩道内にある紅葉ヶ丘まで散策し30分の休息後に森林内での唾液アミラーゼ値を測定し、両者の値を比較した。

3 研究の結果と考察

6名で計9回測定した結果と考察を以下に示す。

- ① 図-1のように、6名のうち50%の者で散策後にアミラーゼ値が低下した。また、測定数では67%(6/9回)でアミラーゼ値の低下が認められた。
- ② 前回の調査では散策後すぐに測定したが、運動直後では疲れが残っているため数値が下がらない可能性があるためと欠点を指摘されたため、今回は30分の休息後に測定したのでアミラーゼ値が低下する者が増えた。また、子供(被験者E)は紅葉ヶ丘に到着後走り回っていたので高い数値が出た。
- ③ 参考資料として示した図-2では、木曾森林管理署の職員55%(29/53名)、木曾病院の被験者44%(12/27名)で散策後アミラーゼ値の低下が見られた。
全員の平均値では、森林管理署で5kiu/Lの低下、木曾病院で1kiu/Lの増加が認められた。
- ④ 同じコースを散策してもアミラーゼ値が低下せず、ストレスが軽減されていないと考えられる者や、森林内での測定前に安静にしていなかったためにアミラーゼ値の低下が見られない者など、個人差が認められた。
- ⑤ 正確に調査する場合には、各個人のペースでゆっくり義務感を感じることなく歩くことや、目的地に到着後30分程度息を整え十分に休息してからアミラーゼ値を測定することが大切であると言われており、今回の調査でもこのような点が測定値のバラツキに影響していたものと考えられた。

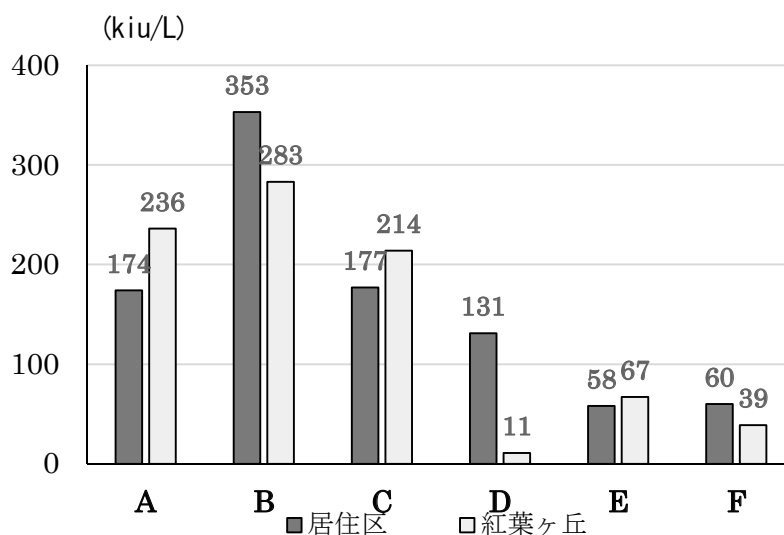


図-1 調査結果

6名の測定結果を唾液アミラーゼの平均値で示した。
被験者B, D, Fは各2回の平均値で示した。

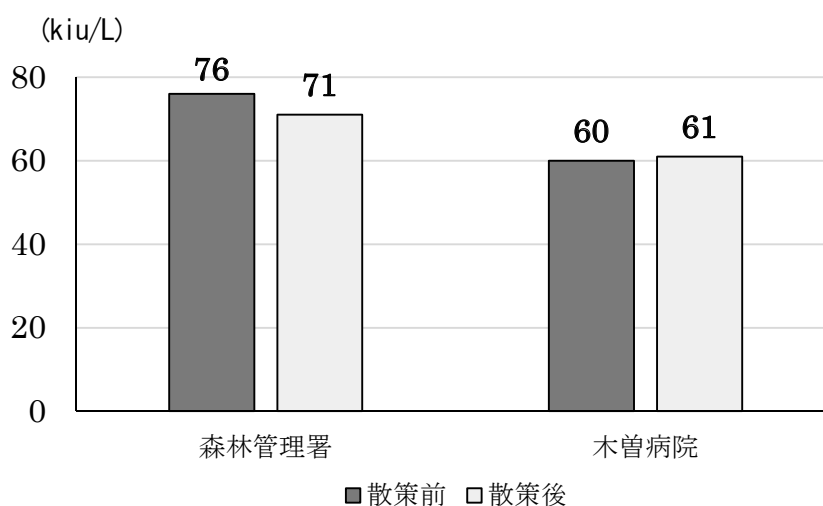


図-2 参考資料

上松町、赤沢自然休養林で木曽森林管理署(53名)と木曽病院(27名)が実施した
調査データの唾液アミラーゼの平均値。

4 まとめ

森林内でのリラクゼーション効果を高めるためには、森林がそこにあると言うだけでなく周囲の景観や休憩場所を考慮して、参加者が純粋にゆっくりと森林散策を楽しむことができる工夫をすることが大切なのではないかと考えられた。特に、自然休養林や保養地、景勝地では、観光客が不安なく安心して過ごせる森林空間を提供することがポイントになると考えられた。

これからの明るい林業を目指す担い手からの提言

長野県林業大学校 野本 浩幸
児玉月之助

1 はじめに

長野県林業大学校の卒業生は、約 75%が林業・木材関係の業界に就職しており、実践的な林業技術者・技能者として、広く活躍している。我々2年生も、4月からその多くがこの業界に飛び込むわけであるが、これまで森林・林業・木材産業について学ぶ中で、以下に示すような業界の様々な課題が見えてきた。新たな担い手となる我々自身で、これらの課題について解決案を模索した結果を提言する。

【森林・林業・木材業界の課題】

- ・労働環境が悪い(4K：きつい、汚い、危険、給料が安い)
- ・現場に林学を学んだ人が少ない
- ・「林業」という職業が知られていない
- ・日本に合った林業技術の確立が遅れている
- ・生産者・木材産業・消費者が分断されている
- ・公共事業、補助金頼みのイメージが悪い

2 研究の方法

長野県林業大学校の2年生全員で、業界の課題抽出と解決案について話し合った。本稿は、平成28年6月4日に開催された「第45回全国林業後継者大会」で発表した内容を基に、その後さらに学び、考えたことを追加して再整理した内容になっている。

3 研究の結果と考察

労働環境の悪さを表す4Kに対して、これからの林業の理想像「新・林業4S」を提案する。

(1)ケガをせず＝Safety、(2)効率的に＝Smart、(3)カッコよく＝Stylish、(4)稼ぐ＝Salary

3.1 ケガをせず＝Safety

ケガをしないためには、まず安全装備の支給・着用徹底が必要である。切創防止用の防具などの他、ICT(情報通信技術)を活用した転倒検知システムや、騒音下でのコミュニケーションシステムなど、新たな安全装備も工場などで開発・導入が進んでおり、林業への適用も考えていくべきだと思う。

また、現場で働く一人ひとりが、指示待ちではなく、自分の頭でどうすれば安全かを考えて働くことが重要であり、林業を肉体労働ではなく頭脳労働にしていかなければならない。そのためにも、経験則・見よう見まねから脱却するための科学的に根拠ある指導方法の確立が必要と考える。

安全はすべての基本であり、図1に示すように、安全な職場をつくることで、優秀な人材が集まり、労災による損失も減り、その結果収益が改善して、安全投資ができ、更に安全な職場になるという好循環を作ることができると考えている。

3.2 効率的に＝Smart

効率的に仕事を行うためには、まず、プランナーや行政が現場の実態を直視し、一方で現場は言われるがままではなく施業の意味を良く考え、協力して改善することが必要である。そして、基準

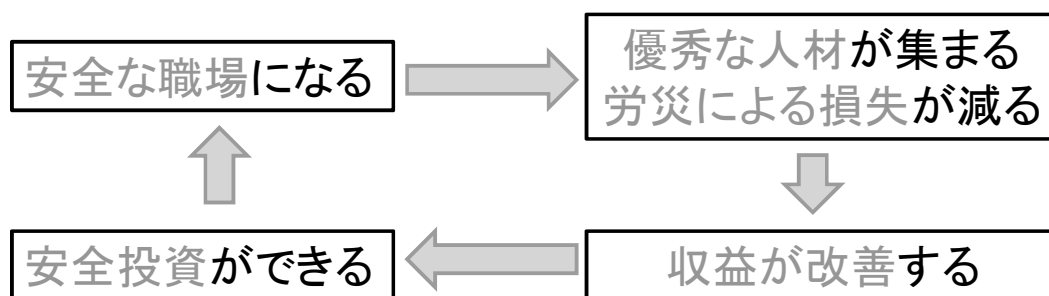


図 1 安全がもたらす好循環

にただ従うのではなく、各々の現場に合った施業方法を実施することが重要である。このためには、林業教育の改革が必要不可欠であり、全国の林業大学の「質」の向上はもとより、大学林学系学科での「林業」教育の推進、実践技術者養成機関である高等専門学校への農林系学科の設置、他業種を知る社会人の学び直し体制の整備などによって、現場に専門家を増やすことが大前提となる。現場技能が分かる技術者(Engineer)、技術が分かる現場技能者(Technician)を育成することが必要である。

また、林業現場の技術は、他の産業より大幅に遅れており、林業にも先端技術を導入することが必要と考える。ドローンや画像処理、ネットワーク技術などの情報通信技術の活用は、我々若い世代が入ることによって進みやすくなるものと考えている。一方、林業の市場規模が小さいために、先端技術導入のための研究開発が進まないという問題もある。費用確保のためには、ソーシャルファンディングと言って、インターネット上で少額・多人数でお金を出し合う手法の活用も考えられ、みんなで知恵とお金を出し合うことで、林業界にイノベーションを起こしていきたい。

ICT 活用の例として、図 3 のように、木材需要と原木供給をリアルタイムでつなぐ、WOD～ウッドオン デマンド～というシステムを提案する。これは、平成 28 年 12 月 17～18 日に熊本県人吉市で開催された、IT を使って林業を応援しようというイベント、森 HACK にて検討したシステムである。需要側に欲しい材のサイズ、品質、数量などをインプットしてもらい、航空レーザー測量による単木データと組み合わせることで、今伐るべき団地や伐るべき木が分かるようになり、また最適な造材のナビゲーションも可能になる。



図 2 あこがれる職業に

日本でも林業が子供のあこがれの職業となる必要がある

3.3 カッコよく=Stylish

林業をカッコよくしていくためには、まず、服装などのファッション性を高めることが大切と考える。見た目がダサいというだけで、残念ながら若者は引いてしまう。最新のカッコイイ装備は、同時に安全な装備であるということも重要である。

また、その仕事に誇りを持てるよう、精神面でのカッコよさも追求したい。ヨーロッパの森林官、フォレスターは子供のあこがれの職業と言われる。日本の林業は補助金頼りの産業と言われるが、税金を使うこと自体は否定されるべきではなく、問題は中身だと思う。日々の施業が、本当に森林のため、ひいては市民の役に立っているのかを真剣に考え、改善し、正々堂々と本当に公共のためになる誇り高い仕事をして行くべきと強く思う。

一般人や子供たちに林業や木材について知ってもらうことは、将来の人材確保、公共的意義の周知、異業種とのコラボレーションなど様々な意義があると思う。まず、学校や公共施設、住宅で、地元の木をカッコよく活かす取り組みをより一層進めていく必要がある。また、林業現場を知ってもらうために、伐倒見学会という取り組みが各地で行われている。吉野で小学生親子などを対象に伐倒見学会を行ったところ、保護者から林業に就くにはどうすればいいかと問い合わせが殺到したとのことを聞いている。前述の森 HACK では、IT 系の方々が興味深そうに林業の様子を見学しており、異業種の人に林業現場を見てもらい、我々が気づいていない森林・木材の利用法を考えてもらうこともよい試みだと考える。さらに、農産物の生産者表示の様に、地元木材を使うときに「私たちが伐りました」と顔が見えるようにすることも、山と町をつなげるきっかけになると思う。

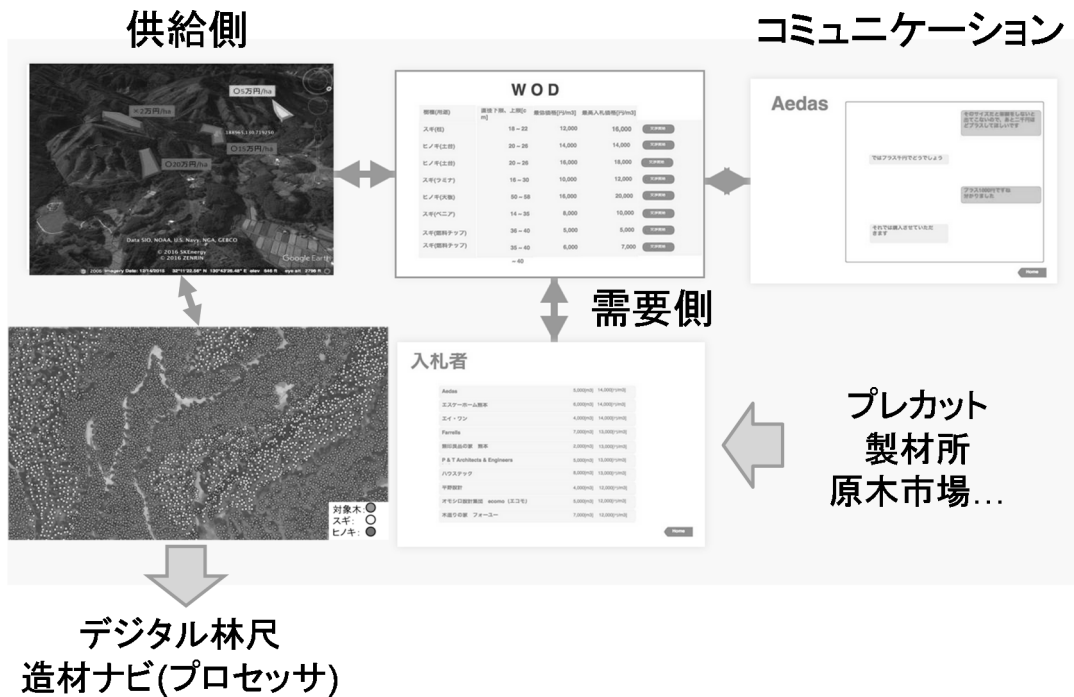


図 3 WOD~ウッド オン デマンド~ システム概念図

3.4 稼ぐ=Salary

最後に稼ぐこと、これは産業として切実な課題である。我々林大生は森林や林業が好きで学んでおり、この業界の収入が低いことも認識した上で、この業界に入ろうとしている。しかし、「森林が大好き」でなければやっていけない状態で、林業に持続可能性はあるのだろうか？若者が地元に残って就職する上での、ごく普通の選択肢にしたい。あえて目標値を掲げるならば、現場班長クラスの年収 500 万円を目指したい。

そのためには、まず頭を使って合理化を進めることが重要である。無理するのではなく、一生懸命考えてムダを省く、機械や路網の投資をするにも、緻密に費用対効果分析を行うことが必要だ。また、搬出コストだけでなく、造林コストにも目を向けなければならない。研修でオーストリアに行ったが、オーストリアの林業が低コストなのは、小面積皆伐での天然更新が可能なのが最も大きな要因と考えており、それに対して間伐による生産や皆伐再造林で対抗できるのだろうか。日本でも、小面積皆伐や択伐・漸伐による針葉樹の天然更新の実用化に、もっと積極的に取り組むべきだと思う。

安く作るだけでなく、品質の向上や高次加工により、高く売ることも重要である。国産材を使おうという運動は多くあるが、本当に消費者のためを思った運動になっているだろうか。外材・集成材の方が、使う側に品質的にメリットがあるのであれば、それを無視して国産材・無垢材を押し出すことは理に適っていないのではないか。丸太で対抗するのが難しいのであれば、西粟倉村のように地域内連携による6次産業化を図り、付加価値を付けた木製品を地域外に売って、林業に還元するモデルがある。

丸太を売って終わりの林業から脱却し、木を使って喜んでもらえるお客さんをつかみ、山にお金を戻す取り組みを各地で進めたい。今のビジネスモデルでは、補助金無しでは利益は上がっていないのだから、それならば、今無理やりな施業をして森を壊すよりも、将来使える森を残したい。低コスト林業のためには品質を落として良い、というのは本当か？と考え直し、品質向上と低コストを両立するための保育技術・収穫技術を探っていかなければならない。

最後に、森林から得られるものは木材だけではない。林業だけではなく、森林をフルに生かし、きのこ・山菜・レクリエーション・森林セラピーなど複合的に稼ぐ、「森林業」を確立していきたいと思う。

4 結論

「新・林業 4S」 若者の手で、一步一步着実に、これに近づけていきたい。

(1) ケガをせず = Safety

- ・安全装備の支給・着用徹底
- ・科学的に根拠ある安全な伐倒・造集材技術と指導方法の確立

(2) 効率的に = Smart

- ・林業教育改革により現場に専門家を増やし、現場・プランナー・行政が協力して改善
- ・ICT(情報通信技術)等の新技術、他産業の考え方の活用

(3) カッコよく = Stylish

- ・ファッションナブル、カッコイイ装備 = 安全な装備
- ・真に森林・国民のためになる誇り高い仕事し、それを皆に見せる⇒子供の憧れの職業に

(4) 稼ぐ = Salary

- ・現場班長クラスの年収 500 万円を目指す
- ・針葉樹の天然更新の実用化
- ・丸太ではなく、お客さんが喜んでくれる「製品」で売る
- ・木材だけではなく、森林でフルに稼ぐ「森林業」

「信州カラマツ」の現状と将来に向けての戦略（私論）

長野県林業総合センター 市村 敏文

1 はじめに

カラマツ (*Larix leptolepis*) は、宮城・山形県境の馬ノ神岳から静岡県南アルプス最南部の天狗石山まで⁽¹⁾に、また、長野県内では浅間山、八ヶ岳から美ヶ原、御岳、南・北・中央アルプスなど、県下に広く天然分布している⁽²⁾。

現在カラマツ林の最も多い北海道や岩手県には天然分布しておらず、明治時代以降、北海道をはじめ東北地方などにカラマツ造林用種苗の多くが長野県から供給されたことから、長野県は「カラマツのふるさと」といわれている⁽³⁾。

長野県においてカラマツは、戦後の荒廃した森林の復興に大きく貢献するとともに、その後の拡大造林の主役として昭和40年代まで、県下各地で広く植栽されてきた。その結果、長野県のカラマツ人工林面積は、全人工林の5割を超えるに至っており、近年、この資源が成熟する中で、カラマツ材の一層の利用拡大が切望されている。

このような背景のもと、今後、「信州カラマツ林業」が確立され、発展することを期待し、現在の長野県のカラマツを取り巻く状況から今後のあるべき方向を考察した。

2 カラマツを取り巻く現状

(1) 人工林面積

カラマツ人工林面積は全国の人工林10,270千haの1割に当たる1,002千haであり、北海道に42%、長野県に24%、岩手県に12%が分布しており、この3道県で8割を占めている⁽⁴⁾。

表-1 主要産地別カラマツ人工林面積⁽⁴⁾

(単位:ha、%)

区 分		1～4齢級 (1～20年生)	5～8齢級 (21～40年生)	9～12齢級 (41～60年生)	13～16齢級 (61～80年生)	17齢級以上 (81年生以上)	合 計
全 国	面 積	58,404	176,298	690,389	61,163	15,337	1,001,591
	割 合	6	18	69	6	2	100
	全国に占める割合	100	100	100	100	100	100
北海道	面 積	48,342	77,867	272,463	16,266	1,119	416,056
	割 合	12	19	66	4	0	100
	全国に占める割合	83	44	40	27	7	42
岩手県	面 積	7,733	36,686	71,867	5,776	1,255	123,317
	割 合	6	30	58	5	1	100
	全国に占める割合	13	21	10	9	8	12
長野県	面 積	1,247	27,401	180,364	24,689	6,838	240,539
	割 合	1	11	75	10	3	100
	全国に占める割合	2	16	26	40	45	24
群馬県	面 積	207	10,693	28,949	2,970	1,570	44,391
	割 合	0	24	65	7	4	100
	全国に占める割合	0	6	4	5	10	4
山梨県	面 積	315	9,078	28,433	4,059	1,258	43,142
	割 合	1	21	66	9	3	100
	全国に占める割合	1	5	4	7	8	4
中部3県計	面 積	1,769	47,172	237,746	31,718	9,666	328,072
	割 合	1	14	73	10	3	100
	全国に占める割合	3	27	34	52	63	33
備 考 (長野県における 地域森林計画上の基準)		利用伐期齢 (20年生)以下	標準伐期齢 (40年生)以下			標準伐期齢の2 倍 (80年生)以上	

注)単位未満の数値を四捨五入しているため計と内訳が一致しない場合がある。

この齢級構成(表-1)⁽⁴⁾をみると、9～12齢級に全体の69%が集中している一方で、1～4齢級の林分が全体の6%と極めて少なく、その83%が北海道に存在する。長野県においては、1～4齢級が1,247haと全国のわずか2%の状況であり、今後の長野県産カラマツ材の安定供給に不安を残す状況となっている。

一方、61年生以上の高齢級の林分は、長野県の面積が3万haを超えている。特に大径材の生産が期待できる81年生以上の林分については、面積的には約7千haと少ないものの、全国の45%が長野県に存在しており、今後の大径材の供給に期待が持てる状況となっている。

このような資源状況を勘案すると、今後長野県のカラマツ林業を展開する上では、高齢級大径材の需要拡大を図りながら主伐を促進し、再生林による若齢林分の造成が大きな課題となっている。

(2) 素材生産量の動向

素材生産量は、全国、長野県ともに昭和40年以降減少を続けていたが、全国では平成14年を、また長野県では平成15年を境に増加しており、特に長野県においては、平成26年には平成15年の1.8倍（全国は1.3倍）と高い伸びとなった⁽⁵⁾。この素材生産量が増加している背景には、平成18年以降合板用の需要が伸びていることがあげられる。特に長野県においては、合板用の生産量が平成17年比で平成26年には161倍となっており、合板用のカラマツ材の伸びが同じく131倍となっていることから、近年の長野県の素材生産量の増加は、合板用のカラマツ材の増加によるものと推察される⁽⁵⁾。

なお、近年、木質バイオマス用燃料としての木材の需要が全国的に急増していることから、今後のその動向に注意する必要がある。

(3) 素材価格の動向

素材価格は、全国及び長野県ともに、昭和55年をピークに低下を続け、長野県においては、ヒノキも平成24年以降1m³当たり2万円を割っている。同じくスギは、平成22年以降カラマツの価格を下回り、現在1万円程度となっている。一方、カラマツは1万3千円程度で推移している（図-1）⁽⁵⁾⁽⁶⁾。

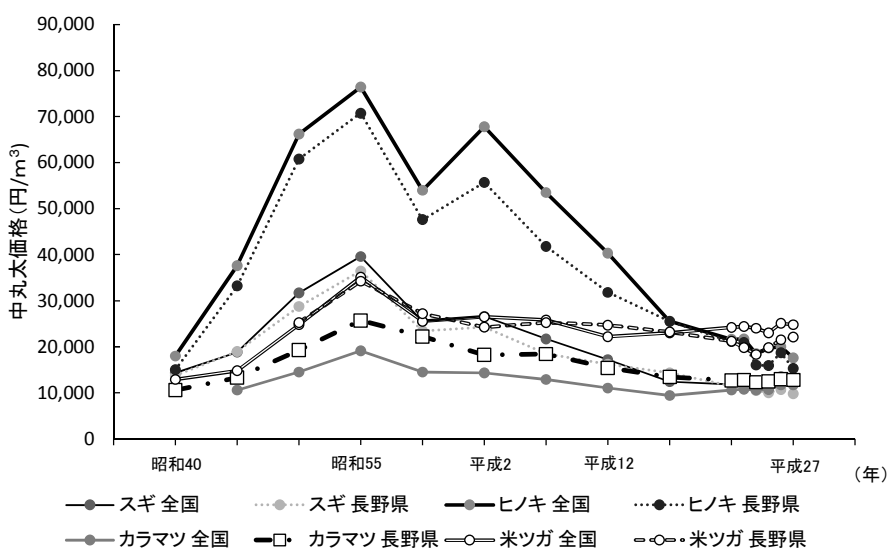


図 - 1 木材価格（中丸太）の推移

外材については、近年、北洋カラマツ、米ツガともに長野県の主な樹種の素材価格を上回っており⁽⁵⁾⁽⁶⁾、もはや、「安価な外材により国産材の需要が伸びない。」という言い訳はできない。外材のように、品質の安定した材を安定供給できる体制を構築することが重要である。

長野県のカラマツの素材価格は常に全国の価格を上回っている。これはカラマツ材の価格形成の主役と思われる北海道産において、カラマツ製材品の80%を安価な輸送用資材（梱包材、パレット）が占めていること⁽⁷⁾、長野県産のカラマツ材の強度や用途の多様さが市場において評価されていることによるものと推察している。

素材価格ピーク時の昭和55年と現在の価格を比較すると、すべての樹種で大きく低下している。スギが全国、長野県ともに3割に、ヒノキは2割に低下している一方で、カラマツは全国で61%、長野県で50%と、長期間の低下率が小さくなっている。これは、①カラマツ材の用途がスギやヒノキと競合しにくいこと、②カラマツ材の生産地が限られており、全国的な競争が生じにくいこ

と、等によるものではないかと考えている。35年間という長期間の価格変動幅が小さいということは、森林を経営する上で長期的な経営の見通しが可能であるというメリットが考えられる。これをカラマツ林業の新たな視点として加えたい。

3 長野県における人工造林及び林業用種苗生産の推移

長野県の森林は、戦時中の乱伐と、戦後の復興資材としての木材の伐採増により、昭和23年度末の要造林面積は59,000haに及んでいたが、昭和23年に設立された「長野県緑化連盟」の緑化運動の成果もあり、全国に1年先駆けて昭和30年度末までに造林未済地を解消した⁽⁸⁾。この背景には、それまでに培われてきた確かなカラマツ苗木生産技術があり、造林未済地の解消とその後の拡大造林の植栽樹種の主役としてカラマツは貢献した。

戦後の民有林における人工造林面積は、昭和28年度の17,514haをピークに年々減少し、近年は200ha代で推移している。造林の樹種別では、昭和20年代から40年代前半まではカラマツが5割以上を占めていたが、昭和50年代からはヒノキの占める割合が多くなっている⁽⁹⁾。

造林面積の減少に伴い林業用の苗木生産量は、昭和40年度の2億本から平成26年度は286万本と激減しており、生産者数及び経営面積も大幅に減少している⁽⁹⁾。林業用の苗木生産には経験と技術が必要であることから、今後想定される再生造林の拡大に向けて、林業用苗木生産技術の継承等を検討する必要がある。

4 長野県における立地面からみた民有林カラマツ人工林の評価

昭和50年代、県下各地の林業関係者から「長野県はカラマツを植え過ぎた。」との批判を受けた。そこで今回、昭和44年度から昭和52年度にかけて行われた「民有林適地適木調査結果」⁽¹⁰⁾に基づき、現実のカラマツ林分の立地状況からどの程度その造林適地に成林しているかを検証した。

この適地適木調査では、森林の土壌型、標高、積雪深等からその林地の更新樹種として最もふさわしい樹種を「第一適木」として選定しており、第一適木としてカラマツを選択した林分は当時の民有林の30.8%に当たる214千haとなった。ここで、スギやヒノキを第一適木として選択した林地の中にもカラマツの優良な生育が十分期待できる林分が多くあるものと考えられることから、今後再生造林を進めるに当りカラマツの植栽を「良」とする林地はまだ相当にあるものと思われる。

今回、長野県林務部が管理している森林簿データから、カラマツの適地とされた土壌及び標高の条件に合致するカラマツ林分を林業総合センターで運用しているGISシステムを用いて抽出した。この結果、表-2のとおり抽出された126千haのカラマツ林分の内、その生育に適さないBA、BB型の乾燥土壌やポドソル土壌に成立している林分が21%、標高が1,600mを超える林分が3%となり、抽出林分の24%がカラマツに不向きな立地に成立していることが推定された。

表-2 現実のカラマツ林分と適地適木調査結果との比較

区 分	面積 (ha)	割合	備 考
抽出カラマツ林分	125,564	100%	
土壌型適正林分	99,039	79%	
内、標高適正林分	95,316	76%	標高1,600m~1,800mのカラマツ林分 3,723ha(3%)
土壌型不適正林分	26,525	21%	

1 標 高：適地適木調査と異なり、現在の各地の林分の成長を考慮し、標高は1,600m以下を適地とした。

2 土壌型：BC型、BD型、BD(d)型、BE型、BLC型、BLD型、BLD(d)型、BLE型

注) この推計に当たり、森林簿データ(小班単位のデータ)の抽出データ178,064haの29%が土壌型未記載林分であったため、この部分は推計の対象外とした。

5 造林実績と現実林分との比較

表－2の結果からカラマツの一部が不適地に植栽されていたことから、過去の造林実績の累計造林面積と現在の人工林面積⁽¹¹⁾を比較した。

ここで、昭和21年度を初年度として、造林実績が分かる5年ごとの数値について、各2年の実績を平均したものを5倍し、5年間の造林実績として累積数値を算出した。

昭和21年度に植栽された林分は現在14齢級に達しており、この累計数値と現在の14齢級以下の人工林面積と比較すると、表－3のとおり、スギ、ヒノキ、アカマツが約1万5千ha、カラマツが4万2千haほど、現実林分の方が少なかった。

消失面積としてはカラマツが大きいものの、消失率でみるとスギ、ヒノキ、アカマツが25%であるのに対し、カラマツは20%と低かった。

この消失した原因を探るため、造林実績から推計した想定齢級構成と現実の齢級構成⁽¹¹⁾の関係を比較すると、カラマツでは図－2のように現在13～14齢級に達する昭和21年度から30年度にかけて植栽された林分で想定面積と現実林分との差が大きく、13齢級で1万4千ha、14齢級で2万4千haとなった。

同様の試算を他の樹種で行ったところ、スギやヒノキはカラマツ同様に

13、14齢級で最も減少量が多く、スギで約6千ha、ヒノキで2千5百ha～4千haとなったが、アカマツでは9、10齢級で最も多くそれぞれ約5千haほどの減少量であった。

想定面積より現実林分が減少する原因としては、林地開発による林地外転用や主伐が考えられる。林地開発許可面積は昭和49年度以降の合計で粗い推計であるが約9千ha程度であり、また、長野県では主伐も少ないことから、双方の影響は軽微である。

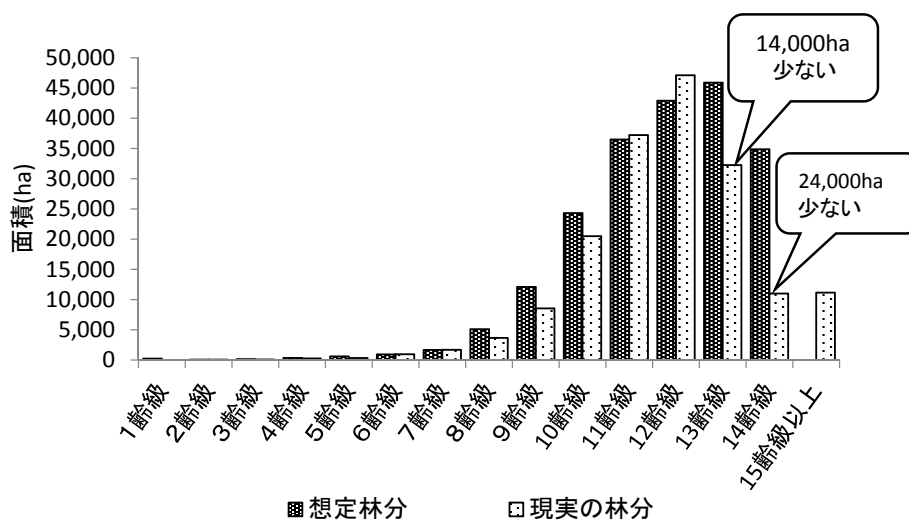
消失面積が大きいと推定された齢級は、昭和20～30年代に植栽された林分であることから、不適地へ植栽された可能性が考えられる。戦後の造林未済地の解消に当たり、苗木供給体制の確立されていたカラマツをまず造林樹種として植栽したこと、さらには適地適木調査が昭和40年代前半に始まった⁽¹⁰⁾ことを踏まえると、民有林の人工造林において「適地適木」の思想が浸透されるまで

表－3 植栽実績と現実の人工林面積との比較

(単位: ha, %)

区分	植栽実績からの推計した累計面積 (a)	現実の人工林 (b)	差 (a-b)	消失率 (a-c)/a
スギ	61,412	46,318	15,094	24.6
ヒノキ	58,452	44,020	14,432	24.7
アカマツ	59,505	44,736	14,769	24.8
カラマツ	205,652	163,671	41,981	20.4

- ・5年ごとの植栽実績から推計した積み上げ数値である。
- ・昭和21年度に植栽した林分は、現在14齢級に達してい



図－2 カラマツ人工林の植栽実績から推定した想定齢級構成と現実林分との比較

に時間を要したことが推察される。現在もカラマツ人工林の4分の1は造林不適地に成立している（表-2）ことを考えると、昭和21年度以降40年代まで、カラマツを主体に積極的に造林を進めたものの、その結果として不成績造林地として改植・樹種転換、もしくは、天然林化した林分が相当量あるものと推察される。改めて、適地適木の重要性を感じるとともに、今後、再造林を進めるに当り、十分に留意することが重要である。

6 長野県のカラマツ林業の方向性

(1) カラマツの特徴のまとめ

カラマツについてその特徴をまとめると、

- ・ 全国的人工林の1割を占め、主な産地が北海道、岩手県、長野県等に限定されること
- ・ スギ、ヒノキに比べ強度が高いこと
- ・ 製材用から合板用、木材チップ、土木用材等、用途が幅広く、近年、合板用の需要が大幅に増加していること
- ・ 素材価格が長期間安定しており、森林経営の長期的な見通しを立てやすいこと等があげられる。カラマツは、スギやヒノキと比較して、その産地が限定されていること、強度があること、用途が幅広いこと等から、全国的な競合が少ない樹種であるといえる。

(2) 長野県のカラマツの特徴のまとめ

次に、長野県のカラマツの特徴をまとめると、

- ・ 13 齢級（61 年生）以上の人工林が多く、特に 17 齢級（81 年生）以上の高齢級林分の面積が全国の 45%を占めていること
- ・ その一方で、1～4 齢級の林分が極端に少ないこと
- ・ カラマツの素材価格が全国に比べ高いこと
- ・ 他の産地に比べ、強度が高いこと⁽¹²⁾等があげられる。

特に強度は、長野県内の各産地のヤング係数が総じて他の都道府県の産地に比べて高い値を示しており⁽¹²⁾、これは長野県産カラマツの強度が高いことを表すものであることが分かる。ただし、他の産地のものでも年輪幅が同じであれば、ヤング係数に地域間の差は認められないという試験結果であった⁽¹²⁾。

(3) 長野県のカラマツ林業の方向性

長野県のカラマツの現状を踏まえ、今後解決すべき課題について私論をまとめた。

ア 主伐の促進

現在の長野県のカラマツ人工林の林分構成においては、1～4 齢級がほとんどないことから、今後、長野県産カラマツ材を長期的に安定供給するために、早急に主伐を開始し、再造林を進める必要がある。

全国の所有形態別の森林面積（立木地）の割合をみると、長野県は国有林と公有林の割合が全国に比べ 8.5%高くなっている⁽⁴⁾。このため、施策誘導の行いやすいこれら公的な森林から主伐を進め、若齢カラマツ林分の造成を図ることが重要であり、まず、国有林、公有林が主伐、再造林を先導することを提案したい。

イ カラマツ再造林の促進

今後、主伐の拡大に伴い、その更新樹種としてのカラマツを評価すべきである。全国的にスギの伐採跡地にカラマツを植栽することを検討する動きがあると聞いている。長野県においては郷土樹種であるカラマツの植栽を積極的に推奨すべきである。

再造林に当っては、適地適木を原則とするものの、現在の素材価格やカラマツの需要状況か

らみて、これまでスギやヒノキの適地としてきた林地においても、森林経営の観点からカラマツの再造林が有利になる林地は多いと思われる。今後、カラマツのみならず、スギ、ヒノキ、アカマツの主伐が進むとき、市場性を考慮して、カラマツの積極的な再造林も視野に入れるべきであると思われる。

なお、再造林が活発になる前に、現在極端に減少した林業用種苗について、その生産体制等を今から検討、再構築する必要がある。

ウ 不適地に成立している人工林のあり方の検討

表-2で現在の私有カラマツ人工林の4分の1が不適地に成林していると推測された。また、スギなどにおいても植栽された林分4分の1が植栽後成林していないことが推測された(表-3)ことから、カラマツ以外の人工林においても本来の適地に成林していない人工林が相当数存在することがうかがえる。

このため、これらの林分をいかに更新するかを検討していく必要がある。この場合、不成績造林地の伐採利用と、本来の適正樹種による再造林または天然更新の導入を検討する必要がある。

エ カラマツ材供給時の仕分けの徹底

近年、長野県産カラマツにおいては、合板用の需要が急激に増加している。今後、全国的な流れの中で、木質バイオマス用としての木材需要の増大も見込まれる。

このような状況において、長野県産カラマツが、山元においてA材、B材、C材に確実に仕分けされ、供給される仕組みを確立すること、特に安易に木質バイオマス等の資材に流出しないよう取り組む必要がある。

7 「信州カラマツ」林業の今後の戦略(私論)

(1) 「信州カラマツ」供給圏の構築

北海道及び岩手県においては、カラマツ人工林の齢級構成から見て、比較的短い伐期で林分の更新が行われていると考えられる。その結果として、高齢級の林分が少なく、1～4齢級の林分が一定面積確保されている。

若齢林分の少なさを克服し、強度や高齢級林分が多い有利さを活かしながら、北海道や岩手県と対抗して「信州カラマツ」の差別化を図り、カラマツ材を長期的に安定供給していくために、カラマツの天然分布域である長野県、群馬県、山梨県で、「信州カラマツ」供給圏を構築することを提案する。

この場合、北海道や岩手県に比べ、3県の齢級別の賦存量は、1～4齢級は北海道が圧倒的に有利であるものの、4～12齢級の差は縮まり、13齢級以上では3県が断然有利となる(表-1)。

全国の中央に位置するカラマツ天然分布域の3県が協同して、「信州カラマツ」を高く販売する工夫や材の安定供給の体制を構築することが望まれる。ただし、群馬県、山梨産のカラマツ材について、強度特性等が、長野県産と同等であることは確認しておく必要がある。

(2) カラマツ生産主要道県の連携

最後に、今後のカラマツ林業を展望するとき、北海道、岩手県や近隣各県と連携、協調しながら、スギ、ヒノキに勝るカラマツの優位点を活かして需要拡大を進めるなど、カラマツ材の振興に努めていく必要がある。

8 最後に

平成22年7月に撮影された、長野県内の間伐が行われた後のカラマツ林内の溪床で交尾して

いるミヤマシロチョウの写真（図－3）を示した。

ミヤマシロチョウは、長野県の天然記念物に指定されており、2015年の長野県版レッドリストにおいて「近い将来における野生での絶滅の危険性が高いもの」として、「絶滅危惧IB類」に分類されるほど貴重な種である。この希少種がカラマツ林内で生息し続けていることは、カラマツ林の生物多様性の高さを証明するものであり、カラマツ林の大きな特徴である。

また、カラマツは、春の新緑や秋の黄葉の美しさから、信州の山々の景観を形成する樹種としても評価されるべきである。

この他、長野県では人気の高いカラマツ林に特有なハナイグチを提供してくれるなど、木材以外の評価も高いものがある。

このようなカラマツ林を適正に管理しながら、材を利用し、更新していくことが重要である。



図－3 カラマツ林内の溪床で交尾する
ミヤマシロチョウ

（謝辞）

この報告をまとめるに当たり、林務部森林政策課計画係、県産材利用推進室の皆様には、森林資源や木材に関する情報を提供していただいた。また、北海道林業試験場の濱田修弘場長と酒井明香氏には北海道のカラマツ林業の現状について情報を提供していただいた。（一社）長野県林業コンサルタント協会の松澤義明氏には、貴重な写真を提供していただき、本文に掲載することを快諾していただいた。さらには林業総合センターの皆様には、カラマツに関する情報の提供や資料の作成でお世話になるとともに、議論を重ねることにより考察を深めることができた。

御協力いただいた皆様に改めてお礼を申し上げます。

（引用文献）

- (1) 武井富喜雄（信州地域材利用拡大推進協議会）信州カラマツ 2016年
- (2) 長野県 信州からまつ造林百年の歩み 1978年
- (3) 長野県 2010年長野県森林・林業長期構想 1997年
- (4) 林野庁 森林資源の現況（平成24年3月31日現在）
- (5) 農林水産省 木材需給報告書
- (6) 長野県林務部 平成27年度 長野県木材統計
- (7) 松本和茂、酒井明香 道産人工林による建築用材生産のための原木供給の仕組み作り（第50回森林・林業シンポジウム発表資料） 2017年1月
- (8) 信州地域林業対策研究会 長野県林業行政年表 戦後林政の歩み（昭和20年～昭和60年）
- (9) 長野県林務部 平成26年度 長野県林業統計書
- (10) 長野県林務部 民有林適地適木調査結果 第1報～第17報 昭和44年度～昭和52年度
- (11) 長野県林務部 長野県民有林の現況（平成28年4月）
- (12) 長野県林業総合センター 技術情報No.100（1998年12月）