

# 技術情報

No.155  
2017.1

長野県林業総合センター



平成 28 年 6 月に開催された第 67 回全国植樹祭のメモリアル展示として、  
会場で使用した木製品などを森林学習展示館で展示しています。

カラマツ林を穿孔性害虫から守るために .....	2
有効積算温度の原木シイタケ栽培への活用 .....	4
セルロースナノファイバー .....	6
お知らせ .....	8

## カラマツ林を穿孔性害虫から守るためには

### 1 はじめに

長野県は、民有林におけるカラマツ人工林が45%（約17万ha）を占めています。2015年現在のカラマツ人工林は、10歳級以上が約90%を占め伐期を迎えつつありますが、間伐を行いながら伐期を延長し、長伐期に誘導されています。また、間伐の際に発生する間伐材は、近年合板用材や建築用材としての需要が高まっているものの、搬出間伐ができない林分等では多くの間伐材が林内に放置されることがあります。しかし、カラマツ林内に残材を放置すると、林内に放置された残材からカラマツヤツバキウムシ（*Ips cembrae*、以下、カラマツヤツバ）が大量繁殖することがあります。すると、残存する健全木へも加害して林木を枯死させるため（文献1994）、カラマツ林の健全な育成に重大な影響を及ぼします。私も、以前森林所有者の方から、切り捨て間伐後に一部の立木がまともな枯れたカラマツ林分についての相談を受けたことがありました。その時は原因が分からなかったのですが、今思い返せばカラマツヤツバが枯損原因だったのかもしれませんが、県内での立木枯損被害報告はあまり多くはありませんが、その要因として、県内では切り捨て間伐実施後に立木枯損が発生しても、2～3年程度で被害が収束するためと考えられます。しかし、今後切り捨て間伐等の施業を行うためには留意すべきであると考え、県内のカラマツヤツバによる被害実態を把握すると共に、切り捨て間伐による影響について、標高と残材の材積との関係を調査したので報告します。

### 2 カラマツヤツバとは

カラマツヤツバは、カラマツの主要な穿孔性害虫で、風雪害や葉食性害虫の多発等の原因で衰弱した林木に寄生し枯死させます。穿孔痕は丸く、直径約3mmで、穴からは粉状の木くずやヤニが出ます。発生は年1～2回と言われ、越冬した成虫は5月頃から発生し、成虫や幼虫は9月頃まで摂食します（小泉1994）。

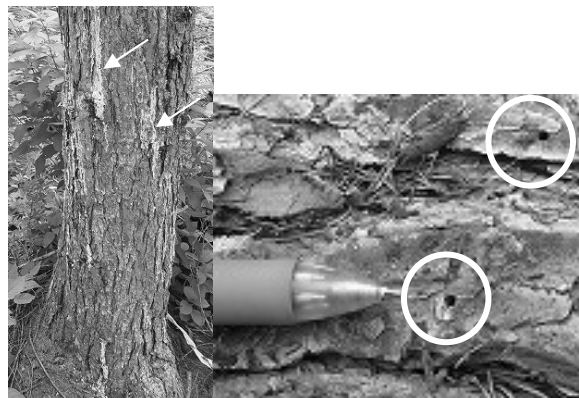


写真1 カラマツヤツバによりヤニの漏出したカラマツ（左・矢印）と樹皮の穿孔痕（右・白丸内）

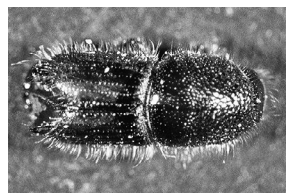


写真2 カラマツヤツバ成虫（体長5mm）

### 3 調査方法

調査は、平成18～24年にかけて切り捨て間伐作業等を実施した県内7市町村の22ヶ所のカラマツ林で実施しました（表）。なお、木祖村1及び木祖村2調査地は、2010年から施工していた作業道神谷線沿いで実施しました。調査は100～400m<sup>2</sup>の標準地で行い、カラマツの平均樹高、平均胸高直径、伐根数、残材の有無と残存木への穿孔被害発生率と立木の枯損本数及び残材への穿孔の有無について調べました。

### 4 結果

残存木のうち、穿孔のみの被害で枯損していない立木の本数割合を「穿孔被害率」、カラマツヤツバの穿孔により枯損した立木の本数割合を「枯損率」として示しました（表）。

その結果、林内の残材への穿孔は全ての調査地で確認されました。次に、枯損が発生していた調査地の標高と推定残材材積の関係を検討したところ、標高が1,000m未満では、推定残材材積が少

なくとも枯損被害が発生していました。しかし、標高が 1,000mを超える高標高の調査地であっても残材材積が極度に多い場合には、枯損が発生していました(図1、2)。

5 残存木の枯損被害を防止するためには

今回の結果から、カラマツヤツバは県内のカラマツ林に広く分布していることがわかりました。残存木への被害は、カラマツの自生する分布域を下回る標高 1,000m未満の林分では、残材が少ない場合も残存木への枯損が激しく発生していました。しかし、高標高地でも大量の残材を林内に放置した林分では残存木の枯損が発生していました。

今回のような大量の残材は、通常の切り捨て間伐では発生しませんが、大面積での施業を行う場合は、間伐木を一箇所に集積しない等の対策をとることが望ましいです。また、残材が置かれる可能性が高い山土場もカラマツ林に隣接させない配慮も検討すべきです。

県内のカラマツの施業においては、残存木への被害拡大を防ぐために、伐採木は出来るだけ利用をしていくよう努めることが重要です。

(育林部 清水香代)

《参考文献》

小泉力(1994)カラマツの穿孔虫カラマツヤツバキクイムシ. 森林昆虫, 小林富士雄・竹谷昭彦編, (養賢堂, 東京), 183-184.

表1 残存木調査結果とカラマツヤツバ加害状況

市町村	調査地名	調査年	標高(m)	間伐状況		残存木の状況			推定残材材積(m <sup>3</sup> /ha)	残存木加害状況	
				実施年	本数間伐率(%)	立木本数(本/ha)	平均樹高(m)	平均DBH(cm)		穿孔被害率(%)	枯損率(%)
下諏訪町	下諏訪A	H23	950	H23	27	550	22.5	30	150	0	0
	下諏訪B	H23	1,020	H23	38	500	24.5	35	310	50	15
	塩尻A	H23	760	H23	30	450	27.5	31	180	50	17
	塩尻B	H23	750	H23	25	525	25.5	36.3	210	21	0
塩尻市	塩尻C	H23	750	H23	38	600	27	34.6	430	35	0
	床尾1	H24	750	H21~22	28	500	24.3	29.3	234	14	57
	床尾2	H24	760	H21~22	25	525	25.5	30.7	91	0	25
阿智村	伍和A	H22	900	H18	30	400	25.8	28.1	120	12	69
	伍和B	H22	900	H18	30	580	25.5	26.4	160	59	37
松本市	入山辺1	H22	1,380	H20	22	700	16.7	21.5	50	3	0
	入山辺2	H22	1,370	H19	25	600	20.6	25.2	90	0	0
上田市	真田1	H22	1,220	H21	35	450	27.4	37.1	310	0	0
	真田2	H22	1,350	H20	29	500	28.2	35.5	270	20	0
	真田3	H22	1,390	H19	24	650	20.5	26	100	3	0
木祖村	木祖村1	H24	1,260	H22	38	-(※1)	21.3	25	(※2)640	35	35
	木祖村2	H24	1,260	H22	41		24.6	26.8	(※2)350	13	7
須坂市	仁礼1	H24	1,270	H23	43	400	17.6	23.6	120	25	0
	仁礼2	H24	1,260	H23	50	300	22.6	27	180	0	0

(※1) 作業道開設に伴う支障木伐採のため算出せず  
 (※2) 作業路開設に伴う伐採のため大量に発生した

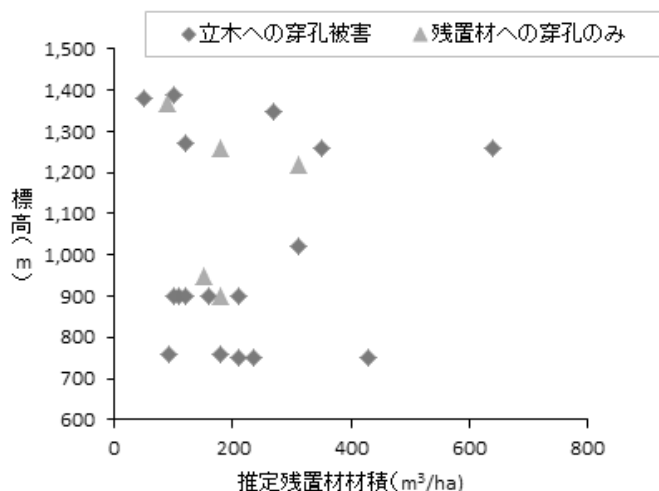


図1 カラマツヤツバ調査林分の標高と推定残置材材積との関係 (残置材への穿孔のみ・立木への穿孔被害)

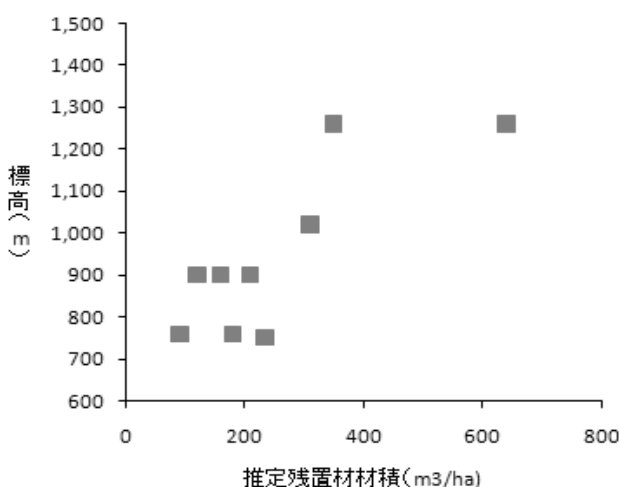


図2 カラマツヤツバ調査林分の標高と推定残置材材積との関係 (枯損被害)

# 有効積算温度の原木シイタケ栽培への活用

## 1 はじめに

原木シイタケ栽培は、乾シイタケ用と生シイタケ用では栽培法が異なります。乾シイタケ用の栽培は、植菌後時間をかけて原木内にシイタケ菌を廻し、翌年の春以降に林内ホダ場などで自然発生するシイタケを収穫します。一方生シイタケ用の栽培は、植菌後早期に原木内にシイタケ菌を廻し、当年の夏以降人為的にシイタケを発生（浸水発生）させて収穫するのが一般的です（図-1）。

本稿では、生シイタケ用の栽培においてホダ木を作る際の温度管理について説明します。



写真1 コナラのホダ木から発生するシイタケ

## 2 シイタケ菌の温度特性

シイタケ菌の温度特性を図-2に示しました。シイタケ菌は5℃以上の温度で活動（菌糸の生長）を開始し、25℃で最も活発に活動し、32℃で活動を停止するという特性を持っています。この特性とシイタケ菌を殺傷して繁殖するトリコデルマ菌の菌糸生長の速さの最大値を100として比較すると、30～

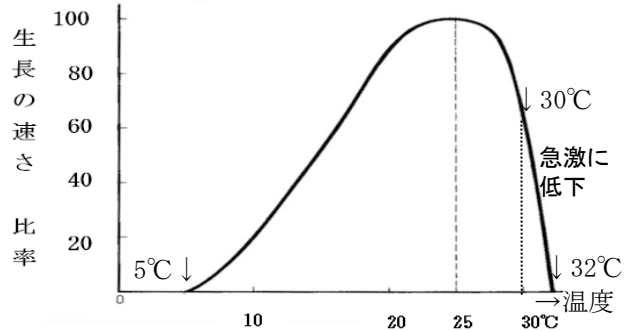


図-2 シイタケ菌の温度特性

32℃の温度域では、シイタケ菌の活動が急激に低下するのに対し、トリコデルマ菌は活発に活動します（図-3）。そのため、トリコデルマ菌などの害菌が原木内に侵入するリスクが高まり、栽培現場においては特段の注意が必要です。このことから、リスクを低く抑えて効率よく菌を廻すためには、なるべく30℃以上の高温を避け15℃から25℃程度

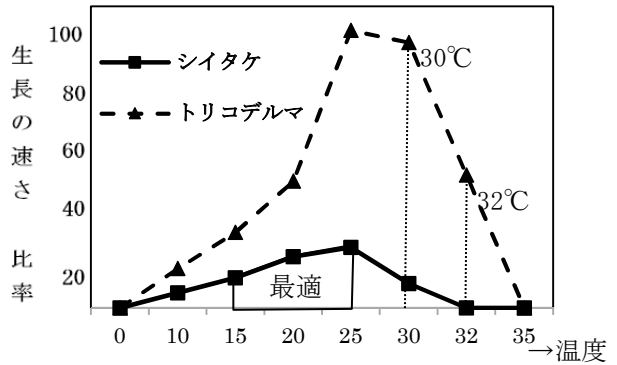


図-3 シイタケ菌とトリコデルマ菌の温度特性の比較

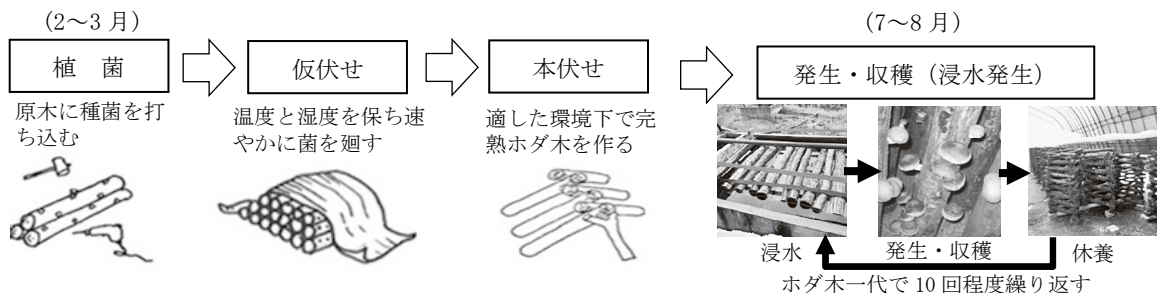


図-1 一般的な原木生シイタケ栽培の工程

までの温度域でホダ場を管理することが好ましいと考えます。

### 3 有効積算温度

有効積算温度とは、植菌完了の時点から初回の浸水発生処理までの期間の日平均気温が 5℃以上（シイタケ菌は 5℃以上で活動するため）となった日の日平均気温から 5℃を差し引いて足し上げた数値であり、以下の式で計算されます。

$$\text{有効積算温度} = \Sigma (\text{日平均気温} - 5^\circ\text{C})$$

品種によっても異なりますが、生シイタケ用の品種では 2,500～3,000℃の有効積算温度が発生の目安となります。なお有効積算温度のために取得した 1 時間毎の温度データは副次的に日々のホダ場の温度管理にも活用できます。

長野県は気候が冷涼であり菌が活発に活動する時期が限られることから、植菌後原木内にシイタケ菌がまん延して腐朽が進み（ホダ化）、シイタケが発生するまでに長期間を要します。栽培現場では、勘や経験に頼ったホダ木作りが行われているのが実情です。そこで当センターでは、平成 19 年度以降、県内 9 地域のホダ場でホダ木の温度を測定し、それを元に有効積算温度を算出し生産者へ情報提供を行っています。

### 4 有効積算温度を活用したホダ場管理

県内のあるホダ場で測定した最近 10 年間の有効積算温度を図 - 4 に示しました。8 月 1 日時点における有効積算温度が最も低かった平成 20 年は、8 月 8 日に 1,500℃に到達しましたが、最も高かった平成 27 年は 7 月 5 日に同じ値に到達しており 1 ヶ月以上も早い結果となりました。最近 10 年間の有効積算温度を 8 月 1 日時点で比較すると平成 25 年から平成 28 年までの 4 年間は有効積算温

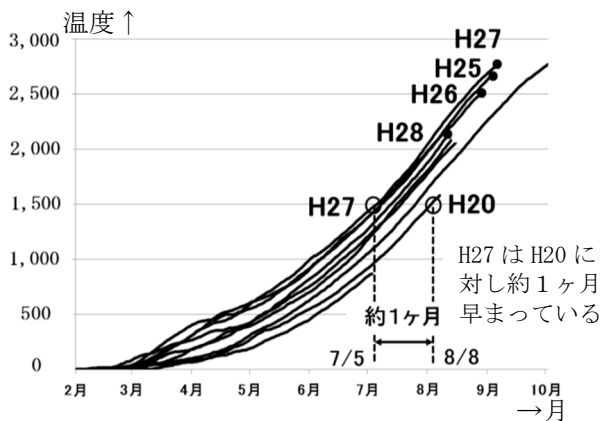


図 - 4 最近 10 年間の有効積算温度

度が高い傾向になっていることが分かります。また、日々の温度データにおいて 30℃以上の時間帯が増加していることが確認されています。冷涼な気候の長野県では有効積算温度が高く推移すると早期にホダ化が進む点において有利です。一方 30℃以上の時間帯が増加するとシイタケ菌の活動が低下し害菌が繁殖するなどの問題が生じる恐れがあります。そのため、有効積算温度を平年と比較することでホダ化の状況を把握し温度管理を行うことが大切です。また、1 時間毎の温度データを確認し 30℃以上の時間帯がある場合には、直射日光を防ぐため遮光ネットでホダ木を覆ったり、風通しを良くするなど対策が求められます。

### 5 おわりに

ここ最近の自然環境は、高温、乾燥、長雨などの異常気象が頻発する厳しい状況にあります。そのような状況においても、早期にシイタケを発生させるホダ木に仕立てるためには、生産者が気象環境の変化に対応した処置を講じることが求められており、そのための 1 つのツールとして有効積算温度を活用したホダ場管理の手法は有効であると考えています。（特産部 加藤健一）

#### 引用文献

中村克哉：キノコの辞典, 229, 1982

# セルロースナノファイバー

## 1 はじめに

最近、「セルロースナノファイバー（以下、CNF という）」という言葉を目にする機会が増えてきました。CNF とは簡単に言えば「小さな繊維」ですが、詳しい CNF の情報を得るため、平成 28 年 7 月 25 日に県諏訪合同庁舎講堂において開催された「ナノセルロースセミナー」に参加しました。講師の京都大学生存圏研究所生物機能材料分野 教授 矢野浩之氏の基調講演「セルロースナノファイバーの製造と利用 ～裏山から来る産業資材～」及び京都大学生存圏研究所 生物機能材料分野のホームページ（URL：<http://www.rish.kyoto-u.ac.jp/labm/cnf>）に記載されている内容を元に CNF について紹介します。

CNF は、平成 28 年 6 月 2 日に閣議決定された「日本再興戦略 2016」と「経済財政運営と改革の基本方針 2016」に記載されており、国としても力を入れている、今、注目されている材料です。企業においても既に商品化されている物もありますが、現在、多くの企業が新商品を開発中です。また、名称については、国際標準化で統一した名称が決定していないため、国際的に色々な呼び方をされている材料です。

## 2 ナノセルロースとは？

CNF（写真-1）を含むナノセルロースにはいくつか種類があり、CNF やセルロースナノクリスタル（以下、CNC という写真-2）などを原料とした複合材料を包含した概念としているようです。

### ナノセルロースの種類

- ・セルロースナノファイバー【CNF】
- ・セルロースナノウィスカー【CNW】
- ・バクテリアナノファイバー など

CNW は、CNF よりも長さが短いもので、バクテリアナノファイバーは、微生物が作る CNF であり、ナタデココが有名です。

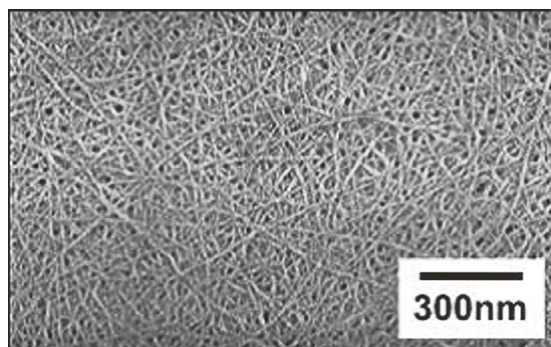


写真-1 CNF (セルロースナノファイバー)<sup>1)</sup>

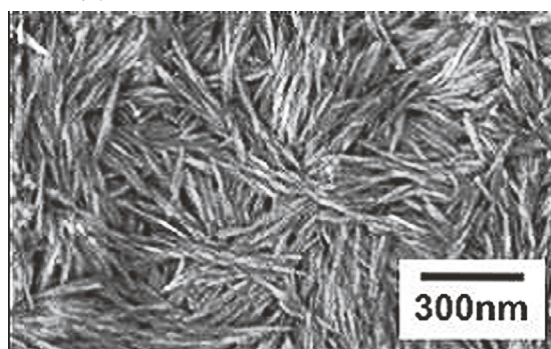


写真-2 CNC (セルロースナノクリスタル)<sup>2)</sup>

※nm (ナノメートル) ⇒10 億分の 1 メートル

## 3 セルロースナノファイバー (CNF) とは？

セルロースは、木材の化学成分全体の約 50% を占め、全ての植物細胞壁の主要な骨格成分であり地球上で最も多量に存在する有機物です。<sup>3)</sup>

なお、木材の構成割合は以下のとおりです。

セルロース (ナノファイバー)	: 50%
ヘミセルロース	: 20~30%
リグニン	: 20~30%

木材の構造は、図-1 のとおりで、例えば、木材を拡大していくと細胞構造→細胞壁構造→ナノファイバー構造と見ることが出来ます。

CNF は、細胞壁からリグニンとヘミセルロースを取り除いたものだと考えられます。

簡単に製造方法を説明すると、パルプ（紙）を製造する工程にナノサイズまで細かくほぐす工程を追加することで CNF を製造することが出来ます。

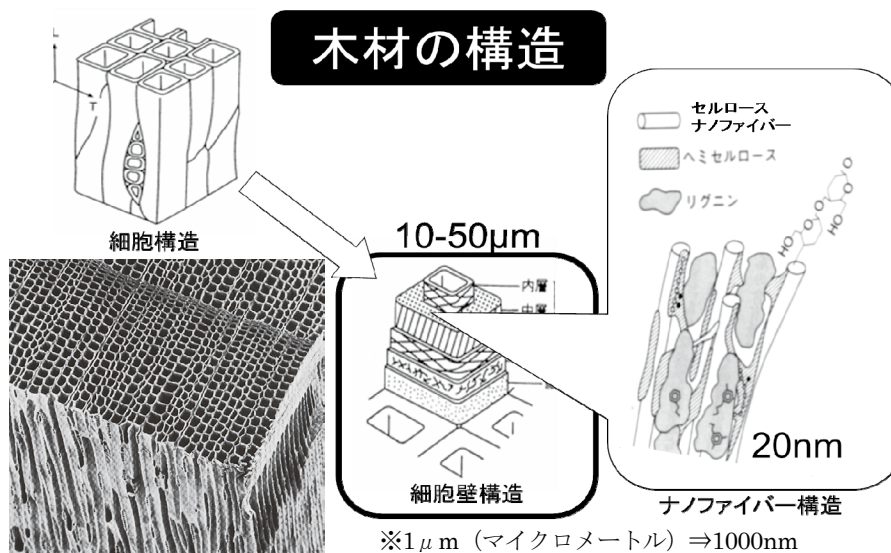


図-1 木材の構造 (矢野氏提供)

現在の CNF の特徴などについて、まとめると以下のとおりです。

- 全ての植物細胞の基本骨格物質
- 1兆トンの蓄積 (埋蔵石油資源の6倍)
- 日本の人工林では毎年1500万トン増加
- 持続可能な植物資源等から製造可能
- 軽量 (鋼鉄の1/5の軽さ:  $1.6\text{g/cm}^3$ )
- 高強度 (鋼鉄の5倍以上の強さ)
- 熱による膨張が少ない ( $-200\sim 200^\circ\text{C}$ )
- 熱伝導率はガラスと同等
- 透明になり、着色も可能
- 酸素や水分の透過性が低い
- 優れた補強用繊維として利用できる
- 機械または化学処理により製造
- 将来的には、他の繊維より安価になる
- 他の繊維との比較は表-1のとおり

表-1 樹脂複合材に用いられる繊維との比較

項目	CNF	炭素繊維	アラミド繊維	ガラス繊維
密度 ( $\text{g/cm}^3$ )	1.6	1.82	1.45	2.55
引張弾性率 (GPa)	140	230	112	74
引張強度 (GPa)	3	3.5	3	3.4
価格 (円/kg)	400 (将来)	3,000	5,000	200~300

#### 4 セルロースナノファイバー (CNF) の用途

今後、考えられる CNF の主な利用方法については、以下のとおりです。

- 自動車のボディ (軽量かつ高強度)
- 透明な繊維強化プラスチック (有機 EL ディスプレイ、有機薄膜太陽電池)
- レンズ (加圧プレス成形により様々な形のレンズを製作可能)
- シート (透明、紙力向上、印刷性向上、ガスバリア等)
- 医用材料 (人工血管、人工軟骨)

気温  $35^\circ\text{C}$  程度の条件下で、普通のソフトクリームと CNF を 0.1% 添加したソフトクリームがどのように溶けるのか基調講演の動画を見たところ、普通のソフトクリームは開始直後から少しずつ溶けますが、CNF を添加した方は、約 15 分間は溶けませんでした。CNF を添加することで溶けにくいソフトクリームを製造できるようです。

#### 5 おわりに

CNF は、「強い」「軽い」「再生可能な資源からつくられる」夢のある材料であり、今後、様々な分野において活用され、本県の森林整備が促進されることに期待します。

(木材部 奥原祐司)

#### 文献

- 1), 2) 京大生生存圏研究所 生物機能材料分野 「セルロースナノファイバーとは」 HP.
- 3) 古野 毅、澤辺 攻(編) (1994) 「木材科学講座 2 組織と材質」 海青社 89.

## お知らせ 技術情報はホームページでも閲覧できます

今回で、155号を迎える技術情報ですが、その第1号が発行されたのは今から50年前の昭和42年(1967年)4月。これは林業総合センターの前身である林業指導所が昭和36年(1961年)に開設して6年目のことでした。

技術情報第1号の巻頭言を読み返すと、林業指導所の試験研究成果や、大学や他県で開発した技術を現場で役立つようにわかりやすく紹介することを目的としており、現在もその方針は変わりません。

情報化社会を迎え、インターネットで様々な情報を入手することができるようになりましたので、この「技術情報」についても昭和57年度に発行した46号から最新号を含めたバックナンバーを長野県のホームページの中にある「長野県林業総合センター」のページに掲載していますので、そちらも是非ご覧ください。

<http://www.pref.nagano.lg.jp/ringyosogo/seika/gijyutsu/g-index.html>

また、林業総合センターの日々の活動については、職員が情報を発信する「長野県魅力発信ブログ」の中にある「信州森林づくり応援ネットワーク」並びに、林業総合センターが位置する松本地域の「来て！観て！松本『彩』発見」のコーナーでご案内しています。

<http://blog.nagano-ken.jp/>

長野県魅力発信ブログには、県下各地の機関で連日投稿されているため、当所の活動が見つかりにくいということもあります。

そのときは、林業総合センターのトップページ中段にある「センターの活動紹介(職員ブログへのご案内)」を参照してください。

<http://www.pref.nagano.lg.jp/ringyosogo/soshiki/blog.html>

(林業総合センター指導部)

