東北工業大学地域連携センター紀要 EOS
Vol.27 No.1 p.89 ~ p.96, 2015

〔研究論文〕

津波被災木を活用した材料開発
ー東日本大震災で被災した樹木の活用

坂手　勇次[1)]・岡本　侑子[2)]

Materials development for use of wood damaged by Tunami.
− A case of trees affected by the Great East Japan Earthquake.

Yuji SAKATE [1)], Yuko OKAMOTO [2)]

Abstract

The Tunami which the Great East Japan Earthquake caused, attacked woods, and caused the serious damage by salt water. Those damage woods are called "Tunami-hisaimoku". Now, those Tunami-hisaimoku remain standing to die.

In this research, we developed the materials to use the Tunami-hisaimoku for products. Firstly we made sample materials, flexible sliced veneer dyed with vegetable dyes. Next, we created product models, the memorial object and the lighting equipment with this sample materials.

１．背景

東日本大震災から３年近く経った今，被災地では震災に対する意識を風化させないための活動が積極的に行われている。そのなかのひとつに，津波被災木を利用した製品の制作がある。だが，その多くは塩害を免れた残存部を使用して製作されたものであり，実際に塩害を被った部位は活用できていないのが実情である。津波で被災した部位は，木の細胞のなかに大量の塩や微細な不純物を多く含んでいるため,木工機械の刃にダメージを与え，工具に錆を誘発させるなど，産業用には不適とされてきた。そのため，燃料チップに加工されるか，被災した瓦礫とともに廃棄処分されるケースが多い。

２．目的

当研究は,放置されている津波被災木を再利用するための素材開発を目的とする。また，当研究で開発した素材サンプルを使用して，想定する製品のプロトタイプを制作し，素材の有効性を確認した。

１）東北工業大学 ライフデザイン学部 クリエイティブデザイン学科　教授（執筆者）
２）東北工業大学 ライフデザイン学部 クリエイティブデザイン学科　平成 26 年卒

3．研究の方法

3．1． 津波被災木の調査

3．1．1　生産地調査

津波被災木の現状を調査するため，岩手県大槌町にある製材所［注1］を訪問し，被災木の現状や特性について伺った。図1は立ち枯れたままの津波被災木の様子である。コストがかかることから処分できないまま大量の津波被災木が山林に立ち枯れて残っている。図2は伐採され，積み上げられた津波被災木の様子である。津波被災木は，通常の生木に比べて，原因は明らかではないが，虫喰いがひどく，腐りやすい。また，津波被災木の加工は，木の細胞の中に潜む大量の塩と砂がヤスリのような効果になり，加工する機械の刃を損傷させる。また，釘を短時間で錆びさせてしまう。そのままでは建材としての利用は難しいと思われる。津波被災木は，通常の材木に比べ，加工コストが何倍もかかるため，生産者から敬遠されたまま，放置され，瓦礫として廃棄処分されている。

3．1．2　先行商品の調査

被災木を使って商品化された先行事例を調査した。薄い経木に加工することで新用途を開いた例として，KIZARA-PJ［注2］の製品が挙げられる。木目が交叉するように経木を張り重ねた食器皿，紙のかわりに薄い経木を用いたメモ帖などがある（図3，4）。経木にすることで，工作機械を持たない小規模生産者でも簡単に手作業で製品を作ることができる。また，機械を使用しないため塩害木が工作機械に与える損傷を避けることができるなど，経木に加工するメリットは大きいと思われる。一方で，木工機械で製材した例としては，家具や椅子があった（図5，6）［注3，4］。被災木のなかでも機械加工が可能な良

図1　立ち枯れる津波被災木

図2　伐採された津波被災木

図3　KIZARA-PJ

図4　経木のメモ帖

図5　タコマツ

図6　スツール

質な部分を使って制作されており，通常の木工製品と見ただけでは区別できない。

３．２．実験と開発

３．２．１．開発要件の定義

当研究で開発する素材の要件を表１に示す。

津波被災木の加工は，前述した通り，含まれた塩分と砂が工作機械の刃を損なうため，生産者が機械の使用を嫌がる。そのため，機械に頼らずに，曲げる，切る，繋ぐなどの，基本的な加工ができる材料であることが望ましい。また，津波被災木は，損傷のない部分であれば，通常の材木と全く区別できないほど見た目に変わりはない。津波被災木であることが説明しなくても気付けるよう，可視化できることが望ましい。それぞれの要件について検討した結果を次項3.2.2，3.2.3で述べる。

３．２．２．加工性の検討

機械に頼らずに加工ができる素材として，経木に着目した。経木は，製材時の端材から作れるため，非常に安価に入手でき，木の断面が多く露出するので，津波の潮の痕跡も表現しやすい。何よりも，曲げる，切る，繋ぐといった基本的な加工が簡単な器具を用いた手作業で可能である。難点は，薄く脆いため，割れや乾燥に弱いことである。本実験では，曲げ加工時の割れを防ぐため，洗濯用柔軟剤に使われるアンモニウム塩水に，津波被災木の経木を１日間浸け込んだ後，平温で乾燥させた。結果，木目に直行する曲げにも耐える柔軟性を得た。実験に使用した試料は表２の通りである。

木の種類は杉が，厚みは0.2mmが加工しやすかった。図７は，津波被災木の経木をアンモニウム塩水に浸け込んだ様子である。図８は，経木を手で曲げて柔軟性を試している様子である。

表１　開発要件

加工性	機械に頼らずに基本的な加工ができること
可視化	被災したことが可視化できること

表２　加工性実験の試料

経木	木の種類	杉，檜，ヒバ，赤松
	厚み	0.2mm，0.3mm
アンモニウム塩水	柔軟剤	P&G 製　洗濯用柔軟剤レノア

図７　柔軟化の実験

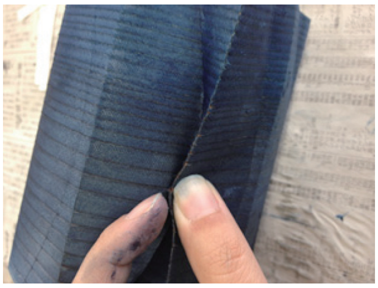

図８　柔軟性の検証

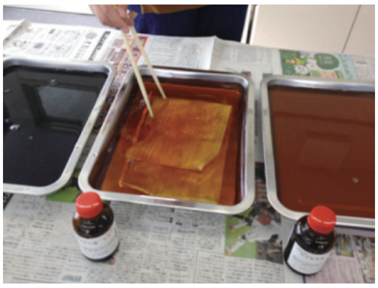

図９　草木染の実験

３．２．３　可視化の検討

可視化する工法として，染色に着目した。古から潮を用いた伝統的な染色法がある。潮に含まれる塩分およびミネラルが，染めの発色効果と定着効果に有効だとする研究論文がある。表３は，染色浴に含まれる海水の量によって染色性の違いが生じる実験の結果を，研究論文から抜粋したものである［注５］。染色浴に海水が多く含まれるほど，濃く鮮やかに染色されたことを示している。

津波被災木の経木を用いて草木染めの実験を行った。図９は経木を染める実験の様子である。被災木に浸み込んだ潮の成分と染料が反応し，塩害を被った痕跡を斑状の模様として表出させることができた。図10は藍染めした経木表面に浮き出た斑状の模様である。このことから，染色が被災の可視化に有効であるという結果を得た。

実験に使用した試料は表４の通りである。

木の種類は杉，檜，ヒバ，赤松の四種類を試したが，杉が最も濃く鮮やかに染まった。厚みについても，0.2mm と 0.3mm の二種類を試したが，厚みの違いによる染色の変化はなかった。

表３　海水添加染色における海水添加量と測色値（木綿アルミ媒染）

条件	測色値	
	明度Ｌ	彩度Ｃ
水（無添加）	83.21	20.52
水３：海水１	67.30	31.22
水２：海水２	62.24	31.87
水１：海水３	64.63	35.47

表４　可視化実験の試料

経木	木の種類	杉，檜，ヒバ，赤松
	厚み	0.2mm，0.3mm
藍染	染料	田中直染料店　天然藍染濃縮液

４．津波被災木を再利用した素材の開発

４．１．オブジェ，照明用素材

オブジェと照明の製品化を想定して素材を開発した。

- ・木　材：杉を厚さ 0.2mm の経木に加工し，藍染めを施したもの。
- ・補強材：近江三椏紙（６匁）に藍染めを施したもの。
- ・染　料：田中直染料店　天然藍染濃縮液を使用。
- ・柔軟剤：P&G 製　洗濯用柔軟剤レノアを使用。

試作した素材サンプルを図 11 に示す。

４．２．加工法

今回の実験で制作した素材サンプルの加工工程を順に説明する。

１）柔軟化工程

経木を柔軟剤に１～２日間漬け込む。

2）藍染め工程

経木と和紙を藍染めする（図 12）。

3）裁断工程

藍染めした突板と和紙から型紙に沿って裁断する（図 13）。

4）貼り合わせ工程

経木に和紙を裏貼りして補強する（図 14）。

制作作業中に，経木が端の部分から割けてしまうことがあるため，薄い和紙で裏側を補強する。

5）乾燥工程

上下プレスした状態で約 1 日かけて乾燥させる（図 15）。

図 10　藍染め前と後の比較

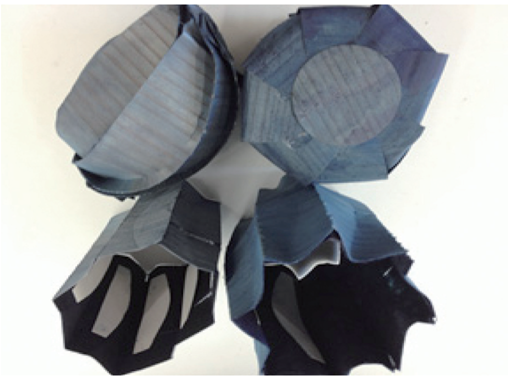

図 11　試作した素材サンプル

図 12　藍染め工程の様子

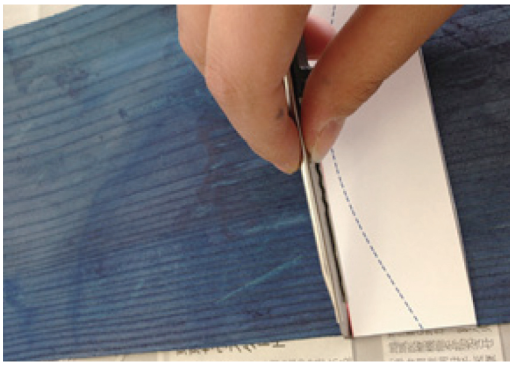

図 13　裁断工程の様子

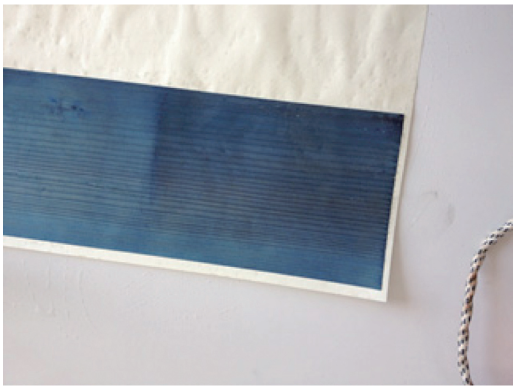

図 14　張り合わせ工程

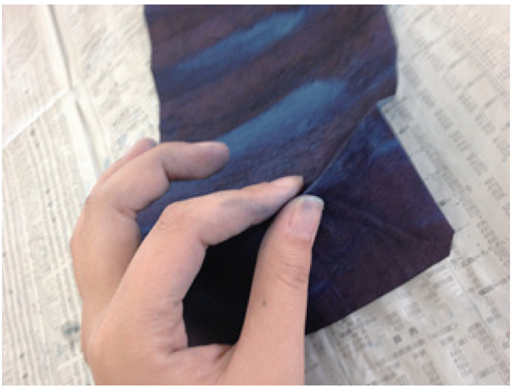

図 15　乾燥工程

６） 折り工程

手作業で折り加工を施す（図16）。

実際に折る時には繊維方向に対して直下に折っていくため，その木材の持つ反りに抵抗することになり，反発が起こり，何度も修正をしながら制作を行った。

５．プロダクトの制作

５.１．折紙技法による型紙の制作

折り紙という伝統的技法を用いて手折りの型紙を制作した。今回の制作では，立体造形の数理学的研究をされている筑波大学の三谷純教授に折り紙の展開図を出典して頂いた（図17，図18）。

図16　折り工程

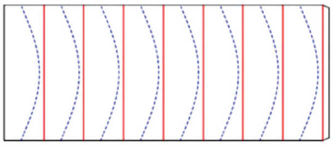

図17　折り紙の展開図［注６］

図18　展開図の折り紙の完成形［注７］

５.２．プロトタイプ（香珠 KAORU-TAMA）

折紙技法を用いて経木の球体オブジェを制作した（図19）。白檀の香りをつけた糸玉をオブジェの内部に忍ばせ，佇む中でふと感じるカタチと香りを表現した。図20は，今回作成したプロトタイプを花器の水盤に置いたものである。オブジェの表面は津波の痕跡が模様として現れ，内部に仕込んだ香りと合わせて，生け花の感覚に近い置物になった。

図19　香珠 KAORU-TAMA

図20　香珠 KAORU-TAMA

５．３．プロトタイプ（照珠　TERU-TAMA）

経木の持つ優れた透光性は，従来から照明器具に活用されているが，今回は，津波被災木であることを伝えるために，被災の痕跡を光の模様として浮かび上がらせる照明を制作した（図21）。図22は明かりを灯したときの様子である。藍染めの色と相まって，津波の痕跡を淡いブルーの模様で綺麗に見せることができた。

図21　照珠 TERU-TAMA

図22　照珠 TERU-TAMA

今後の課題

本研究では，被災木に経木加工と藍染めを施した素材開発を行った。また，商品試作としてオブジェと照明を制作し，被災木のクラフト素材としての有効性を確認した。現時点ではプロトタイプの制作までとなっているが，今後は量産を前提とした製品として検討を進めていきたい。本研究でお世話になった大槌町，南三陸町の復興プロジェクト，仮設住宅自治会の皆様に引き続き御協力と御指導をいただき，高齢化する仮設住宅での生産，ネットでの販売等を想定した商品化を検討していく。また，被災地の雇用機会創出のために，仮設住宅で制作できる製品を目指していきたい。そのことで被災地の産業振興の一助になればと考える。

謝辞

本研究を進めるにあたり，津波被災木の現状調査や経木加工で御協力と御指導を頂いた碇川製函の皆様，被災地産業の調査で御指導をいただいた南三陸町歌津仮設住宅自治会の皆様，レーザーカッター等の加工技術でプロトタイプ制作に御指導を頂いたSENDAI-FLATの皆様，ならびに，折紙技法の展開図を御提供頂いた筑波大学の三谷純准教授に厚く御礼を申し上げる。

注

1）岩手県大槌町　有限会社碇川製函
2）KIZARA PROJECT －キザラプロジェクト－
3）東北復興木づなプロジェクト
4）ガレキ×クリエイティブ　プロジェクト

５）本田 摂子，武笠 明子，柳悦州：海水を利用した植物染色の可能性：沖縄県立芸術大学付属研究所紀要 20, 143-159, 2008
６）展開図出典　筑波大学大学院　准教授 三谷純
http://mitani.cs.tsukuba.ac.jp/pukiwiki/
７）画像出典　筑波大学大学院　准教授　三谷純
https://www.flickr.com/photos/jun_mitani/