

スギ, コウヤマキ, クリ, サイプレス, WPC の海洋での耐久性試験 - 12 年目までの結果 -

独立行政法人 港湾空港技術研究所 正会員 ○山田昌郎

地方独立行政法人 北海道立総合研究機構 森林研究本部 林産試験場 非会員 森 満範

1. はじめに

木材の海洋利用を提言すると, 耐久性不足を懸念されることが多い。たしかに木材は条件によっては非常に早く生物劣化を受ける。しかし一方, 鋼材より高耐久となる場合もある。また, 樹種や保存処理によって耐久性は大きく異なる。このため, 使用される部位によって異なる劣化作用や交換容易性に応じて樹種や保存処理を選択し, 適材適所で使用することが重要となる。本稿では, 4 樹種の無処理木材と WPC (木プラスチック複合材) の海洋での耐久性試験について, 12 年目までの結果を述べる。

2. 実験方法^{1,2)}

2.1 試験体

無処理木材として, スギ(*Cryptomeria japonica*), コウヤマキ(*Sciadopitys verticillata*), クリ(*Castanea crenata*), サイプレス(*Callitris glaucophylla*)を用いた。一般的にスギの耐久性が中程度とされるのに対して, 他の3種の耐久性は高いとされている。

コウヤマキは水湿に強く, 古くから船板, 杭, 橋脚, 井戸の壁面用材, 建築材などに使用されてきた。抗蟻(抗シロアリ)成分として, cedrol と isoeugenol monomethyl ether を含む³⁾。クリは重硬で腐りにくく, 住宅の土台や鉄道の枕木に多く用いられてきた。サイプレスはヒノキ科の針葉樹で, オーストラリアの中南部全域に分布する。抗蟻成分 L-シトロネラ酸を含み⁴⁾, 住宅の土台やウッドデッキに用いられている。

WPC は木粉と熱可塑性プラスチックを加熱下で混練し押出成形した複合材料である。屋外のデッキ材などに用いられている。今回の実験で用いたミサワホーム社製の M-Wood2 の原材料重量比は, 木粉 54%, プラスチック 44%, 無機顔料約 1%, 強化剤 0.5% である。原料の木粉は木造住宅の解体廃材を微粉化したものであり, プラスチックはポリプロピレン製食品トレーの再生材である。

試験体寸法は, 木材: 40mm × 40mm × 400mm, WPC: 46mm × 49mm (中空断面, 肉厚 6mm) × 400mm とした。

2.2 試験方法

試験体の設置環境を, 「淡水中」, 「飛沫帯」, 「干満帯」, 「海水中」の4種類とした。「淡水中」試験体は空調の無い実験室内で水道水に浸漬した。「飛沫帯」試験体は神奈川県横須賀市の臨海部にある港湾空港技術研究所内の海

水シャワー場で, 1日に2回, 各4時間, 毎時約 100mm の海水が散布されるとともに, 直射日光, 降雨, 海風を受ける屋外環境に設置した。「干満帯」試験体は同所内の海水循環水槽(海水が1日2回給水・排水され, 水深が 1m ~ 2.5m の範囲で変化する水槽)内の満潮位と干潮位の中間に設置した。「海水中」試験体は同水槽内で常時海水中に没する箇所に設置した。同一条件の同種の試験体数は, 原則として各 10 体とした。ただし母材の制約によりスギは各 9 体, サイプレスは各 2 体であった。

2000 年 6 月末に暴露開始後, 1 か月, 2 か月, 4 か月, 8 か月, 1 年, 2 年, 4 年(一部の試験体), 5 年, 8 年, 10 年, 12 年で観察・計測を行った。計測項目は質量, 寸法, 曲げ載荷によるたわみとした。曲げ載荷の支点間隔は 300mm, 載荷点間隔は 100mm とした。支点間中央での圧縮・引張応力の大きさが 100kgf/cm² 程度(10N/mm² 程度)となるように, 載荷荷重の値を 200kgf (1.96kN) と設定した。このように試験体が破壊しない範囲で曲げ載荷してたわみを計測することにより, 外観からは分からない内部の食害も含む劣化評価を試みた。

3. 結果と考察

「飛沫帯」のスギ, コウヤマキ, クリでは, 風化(ウェザリング)による目やせ(年輪に沿った凹凸)が進行した。暴露 10 年時の寸法減少(平均値)は, 軸方向(繊維方向)が,

スギ 19mm, コウヤマキ 9mm, クリ 30mm, 軸直角方向が, スギ 5mm, コウヤマキ 5mm, クリ 10mm であった。サイプレスでは割れの発生と木口下部の寸法減少が見られたが, 顕著な目やせは暴露 12 年目まで生じていない。WPC では上面と下面の寸法変化の違いによる反りが生じたが, 風化による寸法減少は暴露 12 年目まで生じていない。

「干満帯」と「海水中」のスギ, コウヤマキ, クリで

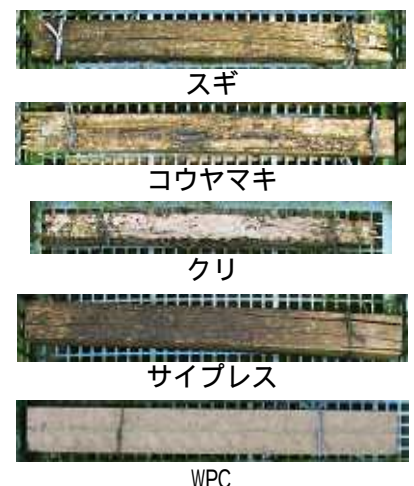


写真 1 飛沫帯試験体(暴露 12 年)

キーワード 木材, 海洋, 耐久性, 海虫害, 風化, WPC

連絡先 〒239-0826 神奈川県横須賀市長瀬 3-1-1 (独) 港湾空港技術研究所 沿岸環境研究領域

e-mail: yamada-m89wm@pari.go.jp

は、暴露2年目までに海虫による劣化が顕著になり、5年目までに形状が著しく損なわれた。コウヤマキは主に甲殻類のキクイムシ(*Limnoria lignorum*)、クリは主に軟体動物(二枚貝類)のフナクイムシ(*Teredo navalis*)、スギは両者による食害を受けた。サイプレスでは暴露12年目までにキクイムシによるごく軽微な食害のみが認められた。WPCには暴露12年目まで食害による変状が認められていない。

曲げ載荷において、暴露前に所定荷重(1.96kN)を載荷した時のたわみの値を、暴露後に同一の荷重を載荷した時のたわみの値で割って求めた「剛性」(暴露前に対する比)の経時変化を図1に示した。(なお、劣化が激しく所定荷重を載荷できない場合は、破壊しない範囲で載荷してたわみを測定し、荷重とたわみが比例するものとして所定荷重時のたわみに換算した。)

飛沫帯でのクリの剛性は、スギとコウヤマキよりも急速に低下した。多量の海水飛沫を受ける使用環境で広葉樹材が針葉樹材よりも早く劣化する可能性については、その後開始した10樹種を用いた実験でも確認されている⁵⁾。サイプレスでは、飛沫帯、干満帯、海水中で同程度の剛性低下が生じている。WPCは木粉の吸水による含水率の増加に伴う剛性低下が生じたが、暴露1年以降は安定している。淡水と他の3条件とではほぼ同じ剛性となっていることから、風化および海虫害に起因する剛性低下は12年目の時点では生じていないと考えられる。

4. まとめ

- (1) コウヤマキは主にキクイムシ、クリは主にフナクイムシ、スギは両者による食害を受けた。
- (2) 針葉樹材であるスギとコウヤマキよりも広葉樹材であるクリの方が飛沫帯での風化の進行が早かった。
- (3) サイプレスでは、スギ、コウヤマキ、クリと比較して、風化による目やせや海虫害の進行がかなり遅い。
- (4) WPCでは風化および海虫害が暴露12年目まで生じていない。吸水により剛性が低下したが、暴露1年以降安定している。

参考文献

- 1) 山田昌郎：無処理木材および木粉プラスチック複合材の海洋環境での耐久性試験，港湾空港技術研究所資料 No.1045，2003年3月
- 2) 山田昌郎：無処理木材および木粉プラスチック複合材の海洋環境での耐久性試験(その2)，港湾空港技術研究所資料 No.1117，2006年3月
- 3) 屋我嗣良，金城一彦：コウヤマキ(*Sciadopitys verticillata* S. et Z.)の殺蟻成分について，木材学会誌 Vol.32, No.9, pp.720-723, 1986年9月
- 4) 屋我嗣良，河内進策，今村祐嗣：木材科学講座 12「保存・耐久性」，海青社，1997年3月
- 5) 山田昌郎，森満範：針葉樹材と広葉樹材の臨海部での風化速度，土木学会第67回年次学術講演会概要集 CD-ROM, CS12-006, 2012年9月



スギ



コウヤマキ



クリ



サイプレス

写真2 干満帯試験体(暴露5年)

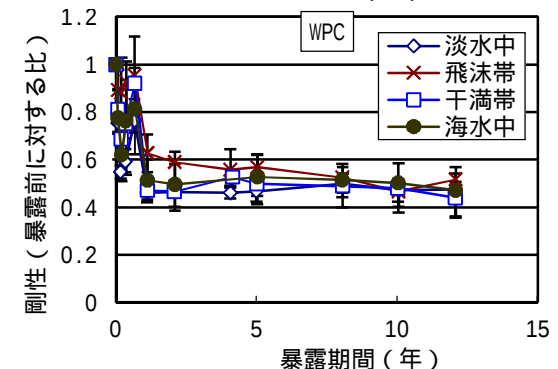
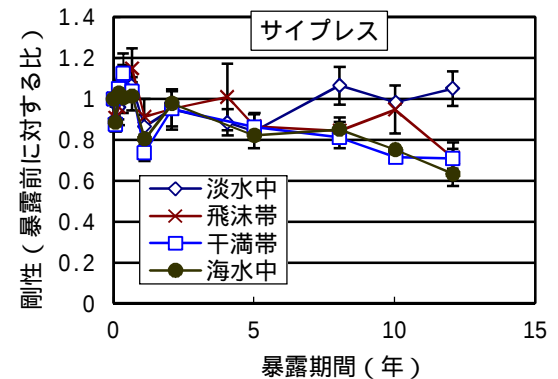
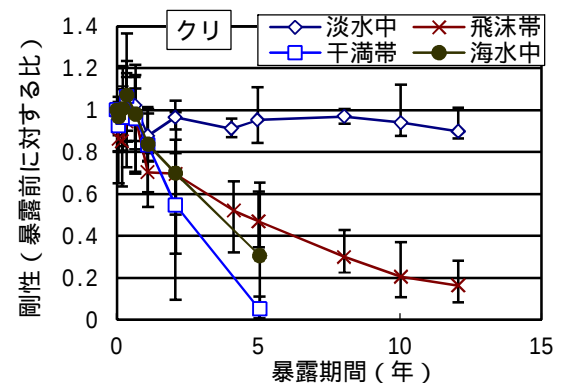
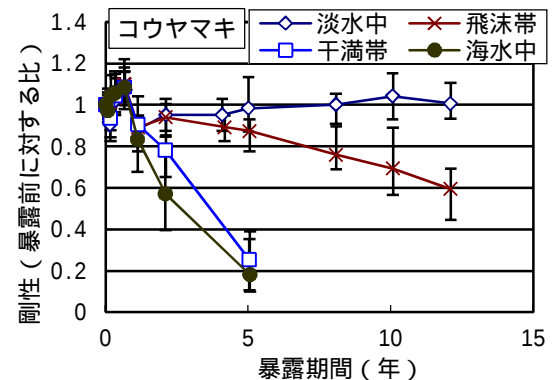
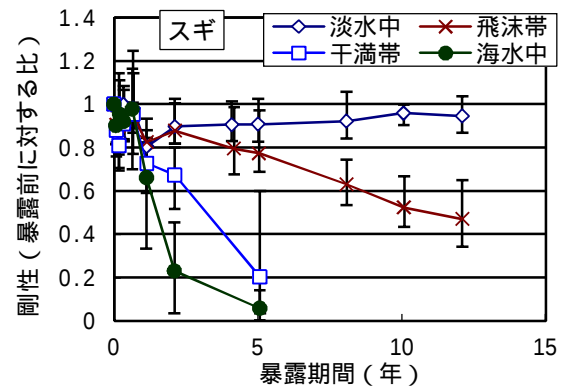


図1 剛性の経時変化

(誤差範囲は最大値・最小値を表す。)