

針葉樹材と広葉樹材の臨海部での風化速度

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

公共建築物等における木材の利用の促進に関する法律が一昨年施行され、木材、特に国産材の利用が現在推進されている。港湾関係の施設のように臨海部に位置する構造物においても、国産材の積極的な活用が望まれる。木材は海中ではフナクイムシなど海虫類の食害を受けるが、栈橋の床版のように海面上に位置する部材では海虫害の危険性は小さい。海虫害、腐朽、蟻害などの生物劣化が生じない場合、主な劣化原因は、紫外線、降雨、海水飛沫等による物理・化学的な風化作用（ウェザリング）となる。

木材の風化についてはこれまでも国内外で促進試験や屋外暴露試験が行われているが、臨海部での暴露試験例は少なく、また樹種と風化速度の関係についての試験例も少ない。そこで本研究では、海水散布の有無および樹種を実験要因として、木材の臨海部での暴露試験を実施し、風化速度について検討した。

2. 実験方法

今回の試験の対象とした樹種を表1に示す。試験体の寸法は、 $2\text{cm} \times 2\text{cm} \times 38\text{cm}$ とし、各樹種6本の試験体を用いた。まず気乾状態で質量を測定し、比重を求めた（樹種ごとの平均値を表1に示した）。次に、支点間隔 $L=34\text{cm}$ 、載荷点間隔 10cm 、支点と載荷点の距離 $a=12\text{cm}$ で4点曲げ載荷を行った（写真1）。試験体中央と両支

表1 試験対象樹種

樹種		気乾比重
スギ	針葉樹	0.42
ヒノキ	針葉樹	0.49
マツ	針葉樹	0.51
カラマツ	針葉樹	0.88
クリ	広葉樹	0.49
クスノキ	広葉樹	0.59
ブナ	広葉樹	0.78
ケヤキ	広葉樹	0.72
ナラ	広葉樹	0.78
カシ	広葉樹	0.94



写真1 曲げ載荷状況

点で変位を測定し、中央変位と両支点変位平均値の差をたわみ（ δ ）とした。たわみが 1mm （ただし荷重計の容量の制約から、カラマツではたわみ 0.75mm 、カシではたわみ 0.9mm ）に達したときの荷重（ P ）を測定した。 $EI=Pa(3L^2-4a^2)/(48\delta)$ により曲げ剛性 EI を求めた。試験体の $2\text{cm} \times 38\text{cm}$ の面4面のそれぞれを載荷面として、1試験体あたり4回 EI を求めた。

次に、ポリエチレン（PE）製のメッシュコンテナ上に2本のPEロープ（太さ 9mm ）を敷いた上に試験体を乗せ、試験体両端をコンテナに結び付けて、コンテナを港湾空港技術研究所の海洋暴露場に水平に設置した（2007年10月25日）。この暴露場は海（久里浜湾）に面したコンクリート護岸上にあり、海水をスプリンクラーで散布している区画（海水シャワー場、写真2）と、散布していない区画がある。各樹種3本ずつ、シャワー場とシャワーなし区画に設置した。シャワー場では毎日8am-12amと8pm-12pmの2回、各回約 $0.5\text{m}^3/\text{m}^2$ の海水が散布される。



写真2 海水シャワー場

暴露開始23か月後の2009年9月から約1か月間試験体を屋内に置き、この状態を暴露前と同じ気乾状態

キーワード ウェザリング、風化、海水、木材、樹種、曲げ

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

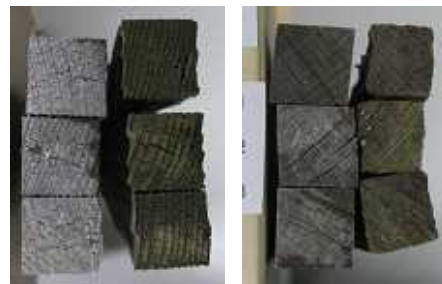
とみなして質量測定と曲げ載荷を暴露前と同様に行った。各載荷面ごとに、暴露前の値を基準として EI の減少率を求めた。ヤング係数 E が暴露前後で変わらないと仮定して、 EI の減少率を断面 2 次モーメント I の減少率とみなした。($I = bh^3/12$, ただし b は載荷時の試験体の幅, h は載荷時の試験体の高さ。) EI の減少率を各載荷面ごとに求めることによって、暴露時に垂直になる方向と水平になる方向の寸法減少量を求めた結果、方向による顕著な差はなかった。そこで両方向の寸法減少量を平均して試験体の寸法減少量とした。この寸法減少量を、相対する 2 面から同じ深さまで風化した結果と考えて、寸法減少量/2 を風化深さと定義した。

2009 年 10 月 23 日に暴露を再開し、再び 23 か月暴露した後、2011 年 9 月から前回と同様に約 1 か月間試験体を屋内に置き、質量測定と曲げ載荷を行った。2011 年 10 月 28 日に暴露を再開し現在に至っている。

3. 実験結果

試験体の暴露 46 か月後の木口面の一例を写真 3 に示す。海水散布の有無による結果の違いは、ブナの方がスギよりも顕著である。

海水散布ありでの質量減少率を図 1 に示す。図には樹種ごとの回帰直線も示した。広葉樹



(a) スギ (b) ブナ
写真 3 試験体の木口面
(左の 3 本：海水散布なし，
右の 3 本：海水散布あり，
暴露期間 46 か月，
写真右側が暴露時の上面)

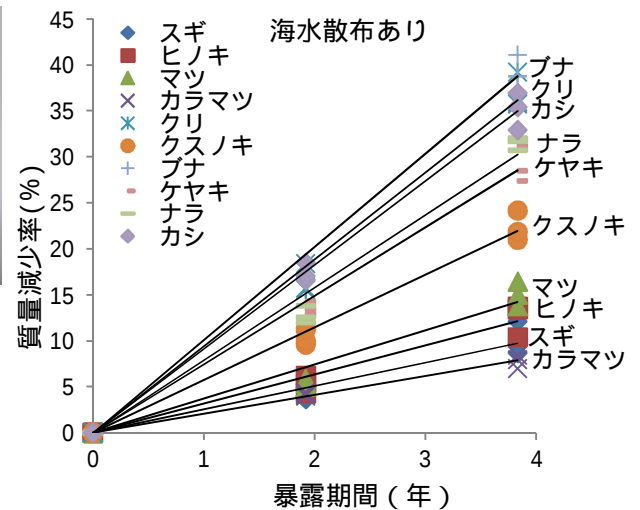


図 1 気乾質量の減少率

6 種の質量減少率が針葉樹 4 種よりも大きいという結果になっている。風化深さ（図 2）についても同様である。図 2

の回帰直線の傾きを風化速度 (mm/年) とし、海水散布なしの結果とともに図 3 に示した。海水散布の有無による差は広葉樹で大きい。既往の研究でも、Sudiyani ら¹⁾はスギと広葉樹の albizzia (モルッカネム) を促進劣化および降雨有りまたは無しで 1 年屋外暴露した後、表層を化学分析し、水噴射や降雨が有る場合のリグニンとヘミセルロースの減少は、スギよりも albizzia の方が著しかったことを示している。多量の海水飛沫を受けるような使用環境では、広葉樹よりもむしろ低比重の針葉樹の方が高耐久となる可能性があるようだ。

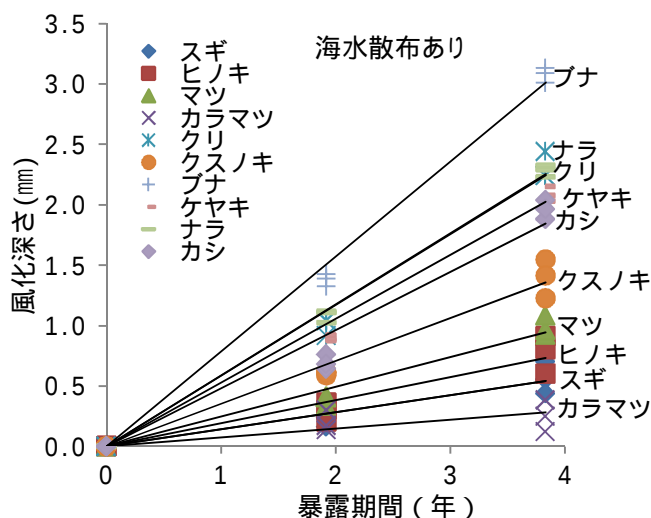


図 2 曲げ載荷で求めた風化深さ

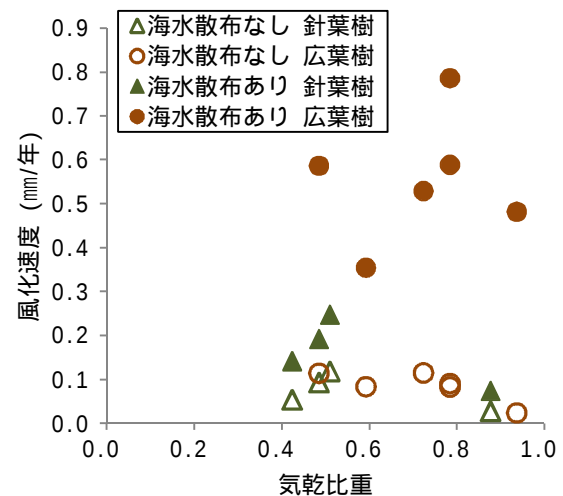


図 3 海水散布の有無と風化速度

参考文献 1) Sudiyani, Y., Tsujiyama, S., Imamura, Y., Takahashi, M., Minato, K., Kajita, H.: Chemical characteristics of surfaces of hardwood and softwood deteriorated by weathering, Journal of Wood Science, 45, pp.348-353, 1999.