

## 塗装木材に関する屋外暴露試験と促進耐候性試験の相関

誌名	木材保存
ISSN	02879255
巻/号	402
掲載ページ	p. 55-63
発行年月	2014年3月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター  
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council  
Secretariat



## 塗装木材に関する屋外暴露試験と 促進耐候性試験の相関

石川 敦子\*, 片岡 厚\*, 川元スミレ\*,  
松永 正弘\*, 小林 正彦\*, 木口 実\*

Correlation between natural and accelerated weathering of coated wood

Atsuko ISHIKAWA\*, Yutaka KATAOKA\*, Sumire KAWAMOTO\*,  
Masahiro MATSUNAGA\*, Masahiko KOBAYASHI\*, Makoto KIGUCHI\*

Sugi heartwood specimens finished with commercially available wood preservative semi-transparent coatings (seven water-borne [WB] and two solvent-borne [SB]) were exposed to artificial weathering by a xenon lamp (JIS K5600-7-7) and fluorescent UV lamp (EN 927-6) and to natural weathering (45° inclination facing south in Tsukuba, Japan). We then evaluated the correlation between accelerated and natural weathering and the acceleration factors obtained in the xenon and fluorescent UV lamp tests. Changes in color and in the water repellency index indicated that 2-year natural weathering corresponds to a 2,500-hour xenon lamp test (in which the acceleration factor was 7.0) and to a 12-week fluorescent UV lamp test (acceleration factor 8.7). Regarding the presence/absence of the coating and the coating types, we found that when the changes in color and the water repellency index were used as indicators of weatherability, the xenon lamp test provided a good simulation of the natural weathering of the specimens unfinished or finished with SB coatings. In contrast, we found that the fluorescent UV lamp test well simulated the natural weathering of the specimens finished with WB coatings, in terms of the performance ranking of the color difference and water repellency index.

Keywords : artificial weathering, xenon lamp, fluorescent UV lamp, natural weathering, wood preservative semi-transparent coatings

---

\*独立行政法人 森林総合研究所  
Forestry and Forest Products Research Institute (FFPRI)  
Corresponding author : Atsuko Ishikawa (aishi@ffpri.affrc.go.jp)

木材保護塗料（水性7種類，油性2種類）で塗装されたスギ心材を試料として，キセノンランプ法（JIS K5600-7-7）と紫外線蛍光ランプ法（EN 927-6）による促進耐候性試験を実施し，屋外暴露試験（つくば市，南面45度傾斜）に対する相関性・促進性を評価した。試料の変色と撥水度の変化を比較・解析した結果，屋外暴露試験の2年間に相当するキセノンランプ法の試験期間が約2500時間（促進倍率：約7.0倍）であり，紫外線蛍光ランプ法では約12週間（同：約8.7倍）であることが示された。また，木材の塗装の有無や塗料のタイプによる違いについては，無塗装材と油性塗料については，屋外暴露試験における色差・撥水度の変化傾向を良く再現できる点でキセノンランプ法が適し，水性塗料については，屋外暴露試験における色差の変化傾向と撥水度の性能順位を良く再現できる点で紫外線蛍光ランプ法が適することを明らかにした。

キーワード：促進耐候性試験，キセノンランプ法，紫外線蛍光ランプ法，屋外暴露試験，木材保護塗料

## 1. はじめに

木材や塗装木材の屋外における気象劣化挙動を検討する方法として，屋外暴露試験および促進耐候性試験がある。屋外暴露試験では，実際のタイムスケールで気象劣化の進行状況を検証できるが，例えば木材が10年後にどのように劣化しているかを知るためには，同じ年月の10年間暴露するか，あるいは数年間暴露した結果から10年後の劣化を予測することになり，相当の時間を要する。そこで，比較的短期間で気象劣化に対する材料の抵抗性，すなわち耐候性を知る目的で，しばしば促進耐候性試験が行われている。一般に促進耐候性試験は，温度や湿度を制御した実験槽内で，試料に対する人工的な光照射と水噴射を繰り返すことにより実施される。しかし，何時間の促進耐候性試験が何年間の屋外暴露試験に相当するののかについては必ずしも明らかではない。そのような関係は，対象とする材料や着目する特性変化（色や強度）によって異なり，また促進耐候性試験の方法や屋外暴露試験の地域によっても異なるからである。

海外においては，木材や塗装木材を対象として，屋外暴露試験と促進耐候性試験の結果を比較した例がいくつかあるが，促進耐候性試験の方法が現在のものと異なっていたり，また耐候性能の評価指標も報告によって異なっている場合が多い<sup>1-3)</sup>。特に海外の報告の場合，屋外の気象条件や試料の樹種がその国特有であるため，例えばスギ等の日

本の樹種が日本国内において気象劣化する過程と促進耐候性試験との相関は未解明のままとなっている。

また，近年環境への配慮等から，木材保護塗料として水性塗料が増えているが，このように比較的新しい塗料について，屋外暴露試験と促進耐候性試験の結果を比較した例も少ない。

本研究では，これらの問題を解決するため，促進耐候性試験として JIS K-5600-7（塗膜の長期耐久性）<sup>4)</sup> に規定される2種の光源（キセノンランプ法，紫外線蛍光ランプ法）による促進耐候性試験を行い，屋外暴露試験に対する両法の相関性・促進性を変色および撥水度の観点から評価・比較した。なお，紫外線蛍光ランプ法は，同 JIS のほか欧州規格 EN 927（エクステリア木材用の塗料試験法）<sup>5)</sup> にも採用されている。試料としては試験開始当時市販されていた数種の木材保護塗料で塗装したスギ心材を用いた。

## 2. 試料と方法

### 2.1 試料

スギ丸太一本から，心材まさ目試験片（屋外暴露試験および促進耐候性試験のうち紫外線蛍光ランプ法は300mm(L)×75mm(R)×10mm(T)，キセノンランプ法は145mm(L)×68mm(R)×9mm(T))を切り出して自然乾燥した。それぞれ表面（塗装面）をプレーナーで仕上げ，温度22℃，RH60%の条件で6ヶ月間調湿した後，表面および側面を塗装した。塗料としては，表1に示すラ

表1 屋外暴露試験及び促進耐候性試験（キセノンランプ法または紫外線蛍光ランプ法）に用いたスギ心材試験片への木材保護塗料塗り

Table 1 Description of wood preservative semi-transparent coatings on sugi heartwood for natural and accelerated (xenon or fluorescent UV) weathering tests

	水性/油性 Waterborne (WB)/ Solvent borne (SB)	塗膜タイプ Type of coating layer	不揮発分 <sup>a)</sup> Nonvolatile content (%)	塗り回数 Applica- tion (times)	平均塗布量 <sup>b)</sup> Mean coating weight (wet, g/m <sup>2</sup> )			測色初期値 (平均値) Initial color parameters (Mean values)		
					屋外暴露	キセノンラン プ	紫外線蛍光 ランプ	L*	a*	b*
					Outdoor exposure	Xenon lamp	Fluorescent UV lamp			
A	水性 WB	半造膜 Semi-film-forming	36	1	60	67	56	53.7	18.3	40.8
B	水性 WB	半造膜 Semi-film-forming	38	1	75	80	71	64.1	15.4	46.0
C	水性 WB	半造膜 Semi-film-forming	22	2	105	104	95	39.2	22.3	33.1
D	水性 WB	半造膜 Semi-film-forming	12	2	110	112	106	50.8	24.3	50.2
E	水性 WB	半造膜 Semi-film-forming	15	2	109	119	120	27.5	20.1	16.1
F	水性 WB	半造膜 Semi-film-forming	22	2	87	91	94	44.4	25.7	40.9
G	水性 WB	半造膜 Semi-film-forming	30	2	92	99	101	50.5	25.8	38.4
H	油性 SB	半造膜 Semi-film-forming	35	2	101	108	115	36.2	20.7	26.4
I	油性 SB	含浸 Penetrating	29	2	109	118	122	47.1	20.9	36.2
J	無塗装 Uncoated	-	-	-	-	-	-	61.4	12.4	25.0

a) 不揮発分 (質量分率) は、各塗料を室温で放置後、加熱 (50℃) し恒量になるまで揮発成分を蒸発させ測定した。

b) 塗布量は、刷毛塗り直後の質量増から求めた。

a) Nonvolatile content (mass fraction) was calculated by weighing the residue of paints that were first dried at room temperature and then heated at 50℃ to constant mass.

b) The coating weight was obtained by measuring the increase in the weight of the specimen immediately after brush coating.

イトブラウンあるいはダークブラウン系の水性7種類、油性2種類の木材保護塗料 (日本建築学会建築工事標準仕様書 (JASS) 18 M307)<sup>6)</sup>を用いた。試験前の塗装面の色調を同表に示す。なお、塗料は2003~2004年に購入したため、一部の塗料は2006年に規格化された JASS18 M307に適合しない可能性がある。各試験の繰返し数は2とした。

## 2.2 促進耐候性試験

### 2.2.1 試験条件

キセノンランプ法は JIS K5600-7-7に基づき Atlas 社製 Ci4000を用いて、紫外線蛍光ランプ法は EN 927-6に準拠し Q-Lab 社製 QUV/spray を用いてそれぞれ実施した。各試験の諸条件を表2に示す。キセノンランプ法は、紫外線から可視光線の幅広い波長域において太陽光近似の分光分布

が得られる点で優れている。紫外線蛍光ランプ法は、主波長340nmのランプを使用した場合に、紫外線のうち最も有害な波長域 (350nm以下) において太陽光近似の分光分布が得られることを長所とする。後者は JIS K5600-7-8にも規定があるが、本研究では、エクステリア木材用塗料を対象とする EN 927-6の条件に準拠した。

### 2.2.2 促進倍率

キセノンランプ法と紫外線蛍光ランプ法の屋外暴露試験に対する促進性を評価するため、屋外暴露試験2年間 (17520時間) に生じた試験片の変色の大きさ (色差) と撥水度の変化を、キセノンランプ法および紫外線蛍光ランプ法の場合と比較し、それぞれ相当の変化量が得られるまでの試験期間 (n時間) から、促進倍率 (17520/n) を求

表2 促進耐候性試験の条件  
Table 2 Conditions of accelerated weathering tests

試験法 Method	試験時間 Total test exposure	試験サイクル Test cycle				
		ステップ Step	機能 Function	温度 Temperature	期間 Duration	条件・備考 Condition, Remark
キセノンランプ法 (JIS K5600-7-7, 方法1, サイクルAに準拠)	2500時間  (右サイクル[1サイクル=2時間]を計1250回実施)	ぬれ時間	ランプ照射+水スプレー		18分	
		乾燥時間	ランプ照射のみ	38±3℃ (槽内) 65±2℃ (ブラックスタンダード)	102分	340nmにおける放射照度0.51W/(m <sup>2</sup> ・nm), 相対湿度約30~40% (規格推奨値は40~60%)
紫外線蛍光ランプ法 (EN 927-6に準拠)	2016時間  (右サイクル[1サイクル=1週間]を計12回実施)	1	結露	45±3℃ (槽内)	24時間	(試験槽内で水蒸気供給)
		2	ステップ3, 4を繰り返す		144時間	ステップ3+4(計3時間)×48回=144時間
		3	ランプ照射のみ	60±3℃ (槽内)	2.5時間	主波長340nmのランプ使用, 340nmにおける放射照度0.89W/(m <sup>2</sup> ・nm)
		4	水スプレーのみ		0.5時間	水量約4L/分(規格推奨値は6~7L/分)

めた。

### 2.3 屋外暴露試験

茨城県つくば市内の森林総合研究所・第二樹木園内屋外暴露試験場(北緯36度02分, 東経140度05分)にて, JIS K 5600-7-6<sup>4)</sup>に基づき, 2004年4月から2年間実施した。試験片は長さ(L)方向を縦に, 南向き傾斜45度の条件で設置した。なお, 表1におけるA~D, F~Jについては, 前報<sup>7-9)</sup>に屋外暴露試験結果の一部を報告済みである。

### 2.4 耐候性評価

#### 2.4.1 測色

測色は, 前報<sup>7)</sup>と同様に, JIS K5600-4-6<sup>10)</sup>に基づき, CIELAB色空間におけるL\*(明度), a\*(正:赤方向, 負:緑方向), b\*(正:黄方向, 負:青方向)を測定し, 各パラメータの変化量(ΔL\*, Δa\*, Δb\*)から色差(ΔE\*<sub>ab</sub>)を計算した。測色条件は, 光源をD65, 視野角を10度, 測色部の直径を8mmとし, 定位3箇所における測定値を平均した。

#### 2.4.2 撥水度

撥水度は, 前報<sup>7)</sup>と同様に, 森林総研法により, 塗装面の中央部に約1gの脱イオン水を滴下し, 1分後にふき取り, 試験片に浸透しなかった水質量の百分率を求めた。試験片に水が浸透しなければ撥水度は100%であり, 全ての水が浸透すれば

撥水度は0%である。

## 3. 結果と考察

### 3.1 促進倍率

まずキセノンランプ法の促進倍率を求めるため, 図1に示すように, (1)屋外暴露試験2年後の各試験片の色差(図1上), 撥水度(図1下)を横軸に, 促進耐候性試験1500, 2000, 2500時間後の同データをそれぞれ縦軸にプロットし, (2)各試験時間について近似直線を求めた後, (3)近似直線の傾きが1に近く, かつ相関係数(R)が比較的高い時間を探索した。なお, 屋外暴露試験の2年後を基準にしたのは, 木材保護塗料の初回塗替えを考慮すべき時期が, (塗料性能や暴露角度にもよるが)一般に2~3年と考えられるためである。図1のプロットから, つくば市の南向き傾斜45度条件による屋外暴露試験2年間(17520時間)に相当する, キセノンランプ法の試験期間が約2500時間, 促進倍率が約7.0倍と推定された。また紫外線蛍光ランプ法についても同様に検討し(図2), 同相当期間が約12週間(2016時間), 促進倍率が約8.7倍と推定された。

今回の実験結果では, 紫外線蛍光ランプ法の方がキセノンランプ法よりもやや促進倍率が高かった。その原因の一つとして, 表2に示したように, 紫外線蛍光ランプ法の波長340nmにおける放射

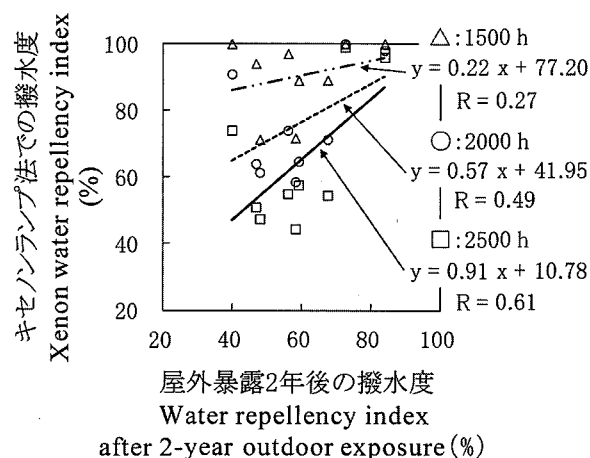
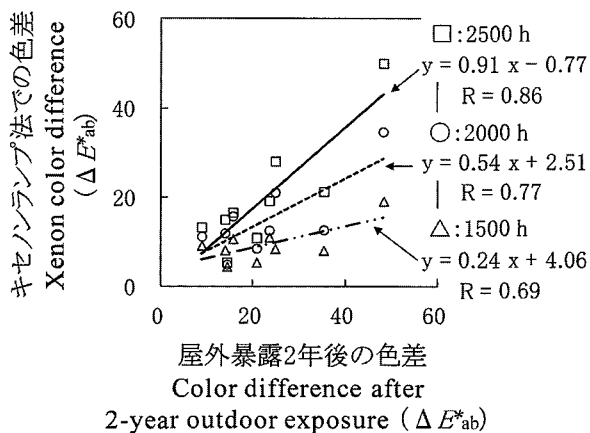


図1 屋外暴露2年後とキセノンランプ法1500, 2000, 2500時間後の比較  
上：色差，下：撥水度

Fig. 1 Comparison of 2-year outdoor exposure and 1500-, 2000-, and 2500-hour xenon lamp tests  
Upper : Color difference, Lower : Water repellency index

照度 (0.89W/(m<sup>2</sup> · nm)) がキセノンランプ法のそれ (0.51W/(m<sup>2</sup> · nm)) と比較してかなり大きいことが挙げられる。しかし紫外線蛍光ランプはピーク波長である340nmを超えると放射照度が大きく低下するのに対し、キセノンランプは太陽光と同様に波長340nm以上の紫外線も十分放射していることや、キセノンランプ法の総照射時間(2500時間)が紫外線蛍光ランプ法のそれ(1440時間)よりも長いこと等、キセノンランプ法の促進性に有利な点もあったため、結果として両者の促進倍率に大きな差が見られなかったと考えられる。

また、促進倍率が異なった他の原因として、紫外線蛍光ランプ法の方が水分に曝されている時間

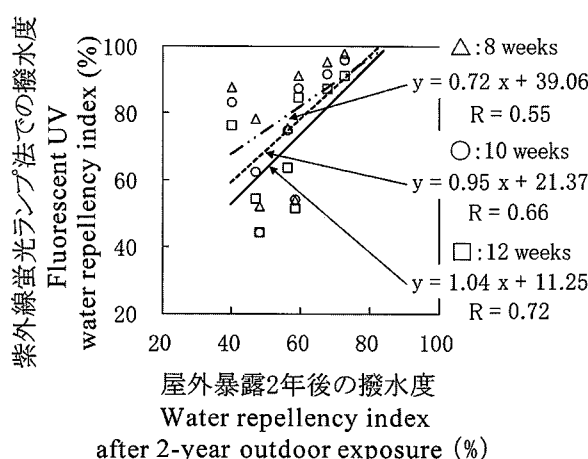
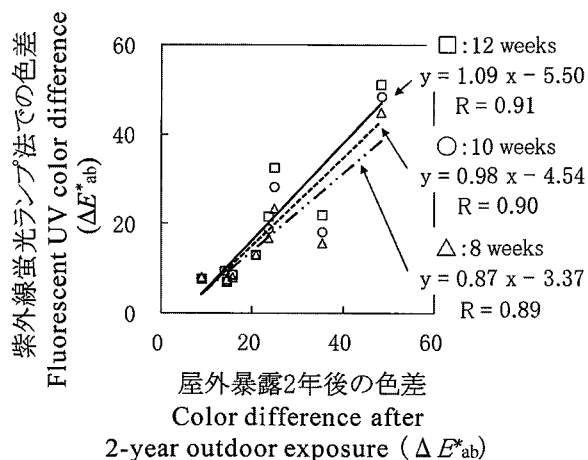


図2 屋外暴露2年後と紫外線蛍光ランプ法8, 10, 12週間後の比較  
上：色差，下：撥水度

Fig. 2 Comparison of 2-year outdoor exposure and 8-, 10-, and 12-week fluorescent UV lamp tests  
Upper : Color difference, Lower : Water repellency index

が長く、噴射される水量も多いことが挙げられるかもしれない。水分に曝されている時間は紫外線蛍光ランプ法が576時間、キセノンランプ法は375時間であった。また各装置内で噴射された水が、設置した試験片に均等に当たったと仮定すると、各試験全期間において試験片1cm<sup>2</sup>に噴射された水の総量は、紫外線蛍光ランプ法で5.76L、キセノンランプ法では0.68Lと算出でき、紫外線蛍光ランプ法の方が顕著に多いことがわかる。

両試験方法に関する報告はいくつかある<sup>11-14)</sup>。例えば、Arnoldら<sup>14)</sup>の報告では、キセノンランプ法と紫外線蛍光ランプ法の間で浸食速度を比較し、今回の結果と同様に、紫外線蛍光ランプ法の浸食速度がキセノンランプ法よりもやや大きいと

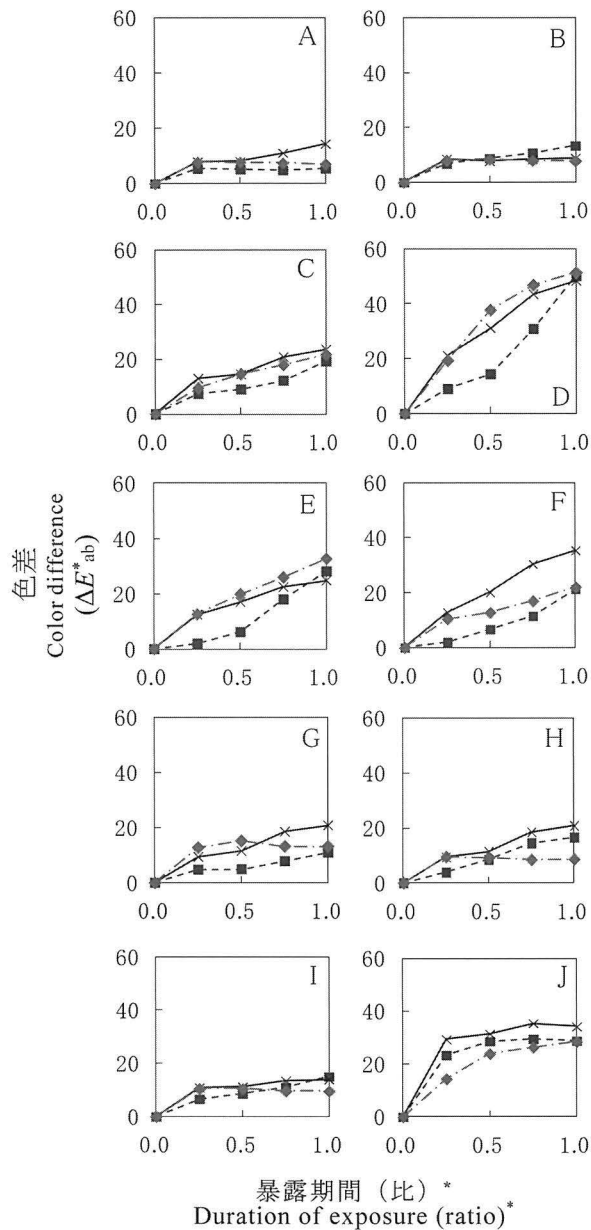


図3 耐候性試験方法による色差の変化傾向の差異  
 A~J: 塗装の種類 (表1 参照)  
 ×: 屋外暴露, ■: キセノンランプ, ◆: 紫外線蛍光ランプ  
 \*総暴露期間は, 屋外暴露が2年間, キセノンランプが2500時間, 紫外線蛍光ランプは12週間

Fig. 3 Differences in the changes in color among the weathering tests  
 A - J : Types of coatings (see Table 1).  
 × : Outdoor exposure, ■ : Xenon lamp, ◆ : Fluorescent UV lamp  
 \*Total duration of exposure to natural weathering, xenon lamp, and fluorescent UV lamp was 2 years, 2,500 hours, and 12 weeks, respectively.

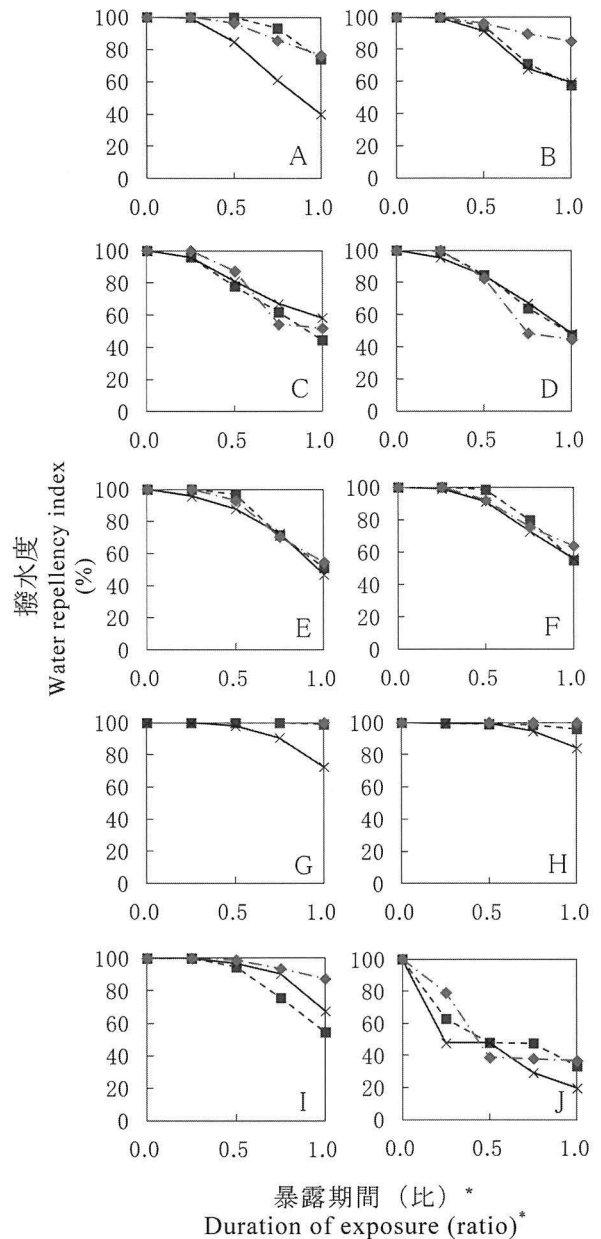


図4 耐候性試験方法による撥水度の変化傾向の差異  
 A~J: 塗装の種類 (表1 参照)  
 ×: 屋外暴露, ■: キセノンランプ, ◆: 紫外線蛍光ランプ法  
 \*総暴露期間は, 屋外暴露が2年間, キセノンランプが2500時間, 紫外線蛍光ランプは12週間

Fig. 4 Differences in changes in the water repellency index among the weathering tests  
 A - J : Types of coatings (see Table 1).  
 × : Outdoor exposure, ■ : Xenon lamp, ◆ : Fluorescent UV lamp  
 \*Total duration of exposure to natural weathering, xenon lamp, and fluorescent UV lamp was 2 years, 2,500 hours, and 12 weeks, respectively.

いう結果を得ている。Arnold らの行った試験条件（ランプ照射時間や水噴射、槽内温度等）は、今回の実験条件とは一部異なるが、比較的類似の条件である。

なお、促進耐候性試験では、屋外暴露試験で生じうるカビ等の生物汚染やその他汚染を再現できないため、耐候性が低く汚染を生じやすい塗料に対しては、上記のうち色差に関する結果を暫定値として見なすべきである。例えば、促進耐候性試験では気象劣化によって木材素地が白色化する傾向があるが、屋外暴露試験では、白色化するはずの木材素地が前述の汚染（黒色化）を受けるため、両者の違いが現れる  $L^*$  値（明度）の変化量等が異なる可能性がある。このような屋外暴露試験と促進耐候性試験における変色傾向の差異については次報において詳細に検討する。

### 3.2 耐候性能の変化傾向の類似性

各促進耐候性試験における色差・撥水度の変化傾向と、屋外暴露試験における変化傾向とが、どの程度類似していたかを評価した。具体的には、図3と4に示す色差・撥水度の経時的な変化曲線と、屋外暴露試験2年間における同曲線の間でユークリッド距離（類似度評価関数の一種）<sup>15)</sup>を

(1)式により求め、ユークリッド距離の小さい方を、屋外暴露試験との類似性が高いと判断した。

$$\begin{aligned} \text{ユークリッド距離} = & \{ (N_0 - A_0)^2 + (N_{0.25} - A_{0.25})^2 \\ & + (N_{0.5} - A_{0.5})^2 + (N_{0.75} - A_{0.75})^2 \\ & + (N_1 - A_1)^2 \}^{0.5} \dots (1) \end{aligned}$$

ここで、 $N_0, N_{0.25}, N_{0.5}, N_{0.75}, N_1$ はそれぞれ図3および4の暴露期間（比）が0, 0.25, 0.5, 0.75, 1のときの屋外暴露試験のデータ、 $A_0, A_{0.25}, A_{0.5}, A_{0.75}, A_1$ はそれぞれ図3および4の暴露期間（比）が0, 0.25, 0.5, 0.75, 1のときの促進耐候性試験（キセノンランプ法または紫外線蛍光ランプ法）のデータである。なお、各試験における色差・撥水度の測定間隔は異なっていたが、ユークリッド距離を算出する際にはこれらを揃える必要があるため、図3と4には色差・撥水度の時系列データをバイリニア補間により等間隔の5点プロットに変換したものを掲載した。

表3にユークリッド距離の算出結果を示した。ユークリッド距離の値が小さいほど、類似性が高いといえる。キセノンランプ法と屋外暴露試験との類似性が、紫外線蛍光ランプ法と屋外暴露試験との類似性を上回ったのは、油性塗料で塗装された試験片と無塗装試験片（H, I, J）の色差およ

表3 屋外暴露試験と各促進耐候性試験で得られた色差と撥水度間のユークリッド距離  
Table 3 Euclidean distance of color difference and water repellency index obtained by natural and accelerated weathering tests

記号 Symbol	屋外暴露データとのユークリッド距離 Euclidean distance from data obtained by outdoor exposure			
	色差 Color difference		撥水度 Water repellency index	
	キセノンランプ Xenon lamp	紫外線蛍光ランプ Fluorescent UV lamp	キセノンランプ Xenon lamp	紫外線蛍光ランプ Fluorescent UV lamp
	A	11.63	8.14	49.08
B	5.47	1.43	4.78	34.17
C	12.38	4.85	15.10	16.09
D	24.28	8.11	5.14	19.52
E	16.16	9.03	11.13	10.53
F	29.14	20.39	10.48	8.36
G	16.65	10.55	28.15	20.05
H	6.21	10.54	12.62	17.41
I	5.74	5.92	19.77	20.26
J（無塗装）	10.41	19.92	27.68	38.02

a) 各数値は、まさ目試験片2枚の各3箇所測定の平均値から求めた。  
b) A~J: 塗装の種類（表1参照）。  
a) Each value was obtained from the average of 3-point measurements of 2 pieces of vertical grained specimens.  
b) A - J: Types of coatings (see Table 1).



表4 各耐候性試験における性能順位および屋外暴露試験と促進耐候試験との順位相関係数  
 Table 4 Performance rankings in weathering tests and Spearman's rank-correlation coefficient between natural and accelerated weathering tests

記号 Symbol	色差の順位 Ranking of color difference			撥水度の順位 Ranking of water repellency index		
	屋外暴露 (24ヶ月) Outdoor exposure	キセノン ランプ (2500時間) Xenon lamp	紫外線蛍光 ランプ (12週) Fluorescent UV lamp	屋外暴露 (24ヶ月) Outdoor exposure	キセノン ランプ (2500時間) Xenon lamp	紫外線蛍光 ランプ (12週) Fluorescent UV lamp
	A	3	1	1	9	3
B	1	3	2	4	4	4
C	6	6	6	5	9	8
D	9	9	9	7	8	9
E	7	8	8	8	7	7
F	8	7	7	6	5	6
G	5	2	5	2	1	2
H	4	5	3	1	2	1
I	2	4	4	3	6	3
屋外暴露とのスピアマン順位相関係数 Spearman's rank-correlation coefficient to outdoor exposure						
		0.80	0.90			0.45 0.75

- a) 色差は最も小さいものから、撥水度は最も高いものからの順位。  
 b) A~J: 塗装の種類 (表1 参照)。  
 a) The rankings start from the smallest color difference and the highest water repellency index.  
 b) A - J : Types of coatings (see Table 1).

び撥水度であった。一方、紫外線蛍光ランプ法と屋外暴露試験との類似性が他方を上回ったのは、水性塗料で塗装された試験片 (A~G) の色差の変化傾向であった。この結果から、キセノンランプ法は無塗装と油性塗料の耐候性能の変化傾向を比較的良く再現できたこと、一方、紫外線蛍光ランプ法は水性塗料の耐候性能の変化傾向を比較的良く再現できたことが示唆された。

### 3.3 性能順位

3.2において、各促進耐候性試験と屋外暴露試験における耐候性能の変化傾向の類似性を評価した。実際に促進耐候性試験を行う際には、屋外暴露試験の変化傾向との類似性も重要であるが、屋外暴露試験において示される塗料間の性能順位 (例えば、色差の低い物から高い物への順位づけ) が再現されるかどうかという点も非常に重要となる。そこで、各促進耐候性試験の終了時 (屋外暴露試験2年後に相当する時期: キセノンランプ法2500時間後、紫外線蛍光ランプ法12週間後) における塗料間の性能順位を、屋外暴露試験2年後の

それらと比較し、スピアマンの順位相関係数 (各促進耐候性試験と屋外暴露試験との色差および撥水度についての性能「順位」の相関)<sup>16)</sup>を求めた (表4)。

順位相関係数は、撥水度について紫外線蛍光ランプ法がキセノンランプ法よりも明らかに高い値を示した。したがって、少なくとも今回のように水性塗料を主体とした塗装試片群を対象とした場合に撥水度の性能順位を評価するのであれば、紫外線蛍光ランプ法が適しているといえる。

## 4. まとめ

上記の解析により、屋外暴露試験2年間 (17520時間) に相当するキセノンランプ法促進耐候性試験の期間が約2500時間、促進倍率が約7.0倍であることを明らかにした。紫外線蛍光ランプ法促進耐候性試験についても同様に解析し、同試験期間が、約12週間 (2016時間)、促進倍率が約8.7倍であることを明らかにした。

さらに、塗装の有無・塗料のタイプ別に、キセ

ノンランプ法と紫外線蛍光ランプ法の適用性の良否を評価し、無塗装材と油性塗料については、屋外暴露試験における色差、撥水度の変化傾向を良く再現できる点でキセノンランプ法が適すること、水性塗料については、屋外暴露試験における色差の変化傾向と撥水度の性能順位を良く再現できる点で紫外線蛍光ランプ法が適していることを明らかにした。

ただし、促進耐候性試験では、屋外暴露試験で生じうる生物汚染やその他汚染による変色を再現できない点を留意する必要がある。

## 5. 謝辞

本研究の一部は、科学研究費（基盤研究（C）No.25450250）の助成を受けて行われた。

## 引用文献

- 1) Feist, W. C., Mraz, E. A. : Comparison of outdoor and accelerated weathering of unprotected softwoods, *Forest Products Journal*, **28**, 38-43 (1978).
- 2) Podgorski, L., Merlin, A., Deglise, X. : Analysis of the natural and artificial weathering of a wood coating by measurement of the glass transition temperature, *Holzforschung*, **50**, 282-287 (1996).
- 3) Podgorski, L., Arnold, M., Hora, G. : A reliable artificial weathering test for wood coatings, *Coatings World*, **2**, 39-46 (2003).
- 4) 日本工業規格：塗料一般試験方法－第7部：塗膜の長期耐久性, JIS K-5600-7 (2008).
- 5) European standard : Paints and varnishes - Coating materials and coating systems for exterior wood, Part 6 : Exposure of wood coatings to artificial weathering using fluorescent UV lamps and water, EN 927-6 (2006).
- 6) 日本建築学会：“建築工事標準仕様書・同解説 JASS 18 塗装工事（第6次改訂）”, 2006.
- 7) 片岡厚, 木口実：水性木材保護塗料の耐候性能評価 (I) - 屋外暴露2年間の保護性能 -, 木材保存, **35** (5), 204-214 (2009).
- 8) 片岡厚, 山本健, 川元スミレ, 小林正彦, 木口実：水性木材保護塗料の耐候性能評価 (II) - 重ね塗り再塗装後の性能 -, 木材保存, **37**(2), 64-73 (2011).
- 9) 片岡厚, 山本健, 川元スミレ, 小林正彦, 松永正弘, 松永浩史, 木口実：水性木材保護塗料の耐候性能評価 (III) - 再塗装前の研磨の効果 -, 木材保存, **37** (6), 264-272 (2011).
- 10) 日本工業規格：塗料一般試験方法－第4部：塗膜の視覚特性－第6節：測色（色差の計算）, JIS K5600-4-6 (1999).
- 11) 片岡厚：木材の促進耐候性試験に関するヒント－光源の選択－, 木材工業, **68** (8), 366-369 (2013).
- 12) 飯田真司, 高柳弘道, 矢部政実：促進耐候性試験法, 塗料の研究, No.145, 22-37 (2006).
- 13) 飯田真司, 高柳弘道：促進耐候性試験（その2）, 塗料の研究, No.146, 26-39 (2006).
- 14) Arnold, M., Sell, J., Feist, W. C. : Wood weathering in fluorescent ultraviolet and xenon arc chambers, *Forest Products Journal*, **41**, 40-44 (1991).
- 15) 小山克正, 宝珍輝尚, 中西秀哉, 小嶋護：時系列データの周波数に基づく類似度について, 情報処理学会研究報告, 53-60 (2006).
- 16) 藤原博, 田原芳雄：鋼橋塗装の長期防食性能の評価に関する研究, 土木学会論文集, No.570, 129-140 (1997).

(2013.10.22受付)  
(2013.11.27受理)