

A:研究の動機・目的

- ・建築物は紫外線や雨水等の外部の影響を受けやすい
- ・紫外線には様々なメリット・デメリットがある(図1)



- ①木材・木造建築外装材の試験体を用いた屋外暴露試験
⇒紫外線による木材の劣化具合、樹種・材料の種類、仕上げ方法による特徴を比較
- ②天候・場所などの条件を変えた紫外線の計測と比較
⇒木材の劣化との関係の調査

メリット

- ・消毒・殺菌作用
- ・ビタミンD生成

デメリット

- ・変色・劣化作用
- ・日焼け・シミ

図1 紫外線の効果

B:先行研究の要約

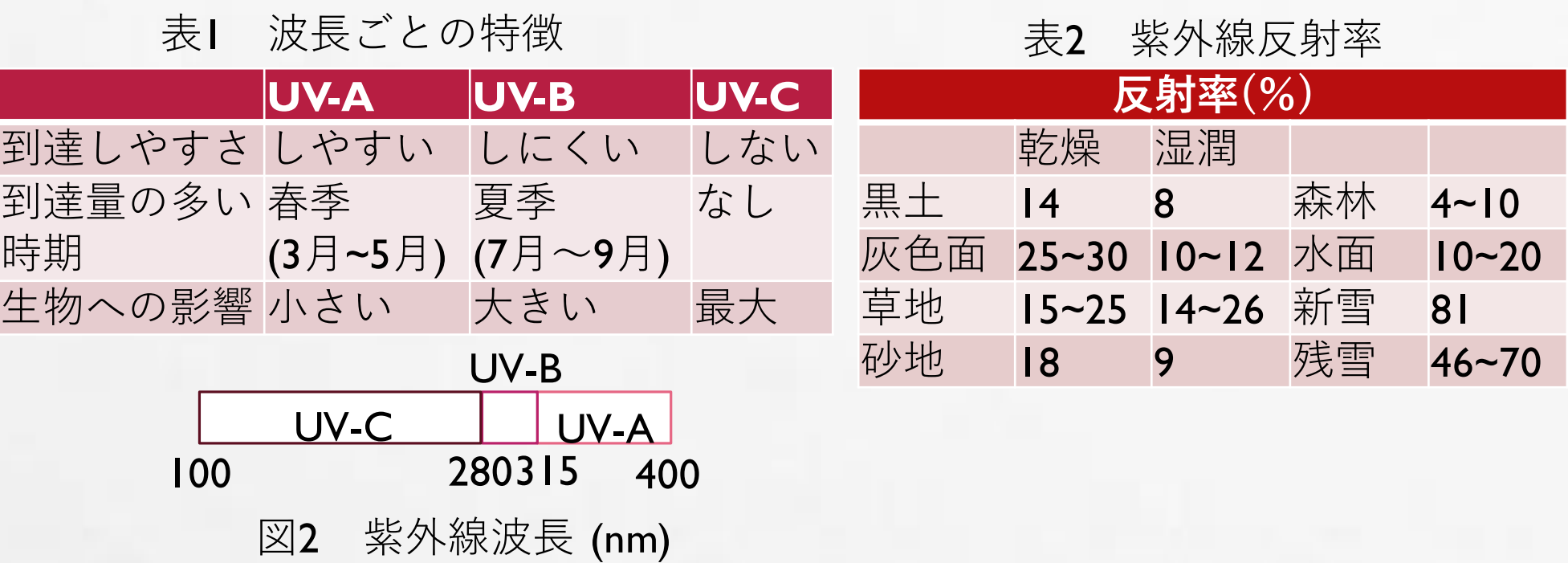
B-1.紫外線の特徴

1).性質

- ・太陽光の中でも可視光線より短い波長・波長により3種類に区分 (図2)
- ・オゾン層が薄くなる夏季にUV-Bの到達量が増加する(表1)
- (※UV-Cはオゾン層に全て吸収されるため地上には到達しない)

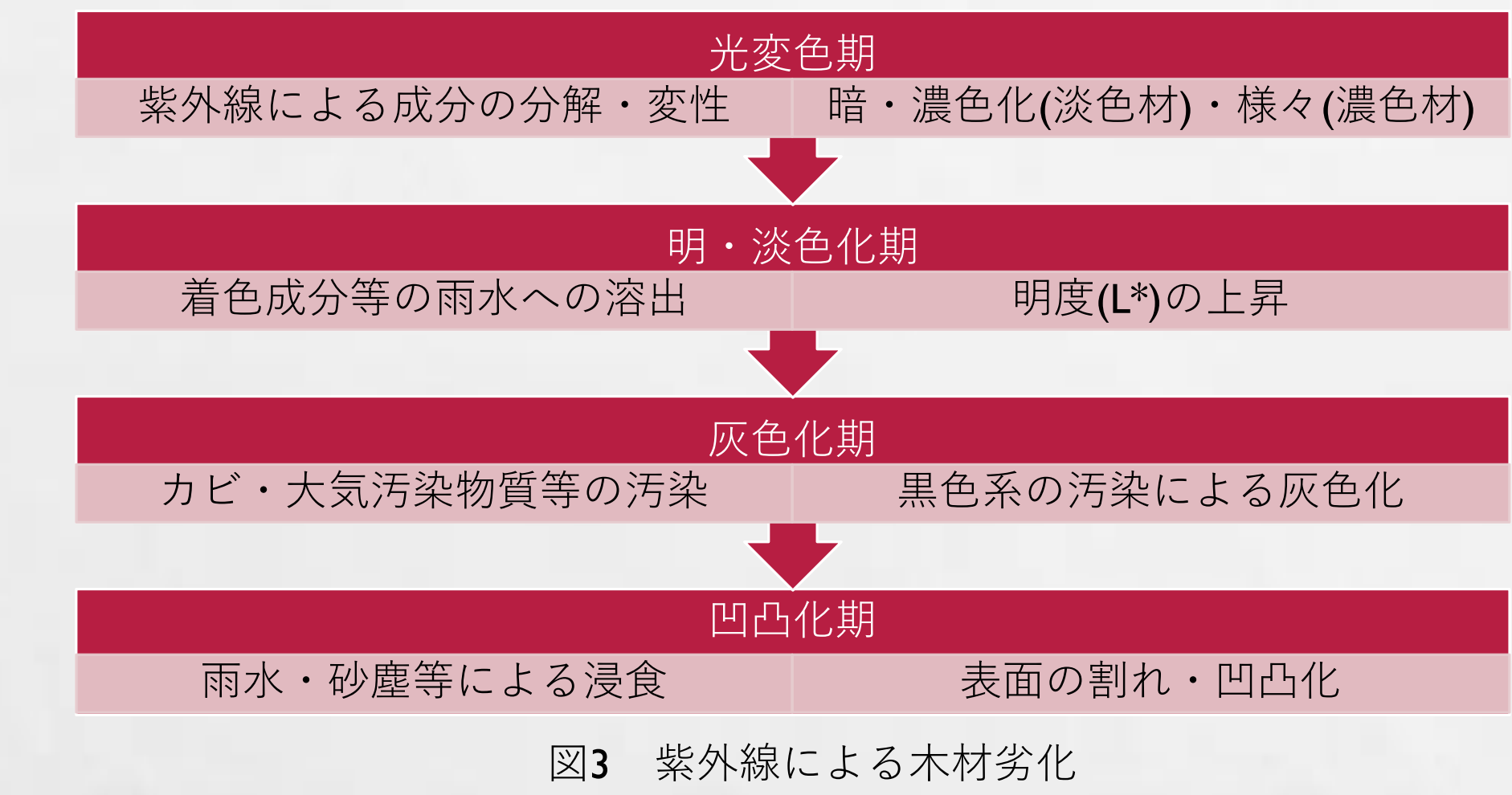
2).到達量と反射率

- ・観測地点の緯度・標高・天気・時間帯などによって紫外線量が変化
- ・天気・地表面からの反射で通常を上回る紫外線を浴びることも(表2・1)・2)



B-2.木材の紫外線劣化

- ・太陽光や雨水等による気象劣化＋腐朽やシロアリ等による生物劣化(早期の変色に関しては気象の影響が大きい)
- ・①光変色期⇒②明・淡色化期⇒③灰色化期⇒④凹凸化期の4段階(図3・3)



B-3.木材劣化の印象4)

- ・気象劣化は木材表面での軽度の劣化…印象や美観性に影響を及ぼす
- ・一部分のみの劣化(跳ね返り、雨だれの跡等)は目立ちやすい＝汚い

B-4.木造建築外装試験体での屋外暴露試験4)

1).試験内容

- ・木造建築外装試験体(スギ材)を作成(図4)
- ・約2か月間(2018年10月～同年12月)の屋外暴露試験・色差測定
- ・木材による外壁の張り方の代表例3種を再現
- ①縦張り(材I～材4)
- ②南京下見張り(押縁の間隔が広い中間部分)
- ③ささら子下見張り(3つの押縁で押さえられている部分)
- ※庇を設ける等で実際の外壁と同様の条件になるように作成

2).結果

- ・色差：一度大きくなった
⇒緩やかに減少
- ・明度：暴露当初は増加傾向
⇒減少傾向に変化
- ・赤み：減少傾向
- ・黄み：明度と同様の結果
⇒①光変色期から②明・淡色化期に至ったと考えられる
- ・上部(材A～材C)と下部(材G～材I)：
下部の方が変色が激しい
＝紫外線に加え雨水も大きく影響する

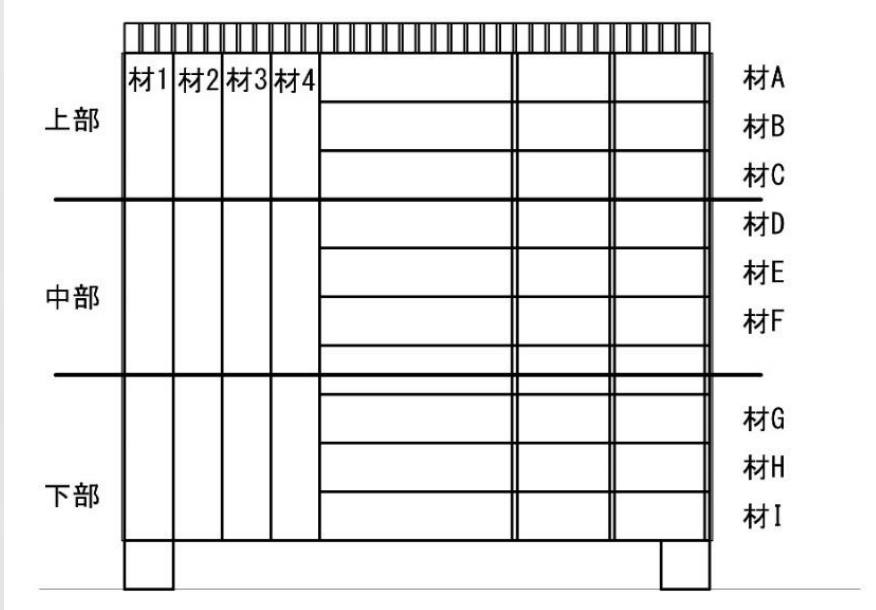


図4 木造建築外装試験体

C:研究の方法と過程

C-1.小試験体での屋外暴露試験(図5～図7)

1).試験内容

- ・スギ*, ベイスギ, ケヤキ, チークの4種類の無垢製材と塩化ビニル樹脂から3体ずつ作製
- ・約7か月間(2019年7月～2020年2月)の屋外暴露試験・色差測定(2018年10月～2019年2月までの測定結果は昨年度の自主研究を参照)
- ・サイズ：木材＝150×65×10 (mm)・塩化ビニル樹脂＝150×65×1 (mm)
- ・目視による外観観察と試験体の明度・赤み・黄みの測定・評価(分光測色計ミノルタ社製 CM-508iを使用)
- ・写真左から、塩化ビニル樹脂, ケヤキ, スギ2列, ベイスギ, チーク
- ※チークのみほかの材料より遅れて17日後から設置
- スギは色味が異なるため2種類の板から試験体を作成

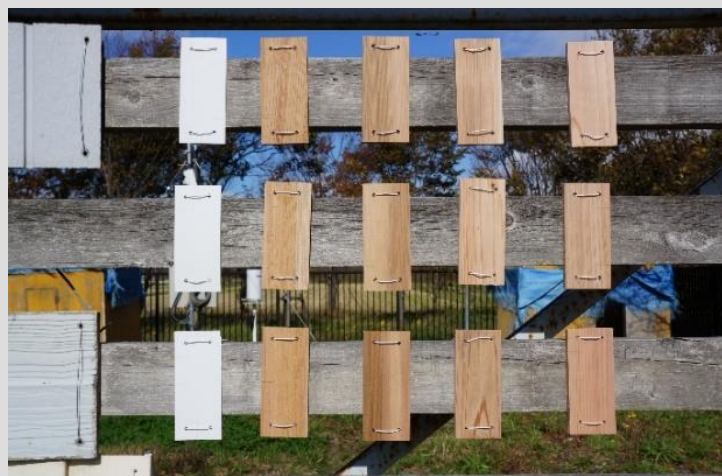


図5 試験1日目(2018/11/2)



図6 試験18日目(2018/11/19)



図7 試験50日目(2018/12/21)



図8 試験286日目(2019/8/14)

C-2.木造建築外装試験体での屋外暴露試験(図9～図12)

- ・B-4.は短期間のため顕著な変色は見られず⇒研究の引き継ぎと経過観察(2019年7月～2020年2月)



図9 試験1日目(2018/11/2)



図10 試験25日目(2018/11/26)



図11 試験260日目(2019/7/19)



図12 試験340日目(2019/10/7)

C-3.紫外線強度の比較(図13)

- ・紫外線量・強度は天候・季節・地表面の状態等によって変化
- ・天候, 角度, 地表面等の条件を変えて紫外線強度を計測, 比較して劣化にどのような違いがあるかを考察
- ・照度UVレコーダ (株式会社ティアンドデイ製 TR-74Ui)を使用

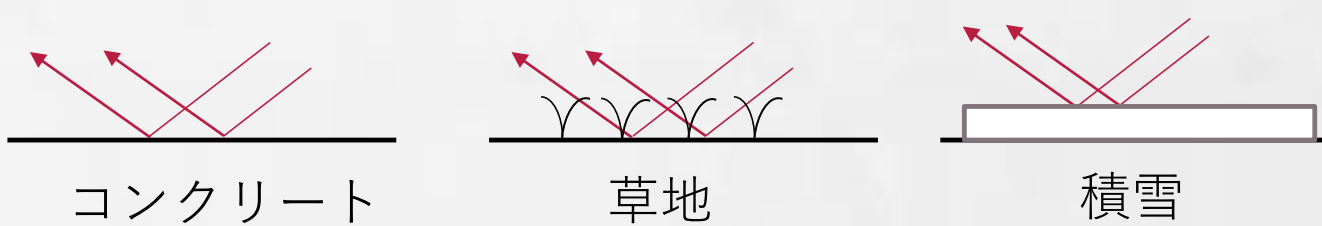


図13 紫外線の反射(イメージ)

D:研究の結果, 考察

D-1.小試験体の屋外暴露試験(図14～図17)

- ・17日後までに濃色化し段々と白っぽく変化
- ⇒②明・淡色化期から③灰色化期・④凹凸化期へ
- 1).それぞれの平均色差と平均のL*a*b*
- ※塩化ビニル樹脂のL*a*b*の変化は小さく, 木材のみ比較
- ・色差(図12: ケヤキ・チーク・スギの色差が大きく増加)
- ・明度(図13: 広葉樹の方が大きく減少)
- ・赤み(図14: 全体的に減少傾向)
- ケヤキは退色しやすく, チークはしにくい
- ・黄み(図15: 赤みと同様の結果)

2).樹種の特徴

- ・スギ…暴露当初から変色が激しい
- ・ベイスギ…暴露当初から変色, スギより明度の変化小
- ・ケヤキ…他の樹種より赤みや黄みが強い, 退色し易い
- ・チーク…明度の減少が大きい, 赤みや黄みは残り易い
- ・塩化ビニル樹脂…目視ではほとんど変色を確認できず 色差も小さい(2.00～3.00)ため耐候性の強い材である

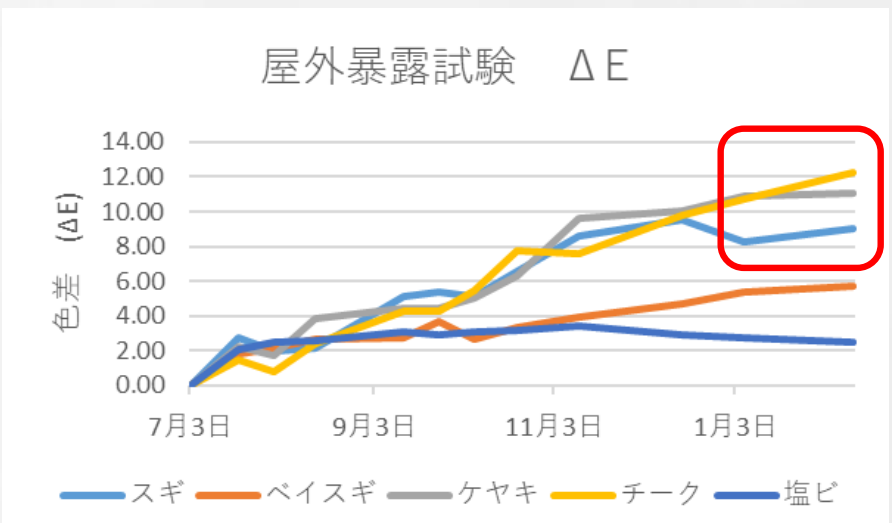


図14 平均色差

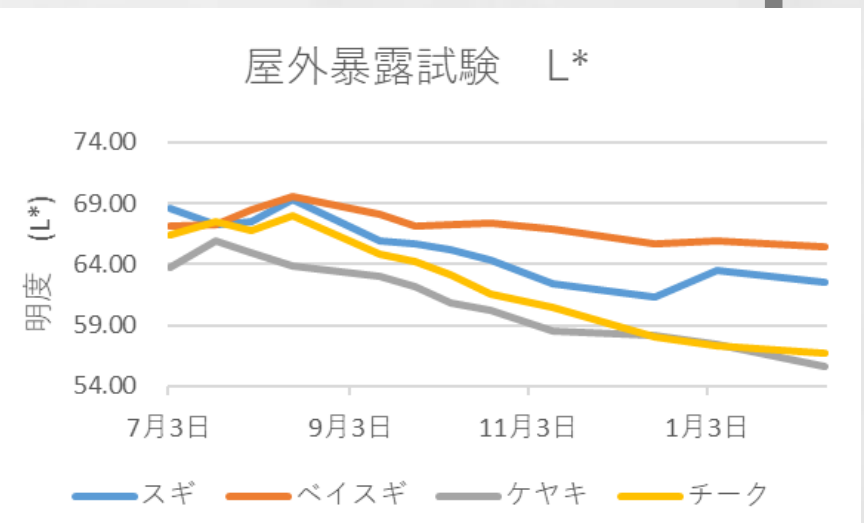


図15 明度変化

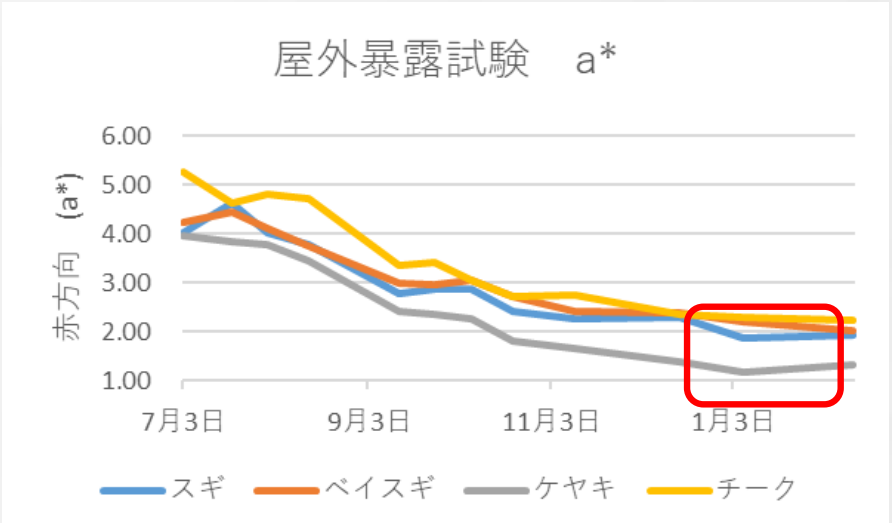


図16 赤み変化

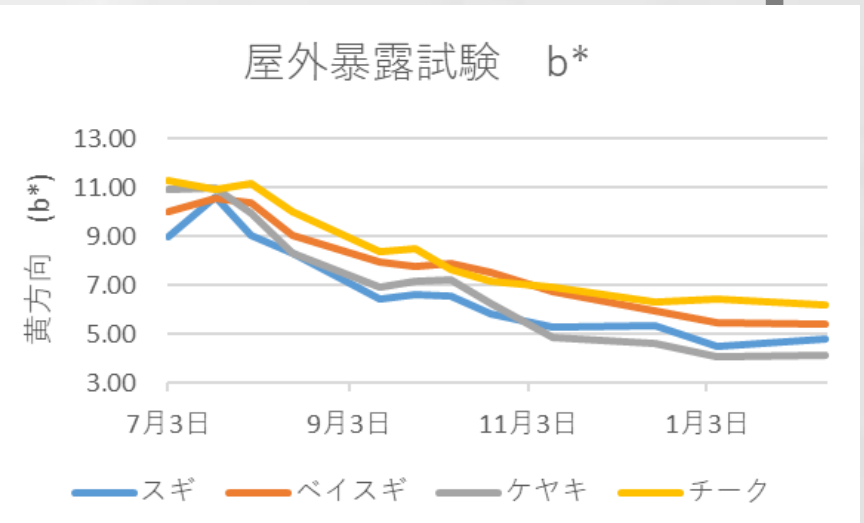


図17 黄み変化

D-2.木造建築外装試験体の屋外暴露試験(図18～図21)

・測色箇所(図4)

- ⇒②・③…材A(上部)・材E(中部)・材I(下部)

- ⇒①…他の張り方での測色高さと同等の位置

1).各張り方での色差(図18)

- ・縦張りの測色結果を代表して示す

(他2つも同様の値を示すため)

- ・庇でカバーされない下部の色差が大きい

- ・上部と中部は似た値

⇒雨水に触れるかどうかで退色に大きく影響する

2).材のL*a*b*(図19～図21)

- ・明度(図19: 中部が最大値, 減少と増加を繰り返す)
- ・赤み(図20: 下に張ったものほど小さい値)
- ・黄み(図21: 赤みと同様の結果)

3).高さ別の特徴

- ・上部＝軽度の①光変色期
- ・中部＝②明・淡色化期
- ・下部＝③灰色化期・④凹凸化期
- ・緩やかに減少傾向、2年程で変色が落ち着き, 凹凸化やひび割れが発生

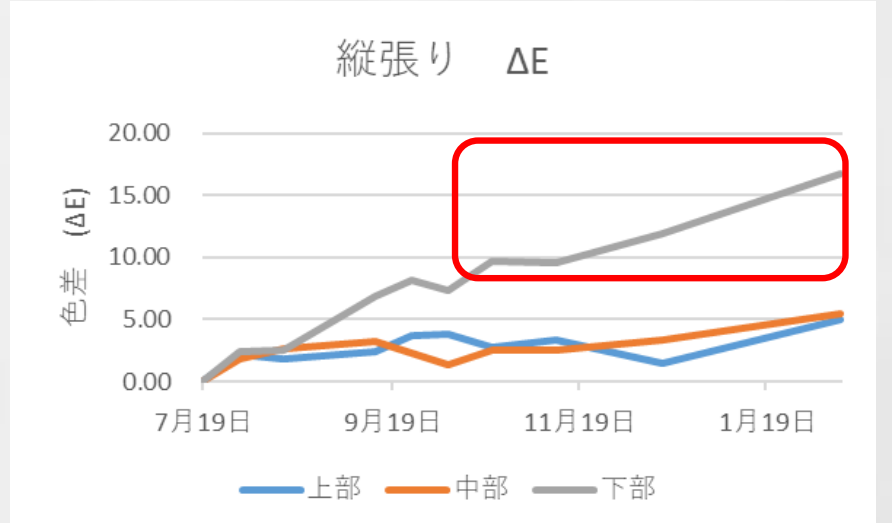


図18 縦張り色差

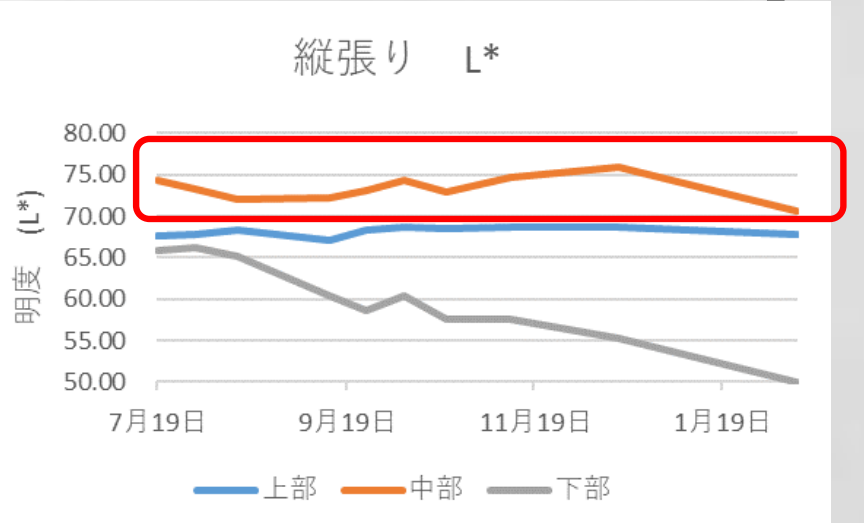


図19 明度変化

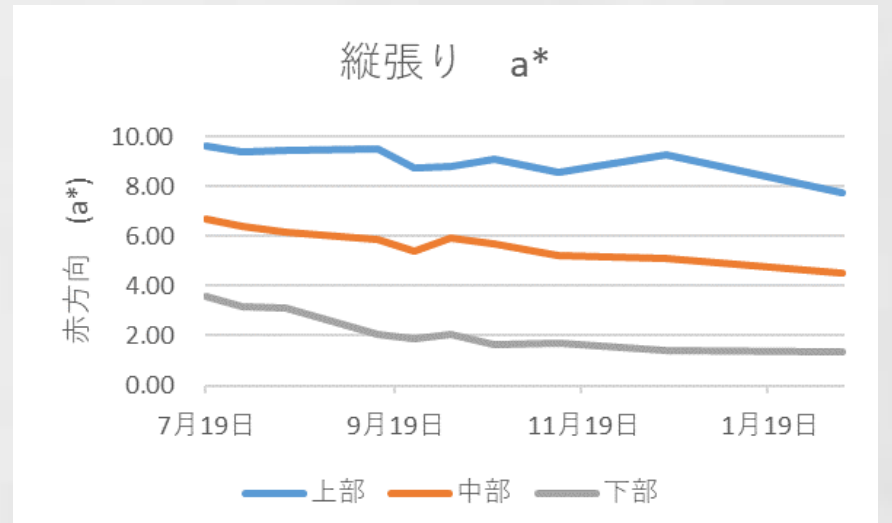


図20 赤み変化

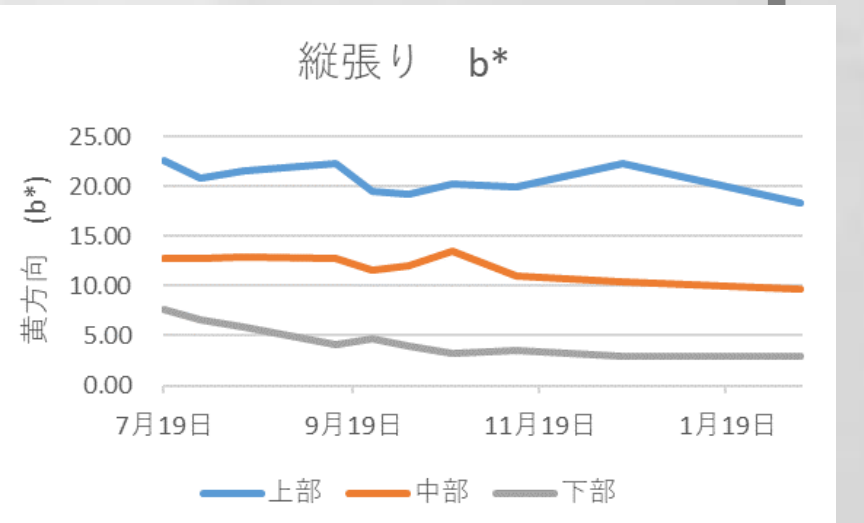


図21 黄み変化

D-3.紫外線強度比較

1).地表面に注目した結果(図22～図23)

- ・晴れ(図22)と曇り(図23)の比較

⇒地表面と垂直にセンサー設置, コンクリートと草地で計測＝コンクリートの方が草地よりも強度が小さい

⇒晴れ…コンクリートと草地の差が激しい

曇り…コンクリートの紫外線強度は草地の8割～9割

※コンクリートの反射率は草地と同等か若干高い(B-1.)

⇒紫外線強度もコンクリートの方が大きいと予想していた

しかし今回の結果は反対になった

⇒センサーの設置・周辺環境による日影等が原因か

2).角度に注目した結果(図24～図26)

- ・コンクリート(図24・草地(図25・新雪(図26)の比較

⇒晴れの時の紫外線強度(地表面に垂直・水平で)の計測

＝コンクリートと草地…水平面の方が受ける強度が大きい

⇒直射日光が水平面に当たりやすいためか

＝新雪…垂直面の方が受ける紫外線強度が大きい

⇒地表面からの反射の影響が大きいと考えられる

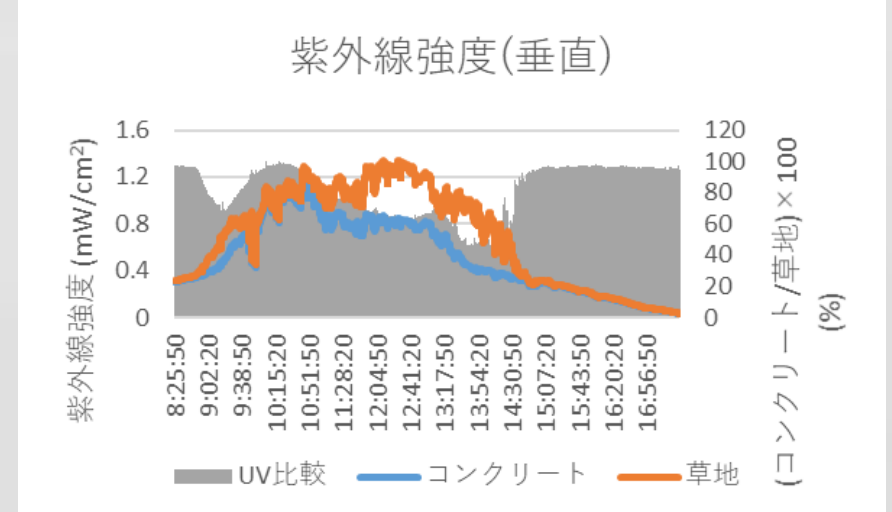


図22 1日の紫外線強度(晴れ)

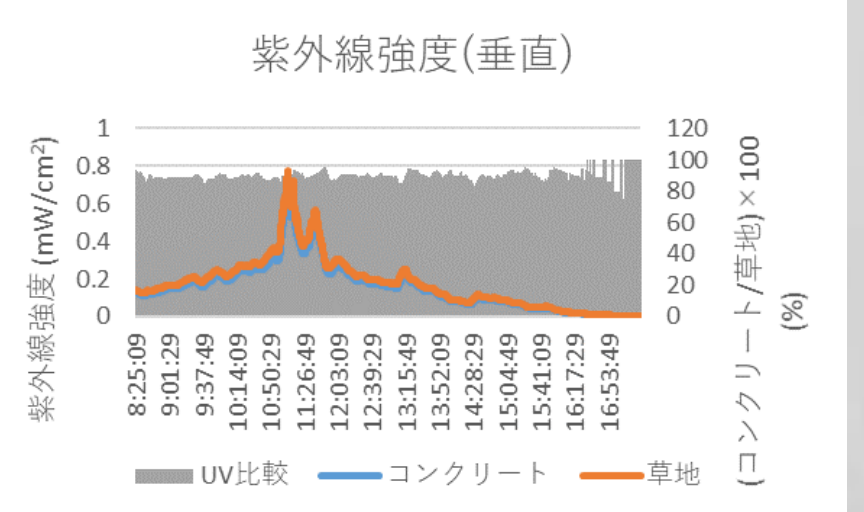


図23 1日の紫外線強度(曇り)

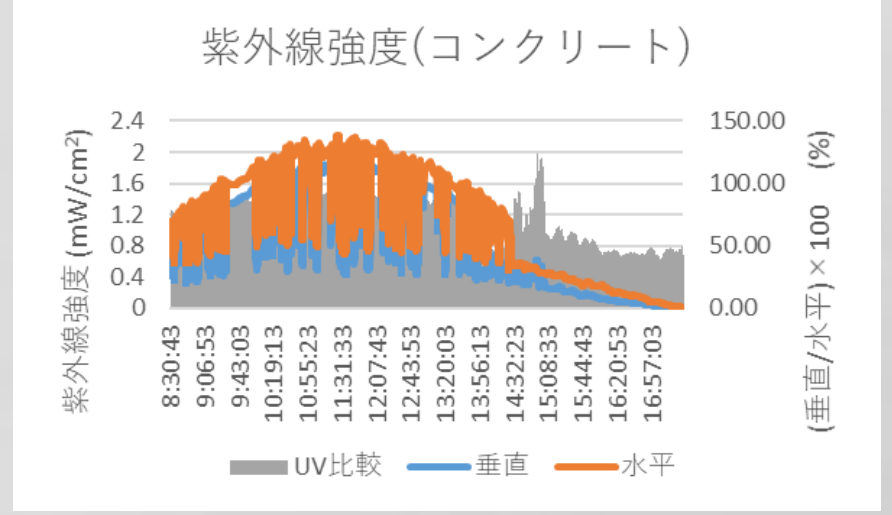


図24 1日の紫外線強度(コンクリート面)

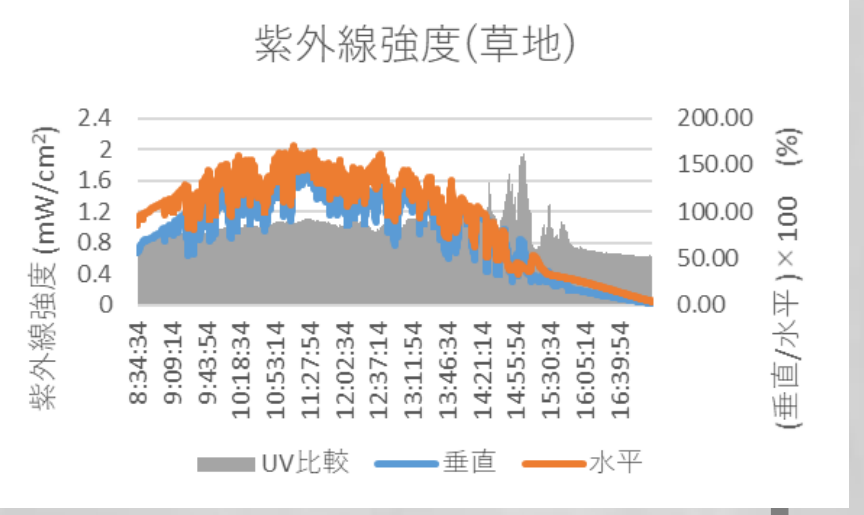


図25 1日の紫外線強度(草地面)

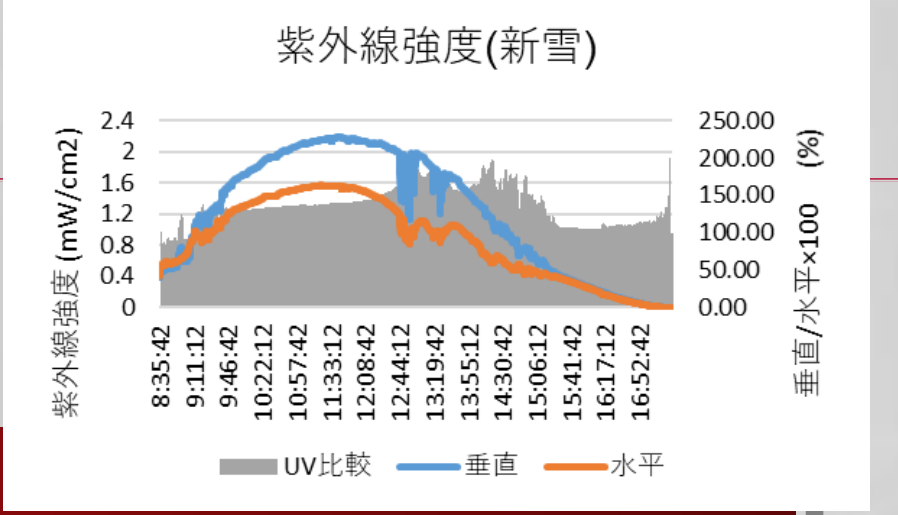


図26 1日の紫外線強度(新雪面)

E:本研究で得られた成果

1).小試験体における試験

- ・昨年度の自主研究よりも劣化が進行(③灰色化期・④凹凸化期)
- ・黒っぽい斑点・試験体表面の浸食が見られる
- 比較的低密度の高い広葉樹では凹凸の程度も浅く, 反対にスギは最も深くまで劣化

2).木造建築外装試験体における試験

- ・上部・中部・下部で劣化具合に違い
- ・庇及び雨水の跳ね返りの効果を確認
- ・庇…雨水が外壁に触れるのを防止, 夏季の南面からの直射日光を軽減する効果
- ⇒劣化のスピードを抑制することが可能
- ・雨水の跳ね返りが多い下部…耐水性を持たせるための工夫が他の箇所よりも重要
- ・張り方ごとの特徴…
- 変色の過程は似通っている・板の重なりによる日射の影等から色むらが生じる
- ⇒選択する人の美観性やメンテナンスのしやすさ等が選択の基準になる

3).紫外線強度の比較

- ・天候, 地表面との角度, 地表面の状態等の条件を変えた計測
- ・コンクリートと草地…水平面, また草地の方が強度が大きい(予想とは異なった)
- ⇒直射日光や設置場所周辺の樹木等による影響が大きいと考えられる
- ・新雪…垂直面の方が強度が大きい
- ⇒地表面からの反射率が高いためと考えられる
- ※センサーの設置場所や方位等条件を変えて更に計測する必要がある

G:参考文献・ホームページ

- 1).日本太陽エネルギー学会：太陽エネルギーの基礎と応用、オーム社(1978)
- 2).国土交通省 気象庁：知識・解説, オゾン層・紫外線ページ、<http://www.data.jma.go.jp/gmd/env/ozonehp/3-0ozone.html>
- 3).片岡厚：木材の気象劣化と表面保護－気象劣化のメカニズム－, 木材保存Vol43-2 (2017)
- 4).菅睦美：木質外装材の劣化現象に対する仕上げ方法の影響, 秋田県立大学卒業論文(2018)