

## 水の濡れによる建築材料の色調変化に関する研究

EFFECT OF WETTING ON THE APPEARANCE  
OF BUILDING EXTERIOR MATERIALS

岡島達雄\*, 河辺伸二\*\*, 武藤正樹\*\*\*

*Tatsuo OKAJIMA, Shinji KAWABE and Masaki MUTO*

The appearance of building materials changes with their moisture conditions of their faces. Following findings were obtained from the limited number of psychological and physical test.

1) The color of the material with cosine of contact angle to water larger than 2.0, looks different between in a dry condition and in a wet condition.

2) The color of the textured material with glossiness less than 6% in a dry condition, looks different from that with glossiness of 50 to 60% in a wet condition. The color of the smooth material with glossiness of 60 to 130% in a dry condition, looks same as that with glossiness of 40 to 70% in a dry condition.

3) The color of the material of which color difference  $dE^*$  is greater than 2.0 between in a dry condition and in a wet condition, looks different.

**Keywords :** *building exterior material, wetting, contact angle, brightness, color difference*

外装材, 濡れ, 接触角, 光沢, 色差

## 1. 序論

私たちの周りにある様々な建築外装材は、それぞれの材質による物理的・化学的特性と共に材質特有の色、図柄、光沢、テクスチャーをもっている。今、色について考えるとき、乾いた状態での色を思い浮かべる人がほとんどであろう。しかし、日常の中では晴れた日ばかりが続くわけではなく、屋外にあるものは雨や雪で濡れ、色が変わることもある。雨に濡れたとき色が変わる、つまり濡れ色になる材料と、ならない材料の存在は知られている。しかし、具体的にどのような材料が濡れ色になるのかという、濡れ色に着目した研究はなされていない。

岡島<sup>1)</sup>らは過去に、建築外装材の距離による見えの変化がどのように生じるかという研究を行った。明度が高く光沢のある材料は明るいイメージを受けやすく、また色彩は材料に対する暖かさや冷たさのイメージに影響を与えることが分かっている。そして材料には色彩や模様、表面性状など様々なものがあり、それらの組み合わせ

によって距離の変化により見え方は変わりイメージに影響をもたらすと報告した。

また河辺<sup>2)</sup>らは、合板型枠、鋼板型枠、透水性型枠等の型枠の違いによる脱型後のコンクリート表面について、濡れによるコンクリート表面の色調変化の違いを検討している。市坪<sup>3)</sup>は、各種セメントモルタルについて、表面の乾湿による色調変化の影響を検討している。地濃<sup>4)</sup>も、様々なコンクリート製品の濡れによる色調変化について検討している。

色彩の見え方に関する研究の多く<sup>5, 6)</sup>は、照度レベルを変化させたり、光源の種類を替えたものである。また建築外装材の見えの変化に関する研究も距離によるものであり、乾いた状態の研究が主である。

そこで本稿ではこの種の研究の手はじめとして、まず水の濡れによる建築材料の色調変化の一般的傾向について検討する。照明の明るさ・光源・距離は一定に、試料を乾いた状態と濡れた状態にしてその両者間の視覚的な

\* 名古屋工業大学 教授・工博

\*\* 名古屋工業大学 助教授・工博

\*\*\* 名古屋工業大学 大学院・修士(工学)

Prof., Dept. of Architecture, Faculty of Engineering, Nagoya Institute of Technology, Dr. Eng.

Assoc. Prof., Dept. of Architecture, Faculty of Engineering, Nagoya Institute of Technology, Dr. Eng.

Graduate Student, Dept. of Architecture, Nagoya Institute of Technology, M. Eng.

色調変化と物理面からの色調変化を測定し、考察する。

## 2. 濡れについて

濡れとは、液体が固体表面から気体を押しのける現象、すなわち固気界面が固液界面に置き変わる現象であり、その性質を湿潤性という。

濡れは次の3つの種類に分けられる<sup>7)</sup>。

- 1) 拡張濡れ 固体表面を液体が広がる場合
- 2) 浸せき濡れ 毛管上昇の場合
- 3) 付着濡れ 固体表面上に液体を置いた場合

濡れ色への変化は固体表面を被う液体の膜が出来たときか、固体内部に液体が浸透したときに起こるものであるため、本研究では濡れを「拡張濡れ、または浸せき濡れの起きた場合」と定義する。

## 3. 実験方法

### 3.1 実験の目的

本研究は、試料を建築材料とくに建築外装材に絞り、次の3つの実験を行う。

#### (1) 色調変化に対する視覚の実験

試料の乾いた状態と水で濡れた状態で色調変化の有無を視覚的に判断し、同時に試料表面に関する形容語句を収集する。

#### (2) 濡れやすさに関する実験

試料の濡れやすさと色調変化の関係という点から接触角の測定を行う。

#### (3) 色調変化に対する物理的実験

試料の乾いた状態と濡れた状態での色差、明度及び光沢を計測器を用いて測定し、物理量を測定する。

以上の3つの実験から、水の濡れによる建築材料の色調変化に関する検討を行う。

### 3.2 実験の条件

#### (1) 場所

外装材が濡れ色に変化するのは一般に雨が降っているときであり、また、本研究では外装材を取り扱っているため、実験は屋外で行う方が望ましいが、今回は室内で実験を行うことにした。

#### (2) 照明

色温度を自然日光に近似させた昼光色の蛍光灯を使用した<sup>8)</sup>。

#### (3) 試料の呈示方法

試料を立てて呈示すると、濡れた状態では水を試料面に均一にのせることは非常に困難である。従って試料は水平に置くことにした。

#### (4) 色差と明度の測定

試料の乾いた状態と濡れた状態とで色差と明度を測定した。今回の実験では、分光色彩計を用いて色差を測定

した。投光角度は $0^\circ$ 、受光角度は $45^\circ$ とし、D65/10°視野を用いた。またCIE（国際照明委員会）が推奨しているCIE均等知覚色空間の一つである $L^*a^*b^*$ 表色系を採用した<sup>注1)</sup>。

#### (5) 光沢の測定

光沢の測定には、工業的に広く用いられている鏡面光沢度を測定することにした。鏡面光沢度 $G_s(\theta)$ は、規定された入射角 $\theta$ に対して、試料面からの鏡面光束( $\phi_s$ )の同一条件における屈折率1.567のガラス表面からの鏡面反射光束( $\phi_{os}$ )に対する比をいい、次の式で表される。

$$G_s(\theta) = (\phi_s / \phi_{os}) \times 100 \quad \cdots (1)$$

また入射角 $\theta$ は、塗料面その他に適用する入射角 $\theta = 60^\circ$ を採用した<sup>9, 10)</sup>。

### 3.3 接触角の測定

濡れの物理量として接触角を測定した。接触角は、固体の液体による濡れを表わす最も直感的な尺度である。今回の実験は最も一般的な次式の方法で濡れを考える。

$$\gamma_s - \gamma_l \equiv A \quad \cdots (2)$$

とすると、

$$A = \gamma_l \cos \theta \quad \cdots (3)$$

$\gamma_s$ ；固体表面の表面張力、 $\gamma_l$ ；固液界面の界面張力、 $\gamma_l$ ；液体表面の表面張力

さらに、同一液体のため、

$$\gamma_l = \text{一定}$$

となり、単に $\theta$ の変化で濡れを比較できる。

今回採用した接触角の測定方法は、最も再現性が良く、かつ測定が簡便である傾板法<sup>注2)</sup>である。

傾板法は、大きな平板試料と多量の液体試料を用いる場合に行う方法である。測定の手順は、

1) 試料の固体表面を垂直に液中に半分ほど浸す。このとき試料に接する部分の液面は図1のように盛り上がる。

2) 試料を徐々に傾けていき、試料に接する部分の液面が水平になった時の角 $\theta$ を読む。この角 $\theta$ が接触角である。

液面が水平になったかどうかは、液面に直線状の棒の像を写して、板と液の接線近くで像にゆがみがなくなった状態で判定する<sup>7)</sup>。

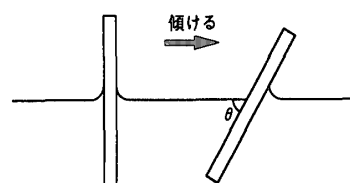


図1 接触角の測定

## 4. 色調変化に対する視覚的実験

## (1) 実験の方法

使用する試料は、過去の建築外装材についての研究<sup>1)</sup>で使用された建築材料の中から、材質や表面性状に偏りのないように表1に示す29種を選んだ。それぞれの試料の半分を水で濡らし、3枚ずつ一定の位置に呈示し、乾いた部分と濡れた部分の色調差の有無を視覚的に判断させ、同時に試料の表面に関する語句を収集する。

色調に差がある場合は、乾いた部分と濡れた部分とで、色や表面の状態の変移の様子を記入させた。

例

|        |       |
|--------|-------|
| 乾いた部分  | 濡れた部分 |
| ざらざらした | 滑らか   |

など

色調に差がないまたは差があるかどうか判らない場合は、表面の状態の様子を記入させることとした。

実験に関する条件は以下の通りである。

天候；曇りまたは雨

試料面照度；700～800 lx

被験者；特別な能力や経験を有する実験でな

いので建築系学生男女各5名とした

試料の濡らし方；ゆるく絞った布で、軽く拭く

試料の呈示順；表2に示す

## (2) 実験結果

実験の結果を表3に示す。

1) 全員が「色調に差がある」と答えたものは、粘土石・花崗岩（ジェット仕上げ）・けやき・ひのき・れんが（無釉）・タイル（無釉）・瓦（無釉）・コンクリート・モルタル・すりガラスであった。

2) 評価が分かれたものは、テラゾーであった。その内訳は、差があるが4名、差がないが4名、わからないが2名であった。

3) 被験者の大半が「色調に差がない」と答えたものは、アルミニウム・ステンレス・銅板・白大理石（水磨き仕上げ）・アクリル板・黒大理石（水磨き仕上げ）・塩化ビニール板・エポキシ・ひのき（塗装）・けやき（塗装）・レンガ（施釉）・タイル（施釉）・瓦（施釉）・アクリル系吹付材・リシン（細目）であった。

実験で得られた語句を表4に示す。色調に関する語句、ついで粗滑、光沢に関する語句が多く得られた。

## (3) 考察

1) 色調に差がないものは、表面が平滑で乾いた状態でも光沢がある。光沢があるものはもとより乱反射の量が少ないので、水で濡れて水膜ができて乱反射の量はあまり変わらず、従って色調は変わらない。その中で例外として上げられるのがアクリル系吹付材とリシン（細目）である。アクリル系吹付材は全体的に大きな凹凸があるが、乾いた状態でも光沢のある表面を微小な範囲で見ると滑らかである。そのため上記と同様の理由で色調

表1 試料表

| 材質     | 試料番号 | 試料名                    | 寸法 (mm)     |
|--------|------|------------------------|-------------|
| 金属     | 1    | アルミニウム                 | 250×250×0.3 |
|        | 2    | ステンレス                  | 300×300×0.5 |
|        | 3    | 銅板                     | 258×182×1   |
| 石材     | 4    | 白大理石（本磨き）              | 258×182×20  |
|        | 5    | 黒大理石（水磨き）              | 300×300×28  |
|        | 6    | 粘土石（黒）                 | 300×300×10  |
|        | 7    | テラゾー                   | 300×300×25  |
|        | 8    | 花崗岩（ジェット仕上げ）           | 258×182×30  |
| プラスチック | 9    | アクリル板（赤紫）              | 250×250×8   |
|        | 10   | 塩化ビニール板                | 300×400×0.5 |
|        | 11   | エポキシ                   | 300×195×11  |
| 木材     | 12   | ひのき（まさ目）               | 258×182×15  |
|        | 13   | ひのき（まさ目、クリア塗装）         | 258×182×15  |
|        | 14   | けやき（まさ目）               | 258×182×15  |
|        | 15   | けやき（まさ目、クリア塗装）         | 258×182×15  |
|        | 16   | レンガ                    | 258×182×25  |
| セラミック  | 17   | レンガ（施釉、茶）              | 210×100×60  |
|        | 18   | タイル（灰）                 | 294×294×12  |
|        | 19   | タイル（施釉、緑灰）             | 275×195×8   |
|        | 20   | 瓦（いぶし）                 | 306×260×15  |
|        | 21   | 瓦（施釉、灰）                | 306×260×15  |
| セメント   | 22   | コンクリート                 | 250×250×30  |
|        | 23   | モルタル                   | 250×250×10  |
| ガラス    | 24   | 型板ガラス（ヒシクロス 5分）        | 100×75×4    |
|        | 25   | 型板ガラス（鏡）               | 100×75×4    |
|        | 26   | すりガラス                  | 258×182×4   |
|        | 27   | 透明板ガラス                 | 258×182×4   |
| その他    | 28   | アクリル系吹付材（クレーター、灰、合板下地） | 300×300×4   |
|        | 29   | リシン（細目、灰、合板下地）         | 300×250×1   |

表2 呈示順

| 呈示順番 | 試料名                              | 呈示順番 | 試料名                      |
|------|----------------------------------|------|--------------------------|
| 1    | アルミニウム<br>白大理石<br>レンガ            | 6    | エポキシ<br>コンクリート<br>透明板ガラス |
| 2    | 型板ガラス（ヒシクロス）<br>アクリル板<br>ひのき（塗装） | 7    | 黒大理石<br>ひのき<br>レンガ（施釉）   |
| 3    | リシン（細目）<br>ステンレス<br>粘土石          | 8    | テラゾー<br>タイル<br>吹付材       |
| 4    | タイル（施釉）<br>型板ガラス（鏡）<br>塩化ビニール板   | 9    | 花崗岩<br>けやき（塗装）<br>瓦      |
| 5    | けやき<br>瓦（施釉）<br>銅板               | 10   | モルタル<br>すりガラス            |

表3 視覚的実験の結果

| 材質     | No | 試料名          | 被験者番号 |   |   |   |   |   |   |   |   |    | 合計 |    |   |
|--------|----|--------------|-------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|---|
|        |    |              | 1     | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | ○  | ×  | △ |
| 金属     | 1  | アルミニウム       | ×     | × | × | × | × | × | × | × | × | ×  | 0  | 8  | 2 |
|        | 2  | ステンレス        | ×     | × | × | × | × | × | × | × | × | ×  | 0  | 9  | 1 |
|        | 3  | 銅板           | ×     | × | × | × | × | × | × | × | × | ×  | 1  | 7  | 2 |
| 石材     | 4  | 白大理石（本磨き）    | ×     | × | × | × | × | × | × | × | × | ×  | 0  | 10 | 0 |
|        | 5  | 黒大理石（水磨き）    | ×     | × | × | × | × | × | × | × | × | ×  | 0  | 9  | 1 |
|        | 6  | 粘土石          | ×     | × | × | × | × | × | × | × | × | ×  | 0  | 10 | 0 |
|        | 7  | テラゾー         | ×     | × | × | × | × | × | × | × | × | ×  | 4  | 4  | 2 |
|        | 8  | 花崗岩（ジェット仕上げ） | ×     | × | × | × | × | × | × | × | × | ×  | 0  | 10 | 0 |
| プラスチック | 9  | アクリル板        | ×     | × | × | × | × | × | × | × | × | ×  | 2  | 8  | 0 |
|        | 10 | 塩化ビニール板      | ×     | × | × | × | × | × | × | × | × | ×  | 0  | 10 | 0 |
|        | 11 | エポキシ         | ×     | × | × | × | × | × | × | × | × | ×  | 2  | 8  | 0 |
| 木材     | 12 | ひのき          | ×     | × | × | × | × | × | × | × | × | ×  | 10 | 0  | 0 |
|        | 13 | ひのき（塗装）      | ×     | × | × | × | × | × | × | × | × | ×  | 1  | 9  | 0 |
|        | 14 | けやき          | ×     | × | × | × | × | × | × | × | × | ×  | 10 | 0  | 0 |
|        | 15 | けやき（塗装）      | ×     | × | × | × | × | × | × | × | × | ×  | 0  | 9  | 1 |
| セラミック  | 16 | レンガ          | ×     | × | × | × | × | × | × | × | × | ×  | 10 | 0  | 0 |
|        | 17 | レンガ（施釉）      | ×     | × | × | × | × | × | × | × | × | ×  | 0  | 9  | 1 |
|        | 18 | タイル          | ×     | × | × | × | × | × | × | × | × | ×  | 10 | 0  | 0 |
|        | 19 | タイル（施釉）      | ×     | × | × | × | × | × | × | × | × | ×  | 1  | 9  | 0 |
|        | 20 | 瓦            | ×     | × | × | × | × | × | × | × | × | ×  | 10 | 0  | 0 |
|        | 21 | 瓦（施釉）        | ×     | × | × | × | × | × | × | × | × | ×  | 1  | 8  | 1 |
| セメント   | 22 | コンクリート       | ×     | × | × | × | × | × | × | × | × | ×  | 10 | 0  | 0 |
|        | 23 | モルタル         | ×     | × | × | × | × | × | × | × | × | ×  | 10 | 0  | 0 |
| ガラス    | 24 | 型板ガラス（ヒシクロス） | ×     | × | × | × | × | × | × | × | × | ×  | 0  | 10 | 0 |
|        | 25 | 型板ガラス（鏡）     | ×     | × | × | × | × | × | × | × | × | ×  | 2  | 8  | 0 |
|        | 26 | すりガラス        | ×     | × | × | × | × | × | × | × | × | ×  | 10 | 0  | 0 |
|        | 27 | 透明板ガラス       | ×     | × | × | × | × | × | × | × | × | ×  | 1  | 9  | 0 |
| その他    | 28 | アクリル系吹付材     | ×     | × | × | × | × | × | × | × | × | ×  | 0  | 9  | 1 |
|        | 29 | リシン（細目）      | ×     | × | × | × | × | × | × | × | × | ×  | 2  | 8  | 0 |

○ 色調に差がある × 色調に差がない △ わからない

の変化がなかったものと考えられる。またリシン（細目）の表面は凹凸があり光沢がなかったものの、水で濡れにくく表面の凹凸を被う水膜ができなかったため、色調が変わらなかったものと思われる。

2) 評価が分かれたテラゾーについては、種石とモルタルの色の明度が高いことが原因で変化が判りにくかったものと考ええる。

3) 色調に差があったものは、表面がざらざらで乾いた状態では光沢がない。セラミックス、木材などは塗膜のないもの、石材は磨いてないもの、ガラスは表面を摺り加工したものである。これらの建築材料は、乾いた状態では表面の凹凸のために光の乱反射が多く、浅い、白みがかかった色であるが、濡れた状態では表面が平滑になり、光の一部は正反射して一定の方向へ向かい、正反射以外の方向から見ると深く、濃い色になるのである。中でも他の試料と違った語句が集まった試料が、すりガラスである。すりガラスは濡れたとき、「透明感がある」「不思議な」「神秘的な」という語句があがった。これは、すりガラス以外の色調に差がある試料が、濡れると色が濃く、重い感じになるのに対し、すりガラスは白みがかかった色から透明に近い、澄んだ色になるために感じられたものである。

## 5. 濡れやすさに関する実験

### (1) 実験方法

色調変化に対する視覚的実験と同じ条件で試料の接触角 $\theta$ の測定を行う。測定回数は5回とし、その平均値をその資料の測定値とする。

### (2) 実験結果

測定の結果、得られた接触角 $\theta$ を $\cos \theta$ に変換した。図2に各建築材料の $\cos \theta$ を示す。次に、 $\cos \theta$ が0.5より大きいのか、又は小さいかにおいて、建築材料の分類を行った。表5に接触角による建築材料の分類を示す。 $\cos \theta < 0.5$ の建築材料は濡れにくい材料であり、これらの材料の表面は滑らかで乾いた状態でも光沢があることが分かった。 $\cos \theta > 0.5$ の建築材料は濡れやすい材料であり、これらの材料はガラスを除いて全ての建築材料に光沢がなく表面に凹凸があることが分かった。

## 6. 色調変化に対する物理的実験

### (1) 実験方法

各試料の濡れた状態と乾いた状態の色差 $\Delta E^*$ と光沢を測定した。測定は色差、光沢ともに測定誤差を考慮し、一試料につき5回行い、その平均値をその試料の測定値とした。色差の測定方法は、反射測定法と透過性のある試料は透過測定法を用いた。光源の種類は、D65とした。光沢計の測定は、60度鏡面反射光を測定した。

また、透過性のある試料は計測器の中に入れて計測し

表4 実験で得られた形容語句

|     | 総数         | 差がある(乾)  | 総数          | 差がある(湿)   | 総数         | 差がない  |
|-----|------------|--|-------------|---|------------|---|
| 色調  | 16<br>(90) | 深い(31)<br>白っぽい(15)<br>明るい(14)<br>ぼやけた(4)<br>暗い(4)<br>濁った(2)<br>くすんだ(4)<br>はっきりしない(4)<br>黒っぽい(2)<br>不透明な(2)<br>くもった(2)<br>透明な(1)<br>どんよりした(1)<br>緑っぽい(1)<br>わずみ色(1) | 16<br>(125) | 濃い(50)<br>冴い(15)<br>暗い(19)<br>透明感がある(8)<br>より冴い(8)<br>はっきりした(5)<br>黒っぽい(5)<br>明るい(4)<br>白っぽい(4)<br>薄茶(1)<br>不思議な(1)<br>神秘的な(1)<br>澄んだ(1)<br>鮮やか(1)<br>冴い(1)<br>落ちついた(1) | 12<br>(24) | 明るい(10)<br>くすんだ(2)<br>暗い(2)<br>深い(2)<br>濁った(1)<br>ぼやっとした(1)<br>冴い(1)<br>色彩感がある(1)<br>落ちついた(1)<br>にぶい(1)<br>無色の(1)<br>透明の(1) |
| 粗滑  | 8<br>(39)  | ざらざら(25)<br>かさかさ(10)<br>粗い(6)<br>つるつる(2)<br>ごつごつ(2)<br>でこぼこ(2)<br>すべすべ(1)<br>さらさら(1)   | 5<br>(21)   | 滑らか(8)<br>つるつる(6)<br>すべすべ(3)<br>ざらざら(3)<br>でこぼこ(1)  | 8<br>(71)  | つるつる(32)<br>滑らか(23)<br>ざらざら(7)<br>でこぼこ(7)<br>すべすべ(5)<br>平滑な(3)<br>粗い(3)<br>ごつごつ(1)  |
| 光沢  | 4<br>(9)   | 艶がない(4)<br>光沢がない(3)<br>艶がある(1)<br>光沢がある(1)   | 4<br>(21)   | 光沢がある(4)<br>艶がある(9)<br>てかてかした(7)<br>つややか(1)   | 4<br>(44)  | 光沢がある(24)<br>艶がある(9)<br>てかてか(6)<br>まぶしい(5)  |
| 乾湿  | 3<br>(9)   | ばさばさ(4)<br>乾いた(3)<br>しっとりした(2)   | 1<br>(5)    | しっとりした(5)   | 2<br>(2)   | しっとりした(1)<br>乾いた(1)   |
| 硬軟  |            |  | 1<br>(1)    | やわらかそう(1)   | 3<br>(13)  | 硬い(9)<br>歯つきやすい(3)<br>やわらかい(1)  |
| 温冷  |            |  |             |   | 2<br>(10)  | 冷たい(8)<br>涼しい(2)  |
| その他 | 5<br>(31)  | 怪しい(17)<br>冴い(9)<br>古い(2)<br>軽快(2)<br>質感がある(1)   | 6<br>(7)    | 新しい(2)<br>豪華な(1)<br>引き締まった(1)<br>素材感がある(1)<br>すっきりした(1)<br>感じのいい(1)   | 8<br>(17)  | 軽い(7)<br>冴い(3)<br>高そう(2)<br>すっきり(1)<br>親しみやすい(1)<br>素材感がある(1)<br>人工的な(1)<br>ゴージャス(1)  |

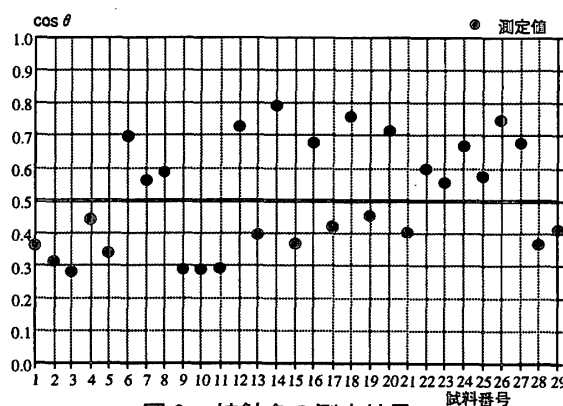


図2 接触角の測定結果

表5 接触角による建築材料の分類

| $\cos \theta > 0.5$ |              | $\cos \theta < 0.5$ |              |
|---------------------|--------------|---------------------|--------------|
| 試料番号                | 試料           | 試料番号                | 試料           |
| No.6                | 粘板石          | No.1                | アルミニウム       |
| No.7                | テラゾー         | No.2                | ステンレス        |
| No.8                | 花崗岩(ジェット仕上げ) | No.3                | 銅板           |
| No.12               | ひのき          | No.4                | 白大理石(水磨き仕上げ) |
| No.14               | けやき          | No.5                | 黒大理石(水磨き仕上げ) |
| No.16               | レンガ          | No.9                | アクリル板        |
| No.18               | タイル          | No.10               | 塩化ビニール板      |
| No.20               | 瓦            | No.11               | エポキシ         |
| No.22               | コンクリート       | No.13               | ひのき(塗装)      |
| No.23               | モルタル         | No.15               | けやき(塗装)      |
| No.24               | 型板ガラス(ヒシクロス) | No.17               | レンガ(施釉)      |
| No.25               | 型板ガラス(霞)     | No.19               | タイル(施釉)      |
| No.26               | すりガラス        | No.21               | 瓦(施釉)        |
| No.27               | 透明板ガラス       | No.28               | アクリル系吹付材     |
|                     |              | No.29               | リシン(細目)      |

なければならず、そのためアクリル板・エポキシ・透明板ガラス・すりガラスについては試料形状の問題から測定を見送った。さらに、アルミニウムおよび塩化ビニール板は鏡面光沢度が大きく、今回使用した光沢計の計測許容範囲を上回っていたため、計測不可能であった。

## (2) 実験結果

図3に色差の測定結果、図4に明度指数の測定結果、図5に光沢度の測定結果を示す。

乾いた状態と濡れた状態とで色差が大きい建築材料は、乾いた状態では、 $a^*$ 、 $b^*$ の絶対値が大きい有彩色であった。逆に、 $a^*$ 、 $b^*$ が0に近い無彩色の建築材料は、乾いた状態と濡れた状態との色差は小さかった。また、乾いた状態から濡れた状態になると、鮮やかになる傾向があった。

明度指数 $L^*$ については全体的に濡れた状態の方が低い値を示している。光沢は、乾いた状態でも鏡面光沢度が約60～130%と比較的高い試料は、濡れた状態の方が光沢度は約50～70%と低く、乾いた状態のとき光沢度が6%以下と低い試料は濡れた状態の方が光沢度は約40～50%と高くなる。また色差の大きい試料はほとんどが乾いた状態での光沢度が低いことが分かった。

## (3) 考察

以上の3つの実験の結果から次のことが言える。

### 1) 視覚的に色調差があると判断された試料

すりガラスを除いた、粘板石・花崗岩（ジェット仕上げ）・ひのき・けやき・レンガ・タイル・瓦・モルタル・コンクリートの9試料については、接触角 $\theta$ が $\cos \theta > 0.5$ と大きく、つまり濡れやすい。またこれらの試料は物理的に判断しても、色差については $dE^* > 4.5$ と他と比べても大きく、明度が低い試料だった。光沢度は乾いた状態ではどの試料も6%以下でほとんど光沢がない。そして、濡れた状態では40～60%という一定の範囲内に収まる。これは試料表面にできた水膜の光沢度を測定したためと思われる。すりガラスは今回色差を測定できなかったが、その光沢度は上記と同様であった。

### 2) 視覚的に色調差がないと判断された試料

型板ガラス（ヒシクロス・霞）・透明板ガラス・アクリル系吹付材・リシンを除く13試料については、接触角 $\cos \theta < 0.5$ で濡れにくく、乾いた状態でも光沢がある。またその光沢度はほとんどの試料が濡れた状態の方が乾いた状態より低い値を示している。そしてその色差はどれも $dE^* < 2.0$ であり、今回使用した試料の中では全体的に明度が高いものが多かった。このことから、 $dE^* < 2.0$ のものは視覚的に色調差を判断することが困難であると言えるだろう。ただしアクリル板とエポキシについては色差を測定できなかったため、考察から外す。

型板ガラスは、接触角 $\theta$ が $\cos \theta > 0.5$ と大きく濡れやすかったが、色差が $1.5 < dE^* < 2.0$ で視覚的に色差があ

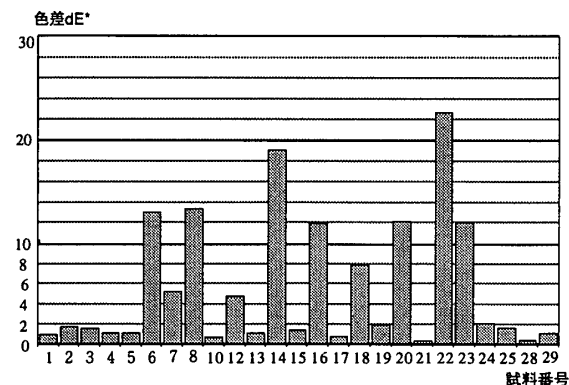


図3 色差の測定結果

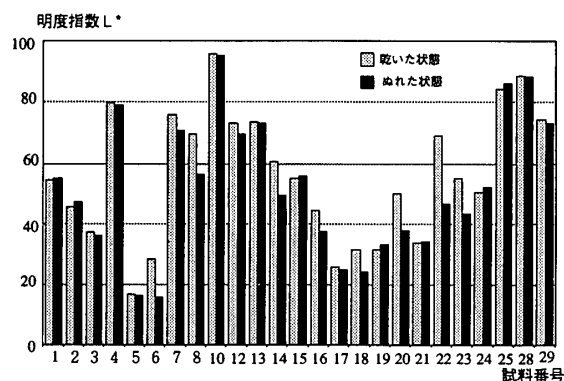


図4 明度指数の測定結果

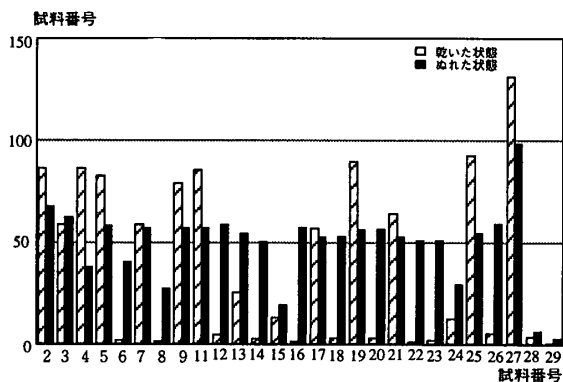


図5 光沢度の測定結果

ると判断した被験者は数名であった。その要因の一つとして無色透明であったために判断が困難であったことが挙げられる。

アクリル系吹付材は色差に関しては視覚的にも物理的にもほとんどないが、視覚的には光沢があったものの物理的には光沢度は小さかった。これは試料表面の凹凸が大きかったための誤差と考えられる。

3) 視覚的な判断において評価が分かれた試料  
テラゾーは視覚的に判断が難しく、評価が分かれたが物理的に判断すると $dE^* = 5.08$ と色調に差があるグループに入る。ところがテラゾーは明度が高いため、それが判断を困難にさせていると考えられる。

## 7. 結論

本研究の範囲内で次のことが言える。

(1) 水の濡れによる建築材料の色調変化は水との接触角 $\cos \theta > 0.5$ のものに現れやすい。

(2) 視覚的に乾いた状態と濡れた状態の色調差があるものは乾いた状態での光沢度が6%以下と低く、その表面には凹凸がある。そして濡れた状態では光沢度が約50~60%と高い値を示す。しかし、色調差のないものは乾いた状態での光沢度が約60~130%と高くその表面は滑らかで、濡れた状態での光沢度は約40~70%と低い値になる。

(3) 色差 $dE^* > 2.0$ になると視覚的に色調差を判断することが可能である。しかし明度が高い場合は判断しにくくなる。

## 謝辞

本研究にご協力頂いた、当時の卒論生古川順子氏（現旭化成ホームズ(株)）、小椋功氏（名古屋工業大学大学院生）に厚く謝意を表す。

## 注

- 1)  $L^* a^* b^*$  表色系の公式名称は、CIE1976 $L^* a^* b^*$  空間であり、この表色系では知覚色は明度 $L^*$ と知覚色度 $a^*$ 、 $b^*$ で表され、それぞれの指数は、

$$\left. \begin{aligned} L^* &= 116(Y/Y_n)^{1/3} - 16 \\ a^* &= 500[(X/X_n)^{1/3} - (Y/Y_n)^{1/3}] \\ b^* &= 200[(Y/Y_n)^{1/3} - (Z/Z_n)^{1/3}] \\ dE^* &= [(dL^*)^2 + (da^*)^2 + (db^*)^2]^{1/2} \end{aligned} \right\} \cdots \text{注 (1)}$$

と定義される。計算式における $X_n, Y_n, Z_n$ は完全拡散反射面の標準光による $Y, X, Z$ の値である<sup>11)</sup>。

測定は、反射測定の場合は試料を写真1のAの部分において行なう。透過測定の場合は写真2の試料挟みにはさんだ試料を写真3のBの部分に設置して計測する。なお、写真4に光沢計を示す。

- 2) 接触角の測定法は、直接法と間接法に分類<sup>7)</sup>できる。  
イ) 直接法：固液気3相の接触線上の一点における接触角を直接に測定する。これをさらに分類すると、a) 光反射法、b) 拡大映像法、c) 傾板法、d) 回転円筒法がある。  
ロ) 間接法：固液気3相の接触線上のすべての接触角の平均値を、これと函数関係にある諸量の測定から間接的に算出する。これをさらに分類すると、a) 液滴法、b) 毛管上昇法、c) 圧力変位法、d) ねじりばかり法、e) 浸透速度法がある。

## 参考文献

- 岡島達雄他3名：距離による建築仕上げ材料の「見えの変化」と心理効果，日本建築学会構造系論文報告集第401号，pp.1~10，1989.7
- 河辺伸二他2名：打放しコンクリート仕上げの表面の色調に関する研究，日本建築学会東海支部研究報告集，pp.105~108，1994
- 市坪 誠他2名：モルタルの色調変化に及ぼす材料の影響，セメント技術大会講演集，第49回，pp.996~1001，1995
- 地濃茂雄：降雨濡れによるコンクリート表面の色調変化，コンクリート工学年次論文報告集，第17巻第1号，pp.285~288，1995
- 湯尻 昭：照度レベルによる表面色の明るさの変化－色相、明度、彩度の影響－，照明学会誌，第74巻No.10，pp.668~673，1990

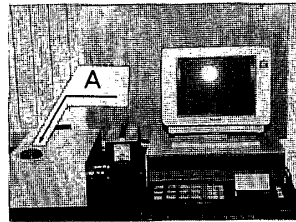


写真1 色彩計

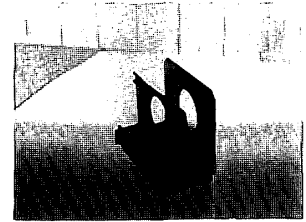


写真2 試料挟み

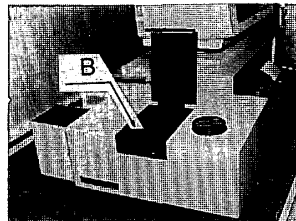


写真3 色彩計

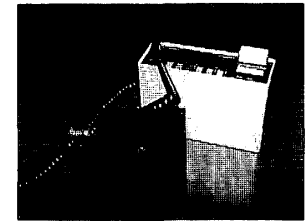


写真4 光沢計

- 中山昌春他2名：修正マンセル表色系における色相間隔の知覚される色差による検討，照明学会誌，第74巻No.6，pp.341~347，1990
- 日本化学会編：実験化学講座7 界面化学，第3版，丸善(株)，pp.63~118，1956
- 小磯 稔：色彩の科学，第4版，(株)美術出版社，pp.213~247，1977
- JIS Z 8741：光沢度測定方法，1983
- 岡島達雄他1名：建築仕上げ材料の艶の評価に関する研究，日本建築学会構造系論文報告集第360号，pp.1~9，1986.2
- 日本色彩学会編：新編色彩科学ハンドブック，東京大学出版会，pp.140，1980

(1995年7月10日原稿受理，1995年10月19日採用決定)