
市販のペンの黒インクに関する研究

Research on Black Inks of Commercial Pens

愛知教育大学 美術選修 内藤 千晶

1. はじめに

一口に黒色のペンと言っても、明度や色味、耐水性や耐光性等には大きな違いが見られる。こうした特徴の差異は、用途によっては長所や短所に繋がるため、制作の場面毎に使い分ける必要がある。使用する黒ペンの特徴を把握できれば、作者にとって理想的なペン画づくりに役立つものと考えられる。

そこで本研究においては、市販の黒インクボールペンと黒マーカーペンを使用し、明度や色味の違い、耐水性や耐光性について実験を通して、各々の特徴を明らかにするとともに、インクの性質について考察することを目的とした。

2. 実験方法

2.1 実験試料について

黒インクペンは、種類によってさまざまな面で大きな違いがあることは先述した通りである。その一因として、インクの種類の違いが挙げられる。

まず、インクの種類には油性と水性がある。これらはインクの中に入っている溶剤成分を2つに大別した際の総称である¹⁾。溶剤は他の成分を溶かしこむ役割を果たしている。また、油性と水性のそれぞれに染料インキと顔料インキが存在する。染料、顔料とはインクの色を決定付ける色素としての成分である²⁾。

これらのことにより、インクの種類は溶剤と色素の組み合わせによって、油性染料インク、油性顔料インク、水性染料インク、水性顔料インクの4種類が存在することがわかる。

本研究では、油性染料(oiliness dye)、油性顔料

(oiliness pigment)、水性染料(aqueous dye)、水性顔料(aqueous pigment)のインクが使われた市販のペンを分析し、それらの特質について比較する。

ペンの種類は、ボールペンとマーカーペンを対象とする。また、ボールペンには油性でも水性でもない、ゲルインキが使用されたペンが存在する。このゲルインキボールペンは水性染料系と水性顔料系に分けられるため、本研究では水性染料または水性顔料に含めて分析をしていくものとして扱う³⁾。

実験試料とする商品は、文具店や通販等で比較的簡単に入手することができる、サクラクレパス、ゼブラ、パイロット、ぺんてる、三菱鉛筆(五十音順)の5つの文具メーカーの製品の中から用意した。(次項参照)

2.1.1 ボールペン

(1) 油性染料

i) サクラクレパス

- ①グロッソボール ②スリモ

ii) ゼブラ

- ①エアーフット ②クリップオンマルチ
- ③ジムノック

iii) パイロット

- ①アクロボール ②スーパーグリップ

iv) ペんてる

- ①eクリップ ②ジェイクラブ

v) 三菱鉛筆

- ①パワータンク ②ベリー楽ノック

(2) 油性顔料

i) サクラクレパス: なし

ii) ゼブラ

- ①スラリ(油性・水性顔料)⁴⁾

iii)パイロット：なし

iv)ぺんてる

①ビクーニャ(油性染顔料)⁵⁾ ②ローリー

v)三菱鉛筆

①ジェットストリーム(油性染顔料)

(3)水性染料

i)サクラクレパス：なし

ii)ゼブラ：なし

iii)パイロット

①ハイテック(ゲルインキ)

②ハイテックポイント V10 グリップ ③V コーン

iv)ぺんてる

①エナージェル(ゲルインキ) ②ボールぺんてる

v)三菱鉛筆：なし

(4)水性顔料

i)サクラクレパス

①ボールサイン アクアクリップ(ゲルインキ)

②ボールサイン 80(ゲルインキ)

ii)ゼブラ

①サラサ(ゲルインキ)

iii)パイロット

①マルチボール

iv)ぺんてる

①ハイブリッド(ゲルインキ) ②マイクロボール

v)三菱鉛筆

①ユニボールアイ②ユニボールビジョンエリート

③ユニボールグノ(ゲルインキ)

2.1.2 マーカーペン

(1)油性染料

i)サクラクレパス

①マイネーム ②マイクロパーム

ii)ゼブラ

①マッキー極細

iii)パイロット

①なまえペン ②ツインマーカー極細

iv)ぺんてる

①ハンディ・エス ②タフネーム

v)三菱鉛筆

①ピースマーカー

(2)油性顔料

i)サクラクレパス

①ペイントマーカー

ii)ゼブラ

①マッキープロ特殊用途 DX

iii)パイロット

①ペイントマーカー

iv)ぺんてる

①ペイントマーカー

v)三菱鉛筆

①パワフルネーム ②ペイントマーカー(太字)

(3)水性染料

i)サクラクレパス

①カラーサインペン

ii)ゼブラ

①エリートケア

iii)パイロット

①V ペン(中字)

iv)ぺんてる

①ぺんてるサインペン ②プラマン

v)三菱鉛筆

①ピュアカラー

(4)水性顔料

i)サクラクレパス

①ピグマ ②サインペン(細字) ③スケッチペン

ii)ゼブラ

①紙用マッキー ②水拭きで消せるマッキー

iii)パイロット

①ドローイングペン ②スーパープチ

iv)ぺんてる

①はがきサインペン

v)三菱鉛筆

①プロッキー ②ポスカ

2.1.3 その他の実験道具等

(1)スケッチブック(maruman 社、画用紙、B4 サイズ)

(2)HB 鉛筆

(3)コットン(約 50×60×5mm の長方形型)

- (4)消毒用エタノール
- (5)スポイト
- (6)綿棒
- (7)消しゴム

2.2 実験の方法

実験は次の要領で行うものとする。まず、スケッチブックを切って、以下の実験 2.2.1～2.2.4 のそれぞれの実験に適した大きさのカードを作る。そこへ 2×2cm の枠を HB の鉛筆で書く。枠の中を、試料のボールペンやマーカーペンで、4 方向に線を重ねて黒く塗りつぶす(図 1 参照)。なお、実験は黒インクが完全に乾いてから行うものとする。

2.2.1 実験 1 (明度に関する実験)

スケッチブックを切って、6×6cm のカードを作る。1 枚のカードに付き、2×2cm の枠を HB の鉛筆で 1 つ書く。試料に挙げたペンで、枠の中を 4 方向に線を重ねて塗りつぶす。カード同士を見比べ、黒インクの明度の違いをマンセルシステムの明度区分を活用して比較する。

2.2.2 実験 2 (色味及び光沢に関する実験)

実験 1 で用いたカードを使用し、通常時の色味及び光沢の違いを比較する。

また、インクの中に含まれている色素の分析も行う。消毒エタノールをコットンに含ませ、ペンで黒く塗りつぶした枠の中を擦る。染み出した色を調べ、使用されている色素について分析を行う。

2.2.3 実験 3 (耐水性に関する実験)

スケッチブックを切って、6×6cm のカードを作る。1 枚のカードに付き、2×2cm の枠を HB の鉛筆で 1 つ書き、試料に挙げたペンで、枠の中を 4 方向に線を重ねて塗りつぶす。スポイトを使って水を一滴垂らし綿棒を湿らせ、塗りつぶした枠の中を擦る。インクの滲みなどの変化を調べ、耐水性についての実験を行う。

2.2.4 実験 4 (耐光性に関する実験)

スケッチブックを切って、6×10cm のカードを作る。1 枚のカードに付き、2×2cm の枠を横に並べるように HB の鉛筆で 2 つ書く。試料に挙げたペンで、右側の枠の中を 4 方向の線を重ねて塗りつぶす。左側の枠は塗りつぶさないでおき、カードを日当たりのいい場所に置いておく。2 ヶ

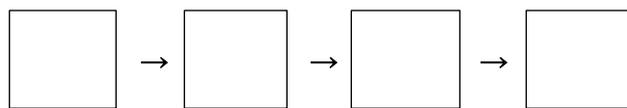


図 1 塗りつぶし方

(わかりやすくするため荒くしているが、実際は密に線をかく。)

月後に左の枠の中も同様に塗りつぶし、日に当てていた右の枠と見比べ、インクの褪色について調べる。

2.2.5 その他の実験について

2.2.1～2.2.4 に記載した実験を行いながら、それぞれのペンの使用感と乾燥性の 2 点についても記録しておく。

(1) 乾燥性

スケッチブックを切って、6×10cm のカードを作る。1 枚のカードに付き、1×1cm の枠を横に並べるように HB の鉛筆で 3 つ書く。次に、一番左側の枠の中を試料に挙げたペンで四方向に線を重ねて塗りつぶす。塗りつぶしてからすぐに消しゴムを 3 往復掛け、インクの引きずり具合を調べる。中央の枠の中は、試料のペンで塗りつぶしてから 30 分置く。30 分経過させた後に消しゴムを 3 往復掛け、インクの引きずり具合を調べる。最後に、一番右側の枠の中は、試料のペンで塗りつぶしてから 1 日置く。1 日経過させた後に消しゴムを 3 往復掛け、インクの引きずり具合を調べる。

(2) 使用感

各実験で用いる画用紙のカードの枠の中を、試料のペンで 4 方向に塗りつぶす時、ペン先の滑りやインクのかすれ具合、ボテが出来るか出来ないか、臭いの有無、塗りつぶすのに掛かる手間などの観点から、それぞれの試料のペンの使用感について調べる。

3. 結 果

3.1 明度についての実験結果

(1) 油性染料ボールペン

明度の低い順(黒味が強い順)に、三菱鉛筆「パワータンク(2.2)⁶⁾」、パイロット「スーパーグリップ(2.6)」、ゼブラ「クリップオンマルチ(2.7)」、以下同位でぺんてる「ジェイクラブ(2.8)」とサクラクレパス「グロッソボール(2.8

)」とゼブラ「ジムノック(2.8)」の3つ、続いてパイロット「アクロボール(3.0)」、サクラクレパス「スリモ(3.1)」、ゼブラ「エアーフिट(3.3)」、三菱鉛筆「ベリー楽ノック(3.4)」、ぺんてる「eクリップ(3.8)」となった。

(2) 油性顔料ボールペン

明度の低い順(黒い順)に、以下同位でぺんてる「ビクーニャ(2.0)」と三菱鉛筆「ジェットストリーム(2.0)」の2つ、続いてゼブラ「スラリ(2.3)」、ぺんてる「ローリー(3.0)」であった。

(3) 水性染料ボールペン

明度の低い順に、パイロット「v コーン(2.0)」、ぺんてる「ボールぺんてる(2.1)」、パイロット「ハイテック(2.3)」、ぺんてる「エナージェル(2.5)」、パイロット「ハイテックポイントV10 グリップ(2.6)」となった。

(4) 水性顔料ボールペン

明度の低い順に、サクラクレパス「アクアクリップ(1.4)」、三菱鉛筆「ユニボールアイ(1.8)」、三菱鉛筆「ユニボールシグノ(1.9)」、三菱鉛筆「ユニボールビジョンエリート(2.3)」、以下同位でぺんてる「ハイブリッド(2.7)」とパイロット「マルチボール(2.7)」の2つ、続いてぺんてる「マイクロボール(2.8)」、サクラクレパス「ボールサイン(2.9)」、ゼブラ「サラサ(3.1)」であった。

(5) 油性染料マーカーペン

明度の低い順に、パイロット「なまえペン(2.0)」、サクラクレパス「マイネーム(2.3)」、ぺんてる「ハンディエス(2.4)」、ぺんてる「タフネーム(2.5)」、ゼブラ「マッキー(2.6)」、以下同位でパイロット「ツインマーカー(2.8)」と三菱鉛筆「ピースマーカー(2.8)」の2つ、続いてサクラクレパス「マイクロパーム(3.2)」となった。

(6) 油性顔料マーカーペン

明度の低い順に、三菱鉛筆「ペイントマーカー(1.7)」、三菱鉛筆「パワフルネーム(2.0)」、ゼブラ「マッキープロDX(2.3)」、以下同位でぺんてる「ペイントマーカー(2.5)」とパイロット「ペイントマーカー(2.5)」の2つ、続いてサクラ「ペイントマーカー(3.0)」であった。

(7) 水性染料マーカーペン

明度の低い順に、以下同位でぺんてる「ぺんてるサインペン(2.0)」とぺんてる「プラマン(2.0)」の2つ、続いて

ゼブラ「エリートケア(2.1)」、パイロット「Vペン(2.3)」、サクラクレパス「カラーサインペン(2.4)」、三菱鉛筆「ピュアカラー(3.0)」となった。

(8) 水性顔料マーカーペン

明度の低い順に、三菱鉛筆「ポスカ(1.6)」、以下同位でサクラクレパス「ピグマ(1.8)」とサクラクレパス「サインペン(1.8)」の2つ、続いてパイロット「スーパープチ(2.4)」、以下同位でサクラクレパス「スケッチペン(2.5)」とゼブラ「水拭きで消せるマッキー(2.5)」の2つ、続いてパイロット「ドローイングペン(2.7)」、以下同位でぺんてる「はがきサインペン(2.8)」とサクラクレパス「紙用マッキー(2.8)」の2つ、続いて三菱鉛筆「プロッキー(3.4)」であった。

3.2 色味についての実験結果

(1) 油性染料ボールペン

三菱鉛筆「パワータンク」とパイロット「スーパーグリップ」は赤みを帯びて発色しており、サクラクレパス「グロッソボール」、サクラクレパス「スリモ」、ゼブラ「クリップオンマルチ」、ゼブラ「エアーフिट」、ぺんてる「eクリップ」、ぺんてる「ジェイクラブ」、三菱鉛筆「ベリー楽ノック」は、青みを帯びて発色している。また、パイロット「アクロボール」とゼブラ「ジムノック」は赤みや青みを帯びて発色しておらず、黒色である。全体的にインクの表面が角度によって光沢ができる中、パイロット「アクロボール」は、マットな発色で光沢が少ない。また、三菱鉛筆「パワータンク」は一番光沢が強い。

また、消毒エタノールを用いた実験では、サクラクレパス「グロッソボール」とサクラクレパス「スリモ」は紫、ゼブラ「エアーフिट」とゼブラ「クリップオンマルチ」の2つは青みのあるグレー、ゼブラ「ジムノック」は青紫、パイロット「アクロボール」は赤、パイロット「スーパーグリップ」は薄紫、ぺんてる「ジェイクラブ」、ぺんてる「eクリップ」、三菱鉛筆「パワータンク」、三菱鉛筆「ベリー楽ノック」は青の色素が滲み出た。

(2) 油性顔料ボールペン

ぺんてる「ローリー」は他のペンと比べると、青みのある濃いグレーのような色に見え、インクの表面の光沢がな

くマットな発色を持っている。ぺんてる「ビクーニャ」もインクの光沢が少ないが、色味は黒色である。三菱鉛筆「ジェットストリーム」とゼブラ「スラリ」は赤みを帯びて発色しており、共にインクに光沢があるが特に「ジェットストリーム」の光沢が強い。

また、消毒エタノールを用いた実験では、ゼブラ「スラリ」は薄紫、ぺんてる「ビクーニャ」は赤、ぺんてる「ローリー」は黒、三菱鉛筆「ジェットストリーム」は濃い紫の色素が滲み出た。

(3) 水性染料ボールペン

ぺんてる「ボールぺんてる」とぺんてる「エナージェル」は黒色で、インクに光沢のないマットな発色を持っている。パイロット「ハイテックポイントV10 グリップ」とパイロット「V コーン」はやや茶色みのある黒色で、マットな発色だが角度によってインクの表面に若干光沢ができる。パイロット「ハイテック」はインクの表面の光沢がなく、青みを帯びて発色して見える。

また、消毒エタノールを用いた実験では、ぺんてる「ボールぺんてる」とパイロット「V コーン」は薄紫、パイロット「ハイテック」は赤、パイロット「ハイテックポイントV10 グリップ」は紫、ぺんてる「エナージェル」は水色の色素が滲み出た。

(4) 水性顔料ボールペン

サクラクレパス「ボールサイン アクアクリップ」は黒色で、インクに隆起がある。また、表面の光沢が激しく見る角度によって色が変わる。他のペンのインクは表面に光沢がなく、落ち着いたマットな発色を持っている。パイロット「マルチボール」、サクラクレパス「ボールサイン 80」、ゼブラ「サラサ」、ぺんてる「ハイブリッド」、ぺんてる「マイクロボール」、三菱鉛筆「ユニボールアイ」、三菱鉛筆「ユニボールビジョンエリート」も黒色である。三菱鉛筆「ユニボールシグノ」はグレーがかった黒色である。

また、消毒エタノールを用いた実験では、全ての試料は滲まず色素が滲み出なかったが、それぞれの試料を擦ったコットンには、黒い色素が拭き取られていた。

(5) 油性染料マーカーペン

全体的に黒色で、マットな発色を持っている。その中でぺんてる「タフネーム」だけがインクの表面に光沢が見ら

れる。また、サクラクレパス「マイクロパーム」は強く青みがかっており、ゼブラ「マッキー」、パイロット「ツインマーカー」、ぺんてる「タフネーム」はやや青みがかっている。

また、消毒エタノールを用いた実験では、サクラクレパス「マイネーム」と三菱鉛筆「ピースマーカー」は薄紫、サクラクレパス「マイクロパーム」、ゼブラ「マッキー」、パイロット「なまえペン」、パイロット「ツインマーカー」、ぺんてる「タフネーム」はグレー、ぺんてる「ハンディエス」は赤の色素が滲み出た。

(6) 油性顔料マーカーペン

全体的に黒色で、マットな発色を持っている。サクラクレパス「ペイントマーカー」、パイロット「ペイントマーカー」、ぺんてる「ペイントマーカー」では、紙にインクの黒滲みが見られる。

また、消毒エタノールを用いた実験では、試料は滲まず色素は滲み出なかったが、ぺんてる「ペイントマーカー」、三菱鉛筆「パワフルネーム」、三菱鉛筆「ペイントマーカー」の試料を擦ったコットンには、わずかに黒い色素が付着していた。その他の試料を擦ったコットンには色素は付着していなかった。

(7) 水性染料マーカーペン

全体的にマットな発色を持っているが、ぺんてる「プラマン」のみインクの表面に光沢がある。ぺんてる「プラマン」は赤みがかっており、サクラクレパス「カラーサインペン」とゼブラ「エリートケア」と三菱鉛筆「ピュアカラー」は青みがかっている。ゼブラ「エリートケア」は特に重ね塗りをしていない部分が青みを帯びて発色している。ぺんてる「ぺんてるサインペン」はややグレーがかっているが、パイロット「V ペン」と同じく黒色である。

また、消毒エタノールを用いた実験では、サクラクレパス「カラーサインペン」、ゼブラ「エリートケア」、ぺんてる「ぺんてるサインペン」、三菱鉛筆「ピュアカラー」は水色、パイロット「V ペン」は紫、ぺんてる「プラマン」は緑の色素が滲み出た。

(8) 水性顔料マーカーペン

全体的にインクの表面に光沢を持っているが、サクラクレパス「スケッチペン」は他のペンと違いマットな発色を

持っている。ゼブラ「水拭きで消せるマッキー」は重ね塗りをした部分のみ光沢を帯びている。また、全体的に黒色だがサクラクレパス「スケッチペン」、ゼブラ「紙用マッキー」、パイロット「ドローイングペン」、ぺんてる「はがきサインペン」、三菱鉛筆「プロッキー」はややグレーに近い黒色である。

また、消毒エタノールを用いた実験では、全ての試料は滲まず色素が滲み出なかったが、それぞれの試料を擦ったコットンには、黒い色素が付着していた。

3.3 耐水性についての実験結果

(1) 油性染料ボールペン

全体的に、試料を擦った綿棒に薄くインクの色が滲むが、試料の滲みは見られなかった。パイロット「アクロボール」のみ綿棒についた色が赤茶で、その他は青みがかったグレーであった。

(2) 油性顔料ボールペン

全体的に、試料を擦った綿棒に薄くインクの色が滲むが、試料の滲みは見られなかった。ゼブラ「スラリ」の綿棒に滲んだ色は青みがかったグレー、ぺんてる「ビクーニャ」は赤、三菱鉛筆「ジェットストリーム」は青、ぺんてる「ローリー」は薄グレーとなった。

(3) 水性染料ボールペン

綿棒に薄くインクの色が滲むが、ほとんどの試料に滲みは見られなかった。ぺんてる「エナージェル」のみ若干の滲みが見られ、綿棒には明るい黄色と深い緑色の滲みが見られた。また、パイロット「ハイテック」、パイロット「ハイテックポイント V10 グリップ」、パイロット「V コーン」の綿棒は桃色、ぺんてる「ボールぺんてる」の綿棒は緑色が付着していた。

(4) 水性顔料ボールペン

サクラクレパス「ボールサイン アクアクリップ」は滲みもなく、綿棒にもインクは滲まなかった。パイロット「マルチボール」も滲みは見られなかったが、綿棒に若干グレーが滲んだ。また、三菱鉛筆「ユニボールアイ」、「ユニボールシグノ」、「ユニボールビジョンエリート」も滲みは見られなかったが、綿棒に黒色が滲んだ。その他の試料は擦った部分の色が薄くなっており、綿棒に黒色のインクがそ

れぞれ滲んだ。

(5) 油性染料マーカーペン

綿棒に薄くインクの色が滲むが、試料の滲みは見られなかった。綿棒にはそれぞれ青みがかった薄グレーが滲んだ。

(6) 油性顔料マーカーペン

綿棒には薄く滲むが、試料の滲みは見られなかった。綿棒にはそれぞれ薄グレーが滲んだ。

(7) 水性染料マーカーペン

全ての試料に滲みが見られ、綿棒にも試料に滲み出た色素の色と同じ色が濃く滲んだ。それぞれ滲んだ色は、サクラクレパス「カラーサインペン」は紫、ゼブラ「エリートケア」は青緑、パイロットは濃いグレー、ぺんてる「ぺんてるサインペン」とぺんてる「プラマン」は緑、三菱鉛筆「ピュアカラー」は青であった。

(8) 水性顔料マーカーペン

全ての試料を擦った綿棒に黒色が滲んだ。サクラクレパス「サインペン」、サクラクレパス「スケッチペン」、サクラクレパス「ピグマ」、パイロット「スーパーブチ」、パイロット「ドローイングペン」は試料に若干の滲みが見られたが、その他の試料には滲みが見られなかった。

3.4 耐光性についての実験結果

(1) 油性染料ボールペン

2ヶ月間、日に当てた試料と日に当てなかった試料の2つを比べた中で、最も明度の差が大きい(褪色の変化が大きい)ペンはぺんてる「ジェイクラブ」で、元の明度が2.8に対し褪色後は4.9になり、差は+2.1であった。また、最も明度の差が小さい(褪色の変化が小さい)ペンは三菱鉛筆「ベリー楽ノック」で、元の明度が3.4に対し褪色後は3.9になり、差は+0.5であった。

色味については、ほとんどの試料は青みが抜けて、茶色みのある薄いグレーに褪色した。また、パイロット「スーパーグリップ」は赤みが抜けてグレーに褪色し、三菱鉛筆「パワータンク」も赤みが抜けて青みがかったグレーに褪色した。全ての試料の光沢もなくなり、褪色後はマットな発色となった。

(2) 油性顔料ボールペン

2ヶ月間、日に当てた試料と日に当てなかった試料の2

つを比べた中で、最も明度の差が大きい(褪色の変化が大きい)ペンはペンてる「ビクーニャ」で、元の明度が2.0に対し褪色後は3.1になり、差は+1.1であった。また、最も明度の差が小さい(褪色の変化が小さい)ペンはペンてる「ローリー」で、元の明度が3.0に対し褪色後は2.9になり、差は+0.1であった。

色味については、ゼブラ「スラリ」と三菱鉛筆「ジェットストリーム」は赤みが抜けて青みがかったグレーに褪色した。ペンてる「ビクーニャ」は黒から青みが抜けて濃いグレーに褪色した。また、試料の光沢もなくなり褪色後はマットな発色となった。しかし、ペンてる「ローリー」のみ褪色による色味の変化は見られなかった。

(3) 水性染料ボールペン

最も明度の差が大きい(褪色の変化が大きい)ペンはパイロット「ハイテックポイントV10」で、元の明度が2.6に対し褪色後は4.5になり、差は+1.9であった。また、最も明度の差が小さい(褪色の変化が小さい)ペンはペンてる「ボールペンてる」で、元の明度が2.1に対し褪色後は2.8になり、差は+0.7であった。

色味については、ほとんどの試料は青みが抜けて、茶色みのあるグレーに褪色した。

(4) 水性顔料ボールペン

最も明度の差が大きい(褪色の変化が大きい)ペンはサクラクレパス「ボールサイン」で、元の明度が2.9に対し褪色後は3.6になり、差は+0.7であった。また、最も明度の差が小さい(褪色の変化が小さい)ペンは三菱鉛筆「ユニボールアイ」で、元の明度が1.9に対し褪色後も変化せず、差は±0である。

色味については、ペンてる「マイクロボール」とサクラクレパス「ボールサイン80」が僅かに褪色し、青みが抜けて茶色みのある濃いグレーになった。その他の試料ではあまり褪色は見られなかった。また、唯一光沢のあったサクラクレパス「ボールサイン アクアクリップ」は日に当たった後も光沢が残っていた。

(5) 油性染料マーカーペン

最も明度の差が大きいペンはサクラクレパス「マイクロパーム」で、元の明度が3.2に対し褪色後は4.0になり、差は+0.8であった。また、最も明度の差が小さいペンは

三菱鉛筆「ピースマーカー」で、元の明度が2.8に対し褪色後も変化せず、差は±0である。

また、褪色による色味の変化はあまり見られなかった。

(6) 油性顔料マーカーペン

最も明度の差が大きいペンは三菱鉛筆「マッキープロ特殊用途DX」で、元の明度が2.3に対し褪色後は2.7になり、差は+0.4であった。また、最も明度の差が小さいペンはサクラクレパス「パインとマーカー」とパイロット「ペイントマーカー」で、元の明度が3.0と2.5に対し褪色後も変化せず、差は±0である。

また、褪色による色味の変化はあまり見られなかった。

(7) 水性染料マーカーペン

最も明度の差が大きいペンは三菱鉛筆「ピュアカラー」で、元の明度が3.0に対し褪色後は5.0になり、差は+2.0であった。また、最も明度の差が小さいペンはペンてる「ペンてるサインペン」で、元の明度が2.0に対し褪色後は2.1になり、差は+0.1であった。

また、全体的に色味の変化が大きく、サクラクレパス「カラーサインペン」は青みが抜けて桃色に、パイロット「Vペン」は青みが抜けて赤茶に、三菱鉛筆「ピュアカラー」は青みが抜けて茶色みのある薄グレーに褪色した。その他の試料にも褪色がやや見られ、ゼブラ「エリートケア」は青みが抜けて濃いグレー、ペンてる「プラマン」は赤みが抜けて濃いグレー、ペンてる「ペンてるサインペン」は青みが抜けて赤みのある黒となった。

(8) 水性顔料マーカーペン

最も明度の差が大きいペンはパイロット「スーパープチ」で、元の明度が2.4に対し褪色後は2.9になり、差は+0.5であった。また、最も明度の差が小さいペンはサクラクレパス「スケッチペン」、ゼブラ「水拭きで消せるマッキー」、ペンてる「はがきサインペン」と三菱鉛筆「プロッキー」で、それぞれ元の明度が2.5、2.5、2.8、3.4に対し褪色後も変化せず、差は±0である。

また、全体的に褪色による色味の変化は見られなかったが、光沢についてはパイロット「スーパープチ」と同社製の「ドローイングペン」が乾燥後に光沢が無くなっていた。

3.5 その他の実験結果

(1) 乾燥性

①油性染料ボールペン

サクラクレパス「グロッソボール」のみ直後に消しゴムを掛けた時、インクの引きずりが見られた。他の試料はインクの引きずりは見られなかったが、直後に消しゴムを掛けると光沢がなくなり、赤みが抜けて青みが強くなった。また、どの試料も30分後以降に消しゴムを掛けてもインクの引きずりは見られず、光沢と色味にも変化はなかった。

②油性顔料ボールペン

ゼブラ「スラリ」のみ直後に消しゴムを掛けた時、インクの引きずりが見られたが、30分後以降の試料に変化は見られなかった。三菱鉛筆「ジェットストリーム」は、直後に消しゴムを掛けた時光沢がなくなり、赤みが抜けて青みが強くなったが、30分後以降に変化は見られなかった。ぺんてる「ビクーニャ」は直後に消しゴムを掛けた時、光沢がなくなったが、色味に変化はなく、30分後以降に変化は見られなかった。ぺんてる「ローリー」は直後と30分後に消しゴムを掛けた時、インクの引きずりは見られなかったが、やや色が薄くなった。1日後の試料に変化は見られなかった。

③水性染料ボールペン

ぺんてる「エナージェル」のみ、直後に消しゴムを掛けても変化は見られなかった。他の試料は直後に消しゴムを掛けるとインクの引きずりが見られたが、30分後以降に変化のあるものはなかった。

④水性顔料ボールペン

パイロット「マルチボール」のみ、直後に消しゴムを掛けても変化は見られなかった。ぺんてる「ハイブリッド」とゼブラ「サラサ」はインクの引きずりは見られなかったが、直後と30分後に消しゴムを掛けると色がやや薄くなった。また、サクラクレパス「ボールサイン アクアクリップ」、サクラクレパス「ボールサイン80」、ぺんてる「アクロボール」、三菱鉛筆「ユニボールアイ」は、直後に消しゴムを掛けた時かなりのインクの引きずりが見られたが、30分後以降に変化は見られなかった。三菱鉛筆「ユニボールビジョンエリート」と三菱鉛筆「ユニボールシグノ」は、直後にややインクの引きずりが見られたが、30分後以

降に変化は見られなかった。

⑤油性染料マーカーペン

三菱鉛筆「ピースマーカー」のみ直後に消しゴムを掛けるとインクの引きずりが見られたが、30分後以降に変化は見られなかった。他の試料は直後に消しゴムを掛けても変化は見られなかった。

⑥油性顔料マーカーペン

サクラクレパス「ペイントマーカー」とパイロット「ペイントマーカー」は、直後に消しゴムを掛けるとインクの引きずりがやや見られるが、30分後以降に変化は見られなかった。他の試料は直後に消しゴムを掛けても変化は見られなかった。

⑦水性染料マーカーペン

全ての試料が直後に消しゴムを掛けた時にインクの引きずりが見られたが、30分後以降に変化は見られなかった。

⑧水性顔料マーカーペン

ゼブラ「水拭きで消せるマッキー」のみ、直後に消しゴムを掛けても変化は見られなかった。三菱鉛筆「ボスカ」は直後に消しゴムを掛けると色がやや薄くなったが、インクの引きずりはなく、30分後以降に変化は見られなかった。パイロット「ドローイングペン」は、直後に消しゴムを掛けると色が薄くなり、インクの一部がやや剥げたが、インクの引きずりは見られず、30分後以降に変化は見られなかった。他の試料は直後に消しゴムを掛けた時、かなりインクの引きずりが見られたが、30分後以降に変化は見られなかった。

(2) 使用感

黒ボールペンや黒マーカーペンを使用したときの書き味、握ったときのグリップの感触などを、A(たいへん良い)、B(ふつう)、C(やや違和感を感じる)で評価してみた。特筆すべきことを()に記した。

①油性染料ボールペン

- ・サクラクレパス「グロッソボール」…C

(書き味がやや重い。)

- ・サクラクレパス「スリモ」…C

(多色・多機能ボールペン。時々かすれたり、インクが出ないときがある。)

- ・ゼブラ「エアーフィット」…A

(多色・多機能ボールペンで重みがあるが、書き味が柔らかい。グリップが手にフィットする。)

- ・ゼブラ「クリップオンマルチ」…B

(多色・多機能ボールペン。)

- ・ゼブラ「ジムノック」…A
- ・パイロット「アクロボール」…A
- ・パイロット「スーパーグリップ」…B
- ・ぺんてる「eクリップ」…B
- ・ぺんてる「ジェイクラブ」…B

(グリップの形が三角形で持ちやすいが、書き味はやや重い。)

- ・三菱鉛筆「パワータンク」…B
 - ・三菱鉛筆「ベリー楽ノック」…C
- (書き味が硬く、手が疲れる。)

②油性顔料ボールペン

- ・ゼブラ「スラリ」…A
 - ・ぺんてる「ビクーニャ」…A
 - ・ぺんてる「ローリー」…B
- (出だしがかすれる。)
- ・三菱鉛筆「ジェットストリーム」…A

③水性染料ボールペン

- ・パイロット「ハイトック」…A
 - ・パイロット「ハイトックポイントV10 グリップ」…A
- (インクが出すぎている印象があり、インクがやや滲む。しかし力強くなめらかに書ける。)
- ・パイロット「Vコーン」…A
- (インクがやや滲む。)
- ・ぺんてる「エナージェル」…A
 - ・ぺんてる「ボールペんてる」…B
- (ペン先が丸い作り。インクがやや滲む。)

④水性顔料ボールペン

- ・サクラクレパス「ボールサインアクアクリップ」…C
- (インクが出すぎるためよくボテができる。細かい文章を書く場面には不向き。)
- ・サクラクレパス「ボールサイン80」…C
- (よくインクがかすれ、書き味も硬い。)
- ・ゼブラ「サラサ」…A
 - ・パイロット「マルチボール」…A

- ・ぺんてる「ハイブリッド」…A
 - ・ぺんてる「マイクロボール」…A
 - ・三菱鉛筆「ユニボールアイ」…A
 - ・三菱鉛筆「ユニボールビジョンエリート」…A
- (ユニボールアイよりも書き味がなめらか。)
- ・三菱鉛筆「ユニボールシングノ」…A

⑤油性染料マーカーペン

- ・サクラクレパス「マイクロパーム」…A
 - ・サクラクレパス「マイネーム」…B
 - ・ゼブラ「マッキー極細」…B
 - ・パイロット「ツインマーカー」…B
 - ・パイロット「なまえペン」…B
 - ・ぺんてる「タフネーム」…B
 - ・ぺんてる「ハンディエス」…A
- (ノック式のマーカーペン。やや臭いがある。)
- ・三菱鉛筆「ピースマーカー」…B

⑥油性顔料マーカーペン

- ・サクラクレパス「ペイントマーカー」…C
- (臭いがある。また、インクがよく出るため角を塗ると丸くにじみ、裏写りする。)
- ・ゼブラ「マッキープロ特殊用途 DX」…C
- (かなり独特の臭いがある。)
- ・パイロット「ペイントマーカー」…C
- (臭いがあり、裏写りする。)
- ・ぺんてる「ペイントマーカー」…C
- (臭いがある。)
- ・三菱鉛筆「パワフルネーム」…B
 - ・三菱鉛筆「ペイントマーカー」…C
- (太字は顔料インク、中字と細字は染料インクが使われている⁷⁾。臭いがし、裏写りする。)

⑦水性染料マーカーペン

- ・サクラクレパス「カラーサインペン」…A
 - ・ゼブラ「エリートケア」…A
 - ・パイロット「Vペン」…A
- (なめらかで書きやすいが、ペン先が万年筆のようになっているため、ある角度で書くとインクが出ない時がある。)
- ・ぺんてる「プラマン」…A

- ・ぺんてる「ぺんてるサインペン」…B
- ・三菱鉛筆「ピュアカラー」…B

⑧水性顔料マーカーペン

- ・サクラクレパス「サインペン」…B
 - ・サクラクレパス「スケッチペン」…A
- (文字を書くことには適していないが、自由自在に線の太さを変えられるようにペン先に細かい角度が付けられており、絵を描いたりスケッチする時に向いている。)
- ・サクラクレパス「ピグマ」…A
 - ・ゼブラ「紙用マッキー」…B
 - ・ゼブラ「水拭きで消せるマッキー」…B
 - ・パイロット「スーパーブチ」…B
 - ・パイロット「ドローイングペン」…A
 - ・ぺんてる「はがきサインペン」…B
 - ・三菱鉛筆「プロッキー」…B
 - ・三菱鉛筆「ポスカ」…B

4. 考 察

本章までに、油性染料、油性顔料、水性染料、水性顔料の4種類のインクの黒ボールペンと黒マーカーペンについて、いくつかの特徴を確認することができた。各々のペンがなぜ異なる特徴を持つのか、その原因について考察する。

インクには、色を決定付ける着色剤、インクを紙などに定着させる固定剤、着色剤と固定剤を混ぜ合わせる溶剤の3つから成っている。溶剤には油性と水性の2種類、着色剤には染料と顔料の2種類があり、これらを組み合わせて油性染料、油性顔料、水性染料、水性顔料の4種類のインクが存在することは先述した通りである。溶剤の油性と水性、着色剤の染料と顔料はそれぞれ特徴があり、それらの特徴がインクの性質に繋がるのではないかと考えられる。そのため、油性と水性、染料と顔料についてそれぞれの特徴を述べる。

まず、溶剤である油性と水性の違いと特徴を挙げる。有機溶剤の場合は油性と呼ばれ、耐水性に優れている。水の場合は水性と呼ばれ、臭いが少なく、軽い筆圧で書くことが出来るという特徴を持つ⁸⁾。

次に、着色剤である染料と顔料の違いと特徴について挙げる。溶剤に溶ける着色剤を染料、溶けないものを顔料という。染料を含む色素分子の大きさは10~30Å (10⁻¹⁰m)に対し、顔料粒子は数千から数万の色素分子から形成されており、大きさは0.05~1 μ (10⁻⁶m)であるとされる⁹⁾。染料は複数の色を混ぜ合わせることで新たな色を作ることができ、反面、粒子が小さく溶剤に溶けきっているため、光に長い時間当たると褪せてしまうという特徴を持つ。顔料は溶剤の中で均一に混ざった状態で筆記できるインクで、染料に比べて耐光性や耐水性に優れている¹⁰⁾。また、溶剤が水性であっても、着色剤で顔料を用いたインクは油性と匹敵する耐水性と耐光性がある¹¹⁾。

4.1 実験結果の考察

以上に述べた溶剤と着色剤の特徴を踏まえ、次からは実験の結果毎に考察する。

4.1.1. 実験1(明度に関する実験)の結果の考察

実験試料として使用した黒ペンの中で、一番明度が高かったペンは油性染料ボールペンのぺんてる「eクリップ」で、数値は3.8だった。また、明度の数値が3以上のペンが一番多く存在した種類は、油性染料ボールペンだった。

油性染料ボールペンと比べて、油性顔料ボールペンは染料よりも粒子が大きい顔料が使用されているため、明度が低いのではないかと考えられる。また、水性染料、水性顔料の黒ボールペンは、水性の特徴から書き味の滑らかなペンが多く、一度の使用時に出るインクの量が多いことから、明度が低いのではないかと考えられる。また、マーカーペンもペン先が太いものが多く、ボールペンよりもインクが多く出るため、明度が低いのではないかと考えられる。

4.1.2. 実験2(色味及び光沢に関する実験)の結果の考察

エタノールを湿らせたコットンで試料を拭き取る実験結果から、染料インクは青や赤、紫や水色などの色素が使われており、顔料インクは黒色の色素が使われていることがわかった。このことから、基本的に黒色の染料は単一では存在しないのではないかと考えられる。

油性顔料ボールペンに注目してみると、ぺんてる「ローリー」は黒色の色素が拭き取られているが、それ以外の試料は赤や紫の色素が拭き取られている。この実験結果から、

表3 4種類のインク別ボールペンのグルーピング

分類	ボールペン
OD	サクラクレパス「グロッソボール」 サクラクレパス「スリモ」
	パイロット「スーパーグリップ」 パイロット「アクロボール」
	ゼブラ「エアーフット」 三菱鉛筆「ベリー楽ノック」
OP	ゼブラ「スラリ」 三菱鉛筆「ジェットストリーム」
AD	パイロット「ハイテックポイントV10 グリップ」 パイロット「V コーン」
AP	サクラクレパス「ボールサイン 80」 ぺんてる「マイクロボール」 ぺんてる「ハイブリッド」 三菱鉛筆「ユニボールシグノ」
	ゼブラ「サラサ」 パイロット「マルチボール」 三菱鉛筆「ユニボールアイ」 三菱鉛筆「ユニボールビジョンエリート」

ぺんてる「ローリー」以外の油性顔料のボールペンは、顔料インクの他に染料インクもブレンドされていることがわかった。

また、市販の油性顔料ボールペンが少ないのは、おそらく顔料粒子が大きいいため、ペン先のボールにインクが詰まるおそれがあるからではないかと考えられる。ぺんてる「ローリー」は他の試料よりも明度が高く、黒みの発色が弱いことから、顔料の中でも比較的粒子の小さいものが着色剤として使われているのではないかと考えられる。そのため、インク詰まりせずに筆記することができるのではないかと考えられる。

4.1.3. 実験3(耐水性に関する実験)の結果の考察

染料は耐水性が低いという特徴を持つことは先述した通りである。しかし、実験3の結果から水性染料ボールペンの耐水性に問題がないことがわかった。おそらく、実験3では長時間水に浸すのではなく、水を一滴だけ滴下して綿棒で擦っただけだったため、あまり滲まなかったのでは

表4 4種類のインク別マーカーペンのグルーピング

分類	マーカーペン
OD	サクラクレパス「マイネーム」 ゼブラ「マッキー極細」 パイロット「ツインマーカー」 ぺんてる「ハンディ・エス」
	パイロット「なまえペン」 ぺんてる「タフネーム」
	サクラクレパス「ペイントマーカー」 パイロット「ペイントマーカー」 三菱鉛筆「パワフルネーム」 三菱鉛筆「ペイントマーカー」 ぺんてる「ペイントマーカー」
AD	なし
AP	サクラクレパス「サインペン」 サクラクレパス「ピグマ」 パイロット「スパープチ」 パイロット「ドローイングペン」
	ゼブラ「マッキー紙用」 ぺんてる「はがきサインペン」 三菱鉛筆「プロッキー」

ないかと考えられる。

また、油性染料、油性顔料、水性顔料の黒ボールペンと黒マーカーペンの耐水性に問題がないのは、先述した油性と顔料の特徴があるからと考えていだろう。

4.1.4. 実験4(耐光性に関する実験)の結果の考察

染料インクは耐光性が低く、顔料インクは耐光性が高いという特徴を持つことは先述した通りである。しかし、実験4の結果から油性染料マーカーペンの耐光性が高く、油性顔料ボールペンの耐光性が低いということがわかった。まず、油性染料マーカーペンは、ボールペンよりもペン先が太く出るインクの量が多いため、褪色が遅れたのではないかと考えられる。次に、油性顔料ボールペンは、ぺんてる「ローリー」以外のペンには染料インクが混ざっているため、耐光性が低い結果が得られたのではないかと考えられる。

表5 ペンの種類別のグルーピング

分類	ボールペン	マーカーペン
OD ・ OP ・ AD ・ AP	ぺんてる「ビクーニャ」(OP)、サクラクレパス「ボールサイン 80」(AP)、ぺんてる「マイクロボール」(AP)、ぺんてる「ハイブリッド」(AP)、三菱鉛筆「ユニボールシグノ」(AP)	三菱鉛筆「ピースマーカー」(OD)、サクラクレパス「ペイントマーカー」(OP)、パイロット「ペイントマーカー」(OP)、三菱鉛筆「パワフルネーム」(OP)、三菱鉛筆「ペイントマーカー」(OP)、ぺんてる「ペイントマーカー」(OP)
		ゼブラ「マッキープロ 特殊用途 DX」(OP)、ゼブラ「水拭きで消せるマッキー」(AP)

4.2 使用方法についての考察

ペン画の制作中に、使用していたペンのインクが切れて同じペンを購入しようとした時、その商品が品切れ等の理由で手に入らなかった場合、代用できる同じ特徴を持つペンを知っていれば、制作を滞りなく進めることが可能になるであろう。また、同じような特徴のペンを表にまとめ、代用できるペンを知っておくことで、効率よくペン画制作を進めることができよう。黒ボールペンと黒マーカーペンを特徴毎にグルーピングしてみることにする。例えば、三菱鉛筆「ベリー楽ノック」を使用中にインクが切れてしまった場合、代用できるのは、使用した直後の明度と乾燥後の明度が似ており、且つ、使用した直後の色味と乾燥後の色味が似ているゼブラ「エアーフット」である。このように、黒ボールペンをグルーピングする時は、実験1、実験2、実験4の結果が似ているもの同士をグルーピングしていくことにする。黒ボールペンの耐水性についてはほとんどのペンが問題なく、乾燥性についても30分経過すれば問題なくなるため、耐水性、乾燥性については、グルーピングする時の判断材料から除外する。また、黒マーカーペンも同様に、乾燥性についてはグルーピングする時は無視することにする。

表6 全てのペンのグルーピング

分類	ボールペン(B)とマーカーペン(M)
OD ・ OP ・ AD ・ AP	ゼブラ「サラサ」(AP, B) パイロット「マルチボール」(AP, B) 三菱鉛筆「ユニボールアイ」(AP, B) 三菱鉛筆「ユニボールビジョンエリート」(AP, B) サクラクレパス「サインペン」(AP, M) サクラクレパス「ピグマ」(AP, M)
	ぺんてる「ビクーニャ」(OP, B) サクラクレパス「ボールサイン 80」(AP, B) ぺんてる「マイクロボール」(AP, B) ぺんてる「ハイブリッド」(AP, B) 三菱鉛筆「ユニボールシグノ」(AP, B) ゼブラ「マッキー紙用」(AP, M) ぺんてる「はがきサインペン」(AP, M) 三菱鉛筆「プロッキー」(AP, M)
AP	ぺんてる「ボールぺんてる」(AD, B) 三菱鉛筆「ピースマーカー」(OD, M) サクラクレパス「ペイントマーカー」(OP, M) パイロット「ペイントマーカー」(OP, M) 三菱鉛筆「パワフルネーム」(OP, M) 三菱鉛筆「ペイントマーカー」(OP, M) ぺんてる「ペイントマーカー」(OP, M)

まず、油性染料、油性顔料、水性染料、水性顔料の4つの種類のインクごとに、黒ボールペンと黒マーカーペンを分けてグルーピングしてみた(表3、4参照)。

次に、購入の幅を広げるため、インクの種類を超えて、黒ボールペンと黒マーカーペんに分けてグルーピングをしてみた(表5参照)。

最後に、ペン画制作において細かい描写に適したボールペンと、ベタ塗りなどの大きな面を塗りつぶすことに適したマーカーペンの使い分けができるよう、黒ボールペンと黒マーカーペンの種類を越えてグルーピングをしたところ、表6のような分類が可能となった。

5. ま と め

本研究において、市販の油性染料、油性顔料、水性染料、水性顔料の4種類のインクの黒ボールペンと黒マーカーペンを用いて、明度や色味の違い、耐水性や耐光性、乾燥性について調べてみたところ、以下のような知見が得られた。

- 1) 明度が高いペンが多いのは油性染料ボールペンである。
- 2) 顔料インクは黒い色素が用いられているが、染料インクは紫や赤、青などの色素を混ぜて黒色を作っている。
- 3) 油性顔料ボールペンは、実際には染料も混ざっている。ぺんてる「ローリー」のみ染料が混ざっていないため、純粋の油性顔料ボールペンはぺんてる「ローリー」のみである。
- 4) 油性染料ボールペン、水性染料ボールペン、水性染料マーカーペンは耐光性が低い。また、ぺんてる「ローリー」以外の、染料がブレンドされている油性顔料ボールペンも耐光性が低い。
- 5) 油性顔料と水性顔料の黒ボールペンと黒マーカーペンは耐光性が高い。油性染料マーカーペンも2ヶ月間乾燥させただけでは耐光性に問題がない。
- 6) 油性染料と油性顔料、水性顔料の黒ボールペンと黒マーカーペンは耐水性が高い。水性染料ボールペンも水を滴下しただけでは耐水性に問題がない。
- 7) 黒ボールペンと黒マーカーペンのうち、使用した直後に光沢があるものでも、乾燥後にはほとんどのペンの光沢はなくなる。
- 8) 全てのペンは30分経てば乾燥性に問題がない。

6. お わ り に

ペン画制作を契機として、市販の黒ボールペンと黒マーカーペンの明度や色味、耐水性や耐光性、乾燥性などの各々の特徴とインクの性質について、実験を通して考察を行ってきた。本稿がペン画を指導される方々や、制作される皆さんの一助になれば幸いである。

注

- 1) 日本筆記具工業会「ボールペンのインキについて」を参考にした。URLは以下の通り。
http://www.jwima.org/pen/ballpen4_1.html
- 2) 同上
- 3) 三菱鉛筆公式ホームページのお客さま相談室「油性・水性・ゲルインクの違いは何か」を参考にした。URLは以下の通り。
http://www.mpuni.co.jp/customer/ans_15.html
- 4) ゼブラ公式ホームページによれば、油性と水性（ゲル）を混ぜ合わせたインクのことで、W/O型エマルジョンインク、または油中水滴型インクと呼ばれる。油性のしっかりした手応えと、ゲル（水性）のさらさらした軽さを兼ね備えたインクとある。URLは以下の通り。
<http://www.zebra.co.jp/pro/surari/>
- 5) ペんてる公式ホームページによれば、着色剤である顔料と染料をブレンドした染顔料のインク。顔料の特性である耐水性・耐光性と、染料の紙への浸透力が合わさり、発色に優れ、テカリのない純粋な黒色が出せる。とある。URLは以下の通り。
<http://www.pentel.co.jp/products/ballpointpens/oilbased/vicuna/>
- 6) マンセルシステムの「Neutral Value」を使用して明度（0.5刻み）を測定した。これを基準に目測で0.1単位の加減修正を加えている。『マンセルシステムによる色彩の定理』（日本色研発行）の無彩色18段階を使用した。
- 7) 三菱鉛筆公式ホームページによれば、細字と中字は黒色染料、太字にはカーボンブラック（顔料）が使用されている。URLは以下の通り。
http://www.mpuni.co.jp/products/felt_tip_pens/felt_tip_pens_oil_based_details.pdf
- 8) 前掲1)
- 9) 瀧本浩「染料技術発展の系統化調査」の第2章第1節「色素、染料、顔料の定義及び特徴」を参考にした。また、1Å（オングストローム）=0.0001μm（マイクロメートル）。

URL は以下の通り。

<http://sts.kahaku.go.jp/diversity/document/system/pdf/069.pdf>

- 10) 三菱鉛筆公式ホームページのお客様相談室「油性と水性、染料と顔料の違いは何か」を参考にした。URL は以下の通り。

http://www.mpuni.co.jp/customer/ans_33.html

- 11) 三菱鉛筆公式ホームページのお客様相談室「筆跡の保存性能を知りたい」によれば、

顔料を用いた水性ボールペンやゲルインクボールペは、油性ボールペンと同等以上の耐水性、耐光性がある。

とある。URL は以下の通り。

http://www.mpuni.co.jp/customer/ans_18.html