

## 1.1

### 塗料の機能

塗料の機能は「保護と美観」と呼ばれる。塗料は塗られた物（被塗物と呼ぶ）が錆や腐食、紫外線、風化、などによって劣化することを防止する。この作用を「保護」と呼ぶ。また、塗料は被塗物の表面に色彩や光沢感、マット感、光輝感などの視覚的効果を付与することで、見た目を美しくする。この作用を「美観」の付与と言う。

つまり、塗料はそれだけが単独で人の役に立つのではなく、被塗物である自動車や家電製品、船、橋梁、家、ビルディングなどが主役であり、塗料は脇役として、これらの物品に塗装され、劣化環境から保護し、見た目の美しさを付与することで初めて価値を発現する。インクや絵の具も、組成や見た目は塗料とよく似ているが、それらによって描かれた字や絵、パターンが、情報の伝達や保存、感情の表現などの機能を直接果たす点が大きな違いである。

被塗物の材質の違いによって使用される塗料は様々であるが、付与する美観については概ね共通している。一方、保護に関しては基材によって対象とする劣化要因が異なる。表 1.1 に被塗物の材質と劣化現象および劣化の要因を示す。塗料は、これらの劣化要因が被塗物と直接接触するのを防止したり、被塗物表面に到達する量や速度を抑制したりすることで劣化を抑制する。

実際の塗装では、下塗り塗料と上塗り塗料のように、複数の塗料がシステムとして適用される場合が多い。この場合、下塗り塗料が錆の抑制と被塗物への密着、上塗り塗料が美観の付与と風雨による劣化の防止というように、主な機能を分担させる。

最近では、「保護と美観」の基本的な機能に加えて、新しい別の機能を付加した塗料や、基本機能ではあるが従来の塗料よりも飛躍的に特定の機能が向上した塗料が登場している。これらは総称して機能性塗料と呼ばれている。表 1.2 に機能性塗料の例を示す。表に示した機能の名称に「塗料」を付けて呼ばれることが多く、例えば、耐擦り傷性塗料といった具合である。硬い布

表 1.1 被塗物による劣化現象と劣化要因の違い

被塗物（基材）	劣化現象	劣化要因
金属	酸化（錆、腐食）	水、酸素 腐食物質（塩素イオン、 酸、アルカリ）
コンクリート モルタル セメント 石材	アルカリ骨材反応 凍害 中性化（鉄筋の腐食） 塩害（鉄筋の腐食）	水、二酸化炭素
木材	腐食	菌、虫、紫外線、風雨
プラスチック	脆化、白化	紫外線

表 1.2 色々な機能性塗料

機能の分類		機能の名称
機械的機能	高強度、高剛性等、荷重（外）力 に対する力学的性質	耐擦り傷性、自己治癒性（セルフヒー リング）、潤滑、防滑
熱的機能	熱に対して特別に作用する性質	耐熱、遮熱、断熱、耐火
電氣的機能	電気や磁気に対して特別に作用する 性質	絶縁、導電、透明導電、帯電防止、電 磁波吸収・シールド
光学的機能	光に対して特別な応答をする性質	蛍光、蓄光、再帰反射（道路標示）
生態機能	生態との親和性を制御する性質	防汚、抗菌、防カビ、防藻、防腐、防 虫、ソフト感覚
表面エネル ギー的機能	表面への吸着性、接着性、粘着性 に対して作用をする性質	非粘着性、ストリップابل、着水・着 雪防止、撥水・撥油、落書き・貼紙防止
分離機能	混合気体や液体から必要な成分を 分離する性質	消臭、ガスバリアー、透湿性、防水性

（多くの場合、機能の名称に「塗料」が付く）

で塗膜を擦ると、一般的な塗膜では擦り傷が表面に付くが、耐擦り傷性塗料は付きにくい。

表 1.2 に示した機能性塗料の特徴は機能の名称から、概ね想像可能と思われる、機能の発現メカニズムから材料設計まで記載すると一冊の本にできるほどであるので、ここでは名称を列挙するに留める。

## 1.2

## 塗料の構成成分

塗料は、樹脂、顔料、溶剤と、少量の添加剤から構成される（表 1.3）。これら各成分については、それぞれ次章以降に詳細に解説する予定であるが、塗料における役割は下記の通りである。

表 1.3 塗料の構成成分とその役割

成分	具体例	役割
樹脂	天然樹脂、ワックス、合成高分子重合体	塗膜の連続相を構成、被塗物への密着、水等の透過防止、顔料を保持
顔料	着色顔料、光輝顔料、体質顔料、防錆顔料	塗膜に色彩や意匠性を付与、塗膜に基材隠ぺい性を付与、塗料の比重や塗膜硬度の調整、金属製被塗物の錆を抑制
溶剤	有機溶剤、水	樹脂を溶解もしくは分散、塗料の粘度を調整、均質な塗膜を形成
添加剤	消泡剤、表面調整剤、顔料分散剤、増粘剤、紫外線吸収剤、防腐剤	塗料性能（光沢、発色、光輝感など）の向上、塗料の安定性（顔料沈降、色相変化、腐敗など）の改善、塗装作業性（レベリング、霧化塗装時の微粒化など）の調整

## ▶ 1.2.1 樹脂

塗膜の連続相となり、粒子状の固体である顔料を保持する成分である。塗膜の被塗物への密着や、塗膜を水や腐食物質が透過するのを抑制するのも樹脂の役割である。連続相を構成し、分散相の顔料をバラバラにならないようにくっつけ合わせるので、バインダー（binder）樹脂などとも呼ばれる。

樹脂は松やニや漆のような樹液で水に溶解しにくく、逆にアルコールやテレピン油といった有機溶媒に溶けやすい物質が語源である。その溶媒が揮発した後は薄膜状の高分子物質となって残る性質があるので、従来から塗料として用いられてきた。これらは、動物（昆虫）由来のシェラックなども含

めて天然樹脂と呼ばれる。

現在の塗料用樹脂は、天然樹脂も一部使用されるが、ほとんどは工業的に生産される合成樹脂である。合成樹脂は、多種多様な低分子の単量体（モノマー）を化学反応で繋ぎ合わせて、高分子量化したものである。モノマーを繋ぎ合わせる操作を重合と呼び、重合させる化学反応形式の違いで、アクリル樹脂やポリエステル樹脂、ポリウレタン樹脂などと分類される。塗料用合成樹脂では、単一種類のモノマーだけからなる樹脂（ホモポリマーと呼ばれる）は稀で、何種類ものモノマーを組み合わせて（共重合体もしくはコポリマーと呼ばれる）、膜の硬さや柔軟性、基材への密着性、硬化性を調整し、用途に応じた性質・性能を発現させる。

硬化剤もしくは架橋剤と呼ばれる化学物質を樹脂と混合し、塗装の後に樹脂分子同士を架橋させて塗膜を強靱にするタイプの塗料も多数存在する。実際には、硬化剤の選択や、性質の異なる複数の樹脂を混合するなど、バインダーシステムとしての設計が重要である。塗膜の性能は樹脂（バインダーシステム）で決まると言っても過言ではない。

塗料用樹脂に関して、高分子化合物やポリマーという言葉も使用される。高分子化合物とは分子量が大きい化合物のことで、分子量が概ね1万以上の化合物を指す。高分子を英語に訳すと macromolecules であるが、実際の物質としては種々の単量体（モノマー）と呼ばれる反応性を持った低分子化合物がいくつも化学反応で繋がった（重合した）重合体を中心となっているので、重合体の意味であるポリマー（polymer）が高分子と同義に使用されることが多い。高分子化合物より分子量が低い化合物が低分子化合物ということになるが、塗料関連では溶剤や界面活性剤のように分子量が1000以下のものがイメージされていることが多い。

高固形分塗料用樹脂やメラミン樹脂、エポキシ樹脂などでは分子量が1万に満たないものも多く使用されており、これらは厳密には高分子化合物ではなくオリゴマー（oligomer）と呼ぶ。

### ▶ 1.2.2 顔料

顔料は塗膜中で微小な粒子状態で存在する。粒子径は通常、数100 nm～数10 μm 程度であるが、形状は球状、レンガ状、針状、鱗片状など様々であ

る。顔料は役割によってさらに表 1.3 の具体例に示すように、着色顔料、光輝顔料、体質顔料、防錆顔料などと分類される。

着色顔料は、光を吸収もしくは、散乱、反射して、塗膜に色彩や意匠性を付与すると同時に被塗物を隠ぺいする。

光輝顔料は粒子形状が鱗片状で、塗装後には被塗物表面に平行に配向し、光を反射したり干渉したりすることにより塗膜外観に異方性（見る角度によって色相や明度、光反射率などが変化すること）を付与する。

体質顔料の役割は、塗料の比重や粘度の調製、塗膜への硬度付与、増量剤としてのコストダウンなどである。

防錆顔料は、塗膜下の pH を鉄の腐食が生じ難い塩基性に保ったり、腐食抑制物質（インヒビターイオン）を放出したりして金属製被塗物の錆発生を抑制する。また、鉄よりも先に自分自身が酸化されて鉄を酸化されないようにする犠牲防食と呼ばれる効果で錆を防止する

通常、一つの塗料には、複数種類の顔料が混合して用いられる。

また、塗料生産工程には凝集した状態で供給されるので、単純な混合操作ではなく、分散機を用いた顔料分散工程により解凝集して用いる必要がある。

### ▶ 1.2.3 溶剤

溶剤の役割は、樹脂を溶かし顔料を分散させて、塗料をこれら成分の偏在がない均質な液状物質にすることである。また、塗料を塗装し易い粘度に調整し、被塗物表面に欠陥なく均一に塗り広げられるようにする。

### ▶ 1.2.4 添加剤

樹脂、顔料、溶剤は塗料の主要三成分と呼ばれ、塗料成分の大多数を占めるが、塗料の製造、保管、塗装、塗膜としての機能発現という各ステージを通じて、問題を生じさせないためには、これら主要成分の働きだけでは十分と言えない。これを補い、少量の添加で特定の機能を発現するのが添加剤である。添加剤は表 1.3 に示したほかにも多種多様なものが使用され、多くはその名称で機能が推測できる。例えば、塗料をかき混ぜると泡が生成するが、泡が生成してもすぐに破泡させたり、生成しにくくしたりするのが消泡剤である。

## 1.3

## 塗料と塗膜の構造

塗料は、1液常乾ラッカー塗料や2液高固形分塗料などのように、塗料や塗膜の構造、構成成分の名称、硬化条件などを用いて呼ばれる。これらの分類の元になる塗料・塗膜の構造については、次章以降に詳細に解説する予定であるが、概要を下記に示す。

### ▶ 1.3.1 各成分の塗料・塗膜中での存在状態

一般的な塗料および塗膜中で、樹脂、顔料、溶剤が存在している状態を、模式的に図1.1に示す。

塗装前の塗料中では樹脂は溶剤に溶解しており、顔料は溶けないで粒子状に散らばっている。顔料のこの状態を「分散している」という。図に示したような溶剤に溶解している樹脂のほかに、分散している樹脂もある。これらは、エマルション樹脂やディスパージョン樹脂と呼ばれる。特に、有機溶剤に分散した樹脂はNAD（Non Aqueous Dispersion）樹脂と呼ばれる。

塗料が塗装されると、時間の経過とともに溶剤が蒸発し、最終的には樹脂と顔料からなる塗膜が形成される。乾燥過程で加熱される場合もある。塗膜中では樹脂が形成する連続相の中に顔料が分散している。塗膜中の樹脂分子

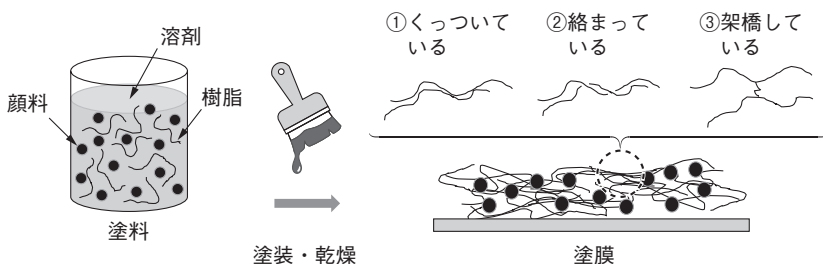


図1.1 塗料・塗膜中の構成成分（イメージ）