

洗剤の添加剤[4]：蛍光増白剤

(Ver.1.00, 2005.1.4)

横浜国立大学教育人間科学部 大矢 勝

衣類の洗濯用洗剤の中で、下着やワイシャツ等の白物衣料の洗浄を目的とするものの多くに、蛍光増白剤という添加剤が配合されています。今回は、この蛍光増白剤の作用と種類・化学構造等について説明したいと思います。

[蛍光増白剤の配合目的]

衣類の素材に用いられる繊維は、着用・洗濯を繰り返していくうちに黄ばみが生じてきます。その原因は大きく2つに分けられます。一つ目には繊維素材自体の変化が挙げられます。木綿等の天然繊維は、本来黄ばみを有しているのですが、製品にされる段階で漂白され、黄ばみが取り除かれます。しかし、着用・洗濯を繰り返すうちに、太陽光、空気中の酸素等の影響を受けて劣化し、黄ばみが生じてきます。また、洗濯でも取り除けない油性成分や蛋白質成分等の汚れが沈着してくると、汚れ成分由来の黄変現象が引き起こされま

す。この黄変現象に対応するためには、黄変現象を目立たなくするような光が生じればよいのですが、その黄変カバーするような光を発する物質が蛍光増白剤です。

[黄変回復のメカニズム]

続いて黄変現象を科学的に捉えるために、光と色の関係から黄変とは何かをみていきましょう。私たちは物体の色を目で捉えています。その際にどのような仕組みで色を捉えているのでしょうか。私たちの目は光を捉えるようになっています。光が存在しない状態では、私たちの目は何も感じる事ができません。よって私たちは目に入ってくる光からものの形や色を識別しているのです。

その中の色の識別は、光の波長によってなされます。光は電磁波の一種ですが、人間の目で光と

して感じることでできるのは、400nm～700nm程度の波長の電磁波です。それぞれの波長の光は私たちの目で次表の色として感じられます。

スペクトル色とその吸収による補色

光の波長(nm)	スペクトル色	補色
400～435	青紫	黄
435～480	青	黄橙
480～500	青緑	橙～赤
500～560	緑	赤紫
560～580	黄緑	紫
580～595	黄	青紫
595～605	橙	青緑
605～705	赤	緑

太陽光線には、これらの波長の光がほぼ均一に含まれており、その太陽光線がある物体に照射され、反射光が私たちの目に入ってきます。その反射光に上記の波長の光が均一に含まれていれば、私たちには白～灰色の無彩色と感じ、波長に偏りがあれば有彩色として感じるようになります。

さて、私たちの目で黄色に感じる物体は、太陽光が当たっても、ある波長の光を吸収してしまい、反射光スペクトルに偏りが生じているのです。具体的には、上表の補色の欄が関係します。黄色に見えるということは、400～435nmの青紫のスペクトルが物体に吸収され、私たちにはその補色である黄色として感じるようになるのです。

すると、黄変回復のメカニズムが見えてきます。物体が400～435nmの光を吸収するために黄色に見えるのですから、対応策としては435～700nmの光も吸収して反射スペクトルを均一にする、400～435nmの光を発するようして反射スペクトルを均一にする、の2通りの手法が考えられます。

の手法は、具体的には対象物体に青色系統に薄く着色する操作で、青味付けといわれます。

の手法は蛍光増白剤で処理する手法です。青味付けでは当初よりも全体の反射率が低下するため、黄ばみは目立たなくなっても、全体的に明るさが低下し、暗い雰囲気になってしまいます。一方で蛍光増白剤で処理すると、反射光の全体量も当初と比べて低下しないため、明るさの低下がなく黄ばみの打消しが可能になります。

[蛍光とは]

さて、続いて光を発するとはどういうことか、蛍光の意味から説明することにしましょう。物質が外部からのエネルギーを受けて励起され、発光する現象をルミネセンスと呼びます。このルミネセンスは更に、外部からのエネルギーを受けている間だけ発光する蛍光と、外部からのエネルギー供給を止めても暫く発光が続くりん光に分けられます。

蛍光現象を引き起こす蛍光体は、外部から与えられたエネルギーを吸収して、それよりも低エネルギーの光、すなわち低振動数または長波長の光を発します。蛍光灯は真空管の内壁に蛍光体を塗布し、真空管の中の両端においた電極の間に放電してエネルギーを与え、蛍光を発する構造になっています。また、蛍光ペンなどでは種々の色の光を発する蛍光塗料が用いられています。

一方、洗濯用洗剤に含まれる蛍光増白剤には、紫外線を吸収して 400 ~ 450nm 付近の蛍光を発する蛍光物質が用いられます。紫外線は人間の目では明るさとして捉えることができませんから、紫外線を含む光の環境下では、単純に明度が上がるように感じるのです。

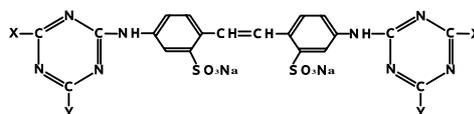
なお、「蛍光染料」との名称もしばしば見受けられますが、特別な青色の蛍光、緑色の蛍光等を発する染料も蛍光塗料に含まれますから、黄ばみ消しのための蛍光増白剤とは厳密には意味が異なります。蛍光増白剤は蛍光染料に含まれますが、蛍光塗料が洗剤に含まれる蛍光物質であるとの説明は誤りになります。

[蛍光増白剤の種類]

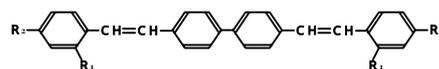
代表的な蛍光増白剤はビス(トリアジニルアミ

ノ) スチルベンジスルホン酸誘導体やビスチリルビフェニル誘導体があります。

代表的な蛍光増白剤の化学構造



ビス(トリアジニルアミノ)スチルベンジスルホン酸誘導体



ビスチリルビフェニル誘導体

ビス(トリアジニルアミノ)スチルベンジスルホン酸誘導体

まず、名称からみていきましょう。トリアジンは $C_3H_3N_3$ で表される 3 個の窒素を含む六員環を指します。上図は 1,3,5 トリアジンをもとした構造です。トリアジニルアミノとはトリアジンを [triazine] で表すと、 $-NH-[triazine]$ の構造の基を示します。ビスは 2 を示す接頭語です。スチルベン はベンゼン環構造を [benzene] とすると、 $[benzene]-CH=CH-[benzene]$ で表される構造です。スルホン酸は、 $-SO_3H$ 基で、一般的なスルホン酸塩は $-SO_3Na$ になります。

の部分には次のような構造が入ります。

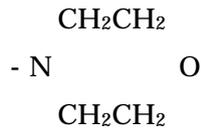
- NH - [benzene]
- NH - [benzene] - CH_3
- NH - [benzene] - OCH_3
- NH - [benzene] - SO_3Na
- NH - [benzene] - SO_2NH_2
- OCH_3
- $OCH_2CH_2OCH_3$
- Cl
- $NHCH_3$

また Y の部分には次のような構造が入ります。

- NH_2
- NH - [benzene]
- OCH_3
- NH - CH_3
- NH - C_2H_5
- OH

- NH - CH₂CH₂OH
- N(CH₃)CH₂CH₂OH
- N(CH₂CH₂OH)₂
- [morpholine]
- N(CH₃)CH₂CH₂SO₃H

但し、[morpholine]は下図に示す環状構造のモルホリノ基 (- NC₄H₈O) を示します。



ビス(トリアジニルアミノ)スチルベンジスルホン酸誘導体は水分散型で、塩素系漂白剤や漂白活性化剤 + 酸素系漂白剤の系ではやや不安定になります。

ビススチリルピフェニル誘導体

スチリルとは - CH = CH - [benzene] の形の基を表します。ピフェニルはジフェニルとも呼ばれ、[benzene] - [benzene] で表される構造です。図中の R₁ には - SO₃Na が R₂ には H か Cl が入ります。

ビススチリルピフェニル誘導体は水溶性型で漂白剤に対して安定です。