

ナイロン水着の塩素および塩素/日光 堅ろう度について

京都工芸繊維大学 脇田 登美司
(共同研究者) 同 宮城 寛

A Study on the Color Fastness to Chlorine and Chlorine/Light of Nylon Swimming Wear

by

Tomiji Wakida, Hiroshi Miyagi
Kyoto Technical University

ABSTRACT

In order to investigate the effect of chlorine and chlorine/ultraviolet ray on the color fastness of nylon swimming wear, nylon fabrics dyed with two acid dyes were treated with an aqueous sodium hypochlorite solution varying the concentration and pH. Oxidation potential of the solution increases with decrease of pH. Although the dyes in the solution faded in the same order with increase of oxidation potential of sodium hypochlorite, the dyes on the fabrics faded to a greater degree at pH 7 than at pH 5. In view of the result achieved, it seems that internal structure of the fiber greatly affects to the fading of dyeings.

Ultraviolet ray exposure during the treatment activates the decomposition of sodium hypochlorite and promotes the fading of the dyes. Fiber also gets degradation by the treatment.

緒 言

スポーツ用衣料はそれぞれの目的によって、特別の性能を要求される場合が多い。水泳用水着は

一般にナイロン布が使われており、プールの水が衛生管理上塩素殺菌されているために、活性塩素による染色物の異常退色が消費性能の観点からしばしば問題になっていることは周知のとおりであ

る。

本研究では、ナイロン水着の塩素水堅ろう度という立場から、酸性染料染色ナイロン布をいろいろな pH の次亜塩素酸ソーダ水溶液で処理し、退色挙動を調べた。

また、戸外の水泳プールでは真夏の直射日光をうけることも考えられるので、染色布を次亜塩素酸ソーダ水溶液で処理する際に、紫外線を照射した場合の退色挙動を調べ、塩素/日光複合堅ろう度についても検討した。

さらにナイロン染色布の塩素水処理では、染料の退色のほかに、繊維自身も塩素の作用をうけると考えられる。そこで、いろいろな条件で塩素水処理したナイロン6繊維の機械的性質についても若干検討した。

実験方法

ナイロンジャージを2種類の酸性染料、Kayanol Cyanine Green G (C.I. Acid Green 25, λ_{max} 640nm, 以下染料 I), Suminol Milling Sky Blue RW (C.I. Acid Blue 204, λ_{max} 630nm, 以下染料 II) で、3% o.w.f., 95°C で 2h 染色した。

これを、次亜塩素酸ソーダで有効塩素 5, 10, 20, 50, 100ppm, 酢酸と炭酸ソーダで pH 5, 7, 9, に調整した浴比 1:1000の水溶液中で、かきまぜながら時間を変えて処理した。

次亜塩素酸ソーダの酸化電位は、白金電極を使用し、pH メータで測定した。

次亜塩素酸ソーダ水溶液で処理した染色布の表面濃度は、日立カラーアナライザ 307 を使用し、最大吸収波長の反射率から K/S 値をもとめた。

次亜塩素酸ソーダ水溶液による染色布の退色実験を、紫外線照射を併用した場合についても行った。紫外線ランプは東芝退色試験用水銀ランプ H-400F を用い、照射距離 30cm で処理した。0.02g/l 染料水溶液についても、染色布の場合と

同様に退色実験を行った。

また、20d ナイロンフィラメントを、染色布の退色試験と同じ条件のもとで、次亜塩素酸ソーダ水溶液で処理したあと、オートグラフによって荷重～伸度曲線を測定し、ヤング率をもとめた。

実験結果と考察

(1) ナイロン染色布の塩素水中での退色

水泳プールで水着を使用する場合の有効塩素濃度はほぼ 1ppm で、中性に近いといわれている。

染料 I, 染料 II で染色したナイロン布を、塩素濃度および pH 7 を変えて 5 時間処理した場合の K/S 値を図 1, 図 2 に示した。

塩素濃度の増大に伴って、当然退色も促進される。退色に対する浴の pH 依存性も大きく、pH が低くなると次亜塩素酸ソーダの酸化電位が大きくなるので、染料の退色は促進されるが、いずれの染料についても pH 7 で最も退色が大きく、pH が 7 より低くなると逆に退色が少なくなる傾向にある。

次亜塩素酸ソーダによる退色は HOCl, ClO⁻

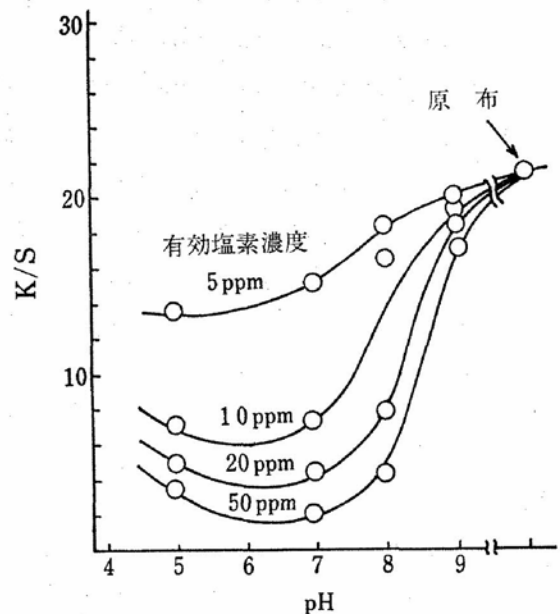


図1 Kayanol Cyanine Green G 染色ナイロン布の塩素水処理による退色

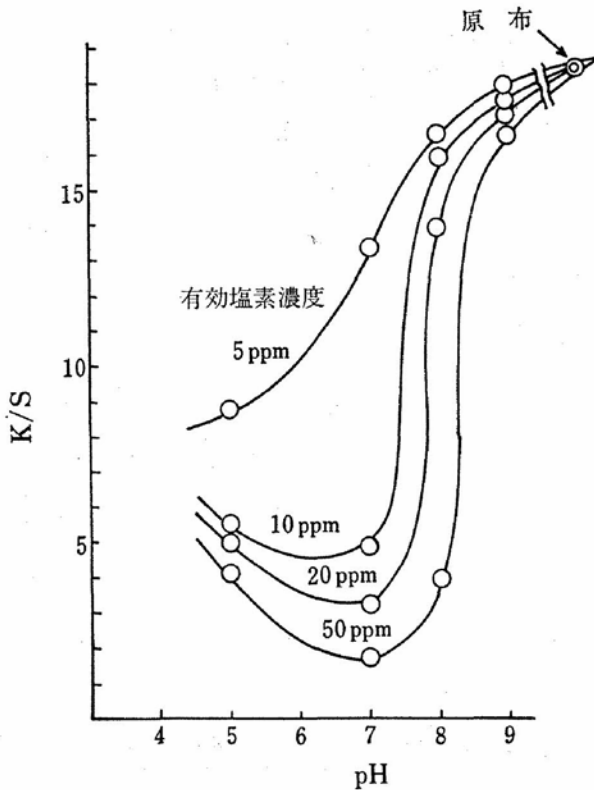


図2 Suminol Milling Sky Blue RW 染色
ナイロン布の塩素水処理による退色

の分解による酸化作用で^{1,3)}, 次亜塩素酸ソーダの酸化電位に対する pH 依存性を図3に示した。

pH が低くなるほど酸化電位は増大する。しかし、次亜塩素酸ソーダの酸化電位と退色の傾向は必ずしも一致しない。

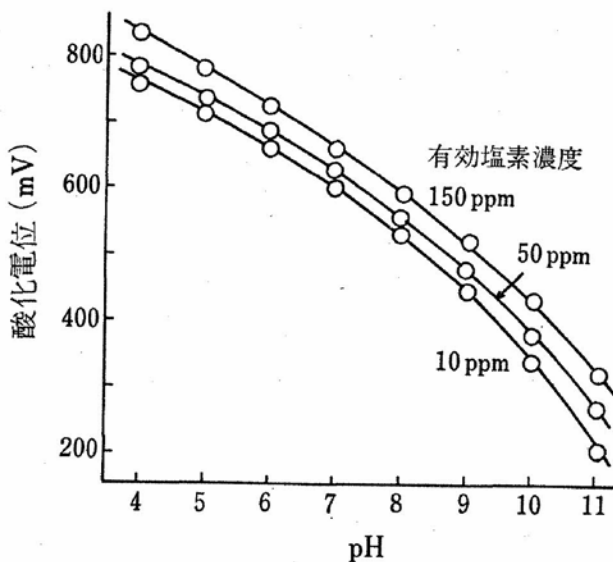


図3 次亜塩素酸ソーダ水溶液の酸化電位

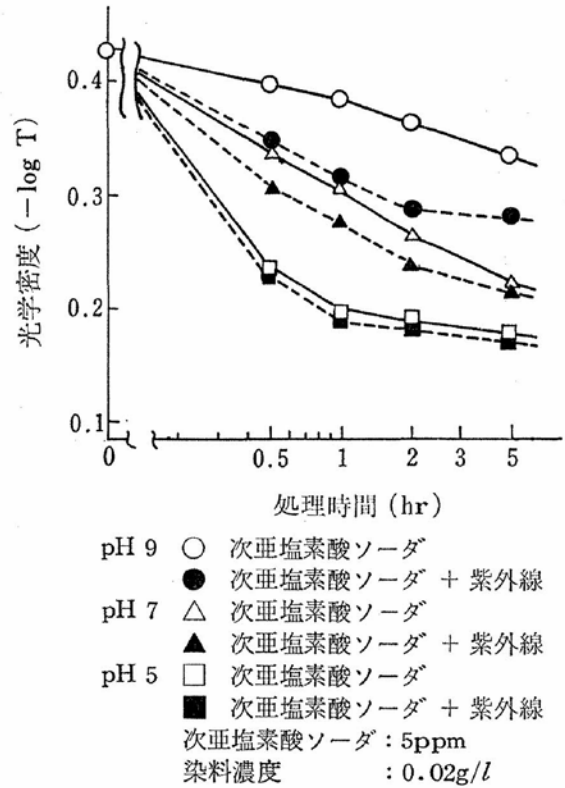


図4 Suminol Milling Sky Blue RW 水溶液
の塩素水退色に対する紫外線照射の効果

一方、染料Ⅱの次亜塩素酸ソーダ水溶液について、pH 5, 7, 9における退色速度曲線を図4に示した。

pH が低くなるにしたがって、 $pH\ 9 < pH\ 7 < pH\ 5$ の順に退色が増大する。

これらの結果から、塩素水による染料の退色は、染料分子と活性塩素が水溶液中で自由に移動し、接触できる状態で存在する場合と、繊維に吸着され、拘束された場合とではかなり事情が異なると考えられる。

たとえば、繊維の吸水性などの巨視的な構造のほかに、ナイロン繊維の末端アミノ基に塩素が吸着して不活性化されるために²⁾, 繊維中での活性塩素濃度は浴中の濃度とは異なると思われる。たとえば、pH 9に調整した次亜塩素酸ソーダ水溶液中に木綿、ナイロン、絹の未染色白布を投入した場合の水溶液中の次亜塩素酸ソーダの時間的な濃度変化を図5に示した。

次亜塩素酸ソーダ単独では、ほとんど濃度変化

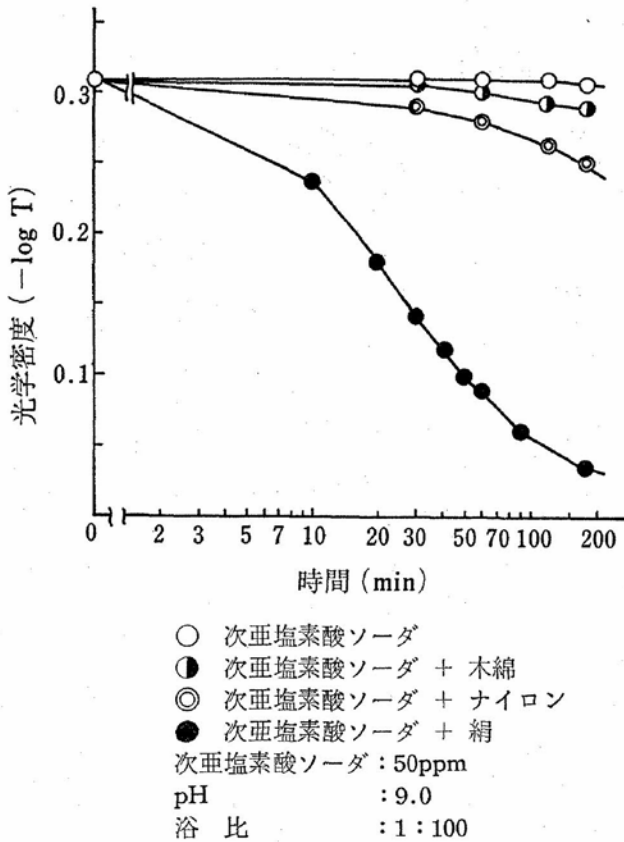


図5 次亜塩素酸ソーダ水溶液中に木綿, ナイロン, 絹を投入した場合の濃度変化

は認められないが、木綿<ナイロン<絹の順に濃度低下が大きくなり、アミノ基をもった吸水性の大きい絹の場合は著しく低下する。

このように、染料を吸着した繊維の内部の構造が塩素水堅ろう度などの湿潤時の堅ろう度に大きく影響すると考えられるので、今後さらに詳細な研究が必要である。

(2) ナイロン染色布の塩素/日光堅ろう度

水着は夏期戸外の水泳プールで、殺菌に使われる活性塩素と同時に、強い紫外線の作用もうけると考えられる。

そこで、ナイロン染色布の塩素/日光複合堅ろう度の観点から、染料IIで染色したナイロン布を (i) 水中で紫外線照射, (ii) 有効塩素 20ppm, pH 7 の次亜塩素酸ソーダ水溶液, (iii) 有効塩素 20ppm, pH 7 の次亜塩素酸ソーダ水溶液中で紫外線照射した場合の退色速度を図6に示した。

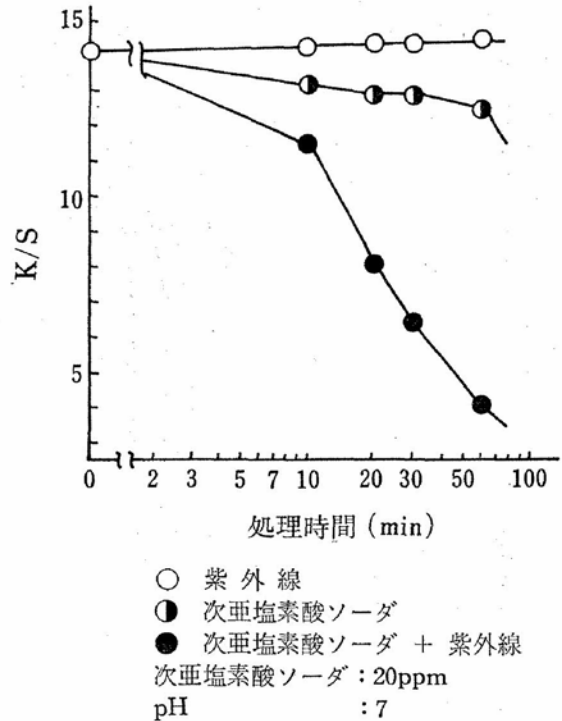


図6 Suminol Milling Sky Blue RW 染色ナイロン布の塩素水退色に対する紫外線照射効果

次亜塩素酸ソーダを含まない水中で紫外線照射しても、1~2hr ではほとんど退色は認められないが、次亜塩素酸ソーダの存在で紫外線を照射した場合は、次亜塩素酸ソーダ水溶液中で処理した場合よりも、さらに著しく退色する。しかし、紫外線による次亜塩素酸ソーダの分解が速すぎると、浴中有効塩素濃度の低下によって、染色物の退色がかえって少なくなることもある。

また染料II 0.02g/l, 有効塩素 5ppm を含む pH 9, pH 7, pH 5 の次亜塩素酸ソーダ水溶液についても、紫外線照射した場合の退色速度を図4に示した。

この場合も次亜塩素酸ソーダ水溶液に紫外線を照射した場合は著しく退色が促進される。染料水溶液に紫外線を照射しても、最初の1h ぐらいまではほとんど退色に影響しないことから、図7に示すように、紫外線照射によって次亜塩素酸ソーダの分解が著しく促進され、その結果、染料の酸化が一層進み、退色が大きくなると考えられる。

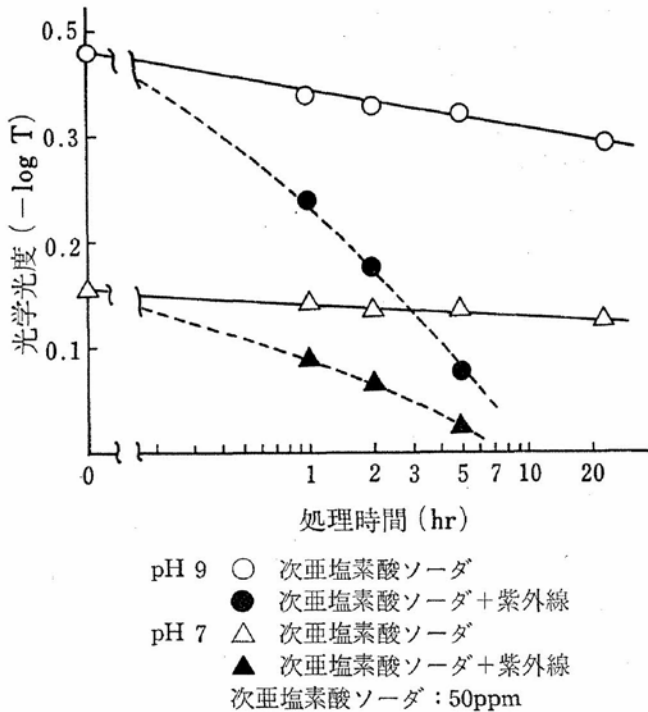


図7 次亜塩素酸ソーダの分解に対する紫外線照射効果

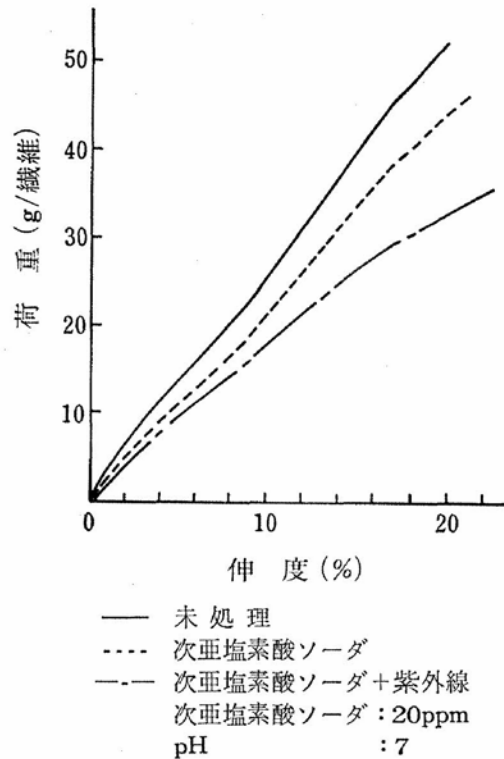


図8 次亜塩素酸ソーダ処理ナイロン6繊維の荷重—伸度曲線

これらの挙動は、個々の染料によってかなり相違があると考えられるが、塩素殺菌した水泳プールで、湿潤状態のナイロン染色布が紫外線をうけて、布上の染料の退色が促進される場合も当然起こり得ると考えられる。

(3) ナイロン繊維に対する塩素水の作用

ナイロン水着は、水泳プールの活性塩素による酸化作用を受け、染料退色のほかに、繊維自体も何らかの影響をうけると考えられる。また、ナイロンの末端アミノ基に塩素が付加するとクロルアミンを生成し、繊維をぜい化するといわれている。したがって、ナイロンの漂白には、次亜塩素酸ソーダなどの塩素系漂白剤は使わない。

ナイロン6繊維を、有効塩素 20ppm、pH 7の次亜塩素酸ソーダ水溶液で、紫外線を照射した場合と照射しない場合について 5h 処理したときの荷重—伸度曲線を図8に示した。

塩素水処理によってヤング率が低下し、紫外線照射しながら塩素水処理した場合のヤング率はさらに低下している。処理浴の pH の影響も大き

い。そのほか、塩素水処理過程における布の物理的な繰り返し伸縮運動と、それに伴う塩素水の交換効果のような動的効果も、水着としての繊維の疲労に影響すると考えられる。

総 括

1) 次亜塩素酸ソーダ水溶液中におけるナイロン染色布の退色は、その濃度・pH に大きく支配されるが、酸化電位の増大と退色の傾向は必ずしも一致しない。染色布の退色は次亜塩素酸ソーダが繊維に浸透して染料分子を酸化するので、繊維の吸水性などの内部構造と同時に、繊維の末端アミノ基への塩素吸着による不活性化なども影響すると考えられる。

2) 夏期戸外の水泳プールにおいて、水着は殺菌剤として塩素系酸化剤の作用とともに紫外線の影響も受ける。紫外線照射によって、次亜塩素酸ソーダが著しく活性化され、染料の退色が促進される。

3) 塩素水によって、染料の酸化分解だけでなく繊維自体もぜい化をうける。

文 献

- 1) 清水融；新染色加工講座，5巻，p. 16，共立出版（1947）
- 2) 藤田隆，田宮俊和；染色工業，30，246（1982）
- 3) R.H. Peters；*Textile Chemistry*, Vol. 2, p. 198, Elsevier Publication Co., (1967)