

〈研究論文(學術)〉

Ozone(O₃)을 이용한 綿織物의 漂白과 染色성에 관한 연구

조 환 · 우현석 · 정희천

영남대학교 공과대학 섬유공학과
(1995년 1월 26일 접수)

A Study on the Bleaching and Dyeing Properties of Cotton Fabrics Treated with Ozone(O₃)

Hwan Cho, Hyeun Seok Woo and Hee Cheon Jeong

Dept. of Textile Eng., Yeungnam Univ., Kyungsan, Korea
(Received January 26, 1995)

Abstract—In order to reduce the amount of waste water generated from textile dyeing process and processing water, cotton fabric was bleached with ozone in ozone/water contact system, and dyed. The results obtained from the measurement of whiteness, reflectance, tensile strength, color difference, and K/S value of treated samples were as follow :

- 1) In ozone bleaching, factors affect whiteness most are treatment time and ozone dosage. As treatment time is lengthened, whiteness increases. Futhermore, bleaching effect is high in acidic treatment, but low in alkaline treatment.
- 2) As bleaching goes on, maximum absorption wave length shifts to shoter wavelengths.
- 3) As treatment time is lengthened or pH of treatment is low, tensile strenth of treated fabric decrease.
- 4) In all cases, color difference of dyed cotton fabrics in above 2% o.w.f. dyestuff concentration don't go beyond 1~2 AN unit, compared with standard.

1. 서 론

cellulose계 섬유는 옛부터 오랫동안 우리 주변에서 널리 사용되어져 왔으며 합성섬유가 가지지 못한 많은 우수한 특징들을 가지고 있고, 오히려 고급품에는 cellulose계 섬유가 사용되어져 오고 있음은 주지의 사실이다. 그러나 면 섬유는 일반적으로 순수한 상태로 제조되는 합성섬유에 비해서, 천연적인 불순물을 많이 함유하고 있어 정련과 표백공정이 반드시 필요하다.

오늘날, 이러한 섬유소계 섬유의 표백제로는 산화표백제인 과산화수소수(H₂O₂), 아염소산나트륨

(NaClO₂), 차아염소산나트륨(NaClO)등이 널리 사용되고 있다. 이들 표백제를 사용하여 표백할 경우에는, 양질의 공업용수가 대량 필요하고, 표백장치의 부식, 수질오염 등의 문제점을 안고 있음은 잘 알려진 사실이다¹⁾.

현재 널리 사용되고 있는 과산화수소수는 고가이며, 표백시에 안정제로 쓰이는 silica계 화합물로 인하여, 만짐새가 좋지 못해지며²⁾, 염소계 표백제는 값은 싸나, 잔류염소가 강물속에서 수중 유기물질과 반응하여 발암성 물질로 알려진 THM(trihalomethane)을 생성한다는 보고가 발표된 후부터는 여러 선진국에서는 사용이 규제되고 있으며, 멀지않은

장래에 사용금지될 것으로 알려져 있다²⁻⁵⁾.

최근 섬유가공업계가 안고 있는 폐수처리 문제를 획기적인 방법으로 해결하고자, 기존에 사용해 오던 산화 및 환원 표백제를 사용하지 않고, 무성 corona 방전(silent corona electric discharge)으로 발생시킨 ozone 을, 물을 매개체로 하여 pulp 의 표백에 응용하여, 절수 및 에너지 절약과 저공해 표백처리를 한 연구가 보고되고 있다^{6,7)}. 또한 ozone을 섬유에 응용하여 면직물의 표백을 행한 연구도 국내에서 보고된 바 있다⁸⁾.

ozone은 불소(F) 다음으로 강한 산화력을 지니고 있으며, 건조공기 중의 ozone은 상온에서 수십시간의 반감기를 가지며, 산소분자(O₂)로 분해할 때 활성산소원자를 방출하므로써 강한 산화력을 발휘한다⁹⁾. 이러한 ozone 은, 1890년 France에서 상수도의 정수처리에 대규모로 이용되기 시작하면서부터 일반화되었다. 근년에 들어 공업용수 사정이 나빠지고, 수질환경이 악화됨에 따라, 종래는 거의 처리하지 않고 그대로 방류하였던 폐수도 이제는 2차 처리를 하지 않을 수 없게 되었다. 2차 처리수에 있어서, 2차 처리로써는 제거할 수 없는 인분, 질소분, 잔류 COD, BOD 등의 용해성분과 염류등을 제거하여, 보다 고도의 처리수를 얻기 위한 3차 처리의 단위조작 및 공정이 여러가지 고안되어 있는데, ozone 처리법은 3차 처리법 중 화학산화 처리법의 한가지이다⁹⁻¹³⁾. 또, ozone은 살균작용, 탈취와 탈색, 철 성분 및 망간 성분의 제거등의 수질조정 작용에, 그리고 강력한 산화력을 이용하여 계면활성제, phenol 류와 CN 및 diamine 화합물 등의 유기화합물 분해에 널리 이용되고 있다¹⁴⁻²²⁾.

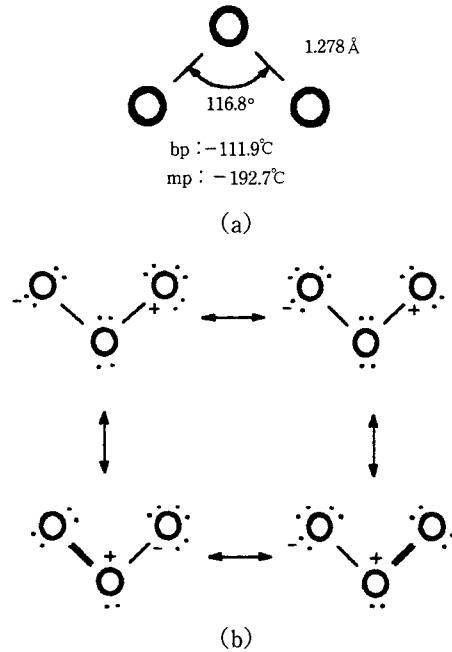
ozone 처리법의 특징으로써, 다음의 3가지를 들 수 있다^{23,24)}.

1) 강력한 산화력을 발휘하기 때문에, 종래의 산화제로써는 분해할 수 없었던 성분도 쉽게 분해할 수 있다.

2) 원료가 공기, 또는 산소와 전력이기 때문에, 현장에서 용이하게 적정량만 발생시킬 수 있고, 저장할 필요성이 없다.

3) 수중에서 자기분해하여, 산소로 되돌아가기 때문에, 다른 화학약품들과는 달리, 잔류성에 기인하는 2차적인 문제가 적다.

ozone의 분자구조는 Scheme 1 (a)처럼, 결합각이 $116^{\circ} \pm 30'$, 원자간 간격이 $1.278 \pm 0.003 \text{ \AA}$ 이다. 따라서, ozone의 결합은 단일결합과 이중결합의 중간이라고 생각되고, 그 공명구조는 Scheme 1 (b)처럼 4가지의 혼성상태라고 생각된다.



Scheme 1. Schematic diagram of ozone molecular model

이 연구에서는, ozone으로써 면직물을 표백하는 최적 처리공정을 연구개발하고자, 처리시간과 온도 및 pH 등이 백색도에 미치는 영향등을 조사하였으며, 기존의 표백방법(35% H₂O₂, 80 g/l)으로 표백한 면직물과, ozone 처리법으로 표백한 면직물의 백색도(whiteness)를 비교평가하였다. 또한, 과산화수소 표백방법으로 처리한 직물과 ozone 처리법으로 표백한 직물의 염색성을 비교하기 위하여, 반응성염료 중 monochlorotriazine 구조를 지닌 C.I. Reactive Blue 2와, C.I. Reactive Red 3을 사용하여, H₂O₂로 표백한 직물과, 일욕에서 염색을 행한 후, 각각의 색도를 C.C.M.으로 측정하여 비교평가 하였으며, 염색포의 인장강도, 흡수성, 세탁견뢰도 등을 측정, 검토하였다.

2. 실험방법

2.1 표백실험

2.1.1 시료와 시약

동국방직(주)제 면섬유 능직물(1 up 3 down, 30¹/_s/40¹/_s, 173/inch×95/inch)

O₂ gas ; 공업용 시판품 (순도 98 %)

0.1 N I₂ (iodine ; 伸陽化學工業(株)製 시약 1 급)

KH₂PO₄ (potassium dihydrogen phosphate ; 伸陽化學工業(株)製 시약 1 급)

KI (potassium iodide ; 藥理化學工業(株)製 시약 특급)

Na₂HPO₄ · 12H₂O (disodium hydrogen phosphate ; 伸陽化學工業(株)製 시약 1 급)

HCl (hydrochloric acid ; 松野園製藥所製 시약 1 급)

NaOH (sodium hydroxide ; 伸陽化學工業(株)製 시약 1 급)

Buffer solution pH 4, pH 7 (藥理化學(株)製 시약 1 급)

2.1.2 실험장치

1) ozone 발생장치

시판되는 산소를 원료로 하여, 농도 56.6 g/m³의 ozone을 5.6 g/h로써 연속적으로 발생시킬 수 있는, MO-5A 형 Ozone Generator(Model No. 6523, Nippon ozone Co. Ltd.)를 사용하였다(Fig. 1).

2) 표백처리조

ozone 표백처리조는, φ92mm×360mm의 pyrex glass 원통형 cylinder로, 표백처리조 하부에 glass filter(獨逸 WITEG 社 製 Borosilikat 3.3)를 고정시킨 것을 사용하였으며, 표백처리조 상단에 압력계(capacity ; 500 mmAq, Nisshin (株)製)와 온도계를 부착한 장치를 제작하여 사용하였다(Fig. 2).

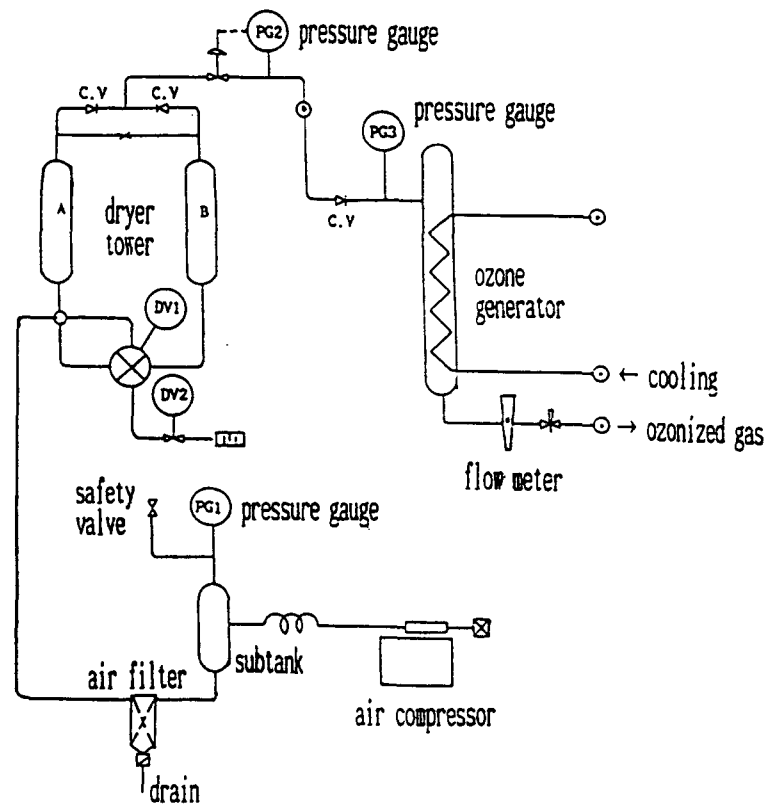


Fig. 1. Schematic diagram of ozone generation apparatus.

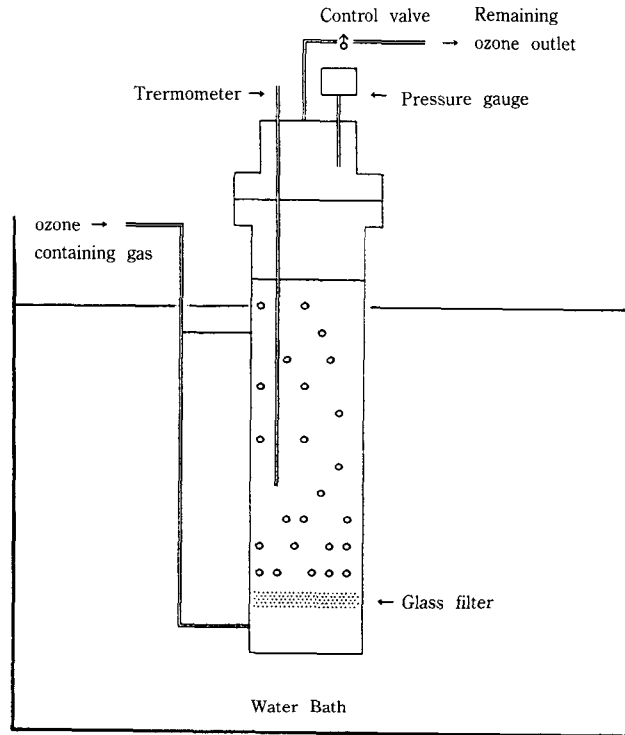


Fig. 2. Schematic diagram of ozone bleaching apparatus.

2. 1. 3 실험방법

conditioning한 시료를 Erlenmeyer flask 속에 침지하여, 水流 aspirator 를 사용하여 20분 동안 탈기(deairation)한 다음, 균일한 처리효과를 얻기 위하여, mangle을 사용하여 pick up 100%로 조정하여 padding 하였다. 표백처리조 내는 100 mmAq를 유지한 상태에서 소정의 조건으로 표백 처리를 행한 후, padding → 수세 → padding → 건조의 순서로 처리하였다.

표백처리의 조건은, 표백에 미치는 각 인자의 영향을 알아보기 위하여, 처리조의 온도를 5℃, 10℃, 15℃, 20℃, 25℃로 하여 표백처리하고, 각 시료의 백색도와 물성을 측정하였다. 또한, 처리시간을 5 min, 10min, 15min, 20min, 25min, 30min 동안 으로부터 표백처리하고, 각 시료의 백색도와 물성을 측정하였다. pH의 영향을 알아보기 위하여, 처리조 내부의 pH를 각각 3, 5, 7, 9, 11 로 조절하여 표백처리하고, 백색도와 물성을 측정하였다.

2. 1. 4 시료포의 물성측정

시료포의 백색도, 반사율, 인장강도, 흡수성을 각각 JIS 규정에 따라 측정하였다.

2. 2 염색실험

2. 2. 1 시료

ozone을 사용하여 표백한 직물과, 과산화수소(H₂O₂)를 사용하여 표백한 직물과의 염색성을 비교하기 위하여, 과산화수소 표백방법(35% H₂O₂, 80 g/l)으로 처리한 직물과, ozone 처리법으로 표백한 직물을, 60℃의 열풍건조기 내에서 2시간 이상 치수안정화시킨 다음, desiccator 안에서 24시간 이상 conditioning 하여, 염색시료로 사용하였다.

2. 2. 2 염료와 시약

염료는, 반응성염료인 Table 1의 시판염료를 정제하지 않고, 그대로 사용하였으며, 염료의 C.I. No., 판칭명, 구조를 Table 1에 나타내었다.

Table 1. Reactive dyes used in experiment

C.I. Name	Commercial name	Chemical structure	C. I. No.
Reactive Blue 2	Cibacron Blue 3G-A	<p>C. I. Reactive Blue 2(Bright blue)</p>	61211
Reactive Red 3	Procion Red H-3B	<p>C. I. Reactive Red 3(Bright bluish red)</p>	18159

Na_2SO_4 (sodium sulfate anhydrous : 藥理化學工業(株)製)와 Na_2CO_3 (sodium carbonate anhydrous : 藥理化學工業(株)製)는 시판 시약을 정제하지 않고 실험에 사용하였다.

2. 2. 3 실험장치

1) 염색기

Mathis Labomat Beaker Dyer type BFA 8 No. 13990(Swiss WERNER MATHIS AG 社製) 고온고압염색기를 사용하여 실험하였다.

2) padding mangle

시험용 Pneumatic Mangle NM-450(日本大藥精器製作所 製)을 사용하였다.

2. 2. 4 실험방법

ozone 표백한 시료 1 매와, 과산화수소수(H_2O_2)로 표백한 시료 1매를 각각 6g의 크기로 끊어,

silicagel 이 들어있는 desiccator 안에서 conditioning한 후, 일욕에서 염색하였다.

염색방법은, Table 1의 염료를 사용하여, Fig. 3과 같은 방법으로 염색, fixing, 수세, soaping한 다음, 건조하여 물성을 측정하였다.

2. 2. 5 시료포의 물성측정

시료포의 color difference(ΔE), K/S, 인장강도, 흡수성, 세탁견뢰도를 각각 JIS 규정에 따라 측정, 계산하였다.

3. 결과 및 고찰

3. 1 시료포의 표백효과

3. 1. 1 처리시간에 따른 시료포의 백색도

Fig. 4는, 처리조 온도를 각각 5, 10, 15, 20,

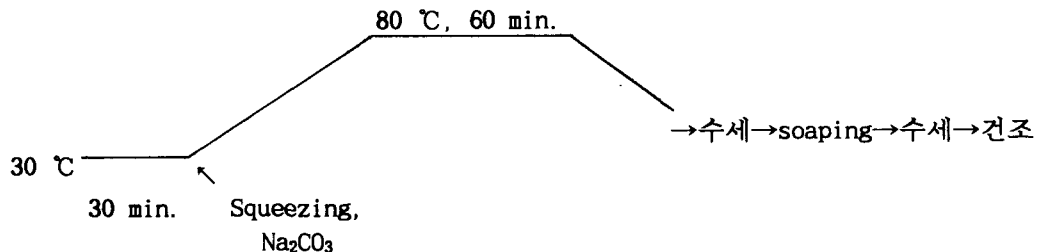


Fig. 3. The dyeing process for Reactive Dyes(Hot type)

25℃로 조절하여 표백한 시료포의 시간에 따른 백색도 측정치를 나타낸 것이다. Fig. 4 에서, 상부의 점선은 상법에 따라 35% H₂O₂로 표백한 시료포의 백색도 측정치(77.5)이다.

백색도는 표백시작 시간부터 10분 동안 급격하게 증가하고 있으며, 20분 까지는 완만히 증가하나 20분 이후부터 백색도는 거의 증가하지 않는다. 시료포의 백색도는 처리시간 20분으로 표준시료인 H₂O₂ 처리 시료의 백색도보다도 더 높은 값을 나타내고 있고, 처리시간이 50분에 이르러 시료포의 백색도는 80을 넘고 있다. 이것은, 초기 20분간 면직물에 함유된 유기색소물질의 다수가 파괴되었음을 의미하며, 시간이 경과함에 따라 지속적으로 공급되는 ozone 분자로부터 수중에서 생성된 HO·, HOO·, ·O₂⁻ 등의 radical이, 초기 20분간 색소물질의 파괴에 기여하다가, 그후 색소물질의 절대량이 줄어들면 radical들이 자체충돌 등을 통하여 불활성화하기 때문인 것으로 생각할 수 있다.

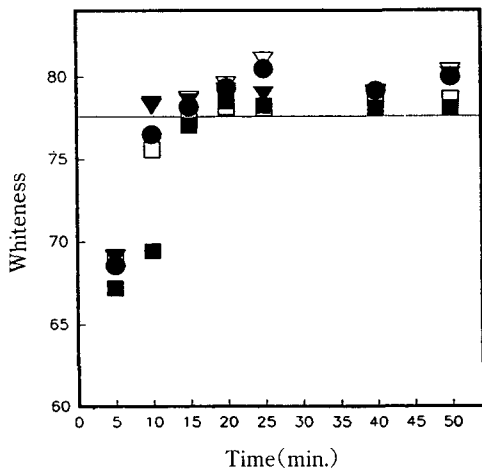


Fig. 4. Plot of whiteness vs treating time on cotton fabrics bleached with ozone at conc. 56.6 g/m³ and pH 5.4. (● 5℃, ▽ 10℃, ▼ 15℃, □ 20℃, ■ 25℃)

3. 1. 2 처리온도에 따른 시료포의 백색도

Fig. 5는, 처리시간을 5, 10, 15, 20, 25, 40, 50 min. 으로 조절하여 표백한 시료포의, 온도에 따른

백색도 측정치를 나타낸 것이다. Fig. 5 에서, 윗쪽의 점선은 상법에 따라 35% H₂O₂로 표백한 시료의 백색도 측정치(77.5)이다.

처리온도가 높아짐에 따라 백색도는 확연하지는 않으나 완만하게 상승하다가 다시 저하하고 있음을 알 수 있다.

이 실험에서는, 5℃ 에서 10℃ 구간에서 백색도는 다소 증가하나, 10℃ 이후부터는 백색도가 다시 완만히 감소하는 경향을 보이고 있는데, 이것은 ozone에 의한 표백이, 물에 대한 ozone의 용해도, 즉, 용존하는 ozone의 절대량에 영향을 받고 있기 때문인 것으로 생각된다. 하지만, 10℃ 이하의 온도에서 10℃ 이상의 온도의 경우보다도 표백효과가 불량한 것은, 처리조 내의 온도가 실온 이하로 심하게 떨어질 경우, ozone의 분자운동과 면직물의 cellulose쇄 및 유기색소 물질의 분자운동이 활발하지 못하여, ozone 분자와 생성 radical들의 유기색소물질분자와의 충돌확률이 낮아지기 때문인 것으로 생각된다.

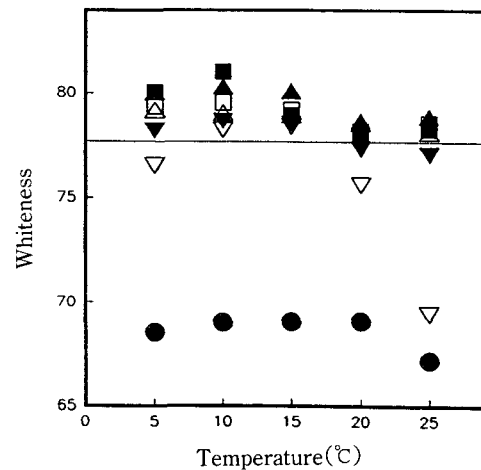


Fig. 5. Plot of treating temperature on cotton fabrics bleached with ozone at conc. 56.6 g/m³ and pH 5.4. (● 5min., ▽ 10min., ▼ 15min., □ 20 min., ■ 25min., △ 40min., ▲ 50min.)

3. 1. 3 pH에 따른 시료포의 백색도

Fig. 6 은, pH를 3, 5, 7, 9, 11 로 조절하여 표백한

시료포의, pH에 따른 백색도 측정치를 나타낸 것이다. 상부의 점선은 상법(常法)에 따라 35% H₂O₂로 표백한 시료의 백색도 측정치(77.5)이다.

시료포의 백색도는 pH가 3~7 까지의 범위내에서는 영향을 거의 받지않고 있으나, pH가 7 을 지나서 alkali 성이 강해질수록 백색도는 감소하는 경향을 보이고 있다. 이것은 pH 가 높은 영역에서는 거의 표백이 일어나지 않고 있음을 나타내는데, 이는 과산화수소에 의한 표백에 있어서는, pH가 높은 영역에서 과산화수소가 불안정하여 쉽게 표백이 일어나는 것과는 반대의 양상을 보이고 있다^{25,26)}.

수용액 중에서의 액성(液性)에 따른 ozone의 용존평형농도는, 산성영역으로 갈 수록 증가하는데, 이는 산성에서는 ozone의 분자확산이 ozone의 자기분해속도에 비해 크기 때문이며, 이때 수용액에 흡수되는 ozone의 량이 증가되어 평형농도도 커지나, alkali 성에서 ozone의 용존평형농도가 낮은 것은 ozone의 자기분해속도가 매우 크기 때문이다²⁷⁾.

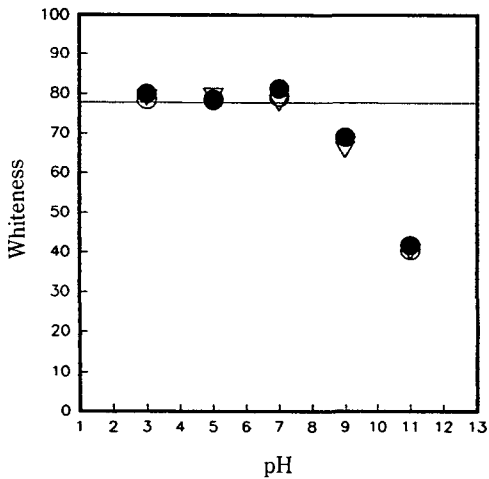


Fig. 6. Plot of whiteness of cotton fabrics vs pH on bleaching bath for 25 min. (○ 5°C, ● 15°C, ▽ 25°C)

3.2 시료포의 색차(ΔE)

이 실험에서는, ozone으로 표백처리 process 의

현장적용가능성을 검토하기 위하여, Fig. 3의 조건으로 염색실험을 실시하였다.

Fig. 7 은 염료농도 2% o.w.f. 로 염색한 시료포를 기준으로 하여 색차를 나타내었는데, 2% o.w.f. 이상의 농도에 대해서 C. I. Reactive Red 3 으로 염색한 시료와, C. I. Reactive Blue 2 로 염색한 시료 모두 색차는 1 이하이다.

또, 염색실험 후 Adams-Nickelson 색차식을 사용하여 ΔE 값을 계산한 결과, 색차허용한계²⁸⁾인 1~2 AN unit를 초과하지 않음을 알 수 있다. 이러한 결과로부터 ozone처리 표백법으로 표백 후 염색을 행할 경우, 피염물의 색상에 미치는 영향은 나타나지 않음을 알 수 있으며, 과산화수소 표백법과 비교하여 아무런 차이가 없다고 할 수 있다.

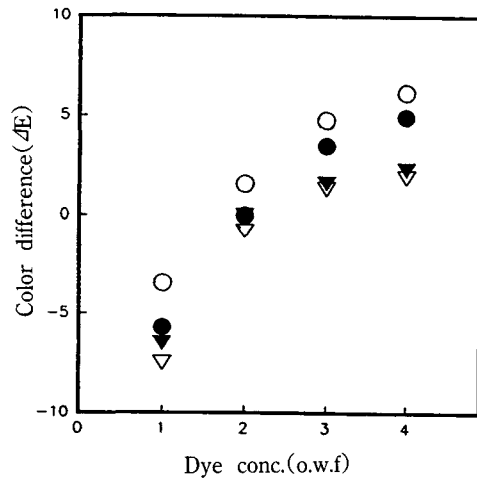


Fig. 7. Relationship between color difference of cotton fabrics dyed with Red 3, Blue 2, and dye conc.(% o.w.f). ○ : ozonone bleaching and then dyed with Red 3, ● : H₂O₂ bleaching and then dyed with Blue 2, ▽ : ozonone bleaching and then dyed with Blue 2.

* standard : bleached with H₂O₂ and then dyed sample (H₂O₂ 35%, 80 g/l, dye conc. : 2% o.w.f.)

3.3 시료포의 염색성 (K/S)

Fig. 8 에 각각 ozone으로 표백처리한 시료포와 과산화수소(H₂O₂)로 표백한 시료포를, C. I. Reactive Red 3, C. I. Reactive Blue 2를 사용하여 동일욕에서 염색한 다음, Hunter계 색차계로써 reflectance를 측정하여, 염욕의 o.w.f.에 따른 각 시료포의 K/S 값을 나타내었다. reflectance 는 C. I. Reactive Red 3와 C.I. Reactive Blue 2의 최대흡수파장인 540 nm, 460 nm에서 측정하여 K/S 값을 계산하였다.

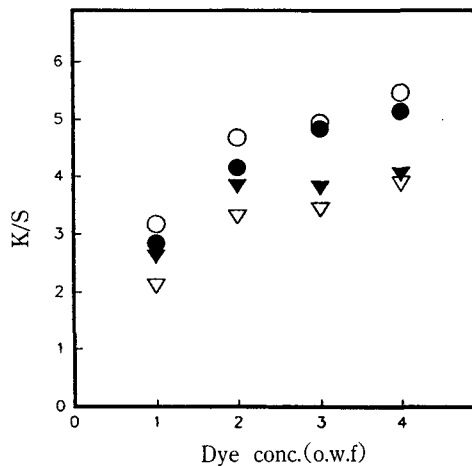


Fig. 8. Relationship between K/S value of cotton fabric dyed with Red 3, Blue 2 and dye conc.(% o.w.f). ○ : ozone bleaching and then dyed with Red 3, ● : H₂O₂ bleaching and then dyed with Blue 2, ▽ : ozone bleaching and then dyed with Blue 2, ▼ : H₂O₂ bleaching and then dyed with Blue 2

이 실험에서는 ozone 표백처리법으로 표백처리한 시료와 과산화수소 표백법으로 표백처리한 시료를 동일욕에서 염색한 결과, K/S 값의 차가 1 이하를 나타내고 있다. C.I. Reactive Red 3에서는, ozone으로 처리한 시료의 K/S 값이 과산화수소 표백처리 시료보다 조금 높은 결과를 나타내고, C.I. Reactive Blue 2로 염색한 시료에서는, ozone으로 처리한 시료보다 과산화수소 표백처리 시료가 조금 더 높은 K/S 값을 나타내고 있지만, 전체적으로는 염료농

도의 증가에 대하여 염착율이 감소하는 경향을 보인다. 이러한 결과로부터 ozone 처리 표백법으로 표백 후 염색을 행할 경우, 피염물의 염색성에 미치는 영향은 나타나지 않으며, 과산화수소 표백법과 비교하여 아무런 차이가 없다고 할 수 있다.

3.4 시료포의 인장강도

Fig. 9에 ozone으로 표백처리한 시료포의 표백처리시간에 따른 인장강도를 나타내었으며 Fig. 10에 ozone으로 표백처리한 시료포의 pH에 따른 인장강도를 나타내었다. 점선은 과산화수소(H₂O₂)로 표백한 시료포의 인장강도이다.

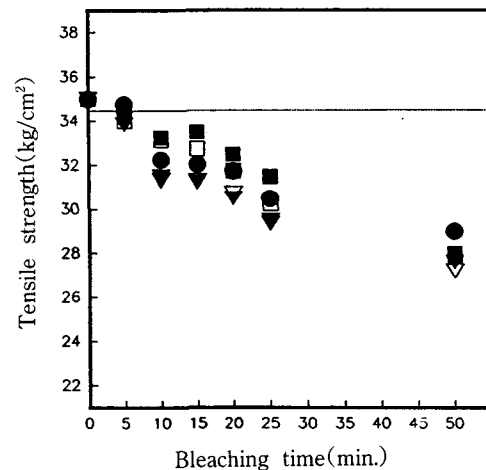


Fig. 9. The effects of bleaching time on tensile strength of cotton fabrics at ozone conc. 56.6 g/l and pH 5.4. (● 5°C, ▽ 10°C, ▼ 15°C, □ 20°C, ■ 25°C).

Fig. 9와 Fig. 10에서 알 수 있는 바와 같이, 처리시간이 길어질수록 인장강도는 저하하고 있으며, 온도의 변화에 따르는 처리포의 인장강도는 크게 영향을 받지 않음을 알 수 있다. 이는 ozone 발생장치에서 발생된 ozone을 water/ozone 접촉장치를 사용하여 물에 흡수시켰을 때, 생성된 ·OH, ·OOH 등의 활성 radical들에 의한, 색소물질의 이중결합과 삼중결합등의 파괴이외에도, cellulose 주쇄의 glucoside 결합을 공격하여 분해를 일으켜,

cellulose의 중합도가 저하하였기 때문으로 추정된다.

또, Fig. 10 에서도 pH 가 낮아질수록 인장강도가 저하하고 있는 것을 알 수 있는데, 이것 또한 낮은 pH 영역에서 cellulose가 酸에 의한 취화를 일으켜 초래된 결과라고 생각할 수 있다. 즉 처리시간이 길어질수록 pH 가 낮아질수록 시료포의 인장강도는 저하하고 있음을 알 수 있다. 이것은 Katai 등이 주장한 ozone 에 의한 cellulose 주쇄의 분해와 radical 연쇄반응에 의한 강도저하의 내용과 일치한다. 한편, pH10 이상에서는 강도의 저하가 그다지 일어나고 있지 않은데, 이는 ozone 분자의 자기분해반응속도가 빨라짐에 따라 색소물질과 cellulose 주쇄에 대한 공격이 줄어든 사실 이외에도, alkali에서 면섬유의 팽윤에 의한 천연 꼬임의 완화와, 수소결합의 재배치에 의한 강도향상효과가 기여한 것으로 생각할 수 있다.

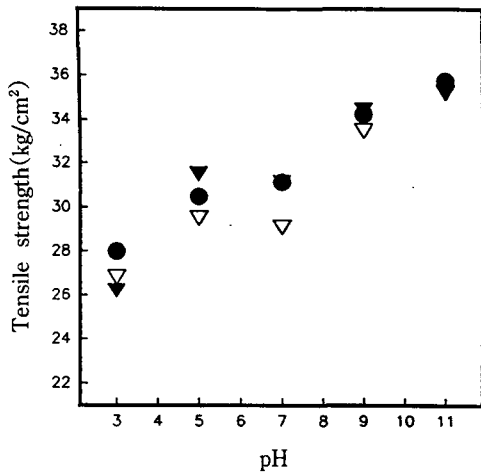


Fig. 10. The effects of pH value on tensile strength of cotton fabrics at ozone conc. 56.6 g/l and pH 5.4 (● 5°C, ▽ 15°C, ▼ 25°C).

3.5 시료포의 흡수성

Fig. 11에 ozone으로 표백처리한 시료포의 표백 처리시간에 따른 흡수거리를 나타내었는데, 점선은 과산화수소(H₂O₂)로 표백한 시료포의 흡수거리이

다.

시료포의 흡수성은, 표백처리시간이 증가함에 따라 미소하게 증가하고 있다. 또 온도가 증가함에 따라 미소하게 증가하다가 다시 감소하는 경향을 나타내고 있다. 이것은 氣/液 2 중 境膜을 통하여 확산된 ozone 분자에 의해서 면섬유에 함유된 색소물질이 파괴되는 이외에도, 면섬유의 주 성분인 cellulose주쇄의 glucoside 결합에 대한 공격에 의해 주쇄의 분해와 주쇄중 C₆의 위치에 carboxyl group이 도입되어서 미소한 량이기는하나 점차적인 흡수성의 증가가 일어나고 있다고 추정된다.

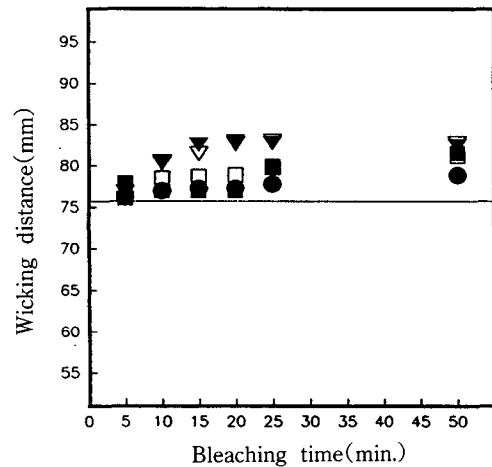


Fig. 11. The effects of bleaching time on wicking distance of cotton fabrics at ozone conc. 56.6 g/l and pH 5.4. (● 5°C, ▽ 10°C, ▼ 15°C, □ 20°C, ■ 25°C)

3.6 시료포의 세탁견뢰도

Table 3은 ozone 으로 표백처리한 직물과 H₂O₂ 로써 표백한 직물을 동일욕에서 염색처리 한 후, 각 시료에 대한 세탁견뢰도를 측정하여 나타낸 것이다.

ozone으로 표백처리한 시료와 과산화수소(H₂O₂)로 표백처리한 시료를 일욕에서 염색한 다음, JIS L 0844 의 A-5법으로 세탁견뢰도를 측정하였다.

Table 3. The colorfastness to washing of dyeing fabric

Dyestuff	Treating condition		staining		Color change
	Bleaching	Dyeing	Cotton	Wool	
Cibacron Blue 3G-A	O ₃	1 %	4	4	4
		2 %	4	4	4
		3 %	4	4	4
		4 %	4	4	4
	H ₂ O ₂	1 %	4	4	4
		2 %	4	4	4
		3 %	4	4	4
		4 %	3-4	4	4
Procion Red H-3B	O ₃	1 %	2-3	4	3-4
		2 %	3	4	3-4
		3 %	2-3	4	3
		4 %	2-3	4	3
	H ₂ O ₂	1 %	3	4	3-4
		2 %	3	4	3-4
		3 %	3	4	3-4
		4 %	2-3	4	3

Table 3을 보면 C.I. Reactive Red 3으로 염색한 시료의 경우, 세탁견뢰도는 면의 오염 2-3등급, wool의 오염 4등급, 변퇴색 3등급을 나타내고 있으며, ozone으로 표백한 시료와 과산화수소로 표백한 시료와의 사이에는, 농색염의 경우 0.5 등급 정도의 오염차이가 나타나 있다. 그러나 C. I. Reactive Blue 2로 염색한 시료의 경우, 어느것이나 차이를 보이지 않는다. 이것은 ozone 으로 표백 처리한 시료와 과산화수소로 표백한 시료 모두 활성산소에 의한 산화계 표백처리에 의한 것으로써, 화학적 측면에서 볼 때 차이가 없음을 확인하는 결과라고 할 수 있다.

4. 결 론

심각한 환경오염 유발산업들 중의 한 분야로 지목되고 있는, 섬유염색가공공정에서 발생하는 폐수와 과량으로 소비되는 공업용수를 절감하고자, 기존의 과산화수소 표백처리법의 대안으로써, ozone을 이용하여 면직물을 표백처리하고자하는

연구실험을 하고, 그 시료들의 염색실험을 하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1) ozone 표백에 있어서 백색도에 가장 크게 영향을 미치는 요인은 표백처리시간과 ozone 용존농도이고, 처리시간이 증가할수록 백색도는 증가하며 처리조의 pH가 산성일 경우에 표백효과가 크고, alkali 성일 때는 표백이 거의 되지 않는다.

2) 표백이 진행됨에 따라, 색소물질이 파괴되어 흡수광의 파장은 단파장쪽으로 이동한다.

3) 처리시간이 길어질수록, pH가 낮을수록 처리포의 인장강도는 저하한다.

4) 염색시료들의 ΔE는, 염료 2% o.w.t 이상에서는, blue 와 red color 모두 표준시료와의 차가 허용기준인 1~2 AN unit 를 초과하지 않고, K/S 값 차 1 정도로 염색성의 차이를 보이지 않는다.

이상의 결과로부터, ozone 표백이 기존의 표백 방식의 효과와 차이가 거의 없는 것을 알 수 있으며, 이 방식은 폐수등에 의한 공해문제와 용수의 과다소비문제를 동시에 해결할 수 있기 때문에, 기존표백방식의 대체방법으로서 기대되는 바가 크다.

감사의 글

이 연구는 '93 년도 공업기반기술개발 연구과제의 연구비로서 수행되었음을 밝혀, 관계기관의 여러 분께 감사드립니다.

참 고 문 헌

- 1) 染色經濟新聞, “染色加工と環境保存”, 1993年 1月 15日.
- 2) J. L. Sotelo, F. J. Beltran, and M. Gonzalez, *OZONE SCIENCE & ENGINEERING*, 13, 421(1991).
- 3) 이현동, “Studies on the Ozone Oxidation of Aqueous Dyes Solutions” 한양대학교 환경과학대학원 1986. 12.
- 4) Rip G. Rice, 中西賢, 水道協會雜誌(日本), 59, 56(1990).
- 5) J. Katz, “Ozone and Chlorine Dioxide Technology for Disinfection Drinking Water”, p. 108 Noyes Data Coporation(1977).
- 6) 細谷修二, “オゾン利用の新技術” (1986).
- 7) M. V. Byrd Jr., J. S. Gratzl, and R. P. Singh, *Tappi J.*, 75, 207(1992).
- 8) 曹 煥, 徐末庸, 이병현, 本誌 5, 311(1993).
- 9) C. Wilkinson, “ozone”, *Advanced Inorganic Chemistry* 5th Ed., p. 454.
- 10) W. H. Glaze, J. W. Kang, and D. H. Chapin, *OZONE SCIENCE & ENGINEERING*, 9, 335 (1987).
- 11) J. P. Gould and K. A. Groff, *OZONE SCIENCE & ENGINEERING*, 9, 153(1987).
- 12) 青木 豊明, 用水と廢水(日本), 34, 9/87(1992)
- 13) B. Smith, T. Koonce, and S. Hudson, *Am. Dyestuff Rep.*, 82, 18(1993).
- 14) R. G. Rice, “Ozone for drinking water treatment : abibliography” *Handbook of Ozone Technology and Applications Vol II* (1984).
- 15) T. Takada, *Chemical Sensor Technology*, 2, 59(1989).
- 16) 二木銳雄, 用水と廢水(日本), 34, 293(1992).
- 17) M. D. Gurol and R. Vastitas, *Water Research*, 21, 895(1987).
- 18) 奥野雅司郎 等, 用水と廢(日本), 32, 804(1990)
- 19) J. C. Harris, “Ozonation” Unit Operation For Treatment of Hezardous Industrial Wastes, p. 767.
- 20) 小林義隆, 堀雅 宏, 水處理技術(日本), 31(1990)
- 21) 松井謙介, 公害と對策(日本), 27, 736(1991).
- 22) 山根輝夫, 公害と對策(日本), 27, 732(1991).
- 23) 石井久之, 公害と對策(日本), 25, 223(1989).
- 24) M. L. Kilpatrick, C. C. Herrick, and M. Kilpatrick, *J. Am. Chem. Soc.*, 78, 1784(1956).
- 25) 김학제 외, “최신이화학대사전” 범경출판사(1990).
- 26) 宗宮 功 他, “オゾン利用の新技術”, 三秀書房(1986).
- 27) 出口富雄, “オゾンを中心とした高度淨水處理技術”(1990).
- 28) 金魯洙, “染色化學”, 교문사(1991).