

자연환경에서 본 염색가공

1. 서 언

21세기에는 지구환경을 최우선으로 생각하지 않으면 지구는 파멸하게 될 것이다. 즉, 인간에게 친숙한 환경으로 만들어야 한다. 여기에는 다시 한번 자연을 관찰하고 가치관을 180° 바꾸지 않으면 안된다. 인간을 제외한 동물, 생물, 수목, 해양생물의 영위는 모두 리사이클 하면서 자연과 조화를 이루고 있다. 물론 인간은 영지가 있기 때문에 반드시 환경과 조화해 갈려고 한다.

자연계가 가지고 있는 장점으로 수목의 생명은 수 백년, 수 억년 동안 각종 병해충, 병원균에 견디는 성분을 함유하고 있다. 목재의 정유는 최근 여러 가지 효과가 있는 것으로 알려져 있는데, 삼림욕 효과, 간장기능 강화와 살균성이 강하기 때문에 소독액이나 항균제로 주목을 모으고 있다. 목재의 정유를 마이크로캡슐화 함으로써 섬유, 부직포, 종이 등에 부착시킬 수 있으므로 향균, 소취, 방충 등의 가공이 성행하고 있다.

현대병의 아토피나 천식은 목질주택에 살면 걸리지 않는다. 서양식화한 것이 원인이다. 따라서 목재의 정유나 추출성분을 여러 가지 용도로 개발하여 사용하면 몸에 유익하고, 지구에 친숙하여 매우 유익할 것이다. 염색과 가공 기술에는 여러 공정이 있기 때문에 이런 것들을 잘 파악하여 환경이라는 관점에서 봄으로써 새로운 가공기술을 개발할 수 있다.

2. 염색가공 용수

산업용수는 수량, 수질, 수온이라는 자연적인 조건과 물사용에 따른 비용이라는 4가지의 조건에 의해 선택된다. 공업용수의 수원에는 해수와 담수가 있는데, 담수원으로는 지하수와 지표수가 가장 중요한 수원이다. 지하수원은

일반적으로 저온이고 또한 온도변화가 적으며, 수질의 변화도 거의 없고, 용존산소가 적으며, 별도의 처리를 하지 않고도 이용할 수 있다. 공장 구내에서도 어렵지 않게 취수할 수 있는 이점이 있다.

한편 지표수, 특히 하천수는 수온의 계절변화가 크고 수질이 쉽게 변화하기 때문에 수처리 시설을 필요로 한다. 수량면에서는 지하수 이상의 유리한 조건으로 취할 수 있으며, 또한 복류수라 하더라도 수온과 수질 면에서 지하수원이라고 할 수 있다. 그러나 수리면에서는 제약을 받는다.

지하수는 가장 보편적인 공업용 수원으로, 섬유, 화학 등의 공장에서, 특히 수온을 중요시하는 온도조절이나 냉각 등의 용도로 가장 적합한 수원이다. 지표수와 복류수는 종이, 펄프 제조업, 철강업 등에서 이용되는 수원이다. 지하수원의 개발은 입지 지반의 성질에 따라 지반 침하 등 공해의 원인이 된다. 따라서 지정된 지역에서는 지하수의 채취가 엄격하게 제한되고 있다. 그러므로 공업용수를 하천수로 이용하는 경우는 수온변화가 커서 냉각설비나 수처리를 필요로 하여 처리 비용이 크게 증가하는 것을 피할 수 없다.

염색가공에서는 정련, 표백, 염색 등 공정과 세모, 비등(boiling), 가공등 공정에서 제품처리를 위해 물을 많이 사용한다. 물의 성질로는 경수에 비누를 사용하면 금속비누로 되어 섬유간에 금속비누가 남아 있으면 섬유를 취약화시킬 뿐 아니라 황변시키는 결과로 되어 염색에서 얼룩이 생기게 한다.

표백, 염색 등에 사용하는 물은 철함량 0.05 0.1ppm이하로 되어야 표백과 염색이 선명하게 된다. 특히 염색용수의 이상적인 수질기준으로 <표 1>과 같은 것이 제안되고 있다. 표와 같은 양질의 물을 만들기 위해서는 탈철, 연화 등의 처리가 필요하다.

많은 염색가공공장에서 이온 교환수지를 사용하고 있는데, 본고에서는 활성수를 사용하여 표백, 형광, 염색에 대하여 비교해 보았다. 활성수는 특수백

탄의 원적외선 효과를 이용하여 만드는데, 이 처리수는 부패하지 않기 때문에 수조의 물을 바꾸지 않아도 상관없다. 특수백탄은 1g당 300m²의 표면적을 가지고 있고, 10 ~ 20 μ 크기의 구멍이 뚫려 있다.

<표 1> 염색용수의 수질기준치

成分	基準値	成分	基準値
Ca	2~3.5ppm	Mg	1.0ppm전후
Na	10ppm전후	K	0.5~2.0ppm
Fe	0.01~0.08ppm	CO ₃	20ppm이내
Cl	4~8ppm	SO ₄	3~5ppm
NO ₃	0.5ppm이내	SiO ₂	16ppm이내
PO ₄	0.01~0.5ppm		

주) KmnO₄ 소비량 10ppm이내. NH₃ 0.05ppm 이내 NO₂ 0.05ppm 이내

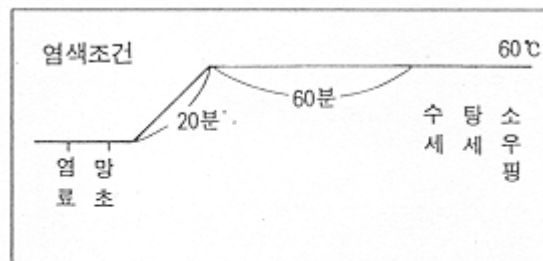
시험결과는 표백과 형광은 활성수가 이온 교환수의 백도를 앞선다. 염색은 Remazol 염료로 6개 품목을 염색했는데, 결과는 편차는 있었지만 전반적으로는 질게 나왔다. 또한 Yellow GR과 같이 색상이 적미로 나타나는 것도 있었다.

Kayacion 133(직접염료)염료는 3원색 모두 질게 나왔다. 캐티온염료에 대해서 Kayacryl 3원색을 농색, 담색, 배합색으로 염색한 결과, 담색은 활성수가 배합색을 포함하여 모두 질게 나왔으나, 농색쪽은 약간의 편차가 있었다.

활성수를 사용한 경우 농색에서 5 ~ 10% 질게 나왔고, 담색에서 5% 질은 결과가 나왔다. 여기서 농도차는 CCM으로 측정하였다. 표백 및 염색조건과 농도차에 대해 <표 2> 및 <그림 1> <그림 3>에 나타냈다.

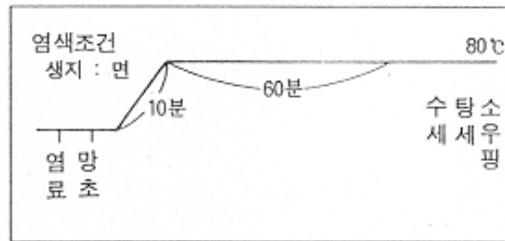
<표 2> 표백, 형광염료에서의 백도차

표백조건 : 過酸化水素	10%	} 生地 : 綿 煮沸 × 40分
安定劑	1%	
가성소다	1%	
精練浸透劑	1%	
결 과 : 표백 白度 이온交換水 < 活性水		
螢光 白度 이온交換水 < 活性水		



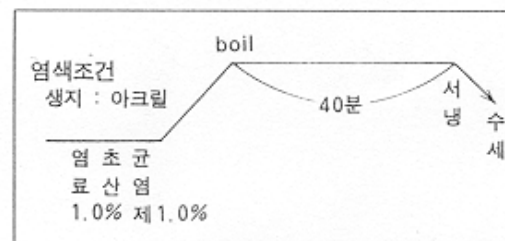
染料의 種類 濃度 (%)	컴퓨터에 의한 濃度差(%) 이온交換水와 比較하여 열은 경우는 마이너스
Remazol Black DEN 15%	6.74
망초 90g/l	
소다회 20g/l	
Remazol Black B 5%	-3.31
망초 80g/l	
소다회 20g/l	
Remazol Br.Red F3B 4%	4.38
망초 60g/l	
소다회 20g/l	
Remazol Yellow GR 2%	7.96
망초 50g/l	
소다회 20g/l	

<그림 1> Remazol 염료에 의한 농도



染料의 種類 濃度 (%)	컴퓨터에 의한 濃度差(%) 이온交換水와 비교하여 얼은 경우는 마이너스
Kayacion G Yellow EESNP 4%	
망초 70g/l	4.98
소다회 20g/l	
Kayacion Red ESN TB 4%	
망초 70g/l	8.44
소다회 20g/l	
Kayacion Navy ES 3G 4%	
망초 70g/l	4.27
소다회 20g/l	

<그림 2> Kayacion 염료에 의한 농도차



染料의 種類 濃度 (%)	컴퓨터에 의한 濃度差(%) 이온交換水와 비교하여 얼은 경우는 마이너스
Kayacryl Yellow 3RL 0.25%	8
Kayacryl Red GRL 0.25%	6.44
Kayacryl Blue GRL 0.25%	7.9
Yellow 0.25%	
Red 0.25%	5.6
Blue 0.25%	
Kayacryl Yellow 3RL 1.0%	-3.4
Kayacryl Red GRL 1.0%	6.34
Kayacryl Blue GRL 1.0%	6.73
Yellow 1.0%	
Red 1.0%	-1.73
Blue 1.0%	

<그림 3> Kavacry염료(캐티온)에 의한 농도차

나일론의 경우 염색용 산성염료(0.05%)와 농색용 산성염료(1%)로 90℃, 30분 염색한 것은 활성수족이 이온수 보다 5% 짙게 나왔다. 폴리에스터의 경우 분산염료로 염색(0.2%)와 농색(2.1%)을 염색한 결과 활성수족이 3~6% 짙게 나왔다.

표백에 대해서도 과산화수소 4cc/l와 가성소다 1g/l로 90℃에서 행한 결과 활성수족이 백도가 좋았다.

발호한 후 여름에는 하루동안 방치해 두면 부패균에 의해 냄새가 나는데, 활성수를 사용하면 물이 부패하지 않는다.

정련, 표백, 형광 염색, 가공에 사용하는 물에 대해서 아직도 알지 못하는 것들이 많이 있는데, 이 문제를 해명함으로써 염색폐수의 처리비용을 줄일 수 있을 뿐 아니라 후처리도 용이하게 할 수 있는 과제가 남아있다.

3. 정련(세정제)

트리클로로에탄, 퍼클로로에틸렌, 기타 염소계 세제의 사용이 제한 또는 금지되는 방향이다. 독일에서는 가까운 장래에 염소화합물을 완전 폐지하는 방향을 검토하고 있다. 이는 오존층을 파괴하기 때문인데, 일본에서도 트리클로로에탄이 1995년에 폐지된다.

대표적인 염소화합물로는 식염을 전기분해하여 생기는 염소와 수산화나트륨이 있다. 수산화나트륨은 soda업계에서 다방면으로 사용되고 있고, 화학업계에 많은 공헌을 하고있다. 그러나 부산물인 염소를 환경문제로 해서 사용하는 것이 줄어드는 경우는 식염의 전기분해 자체가 재검토되지 않으면 안되며 수산화나트륨의 비용이 높아지게 될 것이다.

알칼리로서, 예를 들면 수산화마그네슘은 수산화나트륨의 2/3사용량으로도

족하기 때문에 검토해 볼 가치가 있을 것 같다. 나일론이나 폴리에스터의 경우 오일제를 제거하기 위해서 감귤계 오일(limonene)을 수분산형으로 한 것을 사용하면 아주 훌륭하게 세정할 수 있다.

이런 세정제 배수도 지구환경에 공해를 일으키지 않는다. 천연섬유의 정련제로서 오일의 탈지력이 우수하므로 앞으로 검토해볼 만하다. Orange cleaner OD conc.는1.5% 사용하는 것으로도 항균효과가 있다(정련할 때 처리액에 항균효과가 있음).

기타 정련할 때 효소를 이용하여 행하면, 가성소다를 사용함으로써 알칼리를 중화하는 산의 역할로 다량의 염이 배수 중에 부하로 포함되어 깨끗한 정련을 할 수 있을 것으로 기대된다

효소로서는 셀룰라제에 의한 처리가 성능면에서 가장 좋아 40~50℃라는 낮은 온도에서 비결정영역을 분해시키기 때문에 에너지 비용을 절약할 수 있다. 면의 유연화는 셀룰라제를 사용하면 아주 부드럽게 할 수 있으나 감량이 많이 되면 강도저하가 크기 때문에 처리시간과 처리 병용약제를 잘 검토해야 한다.

양모의 개질제로서 파파인(papain)에 들어있는 단백질 분해효소와 젤라틴의 펩티드결합을 가수분해하는 분해효소를 사용하여 개선해도 방축성의 개선은 만족하게 되지 않는다. 오렌지 클리너는 입술연지의 세정도 양호하게되고 염색기 자체의 오염세정에도 사용된다.

<사용 예>

Orange cleaner OD conc. 4~8g/l 온도 30℃

가성소다 3~6g/l | → 시간

하이드로 술파이트 3~5g/l ⊥ 30~60분

4. 항균방취가공

항균방취가공은 생활수준이 향상되면서 쾌적, 건강 면에서 인식이 높아지고 있다. 항균가공제도 식품첨가물적인, 예를 들면 지방산에스테르나 종래의 세라믹-은계의 변색을 개량한 은치환무기이온교환체 세라믹을 보고하였다.

항균제에 대한 특허출원은 많이 되어 있다. 예를 들면 제4급 암모늄화합물을 다른 약제와 조합하여 섬유에 고착시키는 것은 많은 보고가 나왔다.

최근 키토산을 사용한 항균제도 많이 나와있다. 천연의 수목은 수 만년 동안 살 수 있다. 그것은 수목에 함유되어 있는 수백 가지나 되는 성분이 곤충이나 병원균, 세균, 미생물에 대항하여 항균작용을 지니고 있기 때문이다. 예를 들면 노송나무에서 추출한 히노키 오일이나 삼나무, 노송나무 잎에서 추출한 오일에는 항균작용이 있다.

인간이 수목 속의 정유 가운데 가장 향기가 좋은 것으로 응답한 것이 히노키오일이다. 90%의 사람이 히노키오일의 향기를 좋아한다. 히노키오일의 냄새는 토끼로 행한 동물실험에 의하면 간장의 약물대사 효소 치토크롬 P-450을 증가시킨다. 이것은 생체내에서 해독과 스테로이드 호르몬의 생합성을 활발하게 해 준다.

히코키재의 엽유나 목재유는 포도구균이나 대장균 등의 균에 항균작용이 있으며, 히노키오일은 3종의 곰팡이, 4종의 세균에 방균, 방곰팡이 시험을 행한 결과 항균성이 있었다.

히노키오일은 탈취작용도 있다. 암모니아, 이산화황, 이산화질소 등을 탈취한다. 또한 곰팡이 번식 억제효과와 기피효과가 있다. 히노키오일은 아토피성 피부염에 효과가 있다. 히노키오일을 폴리에스터 중공사에 넣으면 항균성에서 내구성이 있는 섬유를 만들 수 있고, 마이크로캡슐화한 아크릴수지나 우레탄계 수지로 섬유에 가공하여 내구성에 있는 삼림욕 효과를 내고 있다.

한편 멜라민수지나 우레탄수지를 사용하여 완전히 마이크로캡슐화한 히노키오일을 섬유에 가공하여 50회 세탁에서도 효과가 있었다.

<가공 예>

무포르말린 HO수지 : 3%

생지 : 면 타월

가공조건 : 흡진법, 70°C×30분, 욕비 1:15

항균성 : halo 시험법

<사진 -1 참조>

<가공 예>

무포르말린 HO수지 : 1.5%

생지 : 면 타월

가공조건 : pre-dry, 100°C×3분

항균성 : 균수 측정법

초기 ; 증감치 3.2

세탁30회 ; 증감치 4.9

세탁50회 ; 증감치 5.5

<가공 예>

HO수지 (저포르말린) : 1%

생지 : 면 시트

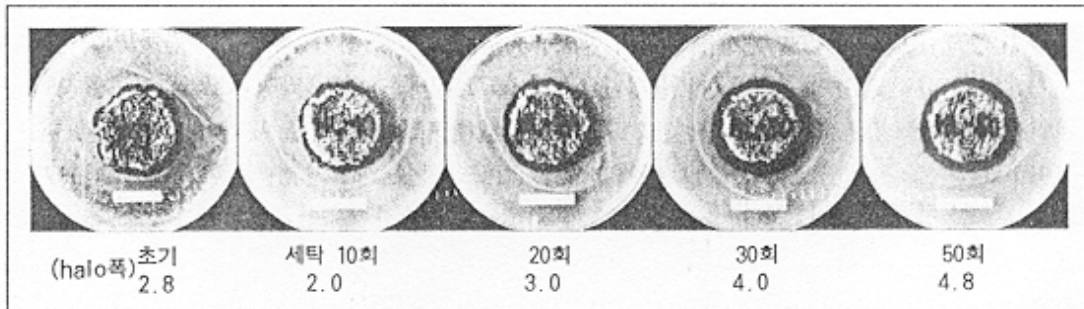
가공조건 : 110°C×2분

잔류 포르말린 : 15 ppm

항균성 : halo 시험법

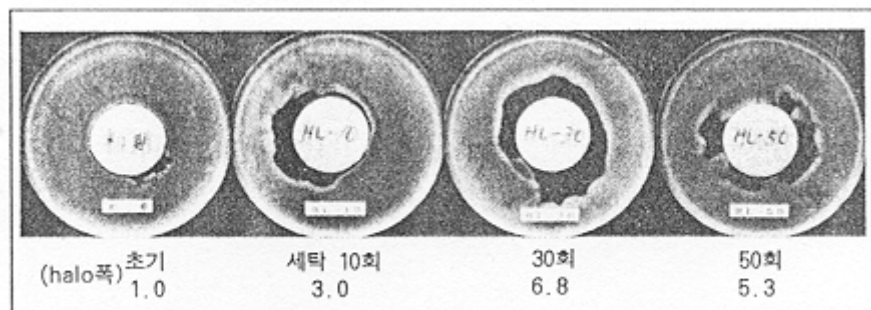
<사진 2 참조>

<사진 1>



※ HO resin 히노키오일 마이크로 캡슐

<사진 2>



HO수지의 포르말린타입은 가공포를 비비거나 마찰에 의해 히노키의 향기를 낸다. 무포르말린 HO수지는 거의 향기를 내지 않는다. 히노키오일은 항균 이외에 방충효과(진드기)도 있다. 방충효과를 향상시킨 히노키오일 마이크로캡슐을 사용한 무포르말린 HO-NT와 저포르말린 HO-LT는 진드기에 대해서 기피율이 세탁 10회에서 70이상이다.

<가공 예>

시험항목 : 방충 기피효과, 항균효과

생지 : 면 브로드클로드

가공조건 : HO-NT 3%, pre-dry, 110°C×2분, 픽업율 80%

시험항목 ; 분표피 진드기

$$\text{기피율(\%)} = \frac{\text{미가공포의 진드기 수} - \text{가공포의 진드기 수}}{\text{미가공포의 진드기 수}} \times 100$$

시험결과 :

시 료	마 리 수	기 피 율(\%)
空 試 驗	3,361	-
세 탁 전	380	88.7
세탁10회	392	88.3

항균성 : 균수 측정법

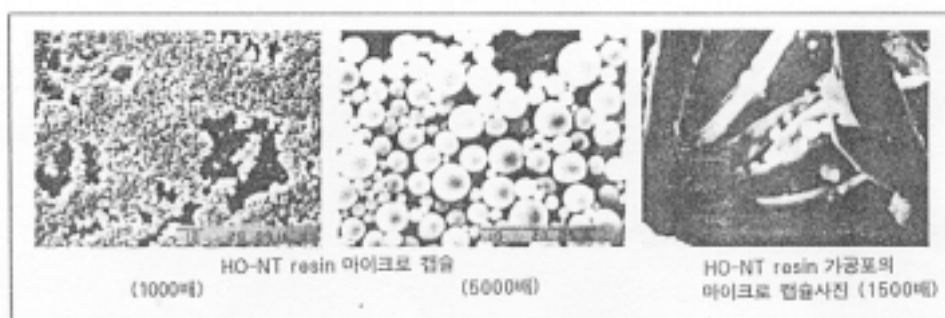
초기; 증감치 3.5

세탁 30회 ; 증감치 5.2

세탁 50회 ; 증감치 5.6

<사진 3 참조>

<사진 3>



5. 염색폐수 처리

앞으로 염색공장은 배수처리를 어떻게 하느냐에 따라서 제품의 코스트, 품질 등 종합적인 관점을 가지고 대응하지 않으면 생존하기 어려울 것이다. 그러기 위해서는 환경문제를 전향적인 발상으로 대응하지 않으면 지구환경에 이상을 일으켜 인류를 멸망시키게 될 것이다.

폐수처리는 생활오니, Fenton시약, 활성탄, 오존산화, 분리막(역침투막), 산분해-활성오니, 응집침전-활성오니 등 여러 가지 방법을 검토할 수 있으나, 1차 처리한 후 오니 등의 2차 처리를 하게 되면 앞으로 이것을 버리는 것에 문제가 생긴다

앞으로는 활성백탄과 호기성 미생물 등으로 분해하는 것이 시간이 걸리기 때문에 농도가 짙은 것을 빨리 분해하는 환경을 만드는 것이 중요하다. 즉, 활성백탄 구멍 속에서 분해를 빨리 하는 미생물을 많이 살게 하는 것이다.

오늘날 전세계 염색공업은 환경문제를 도외시하는 것은 고려할 수 없다. 뿐만 아니라 환경규제의 강화와 환경대책 비용의 증대도 무시할 수 없다. 특히 염색공업의 착색배수에 대한 규제의 강화에 따라 신규투자의 부담을 가중시키며, 이는 경쟁력 저하의 요인으로 되고 있다.

후진국은 환경비용을 들이지 않지만 선진국의 염색공장은 환경대책을 확립함으로써 종합적인 경쟁력을 상당히 향상되었다고 할 수 있다. 즉, 근본적으로 재검토할 필요가 있는데, 발호, 정련, 표백, 염색, 후가공 등 전 분야에 걸쳐 처음부터 폐수처리를 줄이는 약제를 검토할 필요가 있다. 예를 들면 염색할 때 염착력을 높이는 방법과 BOD와 COD가 낮고 생분해성이 좋은 약제를 사용한다면 착색폐수도 적어질 것이다. 가공에서도 BOD, COD가 낮은 것을 사용할 수 있다. 이런 관점에서 천연의 소재를 원료로 한 것을 검토할 필요가 있다.