

樹脂加工布의 遊離 Formaldehyd 發生抑制(I)

— 尿素에 依한 後處理效果 —

李 貞 姬 · 李 順 媛 · 金 聲 連

서울대학교 家政大學 衣類學科

Control of Free Formaldehyde Release from Resin Finished Fabric.(I)

—Effect of Aftertreatment with Urea—

Jung Heui Lee, Soon Won Lee and Sung Reon Kim

Department of Clothing and Textiles, College of Home Economics, Seoul National University

Abstract

In order to control free formaldehyde release from fabric finished with urea-formaldehyde precondensate, the resin finished fabric was padded in urea or acylamide solution, dried and cured at 140°C. The effect of aftertreatment with urea or acrylamide on free formaldehyde release and on characteristics of resin finished fabric were examined.

It was shown that aftertreatment with urea was effective to control free formaldehyde release, the free formaldehyde content in aftertreated fabric could be reduced from 900 ppm to 200 ppm and formaldehyde release under accelerated storage condition was also reduced from 8000 ppm to 1000 ppm.

Polyacrylamide formed in the fiber during aftertreatment appeared to be a formaldehyde capture. Especially by washing the aftertreated fabric, the ability to control formaldehyde release under accelerated condition was not diminished in contrast with aftertreated with urea. It suggests that polyacrylamide can be used as a formaldehyde capture which withstand diminution from washing.

I. 緒 論

1928年 Tootal Broadhurst Lee社¹⁾에서 이미 1918年 John²⁾에 의해 發見된 urea-formaldehyde樹脂에 依한 防皺加工 工程을 公表한 이래 樹脂加工에 關한 많은 發展을 보았다.

樹脂加工의 理論과 技術이 發展함에 따라 이에 따른 여러가지 문제점이 대두되고 있다. 加工布에서의 유리 formaldehyde發生,³⁾ 加工工程中 生成되는 trimethyla-

mine에 의한 생선비린내,⁴⁾ 加工布의 強度低下,^{5,6)} 염 소障害^{7,8,9,10)} 등이 論難의 대상이되어 왔으며 이중 유리 formaldehyde 發生에 依한 環境汚染은 눈, 코, 입 등에 刺戟을 줄 뿐만 아니라 접촉성 피부염을 일으키는 등 衛生上 害롭다는 것이 最近 크게 論難이 되어 나라에 따라 이를 규제하기에 이르렀다. 이에 따라 유리 formaldehyde의 發生原因과 그 抑制에 關한 많은 究究가 進行되고 있다.

Baon과 Parker등¹¹⁾은 dimethylol ethylen urea로 加工한 綿織物에서 發生되는 formaldehyde를 定量한 結

果 樹脂加工布를 alkali세척에 의해 酸性觸媒를 中和시킴으로서 formaldehyde의 發生을 현저하게 줄일수 있었으며 觸媒로서는 amine hydrochloride보다 鹽化마그네슘을 使用했을때 formaldehyde의 發生이 적었다고 하였다.

Reid 등¹²⁾은 다섯가지 다른 N-methylol樹脂와 3가지 觸媒를 使用하여 樹脂加工한 後 一部는 세척하여 formaldehyde를 定量하였다. 그는 洗滌前 加工布에서는 formaldehyde發生量은 酸性安定도가 결정적으로 관계하며 洗滌後의 加工布에서는 수지의 methylol 含量과 관계된다고 하였다.

Reid 등¹³⁾과 Reinhardt 등¹⁴⁾은 加工布를 스티프處理를 하였는데 aikail세척 만큼 formaldehyde의 發生量을 줄일 수는 없으나 세척과 乾燥工程을 거치지 않으므로 경제 적이며 특히 delayed cure法¹⁵⁾에 알맞는 處理法이라고 報告하였다.

Rein 등¹⁶⁾은 N-methylol樹脂인 dimethylol ethylene urea와 觸媒로 질산아연을 使用한 樹脂加工布를 amine類와 같은 formaldehyde와 反應할 수 있는 物質로 後處理하면 織物의 다른 性質에 영향을 주지 않고 formaldehyde의 量을 현저히 줄일 수 있는 方法으로 인정되어 그 發生量을 50ppm까지 줄일 수 있다고 하였다.

그러나 urea 등 後處理物質들은 수용성으로 단 1회의 洗滌으로 大部分이 流失되어 그 效能을 喪失하고 만다. 그러므로 전기 formaldehyde capture를 織物內에 固着시키면 洗滌에 견딜수 있는 항구적인 formaldehyde發生抑制 效果를 거둘 수 있으리라 推定된다.

Formaldehyde capture로 使用되는 amine類의 amine基는 alkali 觸媒下에 유리 formaldehyde와 methylol을 形成하고 methylol group끼리 ether 結合을 形成하는 것으로 알려졌다.^{17,18)} 따라서 urea 등의 polyamine系 formaldehyde capture에 alkali 觸媒와 함께 樹脂加工布를 浸漬後 熱處理함으로써 alkali는 酸性觸媒를 中和함과 同時에 유리 formaldehyde 및 樹脂와 結合하여 직물內에서 固定되어 洗滌에 의해 流失될이 없이 恒久的인 formaldehyde capture의 役割을 하게 되리라 생각 된다.

그리하여 著者등은 urea-formaldehyde 樹脂로 加工한 織物을 urea와 acrylamide로 上記와 같은 處理를 하였을 때의 formaldehyde의 發生 抑制效果를 檢討하여 보았으며 아울러 後處理에 의한 樹脂加工布의 物性的 變化도 調査하였다.

II. 實 驗

II-1. 試 料

II-1-1. urea-formaldehyde 初期縮合體

300ml 3口 flask에 urea와 formaldehyde를 1:2로 加하고 觸媒인 ammonia水로 pH 9로 조정후 逆流 冷却器를 부쳐 80°C에서 90분간 교반하면서 反應시키고 反應이 끝나면 급냉하고 초산으로 中和하였다. urea-formaldehyde初期縮合體는 매 樹脂加工 直前に 使用하였다.

II-1-2. 試驗布

試驗布는 國立工業試驗院에서 製織한 染色堅牢度 試驗用 添附白綿布(KSK 0905)를 다시 탄산나트륨 계면활성제를 使用하여 精練後 과산화 수소로 漂白한 후 다음과 같이 樹脂加工을 하였다.

初期縮合體를 약 10배로 희석하여 固形分이 5.3%가 되도록 조정하고 觸媒 질산아연(0.5%)를 加한 후 樹脂溶液을 vat에 옮기고 24시간 이상 標準狀態(20°C 65% R.H.)에서 보관한 試料를 樹脂溶液에 wet-pick-up 이 100%되도록 浸漬하여 90±2°C에서 30分間 乾燥하고 145±2°C에서 5分間 熱處理하였다.

試驗布의 特性은 Table 1과 같다.

Table 1. Characteristics of fabric

Material	cotton
Weave	plain
Thickness (mm)	0.305
Yarn numbers(cotton count)	{ warp('S) 30 weft('S) 38
Fabric counts(picks and ends/5cm)	141×135
Crease recovery(%)	46.2
Tensile strength(kg)	18.8
Tear strength(g)	1200

II-1-3. 試 藥

界面活性劑 : 市販中性洗劑(Monogen)

Acetylaceton試藥 : 초산암모늄 15g을 물 50ml에 溶解하고 초산 0.3ml, acetylaceton(G.R. 級) 0.1ml를 加하여 全量을 100ml로 하고 使用직전에 調製하였다. urea, formaline 및 其他試藥 : 試藥一級을 그대로 사용하였다.

II-2. 樹脂加工布의 後處理

II-2-1. urea處理

觸媒를 添加한 urea용액을 vat에 옮기고 樹脂加工布를 浸漬(wet-pick-up 100%)하여 30×30cm의 나무 틀

에 걸쳐 90±2°C에서 30분간 乾燥한 후 다시 145±2°C에서 5분간 熱處理하였다.

II-2-2. Acrylamide 處理

開始劑로서 potassium persulfate(0.5%)를 添加한 acrylamide 溶液으로 上記 urea處理와 같은 條件으로 浸漬 및 熱處理하였다.

II-2-3. 後處理布의 洗滌

洗滌液은 0.2% Monogen液을 使用하여 液比 30 : 1로 60°C에서 5분간 浸탕후 3번 헹구어 空氣乾燥하였다.

II-3. 加工布의 유리 및 發散되는 formaldehyde의 定量

II-3-1. 加工布中の formaldehyde의 定量

잘게 분쇄한 試料 1g内外를 精칭하여 250ml공전 삼각 flask 中에 넣고 蒸溜水 100ml를 精確히 加한후 40°C 水浴中에서 10分 간격으로 흔들면서 1시간 동안 抽出하여 glass filter(IG3)로 濾過하였다.

上記 抽出液을 acetylacetone法¹⁰⁾에 따라 acetylacetone 試藥으로 發色시켜 Spectrophotometer(SP6-400UV)를 使用하여 415mm에서 吸光度를 測定하고 檢량선에 따라 formaldehyde의 濃출량을 ppm으로 算出하였다.

II-3-2. 加工布로부터 發散되는 formaldehyde의 定量 Smith,³⁾ Reid와 Reinhardt등¹⁶⁾이 行한 accelerated storage法을 약간 修正하여 다음과 같이 試驗하였다.

잘게 분쇄한 試料 0.5g 内外를 精칭하여 試料管(길이 8cm 직경 3cm 유리管)속에 넣고 500ml 廣口병에 60°C의 蒸溜水 100ml를 精確히 加한후 上記 試料管을 조심스럽게 廣口병속 벽에 기대어 넣는다. 다음 廣口병을 密封하여 80°C에서 16시간 보관한후 冷却시켜 試料管을 꺼내고 물속에 녹아있는 formaldehyde를 앞의 II-3-1과 같은 方法으로 定量하여 發散된 formaldehyde의 量을 求하였다. 試料管속의 試料中の 유리 formaldehyde-濃출량도 앞의 II-3-1와 같은 方法으로 測定하였다.

II-4. 後處理布의 物性

加工布를 恒溫, 恒濕室(20°C, 65% RH)에 24시간 이상 보존한 후 다음과 같이 試驗하였다.

II-4-1. 引張強度

KS K 0522에 依해 引張強度 試驗機(Instron model 1130)로 測定하였으되 load cell 500kg을 使用하여 cross head speed 20cm/min, chart speed 5cm/min로 하였다.

II-4-2. 引裂強度

KS K 5036에 依해 引張強度 試驗機(Instron model 1130)로 하였으되 load cell 5kg을 使用하고 다른 條件

은 引張強度 測定時와 같이 하였다.

II-4-3. 防黴度

KS K 0550에 依해 Monsanto 防黴度 試驗器를 使用하였다.

III. 結果 및 考察

III-1. urea處理에 依한 formaline發生抑制 效果

III-1-1. 觸媒의 種類의 影響

Urea溶液으로 後處理할때의 urea溶液에 첨가되는 觸媒가 유리 formaldehyde發生과 加工布의 物性에 미치는 影響을 調査하기 위하여 5%의 urea-용액에 알칼리 物質로서 수소탄산나트륨과 초산나트륨을 添加한 용액으로 處理한 後處理布 中の 유리 formaldehyde와 accelerated storage에 依해 發散되는 formaldehyde를 定量한 結果는 Fig. 1, Fig. 2와 같다.

유리 formaldehyde의 發生量은 觸媒의 종류에 따라 수소 탄산나트륨>無觸媒>초산나트륨의 順으로 나타났으며 洗滌後에는 處理布中の 유리 formaldehyde 量은 洗滌에 依해 유리 formaldehy와 여분의 樹脂가 씻겨 나가므로 減少를 보이고 있으나 accelerated storage에 依해 發生된 유리 formaldehyde의 量은 增加하고 있는데 이것은 洗滌에 依해 formaldehyde capture 로서의 urea가 一部 流失되기 때문이라고 생각된다.

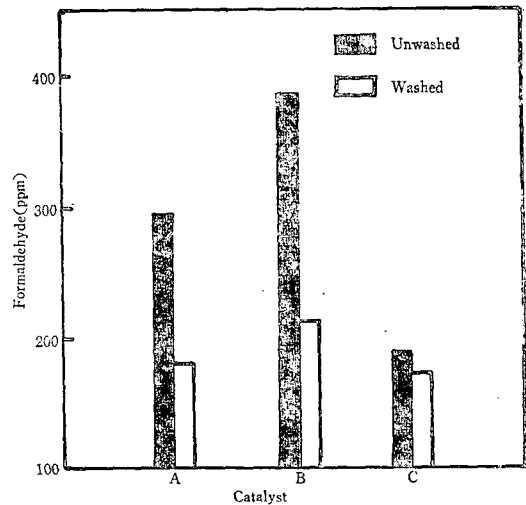


Fig. 1. Effect of catalyst on free formaldehyde in resin finished fabric treated with 5% urea solution
 A : cntroled(without catalyst)
 B : sodium bicarbonate
 C : sodium acetate

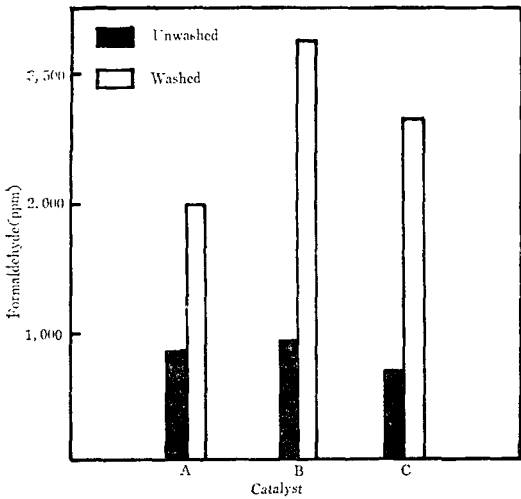


Fig. 2. Effect of catalyst on formaldehyde evolved from resin finished fabric treated with 5% urea solution

- A : controled(without catalyst)
- B : sodium bicarbonate
- C : sodium acetate

Table 2은 촉매의 종류에 따른 後處理布의 物性變化를 調査한 結果다. 이에 의하면 後處理時의 添加되는 觸媒가 加工布의 物性에 影響을 미치고 있음을 나타내며 防皺度는 觸媒의 種類에 따라 탄산수소나트륨 > 초산나트륨 > 無觸媒의 順으로 增加를 보이나 引張, 引裂強度는 반대로 탄산수소나트륨 > 초산나트륨 > 無觸媒 順으로, 방추도가 向上됨에 따라 低下 되었다.

一般的으로 樹脂加工布에 있어서는 防皺度의 增加에 따라 유리 formaldehyde의 量도 增加하는 것으로 알려져 있으나 本 後處理布에 있어서는 觸媒로서 초산나트륨의 添加는 formaldehyde의 發生量을 抑制하면서 防皺度도 비교적 좋은 편이었다. 따라서 초산나트륨가 적절할 觸媒로 생각된다.

III-1-2. 촉매 sodium acetate의 濃度의 影響

Table 2. Effect of catalystson properties of resin finished fabric treated with 5% urea solution

Properties	Controled		sodium bicarbonate		sodium acetate	
	UW	W	UW	W	UW	W
Crease recovery(%)	59.6	62.5	70.5	70.7	68.0	65.7
Tensile strength (kg)	14.6	15.3	12.3	12.1	12.6	14.4
Tear strength(g)	765	780	622	599	741	643

UW: unwashed fabric W: washed fabric

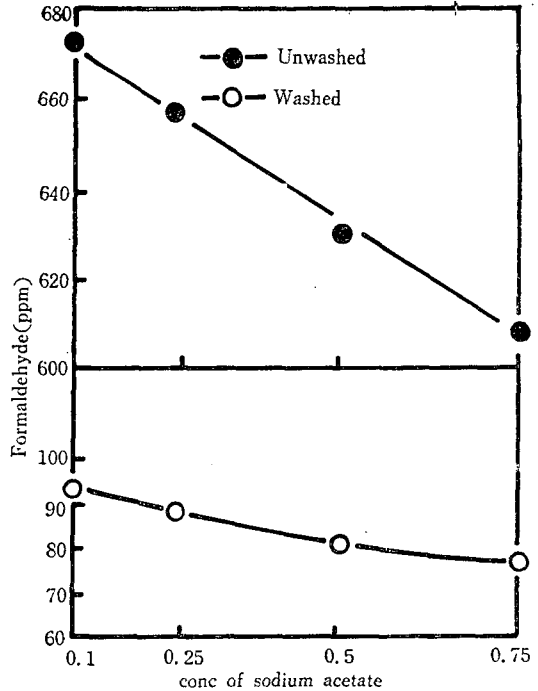


Fig. 3. Effect of concentration of sodium acetate in urea solution on free formaldehyde in resin finished fabric and formaldehyde evolved from resin finished fabric treated with 5% urea

촉매로서 초산나트륨의 濃度를 달리한 5%의 urea溶液으로 處理할때 處理液 中の 초산나트륨의 濃度에 따라 加工布中の formaldehyde 量과 accelerated storage에 의해 發散되는 유리 formaldehyde의 量을 定量한 結果는 Fig. 3과 같으며 이에 따른 防皺度는 Table 3와 같다.

Sodium acetate의 濃度가 增加함에 따라 後處理布中の 유리 formaldehyde의 量과 accelerated storage法에 의해 發散되는 formaldehyde의 量은 현저한 減少를 보였으나 後處理布中の 유리 formaldehyde量의 變化보다는 accelerated storage法에 의해 發散된 formaldehyde 量에 미치는 影響이 훨씬 컸다.

Table 3. Effect of concentration of sodium acetate in urea solution on crease recovery of resin finished fabric treated with urea solution

Property	Conc. (%)			
	0.10	0.25	0.50	0.75
Crease recovery (%)	64.7	67.0	69.1	69.0

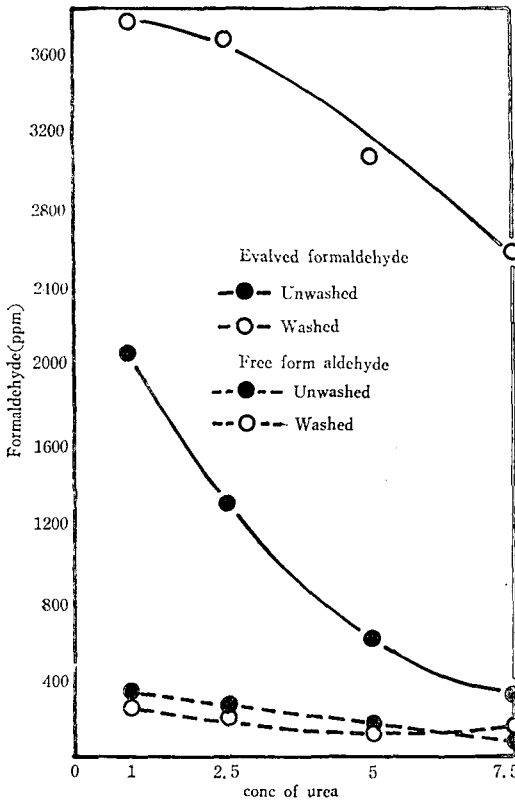


Fig. 4. Effect of concentration of urea on free formaldehyde in resin finished fabric and formaldehyde evolved from resin finished fabric treated with urea solution, 0.5% sodium acetate added

防皺度は 觸媒의 濃度가 增加함에 따라 向上되나 0.5%에 이르러 極大를 보임으로 適當한 觸媒의 濃度は

0.5%로 생각된다.

III-1-3. urea의 濃度の 影響

後處理液의 urea의 濃度에 따른 後處理布의 洗滌前後의 유리 formaldehyde量과 accelerated storage에 의해 發散되는 formaldehyde의 量 및 加工布의 防皺度を 試驗한 결과는 Fig. 4, Table 4와 같다. 이에 의하면 urea溶液의 濃度가 增加함에 따라 洗滌前後 後處理布中の 유리 formaldehyde量과 accelerated storage法에 의해 發散된 formaldehyde의 量은 減少하며 加工布中の 유리 formaldehyde의 量은 洗滌前後에 큰 變化가 없으나 accelerated storage法에 의해 加工布로 부터의 formaldehyde 發散量은 洗滌後 상당한 增加를 보여 이것은 III-1-1의 結果와 같다.

防皺度は 濃度가 增加함에 따라 多少 떨어지고 있다.

Reid 등¹⁷⁾은 樹脂加工布를 觸媒없이 5% urea 溶液에 浸漬하여 乾燥後 유리 formaldehyde의 發散量을 acce-

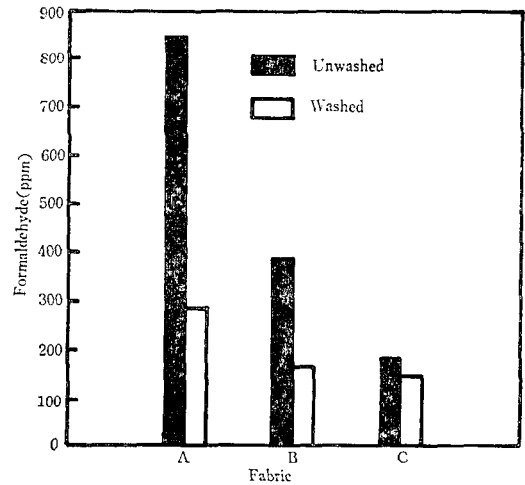


Fig. 5. Effect of treatment with urea on free formaldehyde in resin finished fabric

- A: resin finished
- B: aftertreated with urea, sodium acetate added, dried
- C: aftertreated with urea, sodium acetate added, dried and cured

Table 4. Effect of concentration of urea on crease recovery of resin finished fabric treated with urea solution

Property	1.0		2.5		5.0		7.5	
	UW	W	UW	W	UW	W	UW	W
Crease recovery (%)	72.6	67.9	69.9	69.1	66.3	64.1	63.8	59.7

UW: unwashed fabric W: washed fabric

lerated storage法으로 測定한 結果 약 1/100 정도로 減少시킬수가 있다고 하였다. 그러나 本人의 追試에서는 Reid등의 報告와 같이 현저한 減少는 보이지 않으며 Fig. 5에서의 같이 약 1/2정도로 줄어들었으며 本實驗과 같이 alkali媒觸를 使用하여 再 熱處理하는 後處理法에 의해서 原布의 約 1/8까지 그 發散量을 줄일수 있었다.

또한 Fig. 6에서 보는 바와 같이 洗滌후 accelerated storage法에 의해 發散되는 formaldehyde發散抑制에 있어서 Reid등¹⁷⁾이 提示한 後處理法으로는 전혀 效果를 볼수 없었으나 本實驗의 後處理布는 洗滌後에도 상당한 formaldehyde發散抑制의 效果를 보이고 있다.

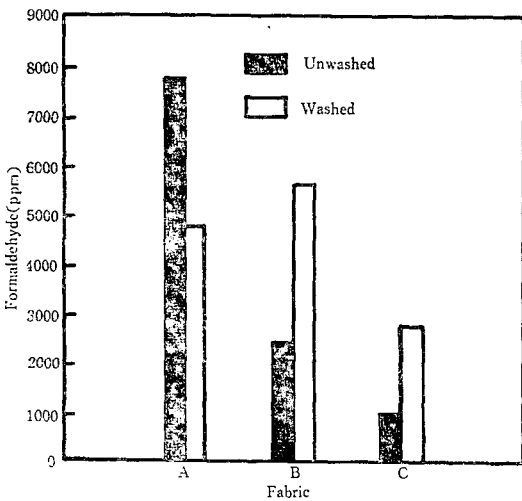


Fig. 6. Effect of treatment with urea on formaldehyde evolved from resin finished fabric
 A: resin finished
 B: aftertreated with urea, sodium acetate added, dried
 C: aftertreated with urea, sodium acetate added, dried and cured

III-2. Acrylamine 處理에 依한 formaldehyde 發生抑制效果

前述한 III-1에서 urea液으로 浸漬, 乾燥, 熱處理하는 方法은 formaldehyde 發生抑制 效果는 認定되나 耐洗滌性이 優秀하지 못함을 보여주고 있다.

耐洗滌性을 갖는 formaldehyde capture로서 polyacrylamide의 可能性을 試驗하기 위하여 5%의 acrylamide溶液에 重合開始劑로 0.5% potassium persulfate를 添加한 溶液으로 urea處理와 같은 方法으로 浸漬하고 乾燥 내지 熱處理 過程에서 重合을 誘導하였다. 또 이때 urea處理에서 添加한 초산나트륨의 添加效果도 比較하여 보았다.

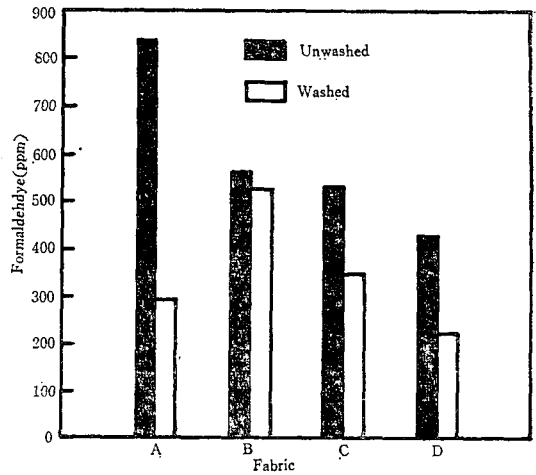


Fig. 7. Effect of treatment with acrylamide on free formaldehyde in resin finished fabric
 A: resin finished
 B: aftertreated with acrylamide, sodium acetate added, dried
 C: aftertreated with acrylamide, sodium acetate added, dried and cured
 D: aftertreated with acrylamide dried and cured

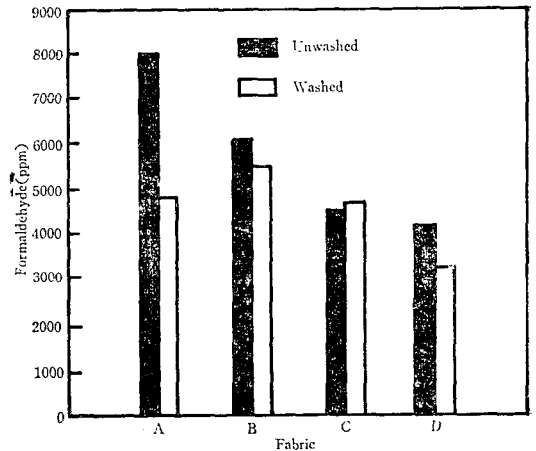


Fig. 8. Effect of treatment with acrylamide on formaldehyde evolved from resin finished fabric
 A: resin finished
 B: aftertreated with acrylamide sodium acetate added, dried
 C: aftertreated with acrylamide sodium acetate added, dried and cured
 D: aftertreated with acrylamide, dried and cured.

Fig. 7, 8에서 보는 바와 같이 acrylamide도 formaldehyde capture로서 formaldehyde 발생抑制의 효과가 있으며 乾燥에 그친 後處理布는 熱處理한 布보다 효과가 적었다. 또 urea와는 달리 초산나트륨의 添加는 역효과를 나타내고 있는데 이것은 sodium acetate가 重合을 妨害하여 polyacrylamide의 生成을 저지하는 까닭이라고 생각된다.

한가지 特記할 만한 것은 urea處理에 있어서는 accelerated storage法에 의해 發散되는 formaldehyde는 洗滌後 formaldehyde capture가 流失되어 formaldehyde 發散量이 현저히 增加하나 polyacrylamide는 洗滌後 試料의 formaldehyde의 發散量이 洗滌前의 半以下로 減少되고 있어 耐洗濯性を 갖는 formaldehyde capture로서 價値가 認定되어 이에 關係에는 具體적으로 研究할 必要가 있겠다.

IV. 結 論

Urea-formaldehyde 樹脂加工布의 유리 formaldehyde의 發生을 抑制하기 위하여 加工布에 urea 및 acrylamide 등 amide 溶液으로 浸漬, 乾燥後 熱處理하여 後處理布의 유리 formaldehyde 發生量과 物性的 變化를 調査하였다.

그결과 다음과 같은 결과를 얻었다.

1) 樹脂加工布를 urea溶液으로 浸漬 再熱處理 하므로써 加工布中の 유리 formaldehyde量은 約 1/4로 줄일수 있었으며 accelerated storage 에 의한 formaldehyde의 發散量은 1/8까지 줄일수 있었다.

2) 後處理溶液의 urea 濃도가 增加함에 따라 後處理布의 유리 formaldehyde 發生量은 減少하나 防皺도는 減少하였다.

3) 後處理布의 유리 formaldehyde 發生量은 後處理溶液에 添加한 觸媒의 種類에 따라 달리 탄산수소나트륨 > 無觸媒 > 초산나트륨의 順으로 나타났으며 後處理布의 防皺도는 탄산나트륨 > 초산나트륨 > 無觸媒의 順이었으며 強度는 그 반대였다.

초산나트륨은 유리 formaldehyde의 發生抑制의 효과가 크면서 비교적 防皺도가 좋은편으로 適當한 觸媒로 생각된다.

4) 後處理液의 觸媒 초산나트륨의 濃도가 增加함에 따라 後處理布의 유리 formaldehyde 發生量은 減少하면서 防皺도도 向上되었다. 이는 중래의 유리 formaldehyde의 量이 減少함에 따라 防皺도는 低下된다는 理論과 반대되는 매우 興味있는 事實이라 하겠다.

5) 後處理布를 洗滌하므로써 유리 formaldehyde量은 減少하나 accelerated storage法에 의해 發散되는 formaldehyde量은 增加한다. 이것은 formaldehyde capture로서의 amine의 一部가 流失되기 때문일 것이다.

6) Polyacrylamide도 formaldehyde capture로서의 效果를 보였으며 특히 後處理布의 洗滌後의 formaldehyde 發散量은 洗滌前보다 減少하여 urea와는 현저한 差異를 보였다. 이것은 耐洗濯性を 갖는 formaldehyde capture로서의 價値가 認定되므로 이에 關係서는 앞으로 더욱 研究할 必要가 있겠다.

引 用 文 獻

1. U.S. Patent 1, 734, 516.
2. U.S. Patent 1, 355, 834.
3. Brechinridge K. Tremaine, The Importance of Oder Control in Textile Processing, *Amer. Dystuff. Rept.* 50, 175, (1961).
4. Nuessle, A.C. and Heiges, E.O.J. Amine Oder in Resin Treated Fabric, *Text. Res. J.* 29, 41, (1959).
5. Steel, R. The Tear Strength of Fabric, *Amer. Dyestuff Rept.* 46, 329, (1957).
6. Rosenbaum, R. Use of Polyethylene Emulsion in Textile Application, *Amer. Dyestuff. Rept.* 48, No. 10, 46 (1959).
7. Nuessle, A.C. Some Comments on Chlorine Retention and Chlorine Damage, *Amer. Dyestuff. Rept.* 47, 465, (1958).
8. Smith, A.R. Some Observation Regarding the Chlorine Retention of Fabrics Treated with Dimethylol ethylene urea, *Amer. Dystuff. Rept.* 48, 49 (1959).
9. Reid, J.D. Frick, J.G. Jr., Reinhardt R.M. and Arceneaux, R.L. Chlorine-Resistant Blends of Triazone and Urea Derivatives for Wrinkle-Resistant Cotton Fabric. *Amer. Dyestuff. Rept.* 48, No. 15, 29 (1959).
10. Enders H. and Puschi G. Synthetic Resins for Chlorine-Fast "Wash-and-Wear" Fabrics, *Amer. Dyestuff. Rept.* 49, 25, (1960).
11. Bacon, O.C. Parker M.F. and Horn, L.F. Formaldehyde Evolution from Textiles, *Amer. Dyestuff. Rept.* 46, 933 (1957).
12. Reid, J.D. Arceneaux, R.L. Reinhardt R.M. and

- Harris, J.A. Studies of Wrinkle Resistance Finishes for Cotton Textiles, I-Release of Formaldehyde Vapors on Storage of Wrinkle-Resistant Cotton Fabrics, *Amer. Dyestuff. Rept.* 49, 490 (1960).
13. Reid, J.D. Kullman R.M.H. and Reinhardt: R.M. A Method for Removal of Free Formaldehyde from Cabamate-Senticized Fabrics, *Textile. Chem & Col.* 3, 72, (1971).
 14. Reinhardt, R.M. Kullman, R.M.H. Reid J.D. and Reeves: W.A. Steam Treatment for Decreased Formaldehyde Release in Fabrics Treated with N-methylol Finishing Agent, *Textile. Chem. & Col.* 4, 89 (1972).
 15. Beaumont, W.L. The Delayed Cure Process, *Amer. Dyestuff. Rept.* 54, 746 (1965).
 16. Reid, J.D. Reinhardt, R.M. Fenner T.W. and J.A. Harris, Control of Formaldehyde Release from Fabric Finished with Dimethylol Ethylene Urea, *Amer. Dyestuff. Rept.* 51, 150 (1962).
 17. de Jonge: J. The Fomation and Decomposition of Dimethylol Urea. *Rec. Trav. Chim.*, 71, 643 (1952).
 18. Zigeuner, G. Knierzinger, W. Voglar, K. E. Wi-
esenberger and Sobotka, M. Urea-Formaldehyde
Condensation. II. The Origin of the Cabomidom-
ethyl Ether Bridge. *Monatsh.* 82, 175 (1951).
 19. Nash, T. Colorimetric Estimation of Formalde-
hyde by Means of the Hantzsch Reaction, *Biochem.*
J. 55, 416 (1953).