

# 洗滌時 助劑의 종류가 織物에의 Calcium 沈着에 미치는 영향

朴 文 惠 · 姜 蕙 遠 · 金 聲 連\*

延世大學校 家政大學 衣生活科

## The Effects of Builders on Calcium Deposition on the Fabric

Moon He Park, Hewon Kahng and Sung Reon Kim\*

Dept. of Clothing and Textiles, College of Home Economics, Yonsei University

### Abstract

The influence of builders on calcium deposition on the fabric was studied by laundering the cotton fabric with sodium carbonate, sodium metasilicate, sodium tripolyphosphate and built detergents in hard water.

The laundry variables were:

- 1) Washing cycles: 5, 10, 20, 30 and 40 cycles.
- 2) Water hardness: 100 ppm, 150 ppm, 200 ppm and 300 ppm.
- 3) Builders:  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$  and STPP.
- 4) Detergents: Na-DBS, Na-DBS+ $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , Na-DBS+ $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ , Na-DBS+STPP, Na-DBS+ $\text{Na}_2\text{CO}_3$ +STPP, and Na-DBS+ $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ +STPP.

The fabric was washed for 15 minutes at  $23 \pm 1^\circ\text{C}$  in a washing machine(Gold Star WP 3007) under the similar condition with those of home laundering, and rinsed 3 times in the same water hardness for 5 minutes.

The calcium deposits on the fabric was determined by EDTA-BACK titration methods.

The results of this study were as follows:

- 1) The amount of calcium deposits on the fabric was increased with increasing wash cycles. This deposit was due to the build up of insoluble calcium carbonate.
- 2) As the water hardness increased, the amount of calcium deposits on the fabric was increased.
- 3) Alkaline builders, such as,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  and  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ , promoted calcium deposition on the fabric, however STPP prevented calcium deposition on the fabric.
- 4) Fabric laundered with Na-DBS+ $\text{Na}_2\text{CO}_3$  showed the highest calcium deposits on the fabric, and decreased with the order of  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , Na-DBS+ $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ , and Na-DBS.

And fabrics washed with phosphate-built detergents showed a small amount of calcium deposition.

\* 서울大學校 家政大學 衣類學科

\* College of Home Economics, Seoul National University

### I. 緒 論

근래에 家庭洗滌에서 合成洗劑의 使用이 점차 증가 되어 가고 있다. 合成洗劑는 主成分인 合成界面活性劑와 界面活性劑의 作用을 도와 세척효과를 향상시키는 助劑의 첨가로 이루어진다<sup>1)</sup>.

助劑로는 phosphate가 오염의 分散과 硬水의 軟化能力이 우수하고 적당한 알카리도를 제공하여 助劑의 주성분으로 수년간 쓰여져 왔으나<sup>2)</sup>, phosphate의 過量사용으로 河川, 湖水의 生物 生存에 威脅을 준다는 것이 알려져 다른 助劑로 대체할 필요성이 대두되고 있다<sup>3-7)</sup>. 또한 助劑로 sodium carbonate와 sodium silicate 등의 알카리 助劑들이 사용되고 있으나, phosphate가 硬水중의 Ca<sup>++</sup>과 Mg<sup>++</sup>이온들을 봉쇄하여 용액에서 이들 이온을 分散 保存하여 硬水를 軟化시키는 반면에, carbonate와 silicate 助劑는 硬水중의 금속이온과 결합하여 침전을 形成함으로써 硬水를 軟化시키게 된다.

따라서 硬水에서 sodium carbonate와 sodium metasilicate를 助劑로 한 洗劑를 사용하였을 경우에는 calcium carbonate나 calcium silicate와 같은 不溶性鹽이 織物에 沈着하게 된다.

이러한 織物에의 calcium 沈着은 세척효과의 감소와 織物의 거칠은 촉감 및 변색을 야기시키며 강도 및 신도가 저하되어 織物의 수명을 단축시킨다는 研究가 報告되어졌다<sup>8,9)</sup>.

또한, 이들 不溶性鹽들은 織物에 사용된 염색 및 防燃加工效果를 상실케 하며, 세제에 의해 탈락된 오염을 흡착하여 재오염을 증가시킬 수 있으며, 세탁기에도 calcium鹽이 침착되어 기계의 수명을 단축시킨다는 것이 알려졌다<sup>10-12)</sup>.

따라서, 세척용 洗劑는 효과적인 세척과 織物의 特性 및 加工效果의 保存을 위하여 織物에 calcium 沈着을 야기시키지 않는 것이 바람직하며, 洗滌時 助劑의 종류에 따라 calcium 沈着을 방지 또는 감소시키는 것이 중요하다고 생각된다. 그러나, 세척시 硬水중의 calcium 이온과 助劑인 sodium carbonate와의 결합이 큰 問題가 되는 것으로 알려졌을 뿐 沈着에 미치는 界面活性劑의 역할과 세척조건 등에 관한 研究는 별로 이루어지지 않았다.

本 研究의 目的은 硬水로 洗滌할 경우 洗滌回數와 洗滌水의 硬度, 그리고 세제에 첨가되는 助劑의 종류가 織物에의 calcium 沈着에 미치는 영향을 檢討하는

데 있다. 또한, 沈着의 원인을 조사하기 위하여 助劑만의 첨가와 界面活性劑만의 첨가, 그리고 界面活性劑에 助劑의 종류를 달리하여 첨가하여 검토하였다.

세척실험 기구로는 反復 洗滌時 織物에 沈着된 calcium의 정도를 알아보는데 적합한 세탁기를 使用하였으며, 織物에 沈着된 calcium의 定量은 EDTA-逆適定法<sup>20)</sup>을 사용하였다.

### II. 實 驗

#### 1. 試驗布 및 試藥

##### 1) 驗布試

試驗布는 市販되고 있는 線당목을 Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 10% (o.w.f.), 液比 30 : 1로 100°C에서 3時間 精練한 後 공기중에서 自然乾燥하여 使用하였다. 試驗布로 使用한 綿당목의 特性은 Table I과 같다.

Table I. Characteristics of Fabric

Material	Cotton 100%
Weave construction	Plain
Yarn number (warp weft)	9.6 tex
	11.2 tex
Fabric count(ends and picks/ 5 cm)	102×102
Thickness	0.321 mm
Calcium contents	231 ppm(CaCO <sub>3</sub> )

##### 2) 試 藥

(1) Disodium salt of ethylenediaminetetra acetic acid(EDTA): 試藥特級(日本 關東化學株式會社)

(2) Calcium chloride dihydrate: 試藥一級(日本 關東化學株式會社)

(3) Sodium carbonate: 試藥特級(日本 Shinyo pure chemicals. Co., LTD.)

(4) Sodium dodecylbenzene sulfonate(Na-DBS): 試藥一級(日本 和光純藥工業株式會社)

(5) Sodium metasilicate: 試藥一級(日本 和光純藥工業株式會社)

(6) Sodium tripolyphosphate(STPP): 試藥一級(日本 和光純藥工業株式會社)

(7) 기타試藥: 試藥一級을 使用하였다.

#### 2. 實驗方法

##### 1) 洗 滌

(1) 洗滌器具: 洗滌에는 일반가정용 半自動 渦流式

洗濯機(Model: 金星 WP 3007)을 사용하였다.

(2) 洗濯水: 세탁기에 수도물(50 ppm, CaCO<sub>3</sub>) 9 l 를 넣고 CaCl<sub>2</sub>용액(1M)을 22.5 ml 첨가한 후 1분간稼動시켜 잘 혼합한 硬度 300 ppm(CaCO<sub>3</sub>)의 硬水를 使用하였다.

(3) 洗濯方法: ① 세탁기에 所定硬度的 수도물 9 l (液比 30 : 1, 溫度 23±1°C)를 넣은 후 지정량의 助劑를 添加하여 1분간稼動시켜 잘 溶해시켰다. ② 여기에 指定量의 洗劑를 넣어 다시 2분간稼動시켜 洗劑를 완전히 溶해시킨 다음 液比를 맞추기 위한 綿布(dummy load)에 附着되어진 試驗布(30 cm×25 cm)를 넣어 洗濯하였다. ③ 洗濯時間은 15분으로 하여 指定된 含水量(315%)까지 洗濯物의 洗液을 除去하였고, 洗濯時와 같은 硬度的 硬水로 5분씩 3회의 헹구기를 실시하였다. 헹구기 과정에서도 洗濯物의 洗液은 매회 指定된 含水量까지 除去하였다. ④ 脫水는 遠心分離脫水裝置로 5분간(洗濯物의 含水量: 65%) 실시하였으며, 그後 공기중에서 自然乾燥하였다.

2) 織物에 沈着된 Calcium(Ca<sup>++</sup>)의 定量

(1) 定量方法: 洗濯동안 織物에 沈着된 calcium은 다음과 같은 절차에 따라 EDTA-逆滴定法으로 定量하였다. ① 洗濯이 끝난 試驗布는 105±2°C에서 1시간 乾燥시킨 후, desiccator에서 放冷시킨 다음 0.4~0.5g을 精確하게 秤量한다. ② 秤量된 試驗布를 잘게 잘라 100 ml-Erlenmeyer flask에 넣고 여기에 0.01M-EDTA 용액 5 ml~40 ml를 첨가한 다음, 증류수를 15~20 ml 넣고 buffer solution PH=10을 0.5 ml 정도 加하여 15~20분간 끓인다. ③ 그後 용액만 decantation으로 glass filter(IG-2)를 통하여 여과하고, 試料가 담긴 flask에는 뜨거운 증류수를 15~20 ml 넣어 다시 5분간 끓인다. ④ 용액과 試料를 定量的으로 glass filter에 여과하고 少量의 뜨거운 증류수로 시료를 2~3회 水洗하여 여과한다. ⑤ 여과가 끝난 용액에 Mg-EDTA를 함유한 buffer solution PH=10을 0.5 ml 정도 加하여 PH=10을 맞추고, 지시약 Eriochrome-Black T를 소량 넣어 sky blue가 되게한다. ⑥ 滴定은 5 ml micro-buret을 사용하여 0.01M-CaCl<sub>2</sub>용액으로 하였으며, 滴定의 종말점은 색상이 sky blue에서 violet으로 變色되는 점으로 하였다.

(2) 計算方法: 織物에 存在하는 calcium의 量(ppm, CaCO<sub>3</sub>)은 다음식에 따라 계산하였다.

$$CaCO_3(p.p.m.) = \frac{[(B-A) \times f] \times 1}{W} \times 10^2$$

A: 0.01M-CaCl<sub>2</sub>의 量(ml)

B: Blank test에 所要된 CaCl<sub>2</sub>의 量(ml)

f: 滴定에 使用된 0.01M-CaCl<sub>2</sub>의 factor

w: 織物의 무게(g)

Ⅲ. 結果 및 考察

1. 洗濯回數가 織物에의 calcium 沈着에 미치는 영향

反復洗濯이 織物에의 calcium 沈着에 미치는 영향을 檢査하기 위하여 界面活性劑 Na-DBS의 濃도를 0.06%로 하고, 助劑로 Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>의 濃도는 경수중의 calcium 이온의 當量보다 약간 높은 0.05%로 하였으며, 5회, 10회, 20회, 30회, 40회의 洗濯을 實施한 후의 calcium 沈着量은 Fig. I과 같다. 洗濯이 거듭됨에 따라 calcium 沈着量이 계속 增加현상을 보였으나, 20회까지는 增加가 급격하였고 그 이후부터는 增加量이 완만하였다. 織物에 沈着되어진 calcium은 助劑로 使用된 Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>와 硬水중의 calcium 이온이 결합하여 不溶性 calcium carbonate를 형성한 때문이며, 洗濯이 되풀이됨에 따라 織物에 계속 축적되어져 增加되는 것으로

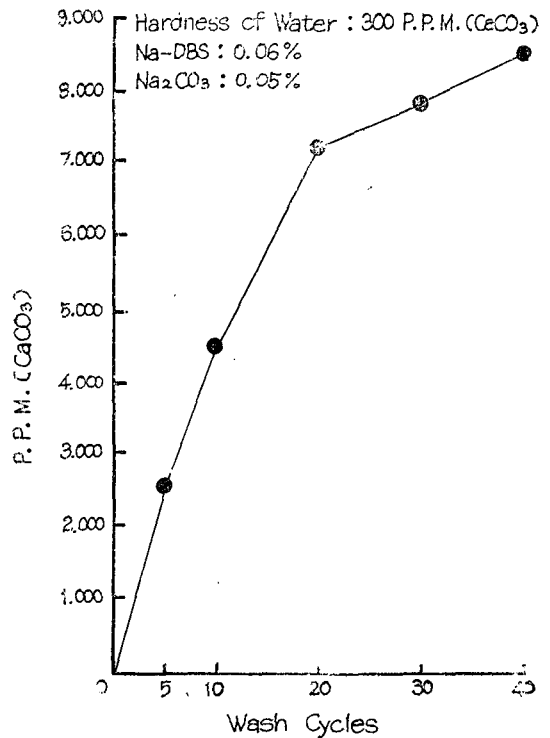


Fig. 1. Effect of wash cycles on calcium deposition.

생각된다. 그러나 20 회까지의 洗滌으로 많은 양의 calcium 이 織物에 沈着되어져 그 이후부터는 같은 양의 增加率을 나타내지 못하고 完滿해진 것으로 여겨진다.

이 結果는 先行研究<sup>8,12,21)</sup>에서 硬水로 반복세척할 경우 洗滌回數가 늘어남에 따라 織物에의 calcium 沈着量이 增加한 結果와 같은 傾向을 나타내고 있다.

또한, 20회 洗滌까지 織物에 이론치보다 많은 양의 calcium 이 침착되어져 행구기 과정에서도 calcium 이 沈着되어진 것을 알 수 있다. 따라서 1회 행구기액의 前, 後를 分析해 본 結果, 300 ppm의 硬度가 행구기를 實施한 후 200 ppm 정도까지 낮아졌음을 알 수 있었다. 이는 洗滌과정에서 calcium 이온과 반응하고 남은  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 가 행구기 과정으로 넘어가 행구기액중의 calcium 이온과 결합을 하여 織物에 沈着되어진 때문이다.

2. 洗滌水의 硬度가 織物에의 calcium 沈着에 미치는 영향

洗滌水의 硬度가 織物에의 calcium 沈着에 미치는 영향을 알아보기 위하여 洗滌水의 硬度를 100 ppm,

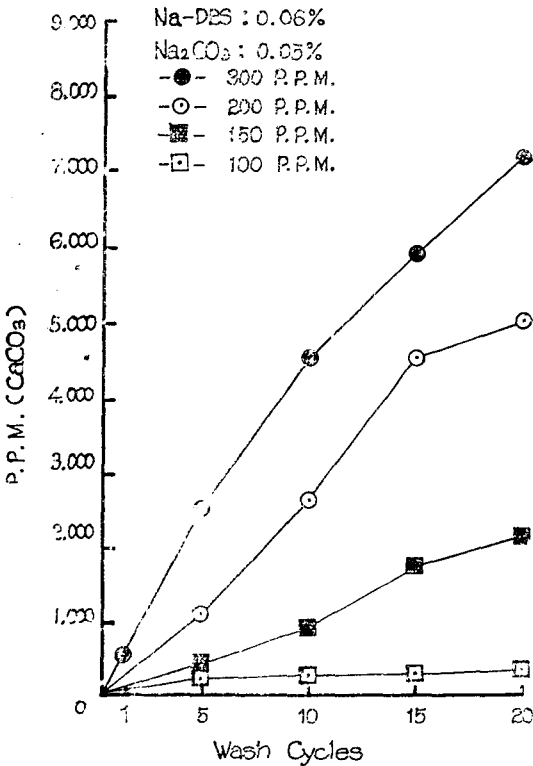


Fig. II. Effect of water Hardness on calcium deposition.

150 ppm, 200 ppm, 300 ppm 으로 하여 Na-DBS 0.06 %와  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  0.05%로 20회의 洗滌을 實施하였다. 그 結果는 Fig. II와 같이 洗滌水의 硬度가 높아질수록 織物에 沈着되어진 calcium 양도 증가되었다. 이는 硬度가 높아질수록 洗滌水內에 助劑로 사용된  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 와 반응할 calcium 이온이 많아져 織物에 沈着되어진 calcium 양도 增加된 것으로 생각된다.

Defosse 와 Carfagno<sup>10)</sup>의 實驗 結果에서 물의 硬度와 calcium 鹽의 沈着간에 正相의 關係가 나타나기는 하였으나 織物의 종류에 따라 차이가 많았으며, 86 ppm 과 145 ppm 사이에는 完滿한 증가율을, 145 ppm 과 300 ppm 사이에는 높은 증가율을 보였다.

本 研究에서도 硬度 변화에 따라 織物에 沈着되어진 calcium 양에 큰 차이를 보이고 있으며, 특히 100 ppm 과 200 ppm 사이에서 급격한 증가가 이루어졌다. 이는 試驗布의 性질과 洗滌水 內의 calcium 이온의 농도 및 助劑와 洗劑의 농도등이 복합적으로 영향을 미친 것으로 생각된다.

3. 알카리 助劑 및 界面活性劑의 添加가 織物에의 calcium 沈着에 미치는 영향

알카리 助劑 및 界面活性劑의 添加가 織物에의 cal-

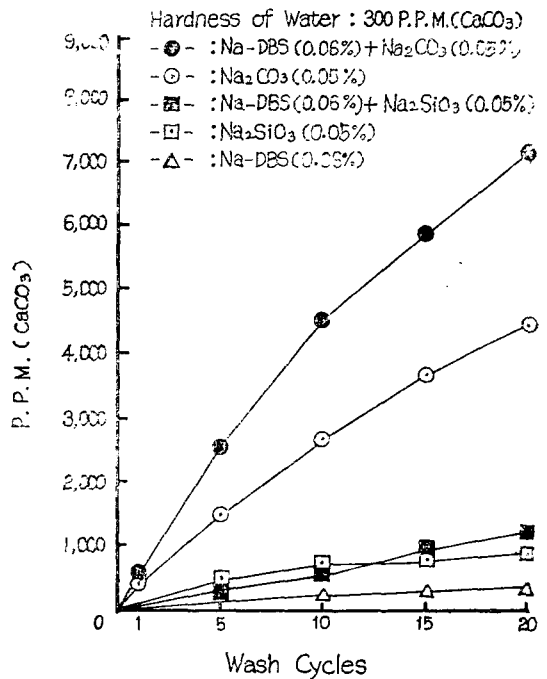


Fig. III. Effect of alkaline builders on calcium deposition.

Table II. Calcium content and Turbidity vs. Time after Addition of Builders and Surfactant

Time A&B Addition	15 min.		30 min.		1 hr.		10 hr.		24 hr.	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	80	0.040	45	0.020	30	0.009	20	0.001	15
Na <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub>	298	0.029	272	0.025	232	0.010	220	0.002	210	0.000
Na-DBS+Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	290	0.520	284	0.500	224	0.326	50	0.068	48	0.063
Na-DBS+Na <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub>	298	1.000	280	0.875	270	0.750	224	0.580	220	0.510

A: Calcium content(ppm. CaCO<sub>3</sub>)

B: Turbidity(O.D)

cium 沈着에 미치는 영향을 검사하기 위하여 1) 助劑인 Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>와 Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>·9H<sub>2</sub>O 만을 添加하여 洗滌하였을 경우와 2) Na-DBS 만의 添加 3) Na-DBS 에 각 助劑를 添加하였을 경우를 살펴보았다. Na-DBS 의 농도는 0.06%로 하였고, 각 助劑의 농도는 calcium 이온과 결합하기에 충분한 0.05%로 하였다. 實驗 結果는 Fig. III 과 같이 Na-DBS 에 Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>를 첨가한 경우에 calcium 沈着量이 가장 많았으며, 그 다음은 Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>만을 첨가한 경우, Na-DBS 에 Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>를 첨가한 경우 Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>만을 첨가한 경우, 그리고 Na-DBS 만을 첨가한 경우의 順이었다.

Morris 와 Parto<sup>8)</sup>의 實驗 結果에서 carbonate 洗劑가 carbonate 단독만의 洗滌보다 織物에의 calcium 沈着量이 많았다고 하였으나 그 이유는 言及하지 않았다. 本 實驗에서도 알카리 조제 단독의 경우보다 Na-DBS 와 함께 添加한 경우에 calcium 沈着量이 증가되었다. Na-DBS 자체가 calcium 이온과 결합을 하지 않는 것으로 보아 助劑와 calcium 이온과의 반응에서 생긴 不溶性鹽이 界面活性劑에 依하여 침전이 안되고 分散되어 있어, 攪拌에 의해 不溶性鹽이 織物에 附着되는 것을 增進시키는 것으로 생각된다. 이러한 事實을 確認하기 위하여 알카리 助劑인 Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>와 Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>의 硬水의 軟化能力과 生成된 calcium 염의 분산되어진 상태를 檢討하여 그 실험결과를 Table II 에 제시하였다. 硬水의 軟化力 평가를 위해서는 洗滌時와 같은 상태의 용액을 100 ml cylinder 에 담아놓은 다음, 지정된 시간이 경과한 후 용액의 윗 부분에서 25 ml 를 pipet 으로 취하여 EDTA 적정법으로 calcium 을 定量하였다. 生成된 calcium 염의 분산상태는 동일한 방법으로 採取한 용액의 濁度를 Spectro photometer 를 사용하여 300 ppm 의 硬水를 reference 로 하여 파장 505 mμ 에서 optical density 로 測定하였다.

이에 의하면, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>가 Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>보다 硬水를 軟化하

는 能力이 현저히 우수하여 곧 CaCO<sub>3</sub>를 生成하였고, 또 이 침전이 빨리 沈下하고 있음을 보여주었다. 그러나 界面活性劑가 添加되면 生成된 CaCO<sub>3</sub>의 分散性이 向上되어 이러한 현탁상태가 상당시간 지속되는 것을 알 수 있었다.

#### 4. STPP 의 添加가 織物에의 calcium 沈着에 미치는 영향

助劑로서 STPP 의 添加가 織物에의 calcium 沈着에 미치는 영향을 알아보기 위하여 硬水에 STPP 단독의 添加, 그리고 알카리 助劑 및 界面活性劑와 함께 STPP 를 添加한 경우를 검토하였다. 界面活性劑의 농도는 0.06 %였으며, 알카리 조제의 농도는 0.05%였고, STPP 의 농도는 硬水중에 포함된 calcium 이온을 분쇄하는데 필요한 0.01%로 하였다.

20회 洗滌後 calcium 沈着量의 結果는 Fig. IV 와 같이 STPP 를 첨가하였을 경우 calcium 沈着量이 현저히 감소하였다. Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>와 함께 STPP 를 첨가한 경우 calcium 沈着量이 가장 많았고, 그 다음이 Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>와 함께 STPP 를 첨가한 경우이지만 그 차이는 20 ppm 정도밖에 되지 않았다. 또한, STPP 만의 첨가와 Na-DBS 에 STPP 를 첨가하였을 경우는 400 ppm 정도로 calcium 沈着量이 비슷하였다.

이러한 結果는 300 ppm 硬水에서 phosphate 洗劑로 세척 실험한 報告<sup>11),12)</sup>들을 뒷받침하고 있다.

알카리 助劑와 함께 STPP 를 첨가하였을 경우 calcium 沈着量이 현저히 감소된 것은 STPP 가 硬水중의 calcium 이온을 분쇄하여, 알카리 助劑가 calcium 이온과 결합하여 不溶性鹽을 형성하지 못한 때문으로 풀이된다.

이외에, 300 ppm 硬水에서 界面活性劑와 助劑의 첨가없이 20회의 洗滌을 실시하였을 경우 360 ppm 정도의 calcium 이 침착되었으나 탈수과정에서 빠져나가지

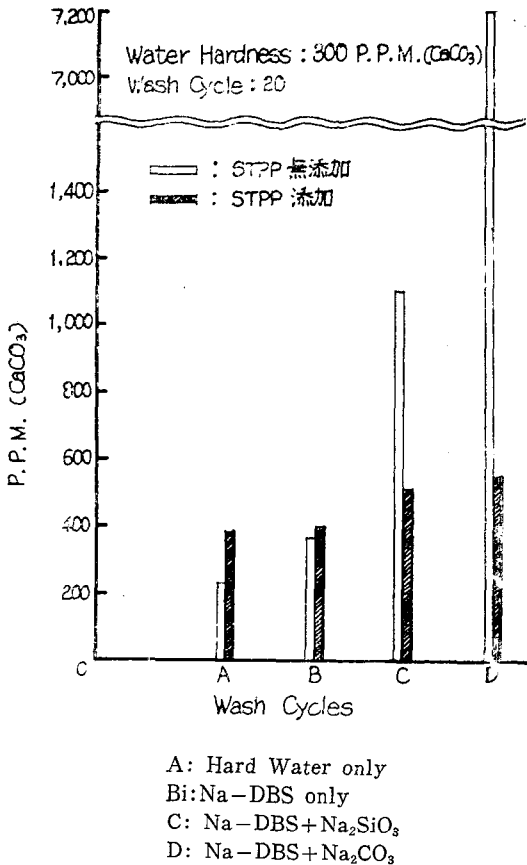


Fig. IV. Effect of STPP on calcium deposition.

못한 이온상태의 calcium 을 고려할 때, 섬유와 calcium 이온과의 이온교환으로 이루어진 calcium 침착량은 매우 적은 것으로 생각된다.

#### IV. 結 論

本 研究의 結果는 다음과 같다.

- 1) 洗滌回數가 增加됨에 따라 織物에 沈着되어진 calcium 양이 증가하였다. 이는 洗滌이 거듭됨에 따라 織物에 不溶性 calcium carbonate(CaCO<sub>3</sub>)가 축적되어진 때문이라고 생각된다.
- 2) 洗滌水의 硬度가 높아짐에 따라 織物에의 calcium 沈着量이 증가되었다. 이는 洗滌水의 硬度가 높아질수록 不溶性 calcium 염을 형성할 calcium 이온이 洗滌水 內에 增加된 것으로 풀이된다.
- 3) 알카리 助劑의 添加는 織物에의 calcium 沈着量을 크게 증가시켰다. Na-DBS 단독으로는 calcium 이 沈着되지 않았으나 劑助만을 단독으로 添加한 경우보

다는 Na-DBS 와 함께 助劑를 添加한 경우에 calcium 침착량이 증가되었다. Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>의 添加가 Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>의 添加 경우보다 織物에의 calcium 沈着量이 많았으며 이는 Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>가 Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>보다 硬水중의 금속이온과 반응하여 더 많은 양의 calcium 염을 침전시키기 때문이라고 풀이된다.

4) STPP 助劑를 添加하였을 경우 織物에의 calcium 沈着量이 현저히 감소되었다. 이는 STPP 가 硬水중의 calcium 이온을 봉쇄하여 알카리 助劑가 calcium 이온과 결합할 수 없으므로 織物에 不溶性 calcium 염이 沈着되지 못한 것으로 생각된다.

〈'81年 10月 30日 接受〉

#### 參 考 文 獻

- 1) 김성현, 이순원 共著, 被服管理學, 서울: 교문사, (1979).
- 2) Shen, C.Y., Properties of Detergents Phosphates and Their Effects on Detergent Processing, *J. Amer. Oil Chem. Soc.*, **45**, 510-516(1968).
- 3) Jungermann, E. and Silberman, H.C., Carbonate and Phosphate Detergent Builders: Their Impact on the Environment, *J. Amer. Oil Chem. Soc.*, **49**, 481-484(1972).
- 4) Weaver, J.E., Phosphate and Non-phosphate Detergents, *J. Amer. Oil Chem. Soc.*, **49**, 203-204(1972).
- 5) Williams, J.B. and Taber, D., Assessing Detergent Safety: A Comparison of a Nonphosphate Laundry Detergent with Phosphate Detergents, *J. Amer. Oil Chem. Soc.*, **49**, 539-551(1972).
- 6) Linfield, W.M., Roseman, K.A., Relich, H.G. and Adlaf, P. C., Development of a Phosphate Free Home Laundry Detergent, *J. Amer. Oil Chem. Soc.*, **49**, 254-258(1972).
- 7) Illman, J.C. and Albin, J. B., Studies on Replacement of Phosphate Builders in Laundry Detergents Using Radiolabeled Soils, *J. Amer. Oil Chem. Soc.*, **49**, 271-221(1972).
- 8) Morris, M.A. and Prato, H.H., Edge Abrasion of Durable-Press Cotton Fabric During Laundering with Phosphate and Carbonate Built Detergents, *Textile Res. J.*, **45**, 395-401, 1975.
- 9) Jansen, K.A., Effect of Detergent Type on Wear-Life of an Apparel Item Varying by

- Fiber Content, Unpublished doctoral dissertation, The University of Wisconsin(1975).
- 10) Deffosse, J.C. and Carfano, P.P., The Effect of Laundry Practices on the Flame Retardance of Fabrics, *Textile Chemists and Colorists*, **6**, 25-29(1974).
  - 11) Martin, J.R. and Miller, B., Effect of Calcium Salts on the Flammability Behavior of Fabrics, *Textile Chemists and Colorists*, **9**, 20-24(1977).
  - 12) LeBlanc, R.B. and LeBlanc, D.A., Flammability of Sleepwear Fabrics Laundered with Various Detergents, *American Dyestuff Reporter*, **62**, 28-30(1973).
  - 13) Brysson, R. J., Piccolo, B. and Walker, A.M., Calcium-Phosphorus Deposition During Home Laundering, *Textile Res. J.*, **41**, 86-87, (1971).
  - 14) Leblanc, R.B. and LeBlanc, D.A., Effects of Calcium Deposits on Fire Retardant Cotton, *American Dyestuff Reporter*, **62**, 58(1973).
  - 15) Adler, A. and Stensby, P., Factors Influencing Flammability of Flame Retardant Fabrics, *Textile Chemists and Colorists*, **7**, 15-18(1975).
  - 16) Rohde, R.O., How Nonphosphate Detergents Affect Dyed Fabrics, *Textile Chemists and Colorists*, **6**, 33-35(1974).
  - 17) Schwartz, A.M., Surface Active Agents and Detergents, Part. II, New York: Interscience Pub. Inc., 510-512(1958).
  - 18) Arai, H., Study Detergent I. Effect of the Concentration and the Kind of Detergency in Hard Water, *J. Amer. Oil Chem. Soc.*, **43**, 312-314(1966).
  - 19) Noble, W.R., Soap-Based Detergent Formulation. X-Nature of Detergents Deposits, *J. Amer. Oil Chem. Soc.*, **52**, 1-4(1975).
  - 20) Wasserman, T. and Basch, A., Determination of (Ca+Mg) in Flameproofed Cotton Fabrics by EDTA Back- Titration, *Textile Res. J.*, **43**, 83-85(1973).
  - 21) 文英愛, 洗滌條件이 織物에의 calcium 沈着에 미치는 영향. 연세대학교대학원 석사학위논문, (1980).
  - 22) Ringbon, A., Complexation in Analytical Chemistry. Chemical Analysis 12, New York: Interscience Publishers, 75-140, (1963).