

키토산과 1,2,3,4-Butanetetracarboxylic Acid, Citric Acid로 가공된 면직물의 역학적 특성과 가상 봉제 이미지⁺

김경선* · 전동원 · 김종준

이화여자대학교 의류직물학과 박사과정*
이화여자대학교 의류직물학과 교수

Physical Properties and Virtual Cloth Images of Cotton Fabrics Treated with Chitosan, 1,2,3,4-Butanetetracarboxylic Acid and Citric Acid

Kim, Kyung-Sun* · Jeon, Dong-Won · Kim Jong-Jun

Dr. course, Dept. of Clothing and Textiles, Ewha Womans University*
Prof., Dept. of Clothing and Textiles, Ewha Womans University

Abstract

Chitosan is a polysaccharide with cationic amino groups in its structure and has useful properties as functional materials. Various end-use developments of chitosan are in progress. When the cotton fabric is pretreated with chitosan, the hand property of cotton fabric may be improved especially for the summer apparel. In this study, as a cross-linking agent to introduce chitosan into cotton, BTCA(butane-1,2,3,4-tetracarboxylic acid) or CA(citric acid) was added in order to prevent detachment of chitosan by the cross-linking. During the cross-linking procedure, via the padding-drying-heat setting, amino groups of chitosan and hydroxyl groups of cotton, carboxyl groups of BTCA/CA are cross-linked by forming anhydrous cyclic rings. Since BTCA has four carboxyl groups, cross-linking by thermal treatment is easy, leading to the trials in wrinkle-recovery treatment of cotton fabrics. However, the high price of the BTCA reagent has been a shortcoming in the actual application for industrial use. Therefore, in this study, we tried the application of CA having three carboxyl groups, which is relatively low priced, as the substituting cross-linking agent. The hand of the treated fabrics were evaluated by measuring physical properties. In addition, based on the physical properties, three-dimensional images were introduced by using 3D CAD systems and results were compared.

Key Words : cotton(면), chitosan(키토산), citric acid(구연산), BTCA(Butanetetracarboxylic acid, 부탄테트라카르복시산), crosslinking(가교)

⁺ 이 연구는 이화여자대학교 산학협력단의 지원으로 이루어졌습니다.

1. 서론

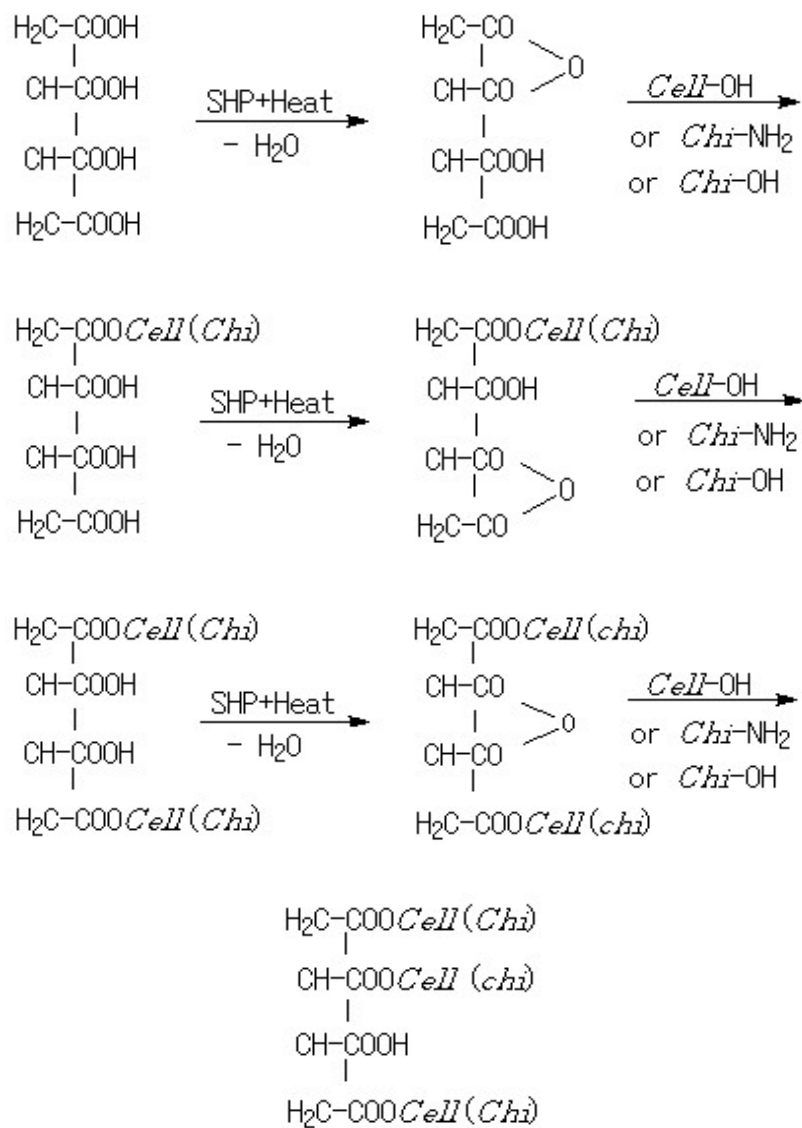
면은 천연섬유 중에서도 흡습성과 보온성이 뛰어난 인체친화적인 섬유로 외의 및 내의, 침구류 등에 광범위하게 사용되고 있다. 그러나 면직물의 최대의 단점으로 지적되고 있는 구김회복성을 보완하기 위하여 다양한 가공방법과 가교에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다^{1~4)}. 면포의 방추성 증가와 함께 기능성 부여를 위하여 다양한 가교제들이 시험되고 있다. 최근 비포름알데히드계의 1,2,3,4-butanetetracarboxylic acid (BTCA)를 적용하려는 연구와 BTCA에 기타 첨가제를 혼합하여 단독으로 가교시켰을 때의 단점을 보완하고자 하는 연구가 주류를 이루고 있다. 그 예로서 최연주 외(2005)의 연구¹⁾에서는 BTCA로 가공된 면직물의 드레이프성과 굽힘특성, 전단특성을 측정하여 방추가공의 효과를 검토하였으며, 양인영 외(2004)의 연구²⁾에서는 텐셀직물에 BTCA를 적용하는 가공을 통하여 피브릴레이션 생성억제 효과를 발표하였다. 조성교 외(2000)의 연구³⁾에서는 BTCA 처리 면직물의 역학적 성질의 변화를 검토하였다. 특히 표면특성 중의 MIU, MMD가 증가되고 SMD가 감소되는 원인으로 BTCA가 면섬유의 셀룰로오스 분자쇄 사이에 가교를 형성하여 피브릴, 섬유, 실 사이의 움직임을 구속하고 직물표면에 가공제가 부착되어 외부의 힘에 대한 저항성이 증가되었기 때문으로 보고하였다. Sung Huang Hsieh(2005)의 연구⁴⁾에서는 키토산에 BTCA/citric acid(CA)가 첨가된 가공액으로 처리된 면포의 폐수로부터 금속이온 흡착효과에 관하여 발표하였다. 강석환 외(2005)의 연구⁵⁾에서는 면포를 BTCA와 수분산 polyurethane 혼합액으로 처리하여 BTCA 단독가교로 인한 직물의 경직 등 단점을 보완할 수 있음을 보고하였다. Zhou의 보고⁶⁾에서는 셀룰로오스 섬유에 BTCA의 가교가 생성되면 인접된 분자쇄 간의 움직임이 억제되고 섬유 내 응력이 증가되기 때문에 방추가공으로서 매우 만족스러운 결과를 보여주고 있다. 그러나 BTCA가 고가인 점을 고려할 때 현 시점에서는 대량생산을 목적으로 하는 산업적 응용에서는 BTCA가 실제로 사용되기는 어려운 실정이다.

하나의 분자에 3개 이상의 카르복시기를 갖는 화

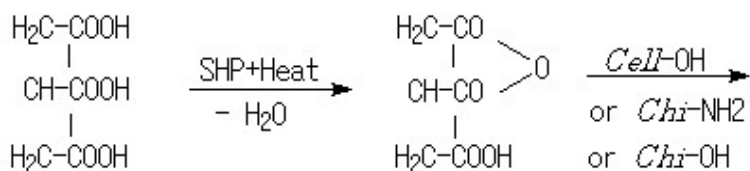
합물을 폴리카르복시산(polycarboxylic acid)이라고 하는데 폴리카르복시산은 고온의 열처리에 의해 분자내의 인접한 카르복시기간에 5-6각형의 무수물(anhydride)을 형성한다. 이 환상 무수물은 셀룰로오스의 히드록시기와 반응하여 에스테르 결합을 형성한다. 대표적인 폴리카르복시산으로는 카르복시기가 4개인BTCA와 3개인 CA가 있다. 폴리카르복시산에 의한 셀룰로오스 분자쇄의 가교에서 촉매로는 sodium hypophosphite(NaH_2PO_2 , SHP)가 사용되고 있다^{6,7)}.

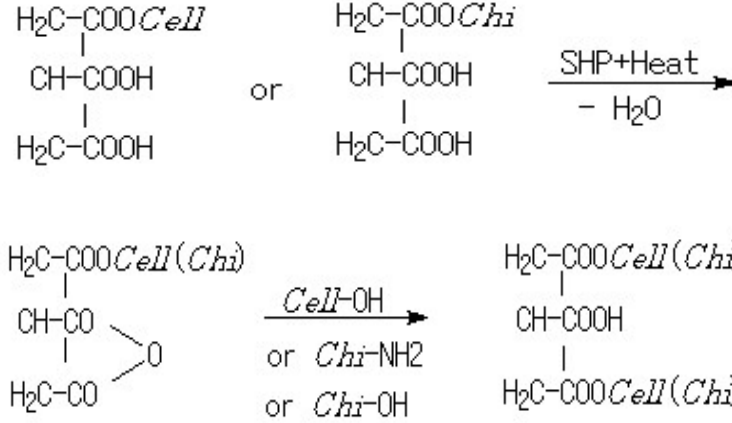
키토산은 셀룰로오스의 글루코오스 잔기 중 C-2 위치의 수산기가 아미노기로 치환된 구조이다. 키토산의 아미노기는 (+)전하의 전기적 성질을 띠기 때문에 기능성을 부여할 수 있다. 또한 무색, 무취, 무독성의 인체친화적인 섬유가공제로서 키토산을 면포에 도입하면 태 및 염색성이 향상될 수 있으며 항균성도 발휘되는 것으로 보고되고 있다⁸⁻¹³⁾. 일반적으로 면직물에 듀러블프레스 가공(DP 가공)이 도입되면 염색성이 저하되는데 방추가공제와 키토산이 함께 처리되면 염착률이 상승되고 항균성이 발휘될 수 있기 때문에 고기능성 직물로 개발시킬 수 있다. 키토산과 BTCA/CA 가교처리에서는 침지-건조-열처리 과정을 거치면서 키토산의 아미노기와 면섬유의 히드록시기, BTCA/CA의 카르복실기가 무수 환상의 고리를 형성하며 견고한 가교를 형성하게 된다. BTCA와 CA에 의하여 유발되는 가교반응 메커니즘을 <Fig. 1>과 <Fig. 2>에 각각 제시하였다¹¹⁾.

따라서 본 연구에서는 면직물에 키토산의 기능성을 부여하고 더불어 가교를 통하여 구김성을 개선하고자 하였다. 미가공 면포와 키토산만으로 처리된 포, 키토산과 BTCA 혼합액으로 처리된 포, 키토산과 CA 혼합액으로 처리된 포 등 4종류의 시험포를 제조하였다. BTCA와 CA가 사용되는 경우는 이들의 첨가 농도에 따른 가공면포의 역학적 성질의 변화를 KES-FB 시스템을 이용하여 정량적으로 측정하고 물리적 특성변화를 중심으로 고찰하였다. SEM으로 섬유이미지를 촬영하여 키토산 가공 상태를 살펴보고, 측정 데이터를 토대로 하여 3D 가상 봉제 이미지를 제시하여 BTCA와 CA 처리 면직물의 착장 실루엣의 변화를 비교하였다.

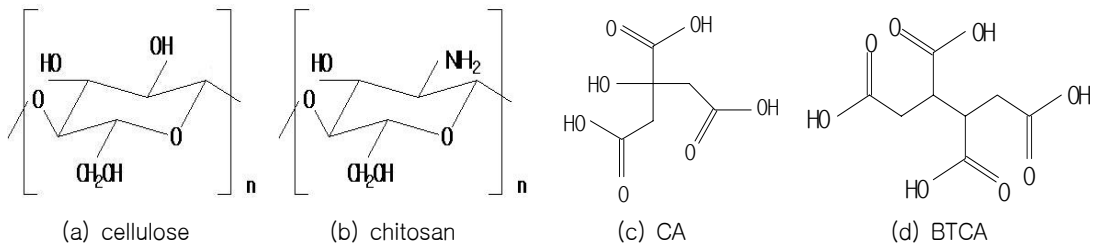


<Fig. 1> The crosslinking mechanism of BTCA in the presence of chitosan.





<Fig. 2> The crosslinking mechanism of CA in the presence of chitosan.



<Fig. 3> Chemical structure of cellulose, chitosan, CA and BTCA.

<Table 1> Characteristic of cotton fabric

Fabric	Weave	Yarn Thickness		Fabric count (threads/5cm)		Weight (g/m ²)
		Warp	Weft	Warp	Weft	
Cotton	Plain Woven	20tex	16tex	141	135	102±5

II. 실험

1. 시료 및 시약

실험에 사용된 면직물은 염색견뢰도 시험용 면포(KS K 0905)를 사용하였다. 시험포의 특성은 <Table 1>에 제시하였다. 키토산은 본 실험실에서 제조된 것으로서 GPC 분석결과 중량평균분자량(M_w)은 187,000, 수평균분자량에 대한 중량평균분자량의 비율인 Pd(Poly dispersity)는 1.25로 측정되었다. 탈아세틸화도(DA)는 콜로이드 적정법으로 측정된 결과 95%로 측정되었

다. 가교제인 BTCA와 CA, 촉매인 SHP와 침투제인 Triton X-100는 모두 1급 시약(Duksan Pure Chemical Co., Ltd.)을 사용하였다.

2. 면포의 가공

초산 1%(w/v) 수용액에 키토산을 0.5%(w/v) 농도로 용해시켜 키토산 산수용액을 제조하였다. 키토산 산수용액에 가교제인 BTCA와 CA를 각각 10, 15, 20, 25, 50g/l 농도로 용해시킨 후 반응 촉매인 SHP를 가교제와 동량으로 첨가하고 침투제인 Triton X-100을 1g/l

농도로 혼합하여 가공액을 제조하였다. 이 가공액에 액비 20:1로 하여 면포를 2시간 동안 dipping한 후 wet pick up 100%로 padding하여 165℃에서 3분간 curing(Tenter, SJM, SJM05-LT01)하였다. 키토산 수용액만으로 처리하는 경우는 가공제와 침투제를 첨가하지 않은 상태에서 처리하였다.

3. 측정

시료의 색상은 Spectrophotometer(Gretag Macbeth™, COLOR-EYE®)를 이용하여 표면색 L*, a*, b*값과 백도지수(White Index)를 구하였다. 가교처리 전 후의 무게변화와 공기투과도(FX 3300, Textest AG, Swiss)를 측정하였다.

KES-FB System을 사용하여 가공포의 인장특성, 굽힘특성, 전단특성, 압축특성, 표면특성 및 두께와 중량에 해당하는 6종류 특성의 16항목을 표준조건하에서 측정하였다. 측정된 특성치들을 숙녀용 바지 변환식에 적용하여 직물의 태를 나타내는 KOSHI, HARI, SHINAYAKASA, FUKURAMI, SHARI, KISHIMI를 산출하였다.

가교제의 처리조건 변화에 따라 얻어진 가공포의 역학적 특성치를 3D Apparel CAD System인 I-Designer ((주)테크노아, Japan) 프로그램에 적용시켜 가상 봉제 이미지를 얻었다.

SEM(Hitachi S-4700)을 이용하여 시료를 stub에 고정시키고 Pt-Pd 이온증착기로 약 5~10mm 두께로 코팅하여 전 처리된 시료를 촬영하였다. 표면을 100과 1000배율로 촬영하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 색상변화

<Table 2>에 처리조건 변화에 따른 가공 면직물의 표면색 L*, a*, b*값과 색차 ΔE값을 측정하여 제시하였다. 모든 조건에서 명도지수는 큰 변화를 보이지 않고 있다. 지금까지 BTCA나 CA로 면직물이 가교되는 경우 황변이 수반된다는 단점이 제시되어 왔으나 Table 2에서 보듯이 L*값의 저하가 거의 수반되지 않고 있음을 볼 수 있다. 황색정도인 b*값은 미가공 원포에 비해서 가공포에서 약간 증가되는 경향을 보여주고 있다. 키토산만으로 처리되었을 때와 낮은 농도의 BTCA와 CA로 처리되었을 때(10, 15, 20g/l)는 차이가 거의 없기 때문에 b*값의 상승은 키토산 처리로부터 유발되었을 가능성이 큰 것으로 추측된다. 그러나 BTCA와 CA의 처리농도가 상승하여 25, 50g/l 처리조건에서는 2이상의 색차를 보이고 있다. 따라서 가교제의 농도가 상승될수록 가공면포의 색상이 미세하게 황변되는 경향을 볼 수 있다.

Majid(2006)의 연구¹⁰⁾와 비교해 보면, 미처리 면포의 경우 b*값이 -3.67이었으나 가교처리된 시료는 CA 50g/l 첨가조건에서는 5.26, BTCA 50g/l 첨가조건에서는 4.10으로 측정되고 있다. 처리와 미처리 시료간의 색차가 무려 7이상을 나타내고 있는데 이는 처리과정에서 황변된 것으로 볼 수 있다. 그러나 본 연구에서는 미처리 시료의 경우 b*값이 -11.65, CA 50g/l 첨가조건에서는 -9.20, BTCA 50g/l 첨가조건에서는 -9.56으로 측정되어 색차는 2정도로서 미미한 변화로 평가된다. 가공과정에서 유발되는 이러한 색상의 변화

<Table 2> Surface colors of finished cotton fabrics

Finishing Color	Un-treated	Chito-san only	Chitosan + CA(g/l)					Chitosan + BTCA(g/l)				
			10	15	20	25	50	10	15	20	25	50
L*	93.12	92.39	92.64	92.77	92.71	92.56	92.74	92.47	93.09	92.70	92.51	92.55
a*	1.46	0.91	0.81	0.98	0.87	0.52	-0.06	0.62	0.59	0.49	0.46	-0.09
b*	-11.65	-9.89	-10.46	-10.38	-10.42	-9.94	-9.20	-9.67	-9.98	-10.15	-10.03	-9.56
ΔE	-	1.98	1.44	1.40	1.42	2.03	2.91	2.24	1.88	1.83	2.00	2.66
WI	71.20	63.35	63.88	64.53	63.78	63.78	61.73	64.44	65.04	65.45	65.92	66.43

가 매우 큰 단점으로 지적되어 왔다는 점을 감안할 때 본 연구결과는 본래의 색상을 변화시키지 않으면서 가공효과를 나타내고 있다는 점에서 매우 긍정적인 결과로 평가된다.

가공포의 백도지수(White Index, WI)는 CA보다 BTCA에서 약간 높게 유지되고 있다. 그러나 Majid (2006)의 연구¹⁰⁾에서는 40정도 저하된 결과와 비교할 때 본 연구에서는 저하정도가 10이하의 수준으로 BTCA와 CA에서 모두 매우 긍정적인 결과를 보여주고 있다.

2. 무게와 공기투과도의 변화

<Table 3>에 가공처리 후 무게와 공기투과도의 변화를 측정하여 제시하였다. BTCA와 CA의 농도가 상승될수록 가공포의 무게가 점차 증가되고 있다. 키토산만 처리한 경우는 무게변화가 거의 없으나 BTCA와 CA의 첨가량 증가에 따라 무게도 증가되고 있다. 이것은 가교제 첨가농도의 증가에 따라 분자쇄간 가교결합의 생성이 촉진된 결과로서 가교가 많이 생성될수록 가공포의 무게 또한 증가된 것으로 해석된다. BTCA와 CA간에 동일 처리조건의 경우 무게 증가율 차이가 0.4% 이내로 나타나고 있어서 가교제의 종류변화에 따른 무게 증가율 차이는 무시될 수 있다. 이는 CA가 고가의 BTCA를 대체하여 사용될 수 있음을 시사하고 있는 것이다.

공기투과도는 처리 전보다 처리 후 약간 증가되는 경향을 보여주고 있어 가교제 처리에 의해 오히려 직물의 기공이 약간 확장된 결과를 보여주고 있다. CA의 경우는 첨가량이 증가될수록 공기투과도가 현저히 상

승되고 있지만 BTCA의 경우는 공기투과도의 변화가 크게 나타나지 않고 있다. 특히 CA 첨가, 25g, 50g/l 조건에서 공기투과도가 현저히 상승되는 이유는 면사를 이루는 단섬유들이 조금씩 빠져나와 기포를 형성하던 잔털들의 집합력이 증가되어 보다 매끈한 섬유로 변화되었기 때문이다. 또한 면섬유간에 가교가 도입됨으로써 섬유자체가 강직해지는 이유도 공기투과도의 상승에 기여하고 있는 것으로 추측된다. 이러한 예는 전의 연구(2003)¹³⁾에서 면포에 키토산이 처리되면 공기투과도의 증가와 함께 의마가공의 효과를 나타낼 수 있음을 보고한 바와 같은 결과라고 할 수 있다.

그러나 가교제인 BTCA와 CA가 첨가되지 않고 키토산만으로 처리되었을 때 공기투과도가 10 이상 상승되었다는 점이 감안되어야 할 것이다. 가교제 처리에서는 가교제와 키토산이 혼합되어 첨가되었기 때문에 공기투과도의 증가가 단순히 가교제에 의한 효과로 보기는 어려운 것으로 판단된다.

3. KES-FB System에 의한 직물의 역학적 특성 변화

직물의 역학적 특성은 외부에서 힘이 가해질 때 나타나는 변형의 양상을 의미한다. 이러한 역학적 특성은 직물의 태를 정량화할 수 있는 한 가지 방법으로서 일본에서 연구 개발된 KES-FB System이 가장 널리 이용되고 있다.

표준상태(20±2℃, RH 65±2%)에서 24시간 방치하여 평형을 유지시킨 후 KES-FB System을 이용하여 직물의 특성인 인장, 굽힘, 전단, 표면, 압축특성을 측정하여 <Table 4>에 제시하였다.

<Table 3> Weight change and air permeability of finished cotton fabrics

Finishing Test	Untreated	Chitosan only	Chitosan + CA(g/l)					Chitosan + BTCA(g/l)				
			10	15	20	25	50	10	15	20	25	50
Weight change	8.0g	8.02g	8.13g	8.22g	8.30g	8.34g	8.65g	8.15g	8.19g	8.26g	8.36g	8.63g
	-	0.25%	1.63%	2.75%	3.75%	4.25%	8.13%	1.82%	2.38%	3.28%	4.44%	7.82%
Air permeability	34.1	45.3	43.5	42.4	43.4	50.2	54.4	39.6	42.8	41.5	37.2	36.6

1) 인장특성

키토산 처리포는 원포와 유사한 값으로 신장률(EM)이 유지되고 있으나 키토산과 BTCA, 또는 키토산과 CA 혼합용액으로 처리된 포는 신장률이 약간 감소되고 있다. 인장에너지(WT)는 대부분의 가공조건에서 증가되지만 과도한 BTCA와 CA의 농도에서는 WT가 오히려 저하되는 경향을 보여주고 있다. BTCA에서 25, 50g/l 농도조건, CA에서 50g/l 농도조건에서는 WT가 원포보다 낮은 값을 나타내게 되어 강도가 감소되고 있음을 볼 수 있다. 따라서 가교가 과도하게 이루어지는 경우 강도가 저하되는 것을 알 수 있다. 가공과정에서 첨가되는 산축매에 의해 셀룰로오스의 중합도가 저하되기 때문으로¹⁾ 사료된다. 이러한 바람직하지 않은 물리적 성질의 변화가 유발되지 않는 범위로서 CA와 BTCA에서 각각 20g/l, 25g/l 농도 이하의 조건이 바람직할 것으로 사료된다.

레질리언스(RT)는 가교도입에 의하여 대체적으로 상승되고 있는데 CA 처리포 보다 BTCA 처리포가 좀 더 높은 값을 보여주고 있다. 키토산만으로 처리된 가공포는 인장특성에서 EM과 WT가 높은 값을 보여주고 있어 강도와 신도가 모두 증가된 것으로 평가된다. CA 처리포에 비해서 BTCA 처리포는 RT값이 현저히 증가되기 때문에 압축탄성이 증가되어 방추가공의 효과가 나타나고 있다.

2) 굽힘특성

굽힘강성(B), 굽힘 히스테리시스(2HB)는 형태안정성과 구김에 관련되는 소성부분을 지배하는 값으로 측정치가 작을수록 회복이 우수하다고 볼 수 있다. 가교제 미처리포보다 가교처리된 면포는 굽힘강성이 급격히 상승되고 있다. BTCA와 CA를 서로 비교할 때 BTCA에서 굽힘강성이 훨씬 크게 나타나고 있는데 가교제의 농도가 높아질수록 굽힘강성이 증가되고 있다. 굽힘회복능 측면에서 볼 때 과다히 굽힘강성이 증가되지 않는 CA 처리가 바람직한 것으로 판단된다.

3) 전단특성

전단강성(G)은 경사와 위사의 교차각이 변화할 때 발생하는 특성이다. 0.5°에서의 전단 히스테리시스

(2HG) 및 5°에서의 전단 히스테리시스(2HG5)를 측정하였다.

2HG 측정에서는 키토산만으로 처리된 포의 경우는 오히려 감소되어 자유도가 증가되고 있다. BTCA와 CA 처리포에서는 2HG값이 다소 저하되는 경향을 보여주고 있다. 그러나 2HG5 측정에서는 키토산 처리포는 미처리포와 유사하게 나타났으나 BTCA와 CA 처리포는 가교제 농도가 증가될수록 미처리포와 비교할 때 큰 값으로 증가되고 있다. 경사와 위사의 교차점의 자유도가 감소된 것으로 해석되는데 섬유상의 가교뿐만 아니라 yarn상태에서 과도한 결합에 의해 교차점이 정착되는 코팅의 수준까지 이르게 된 것으로 보여진다.

4) 표면특성

마찰계수(MIU), 마찰계수의 표준편차(MMD), 표면의 거칠기(SMD)를 측정하였다.

MIU는 키토산만으로 처리된 포의 경우 오히려 감소되었다. BTCA 처리포는 유사하거나 약간 증가되었으나 CA 처리포는 BTCA 처리포보다 높은 값으로 유지되고 있다. SMD는 BTCA와 CA 처리포의 경우 25, 50g/l 처리농도에서 약간 증가되고 있다. 결과적으로 키토산만으로 처리되거나 저농도로 가교제가 처리된 직물의 표면은 크게 변화되지 않으나 가교제의 농도가 25g/l 이상으로 상승되면 표면의 거칠기가 증가되고 있음을 볼 수 있다.

5) 압축특성

선형성(LC), 압축에너지(WC), 압축 레질리언스(RC)를 측정하였다. WC는 가교제의 농도가 증가될수록 점차 증가되었으나 미처리포 보다는 낮은 값을 유지하고 있다. RC는 미처리포 보다는 가공포에서 증가되었으나 가교제의 농도가 상승될수록 저하되고 있다. 대체적으로 CA보다 BTCA에서, 고농도보다는 저농도 처리에서 압축 레질리언스가 우수하게 나타나고 있다.

6) 두께와 무게

키토산만으로 처리된 포와 CA 처리포의 두께는 거의 변화가 없으나 BTCA 처리포는 가교제의 농도가 상승될수록 점차 두꺼워지고 있다. 무게변화는 이미 앞에

<Table 4> Mechanical properties of finished cotton fabrics

Parameters	Finishing	Un-treated	Chitosan only	Chitosan + CA(g/l)					Chitosan + BTCA(g/l)				
				10	15	20	25	50	10	15	20	25	50
TENS.	EM[%]	6.78	7.01	6.58	6.47	6.51	6.36	5.63	6.64	6.46	6.54	6.26	5.73
	LT[-]	0.765	0.809	0.863	0.864	0.836	0.854	0.885	0.837	0.814	0.817	0.821	0.836
	WT[g/cm/cm ²]	12.6	13.9	13.7	13.5	13.45	13.4	12.2	13.6	13.23	13.18	12.52	12.15
	RT[%]	39.68	37.72	38.66	39.34	39.96	41.04	41.26	40.32	41.74	42.22	44.65	46.01
BEND.	B[gf/cm ² /cm]	0.074	0.095	0.105	0.12	0.123	0.148	0.154	0.104	0.112	0.146	0.159	0.167
	2HB[gf/cm/cm]	0.052	0.0760	0.094	0.098	0.101	0.118	0.109	0.087	0.093	0.107	0.112	0.120
SHEAR	G[gf/cm/deg]	1.77	2.39	3.72	3.62	3.78	3.86	4.06	3.89	3.9	3.88	3.92	4.02
	2HG[gf/cm]	5.53	3.05	5.61	5.22	5.3	5.48	5.05	5.75	5.24	5.24	5.23	4.64
	2HG5[gf/cm]	8.59	8.65	10.61	10.2	11.07	11.25	12.02	10.93	10.74	10.68	10.68	11.19
SURFACE	MIU[-]	0.178	0.163	0.206	0.201	0.216	0.201	0.185	0.19	0.178	0.189	0.181	0.171
	MMD[-]	0.033	0.043	0.040	0.043	0.043	0.034	0.038	0.031	1.036	0.034	0.032	0.031
	SMD[μm]	3.74	3.76	3.89	3.73	3.51	4.07	4.02	3.97	3.65	3.86	4.09	3.87
COMP.	LC[-]	0.388	0.325	0.319	0.38	0.338	0.338	0.375	0.352	0.348	0.351	0.327	0.327
	WC[gf/cm/cm ²]	0.197	0.157	0.158	0.188	0.174	0.174	0.181	0.176	0.18	0.193	0.188	0.188
	RC[%]	36.04	44.59	45.57	44.15	45.4	43.1	41.44	46.59	46.11	47.67	46.28	44.68
T&W	T[mm]	0.464	0.457	0.464	0.481	0.479	0.479	0.464	0.469	0.483	0.496	0.508	0.503
	W[mg/cm ²]	10.99	11.17	11.28	11.34	11.42	11.54	11.87	11.28	11.4	11.47	11.48	11.92

서 살펴보았으므로 분석을 생략하기로 한다.

4. Hand Value

가교제 처리조건별로 면포의 숙녀용 박지 기본태인 KOSHI, HARI, SHINAYAKASA, FUKURAMI, SHARI, KISHIMI를 분석하여 <Table 5>와 <Table 6>에 제시하였다

KOSHI(Stiffness)는 강연도로서 굽힘성, 반발탄력성과 관련된 감성이다. 가교제의 농도가 상승될수록 커지고 있으며, CA보다 BTCA로 처리되는 경우 약간 더 높은 수치를 보여주고 있다.

HARI(spreading)는 반발탄력성으로 드레이프성이 없는 뽀뽀한 감성이다. 가교제 미처리보다는 처리포에서, 가교제의 농도가 증가될수록, CA보다 BTCA의 경

우 높게 나타나고 있다.

FUKURAMI(fullness & softness)는 풍유도로서 부피감이 있어 풍부하고 따스한 느낌의 감성이다. 키토산만으로 처리된 경우 가장 낮게 나타났다. BTCA와 CA 처리포의 경우 첨가되는 가교제 농도에 비례하여 상승하고 있지만 미처리포 보다는 낮게 나타났다.

SHARI(crispness)는 까실까실한 감성을 나타낸다. 키토산만으로 처리되는 경우 가장 크게 나타나 우수한 효과를 확인할 수 있다. BTCA보다는 CA 처리포에서 약간 우세하게 나타났다. 가교제의 농도가 높아질수록 감소하는 경향을 보여주고 있다.

SHINAYAKASA(flexibility with soft feeling)는 조화성으로 부드럽고 유연하며 매끄러운 감성이다. 키토산만으로 처리되는 경우도 저하되고 있지만 특히 가교제 처리포에서 크게 감소되고 있다. 가교제의 도입은

shinayakasa의 특성에 매우 부정적으로 작용하고 있는 것으로 평가된다.

KISHIMI(scrooping & feeling)는 견직물에서 얻어지는 살랑이는 감성을 나타낸다. 가공포의 경우 현저하게 감소되고 있는데 키토산만으로 처리된 경우와 BTCA와 CA가 고농도로 첨가된 경우는 감소 정도가 크지 않게 나타나고 있다.

따라서 전체적인 경향을 다시 정리해 보면 가공정도가 커질수록 뽀뽀하고 탄성 있는 직물로 변화되고 있다. 키토산만 첨가된 경우는 미처리포와 가장 유사한 값을 나타냈으며 BTCA와 CA의 경우 농도가 상승될수록 분자쇄간의 가교가 촉진되어 태의 변화가 크게 유발되는 것으로 볼 수 있다. BTCA 처리포의 태변화(강연도, 반발탄력성)가 CA보다 약간 우세하였다.

섬유의 외관변화를 SEM 이미지로 제시하였다. 면섬유에 키토산이 처리되면서 코팅의 효과가 나타나고 있음이 확인되고 있다. 키토산으로만 처리된 시료보다 CA 10g/l가 첨가된 처리조건에서는 섬유외관이 더욱 매끈하게 변화되고 있음이 관측되고 있다. 가공제인 BTCA와 CA가 동일하게 10g/l 첨가되었을 때의 결과를 서로 비교할 때 CA보다 BTCA에서 부분적인 융착 현상과 더불어 보다 두터운 막이 형성되고 있음을 볼 수 있다. BTCA와 CA 모두 20g/l 이상의 조건에서는 섬유간의 융착 현상이 보다 심화된 것을 관찰할 수 있고 섬유의 코팅효과도 커지고 있다. 이러한 현상들은 가공제의 농도가 높아질수록 가공포의 두께와 무게가 증가되는 원인으로 작용하고 있다. 섬유외관의 관찰에 의하면 BTCA와 CA 모두 15g/l 이하로 사용되는 조건이 적절할 것으로 판단된다.

5. SEM image

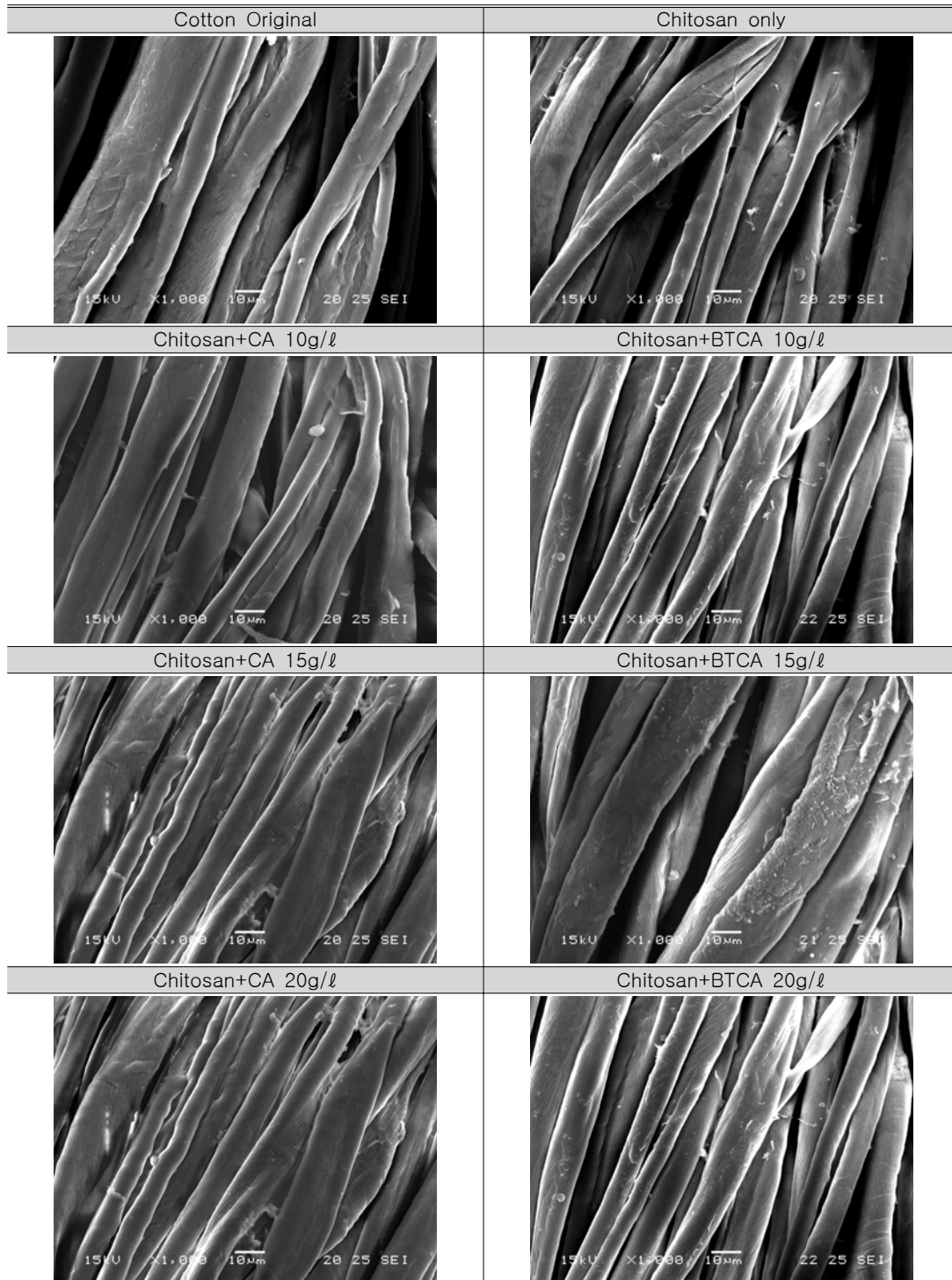
<Fig. 4>에 키토산, 또는 BTCA, CA 처리에 따른 면

<Table 5> Hand value of chitosan and CA treated cotton fabric

Treatment Hand value	Untreated	Chitosan + CA(g/l)				
		10	15	20	25	50
KOSHI	2.54	3.7	4.8	3.99	4.17	4.48
HARI	4.75	6.86	7.2	7.2	7.56	7.8
SHINAYAKASA	3.24	1.15	0.81	0.82	0.7	0.51
FUKURAMI	5.62	4.48	4.47	4.65	5.01	4.83
SHARI	2.74	2.26	2.49	2.37	1.8	1.98
KISHIMI	0.65	-0.13	0.14	0.09	0.14	30

<Table 6> Hand value of chitosan and BTCA treated cotton fabric

Treatment Hand value	Chitosan only	Chitosan + BTCA(g/l)				
		10	15	20	25	50
KOSHI	3.73	3.75	3.88	4.27	4.36	4.51
HARI	6.5	6.82	6.96	7.57	7.72	7.85
SHINAYAKASA	1.41	1.36	1.19	0.64	0.65	0.66
FUKURAMI	4.17	4.43	4.37	4.38	4.62	4.8
SHARI	3.26	1.77	2.01	2.02	1.79	1.58
KISHIMI	0.37	-0.08	0.05	0.05	0.1	0.29



<Fig. 4> SEM images of cotton fabrics according to chitosan treatment condition.

6. 3D Apparel CAD System을 이용한 가상 봉제 이미지

실험조건의 변화에 따라서 얻어진 다양한 키토산, BTCA, CA 가공직물에 대하여 KES-FB에 의해 얻어진 역학적 특성치를 3D Apparel CAD System에 적용시켜 의복의 3D 영상 시뮬레이션을 이미지화 하여 <Fig. 5>에 제시하였다.

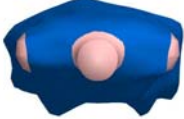










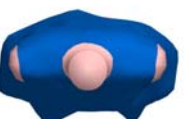
가상 봉제 이미지는 측정된 물리적 특성인 T, W 값과 역학적 특성인 EMT, B의 값은 경사(vertical)와 위사(horizontal)방향의 값을, 그리고 G값을 기초로 설정하여 이미지를 구현하는 것이다. 그러나 본 연구결과에서 제시되는 물리적 특성치의 입력에 의한 각 시료별 가상 봉제 이미지를 살펴보면 실루엣의 가로 단면그림에서 각 시료간의 두드러진 차이를 발견하기 어렵다. 실제 측정된 물성치에서는 차이가 분명히 있었음에도 불구하고 이러한 차이가 섬세하게 실루엣에 반영되지 않은 이유는 3D Apparel CAD의 문제점으로 지적될 수 있다. 이는 입력된 물성치가 예민하게 반영이 되지 않은 것으로 해석될

수 있다. 아직까지 3D Apparel CAD의 의복 시뮬레이션 모델이 Mass-Spring을 이용한 입자모델 (particle-based model)을 주로 사용하기 때문에 직물의 정확한 KES 물성이 반영되지 못하고 있으므로 향후 보완이 필요한 것으로 생각된다.

따라서 보다 정밀한 드레이핑 효과를 판별하기 위해서는 다양한 물리적 변수를 정확하게 반영시킬 수 있는 개선된 프로그램의 개발이 필요할 것으로 판단된다.

IV. 결론

인체 유해 물질을 배출하지 않으면서 면섬유에 방추성을 부여하고 인체친화성의 가능성을 발현시킬 수 있는 가공방법을 연구하였다. 키토산과 BTCA, 또는 키토산과 CA를 혼합하여 면섬유에 가교를 도입시켰다. 키토산 산수용액에 가교제인 BTCA와 CA의 농도를 변화시켜 가면서 첨가하여 가공액을 제조한 다음 적용과정에서 그 최적의 조건을 찾고자 하였다.

Cotton Original	Chitosan only			
				
Chitosan+CA 10 g/l	Chitosan+CA 15 g/l	Chitosan+CA 20 g/l	Chitosan+CA 25 g/l	Chitosan+CA 50 g/l
				
Chitosan+BTCA 10 g/l	Chitosan+BTCA 15 g/l	Chitosan+BTCA 20 g/l	Chitosan+BTCA 25 g/l	Chitosan+BTCA 50 g/l
				

<Fig. 5> 3D CAD images of finished cotton fabrics.

가공포의 역학적 특성을 측정하여 방추가공 효과를 비교 검토하였다. 도출된 역학적 특성을 기반으로 3D Apparel CAD System을 이용하여 가상봉제 이미지를 제시하여 실루엣을 비교하였다. 그 결과 역학적 특성에 있어서는 키토산과 BTCA를 혼합 처리하는 경우가 키토산과 CA를 혼합 처리하는 경우보다 가공효과가 우수하게 나타났다. 본 연구의 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 가교제 농도가 변화되어도 가공된 면포의 백도(Whiteness Index)는 크게 저하되지 않았다. 가교제의 농도가 상승됨에 따라 가공포의 무게와 두께는 증가되고 인장강도는 저하되었으며 표면 거칠기가 증가되었다.

2. 키토산과 BTCA를 혼합하여 처리하는 경우가 키토산과 CA를 혼합하여 처리하는 경우보다 레질리언스(RT)와 압축레질리언스(RC)값이 높게 측정되어 방추가공 효과가 크게 나타났다. 전반적인 경향으로 볼 때 가공효과는 CA보다 BTCA가 우수한 것으로 평가된다.

3. 키토산만으로 처리하는 경우와 키토산 산수용액에 BTCA 또는 CA를 15g/l 미만으로 첨가하여 처리하는 경우는 역학적 성질의 변화가 크게 나타나지 않았다. 그러나 BTCA 또는 CA 가교제의 첨가농도가 상승될수록 가공된 면포 간에 역학적 특성의 차이가 분명하게 나타나고 있다. 가교결합이 증가되어감에 따라 뻣뻣하고 탄력 있는 직물로 변화되었다.

4. 가공포 내부에 가교가 지나치게 도입되는 25g/l 이상의 가교제 첨가조건에서는 역학적 특성의 변화가 급격히 유발되었다. 과다한 가교가 도입되면 인장강도와 굽힘회복능이 저하되고 거칠기가 증가되는 등 오히려 단점이 두드러졌다. 따라서 가교제의 첨가량이 15~20g/l 범위로 유지될 때 직물 태의 변화가 긍정적으로 평가될 수 있는 가장 이상적인 조건으로 판단된다.

5. CA 처리포는 BTCA 처리포보다 가볍고 공기투과도가 우수하며 까실까실한 특성부여 측면에서 우수하다. BTCA 처리포는 CA 처리포에 비해서 보다 두껍고 무거우며 강직하고 뻣뻣한 직물로 변화되었

다. BTCA 처리포와 CA 처리포는 역학적 특성에서 큰 차이를 보여주지 않기 때문에 BTCA를 대체하여 면직물의 방추가공에 CA를 효과적으로 적용할 수 있음이 확인되었다.

참고문헌

- 1) Choi, Yeon-Joo · Ryu, Hyo-Seon (2005), "The Drape Behavior of DP Finished Cellulosic Fabrics", *J. of the Korean Society of Clothing and Textiles*, 29(2), pp.340-346
- 2) Yang, In-Young · Song, Wha-Soon (2004), "The Non-fibrillation Effect of Tencel Treated with BTCA", *J. of the Korean Fiber Society*, 41(1), pp.44-49
- 3) Cho, Sung-Kyo · Nam, Sung-Hyun (2000), "Mechanical Properties of Cotton Fabric Treated with BTCA and Polyalkyleneoxide modified aminofunctional silicone", *J. of the Korean Society of Clothing and Textiles*, 24(7), pp.987-994
- 4) Sung Huang Hsieh, En Shang Lin, Hsueh Chou Wei(2005), "Effect of Chitosan Addition to BTCA/CA Processed Cotton Fabrics for Adsorbing Metallic Ions from Waste Water", *J. of Applied Polymer Science*, 101, pp.3264-3269
- 5) Kang, Suk-Hwan et al.(2005), "Effect of Treatment Methods on the Properties in the Crosslinking Reaction of Cotton Fabrics with BTCA/PUD", *Textile Science and Engineering*, 43(6), pp.363-369
- 6) L. M. Zhou, K. W. P. Yeung, · C. W. M. Yuen(2002), "Effect of Mercerization on the Crosslinking of Ramie Fabric Using 1,2,3,4-Butanetetracarboxylic Acid: Physical Properties and Crosslink Distribution", *Text. Res. J.*, 72, pp.531-538
- 7) 김영호 외(2004), *기능성섬유가공*, pp.41-43

- 8) C.Q.Yang(1993), "Effect of pH on Nonformaldehyde Durable Press Finishing of Cotton Fabric:FT-IR Spectroscopy Study, Part II: Formation of the Anhydride Intermediate", *Text. Res. J.*, 63, pp.706-711
- 9) Seong, Ha-Soo · Ko, Sohk-Won · Song, Kyung-Geun (1998), "Antimicrobial Finish of Cotton Fabric with Chito-oligosaccharide(II) -Treatment on to Cotton Fabric by BTCA-", *J. of the Korean Fiber Society*, 35(11), pp.716-720
- 10) Majid Montazer, M. Gorbanali Afjeh(2007), "Simultaneous X-Linking and Antimicrobial Finishing of Cotton Fabric", *J. of Applied Polymer Science*, 103, pp.178-185
- 11) Khaled F. El-tahlawy, et al.(2005), "The antimicrobial activity of cotton fabrics treated with diferent crosslinking agents and chitosan", *Carbohydrate Polymers*, 60, pp.421-430
- 12) Kim, Young Ho et al.(2003), "Durable Antimicrobial Treatment of Cotton Fabrics Using N-(2-Hydroxy)propyl-2-trimethylammonium Chitosan Chloride and Polycarboxylic Acids", *J. of Applied Polymer Science*, 88, pp.1567-1572
- 13) Jeon, Dong-Won · Kim, Jong-Jun · Kang, So-Yong (2003), "The Effect of Chitosan Treatment of Fabrics on the Natural Dyeing using *Caesalpinia sappan*(1)", *The Research Journal of the Costume Culture*, 11(3), pp.431-439

접수일(2008년 9월 23일)

수정일(1차 : 2008년 11월 3일)

게재확정일(2008년 11월 10일)