국내 여성 패션모델의 3차원 가상인체 모델링을 통한 토르소형 인대 개발과 그 특성 분석

박진아

창원대학교 의류학과 부교수⁺

The Analysis on the Torso Type Dress Form Developed Through the 3-D Virtual Body Modeling of the Korean Female Fashion Models

Gin Ah Park⁺

Associate Professor, Dept. of Clothing & Textiles, Changwon National University

(received date: 2015. 1. 1, accepted date: 2015. 2. 20)

ABSTRACT

The study was aimed to develop a torso-type dress form representing body features of the female fashion models in Korea. To fulfill this purpose, 5 female fashion models aged between 20 and 26 having the average body measurements of professional fashion models in Korea were selected and their 3-D whole body scanned data were analysed. The 3-D whole body scanning method enabled to generate a virtual female fashion model within the CAD system by measuring the subjects' body shapes and sizes. In addition, the virtual model's body data led the development of a standard female fashion model dress form for the efficient fashion show preparation. In order to manufacture the real dress form for female fashion models, 3-D printing technology was adopted. The consequent results are as follows: (1) the body measurements (unit: cm) of the developed dress form were: biacromion length, 36.0, bust point to bust point, 16.6, front/back interscye lengths, 32.0/33.0, neck point to breast point, 26.0, neck point to breast point to waist line, 41.5, waist front/back lengths, 34.5/38.5, waist to hip length, 24.0, bust circumference, 85.0, underbust circumference, 75.0, waist circumference, 65.0, hip circumference, 92.0. (2) the body measurements differences between the developed and existing dress forms were highlighted with the body measurements of neck point to breast point and waist to hip length. (3) the body shape features of the developed dress form showed that bust, shoulder blade, shoulder slope, abdomen and back waist line to hip line parts were more realistically manufactured.

Key words: dress form(인대), Korean female fashion model(국내 여성 패션모델), 3-D printing(3차원 프린팅), 3-D virtual fashion model(3차원 가상 패션모델), 3-D whole body scanning(3차원 전신 스캐닝)

I. 서론

현대 산업사회의 다양화와 급격한 변화의 특성에 따라 소비자의 가치관이 함께 바뀌면서 의식주를 포괄한 생활의 전반적 분야에서 패션 제품은 기능성을 제공할 뿐만 아니라 패션을 향유하는 사람의 감성에 직접 어필하는 효과적인 소비재로 인식되고 있다. 패션산업에서는 새로운 디자인 제품을 정기적인 마케팅 매체인 패션쇼를 통해 소비자들에게 소개하고 있다. 매 시즌 신제품을 발표하는 디자이너들 외에도 의상 관련 교육기관에서는 학생들의 졸업작품 발표를 위해 많은 경우 패션쇼를 선택하고 있다. 그리고 이러한 패션쇼 의상 작품 제작 시 팬츠나 캐킷 제작의 경우에는 평면재단법을 선호하고 좌우비대칭의 디자인이나 이브닝드레스 등과 같이 오프꾸뛰르적인 의상 제작을 위해서는 대부분 입체재단 방식을 채택하고 있다.¹⁾ 의류 업체나 디자이너의 패션쇼를 위한 의상 제작의 경우와 대학 교육기관에서의 졸업작품 패션쇼를 위한 의상 제작 시에는 보다 복잡한 응용을 요구하는 다양한 형태의 디자인들이 많이 선보여지고 있는데, 이렇게 실험적, 독창적 스타일이 가미된 디자인을 효과적으로 표현하기 위해서는 평면재단 방식보다는 인대를 사용하는 입체재단 방식이 더욱 선호되고 있다. 입체재단을 위해 사용되는 인대는 바디 스탠드(body stand), 드레스 폼(dress form) 또는 더미(dummy)라고도 불리는데 대상으로 삼는 체형을 기준으로 제작하되 수영복이나 언더웨어 개발을 위한 것을 비롯하여 코트 개발용까지 다양한 의복 종류에 의해서도 인대의 종류가 세분화된다.²⁾ 이밖에 인대는 용도에 따라 입체재단방법을 통한 패턴제작용, 샘플가봉용, 품질 검사용, 디스플레이용 등으로 구분 된다.³⁾ 위키 피디아 사전에서는 인대와 함께 사용하는 용어인 드레스 폼의 의미와 기능을 “드레스 폼은 토르소 형태의 3차원 입체 모델로서 의복의 디자인 및 봉제와 관련하여 피팅 점검에 사용되는 도구이며, 의복을 제작할 때 드레스 폼에 직접 얹어 전체적으로 의복의 맞음새와 형태를 점검함으로써 의복의 수정과 보완 작업을 즉각적으로 수행할 수 있다”⁴⁾와 같이 설명하고 있다. 하지만 정작 우리나라

의 패션쇼의 의상제작을 위한 인대 사용현황을 살펴보면 국내에서 생산하여 사용하는 인대는 제조업체의 영세성으로 인하여 인체치수를 실제적으로 반영한 인대 제품 개발의 어려움과 업체 간의 호칭에 따른 사이즈의 표준화도 이루어지지 않은 어려움이 있고, 대안으로 선택한 고가의 수입 인대 사용 또한 실제 패션모델의 치수 및 형태와의 부적합성 때문에 패션모델을 대상으로 하는 인체 피팅 작업 시 보정에 더 많은 시간을 할애해야 하거나 드레이핑한 샘플을 거의 다시 제작해야 하는 어려움을 낳고 있는 것으로 선행연구 결과⁵⁾는 지적하고 있다.

인대제작을 위한 인체측측에 대한 연구⁶⁾를 살펴보면, 인대와 인체와의 치수를 비교분석할 때 둘레항목을 앞과 뒤의 비율을 고려하지 않았으며 인대 제작에서 인체의 형태적 특성이 고려되지 않은 것으로 나타났다. 또 인대개발에 관한 연구⁷⁾들은 대부분이 신체부위에 대한 직접 측정 자료를 바탕으로 신체인자를 분석하여 체형을 분류하고 이를 바탕으로 체형별 인대모형을 제시하였으며 또한 치수에 대한 정보만을 제공하므로 실제 제작에 적용하기에는 괴리감이 있다. 인대제작 연구에서 다루고 있는 대상은 유아⁸⁾, 학령후기 아동⁹⁾, 여중생¹⁰⁾, 여대생¹¹⁾, 중년여성¹²⁾ 등으로 실제 업체나 교육현장에서 패션쇼 의상 작품 제작을 위해 필요한 여성 패션모델을 대상으로 한 인대개발 연구는 아직까지 수행되지 않고 있다. 이에 패션산업이 국가의 브랜드 가치와 경쟁력을 높이는 역할을 하며 고부가가치를 창출하는 분야로서의 중요성이 강조되는 현재의 시점에서, 실제 전문 패션모델의 신체적 특성이 다른 여성들과는 현저한 차이를 보인다는 사실을 고려할 때 패션모델의 체형특성을 적절히 반영한 인대 개발에 대한 연구의 필요성이 대두되는 것이다.

이러한 배경을 고려할 때 매년 시조별로 진행되고 있는 국내 디자이너 브랜드나 의상 관련 교육기관들의 작품발표 패션쇼 진행에 실제적인 도움을 줄 수 있도록 우선은 여성 전문 패션모델들의 체형과 인체계측치를 분석한 내용을 바탕으로 보다 실제적인 여성 패션모델용 인대를 개발하고 그 특성을 제안하는 것을 연구의 목적으로 정하였다. 아래는 연구의 목적

<Fig. 1> Research Objectives by 5 Steps to Develop a Standard Torso Type Dress form Representing Korean Female Fashion Models

을 달성하기 위해 설정된 연구 단계별 세부 목표이
다(Fig. 1 참조).

한다.

II. 연구방법 및 절차

1. 여성 패션모델 피험자 선정과 기존 인대 3차원 전신 스캔 자료수집

선행연구¹³⁾의 결과를 통해 국내에서 주로 사용하는 인대로 수입, 국내 브랜드, 국내 주문생산 인대의 3 종류를 선택하였고, 국내에서 활동하는 여성 패션모델의 체형 특성에 관한 3차원 데이터를 활용하였다. 3차원 인체측정을 위해 선정한 여성 패션모델 5명은 선행연구¹⁴⁾에서 제안한 국내 전문 에이전시 소속 여성 패션모델 135명의 기준 인체측정 항목인 키, 뒷가슴둘레, 허리둘레, 엉덩이둘레의 평균치를 기준으로 95% 수준 오차범위 내의 인체치수를 가진 모델들로 선정하였다.

국내 여성 패션모델의 인체 측정을 위하여 선정된 여성 패션모델 5명의 3차원 인체스캔을 위해 한국기술표준원에서 제공하는 인체스캔 방법과 절차에 따라 레이저 전신 스캐너(Whole Body Scanner, WB4, Cyberware Co., USA)를 사용하여 피험자의 인체 치수와 형상에 관한 데이터를 계측하였다.

- (1) 국내에서 활동하는 여성 패션모델의 인체 계측 자료를 수집한 후 평균 인체 계측치와 오차범위를 파악한다.
- (2) 국내 여성 패션모델들의 평균 계측치를 보이는 여성 패션모델 피험자 5명을 선정하고, 이들의 인체를 3차원 전신 스캐너를 이용하여 인체 계측 기준선 별로 치수 및 인체 형상 자료를 얻는다.
- (3) 피험자의 3차원 인체 스캔 자료를 활용하여 가상 여성 패션모델(virtual female fashion model)의 전신을 3차원 CAD 시스템에 구현한다.
- (4) 생성된 여성 패션모델의 3차원 가상인체 형상 자료를 활용하여 CAD 시스템 상에서 토르소 형태의 여성 패션모델용 3차원 디지털 가상인대를 생성한다.
- (5) 마지막으로 패션모델용 3차원 디지털 가상인대 인체치수 데이터를 바탕으로 3차원 프린팅 기술로 인대의 틀을 제작하고 실제 입체패턴 개발용 인대로 제작한 후, 기존 사용 인대와의 형태적 차이점을 비교하여 그 특성을 제시

2. 여성 패션모델 3차원 가상인대 생성

5명의 피험자 국내 여성 패션모델과 국내 의류업체와 교육기관에서 사용하는 기존 입체재단용 인대 3종류의 3차원 인체 스캔 데이터 분석을 위해 주요 인체 단면을 추출하기 위한 기준으로 인체 앞면과 뒤면의 중앙을 지나는 2개의 수직 기준선과 인체 앞면에서 상반신 최대 돌출부위인 젖꼭지점을 지나는 수직선, 그리고 둘레 체형 특성 분석을 위해 37개의 수평방향 기준선을 지정하였다. <Fig. 2>에 앞, 뒤 중심선, 젖꼭지점을 수직(vertical)으로 지나는 기준선을 각각 VL1, VL2, VL3으로 지정한 것과, <Fig. 3>에 둘레 체형 특성 분석을 위해 지정한 37개의 수평(horizontal)방향 기준선을 HL1부터 HL37로 지정한 것을 나타내었다.

<Fig. 2> 3 Vertical Reference Lines for the Analysis on Subject Female Fashion Models' 3-D Body Scanned Data (center front-VL1, center back-VL2 and bust point-VL3)

선정된 5명의 피험자, 국내 여성 패션모델의 3차원 스캔 인체 계측치를 사용하여 패션모델의 대표 체형을 CAD 상에서 조합한 후, 이 대표 체형의 형태분석을 위해 선정된 주요 사용 인대 3종류의 3차

원 스캔 인체 형상 자료를 활용하였다. 기준으로 삼은 기존 인대와 모델 피험자의 3차원 형상 주요 단면 채취는 Rapidform XOS¹⁵⁾ 소프트웨어를 사용하였고, 채취된 단면을 중합하여 평균단면을 생성하고 최종적으로 3차원 패션모델 가상인체를 생성하는 데에는 AutoCAD¹⁶⁾ 소프트웨어를 사용하였다.

<Fig. 3> 37 Horizontal Reference Lines to Capture the Female Fashion Model's Body Measurements from Upper Neck to Ankle in Girth-Wise: from HL1 to HL37

3. 3차원 패션모델 가상인체 형상의 RP(rapid prototyping) 기반 인대 제작

본 연구에서는 컴퓨터 AutoCAD 소프트웨어 상에 설계된 여성 패션모델의 3차원 가상인체 형상을 3차원 프린팅 기술을 활용한 RP(rapid prototyping) 제작 기법을 통해 강화플라스틱 소재를 사용하여 여러 층으로 3차원 프린팅 출력한 후, 각 출력 층 형상의 단면들을 접착하여 쌓아올림으로써 실물 사이즈 토르소 인대의 전신 형상을 구축하였다. 제작된 인대의 전신 형상을 기초 골격으로 삼아 입체재단용 인대로

서의 쿠션 기능을 부여하기 위해 중간 충전재를 입히고 마지막으로 마(linen)소재로 만든 스킨을 제일 바깥층을 이루도록 씌워 실제 활용 가능한 입체재단용 인대를 최종적으로 완성하였다. 국내 여성 패션모델의 체형 특징을 대표하는 입체재단용 개발 인대를 본 연구를 위해 선정한 국내에서 사용하고 있는 3종류의 기준 인대¹⁷⁾와 인체 계측 항목별 측정치와 체형 특성 측면에서 비교하여 차이점을 제시하였다.

III. 연구결과 및 고찰

1. 국내 여성 패션모델 피험자 선정

여성 패션모델 피험자를 선정하기 위하여 우선 국내의 전문 패션모델 에이전시로부터 여성 패션모델 135명의 기준 인체측정 항목인 키, 젖가슴둘레, 허리

둘레, 엉덩이둘레치수를 공급받았다. <Table 1>에 이들 135명의 기준 인체측정 항목별 치수를 최소값, 최대값, 평균 및 표준편차와 95% 수준의 상하한 오차범위로 함께 나타내었다. 이에 따르면 국내 여성 패션모델의 인체 계측치는 평균과 표준편차가 각각 키: 176.9cm, 1.5cm, 젖가슴둘레: 83.3cm, 2.4cm, 허리둘레: 62.5cm, 5.3cm, 엉덩이둘레: 90.6cm, 2.1cm로 나타났다. 국내 여성 패션모델의 컴퓨터상 대표 가상인체 모델을 생성하는 것을 목적으로 3차원 전신 스캔 자료를 얻기 위한 피험자를 선정하는 기준은 각 인체 계측 항목의 평균값을 기준으로 95% 수준 오차범위 내의 인체치수를 가진 모델들로 선정하였다.

20~26세 사이의 연령대에 분포한 5명의 여성 패션모델 피험자 Model 1~5의 기준 인체측정 항목인 키, 젖가슴둘레, 허리둘레, 엉덩이둘레를 직접 계측한

<Table 1> Descriptive Statistics of the Korean Female Fashion Models' Basic Body Measurements

(N=135, unit: cm)

Basic body measurement items	Statistics of body measurements					
	Min.	Max.	Mean	SD	95% confidence limits (Mean $\pm t_{0.05(2),135}$ *SD)	
					Lower limit	Upper limit
Stature	173.0	181.0	176.9	1.5	176.9-2.97=173.9	176.9+2.97=179.9
Bust circumference	76.2	88.9	83.3	2.4	83.3-4.75= 78.6	83.3+4.75= 88.1
Waist circumference	60.0	69.0	62.5	5.3	62.5-10.48= 52.0	62.5+10.48= 73.0
Hip circumference	85.0	98.0	90.6	2.1	90.6-4.15= 86.45	90.6+4.15= 94.8

<Table 2> Subject Female Fashion Models' Basic Body Measurement Data Directly Measured

(N=5, unit: cm)

Body Measurement Items	Min.	Max.	Mean	SD	135 subjects' 95% confidence limits (Mean $\pm t_{0.05(2),135}$ *SD) refer to <Table 1>		Note: Whether the measurements are within the confidence limits
					Lower limit	Upper limit	
Stature	174.0	180.0	177.5	3.5	173.9	179.9	Yes
Bust circumference	80.5	86.0	82.5	2.4	78.6	88.1	Yes
Waist circumference	62.0	68.2	66.0	2.3	52.0	73.0	Yes
Hip circumference	89.3	94.3	92.2	2.7	86.5	94.8	Yes

치수는 <Table 2>와 같다. 본 연구를 위해 선정된 피험자들의 키는 평균 177.5cm (S.D. 3.5cm)이고, 젖가슴둘레는 82.5cm (S.D. 2.4cm), 허리둘레는 66.0cm (S.D. 2.3cm), 엉덩이둘레 92.2cm (S.D. 2.7cm)로 사전 분석한 국내 여성모델 135명의 평균값 기준 95% 수준에서 유의한 범위 내에 분포하였다.

2. 피험자 3차원 스캔 인체치수 자료 분석

5명의 여성 패션모델 피험자 Model 1~5의 기준 인체측정 항목별 3차원 계측을 위하여 설정한 수직 기준선(VL1~VL3) 별 스캔 이미지를 모델별로 <Fig. 4>

4>에 나타내었다. HL1부터 HL37까지의 수평 기준선 별 3차원 스캔 인체계측 항목 치수는 각 측정치수와 평균 및 표준편차를 <Table 3>에 제시하였다. 본 연구를 통한 국내 여성 패션모델의 체형을 대표하는 3차원 가상패션모델의 인체 단면도를 바탕으로 입체 재단용 인대를 개발하는 과정에서 인대의 형태적인 특성을 참고하기 위해 관련 의류업체와 교육기관에서 가장 많이 사용하고 있는 기준 인대 3종류(: 수입 일본 브랜드, 국내 브랜드, 국내 주문제작 인대)의 수직 기준선(VL1~VL3) 별 스캔 이미지를 <Fig. 4>에 함께 제시하였다. 이들 기준 인대 3종류의 수직 기준

<Fig. 4> 3-D Whole Body Scanned Images according to the Vertical Reference Lines of 5 Subject Female Fashion Models and 3 Existing Dress Forms and the Finalized Virtual Fashion Model's Body Image through the Combined Images of 5 Subjects

〈Table 3〉 5 Subjects' Body Measurements 3-D Whole Body Scanned, Means and Standard Deviations according to the Horizontal Reference Lines from HL1 to HL37

Reference Lines	Body Measurements of 5 Subjects					Statistics	
						Mean	SD
HL1	33.4	35.3	31.9	32.2	34.0	33.4	1.4
HL2	35.4	38.2	35.3	36.1	36.4	36.3	1.2
HL3	40.6	45.4	43.5	43.0	42.0	42.9	1.8
HL4	49.4	56.2	55.1	51.9	51.7	52.9	2.8
HL5	71.7	72.4	82.6	76.0	76.2	75.8	4.3
HL6	78.6	82.7	91.4	85.6	87.1	85.1	4.8
HL7	71.4	74.6	84.1	78.1	80.2	77.7	4.9
HL8	70.0	72.6	80.5	76.5	78.5	75.6	4.3
HL9	69.2	71.0	78.5	75.7	78.8	74.6	4.4
HL10	69.1	69.7	76.1	74.9	76.9	73.3	3.7
HL11	71.8	70.1	75.8	75.7	78.1	74.3	3.3
HL12	86.4	89.6	85.1	87.3	93.1	88.3	3.1
HL13	85.4	87.7	80.5	83.8	88.0	85.1	3.1
HL14	74.5	78.7	74.9	75.8	78.7	76.5	2.0
HL15	71.3	76.6	71.5	73.9	74.9	73.6	2.3
HL16	68.1	73.5	68.7	71.3	71.1	70.5	2.2
HL17	65.4	71.5	64.7	68.2	68.7	67.7	2.7
HL18	66.6	71.7	64.3	69.9	70.2	68.5	3.0
HL19	72.1	73.7	66.1	73.2	74.3	71.9	3.3
HL20	77.8	77.9	69.8	77.2	78.9	76.3	3.7
HL21	79.8	79.2	72.7	81.3	79.8	78.6	3.4
HL22	83.1	86.7	79.3	87.2	88.8	85.0	3.8
HL23	87.8	91.5	86.9	90.7	96.1	90.6	3.6
HL24	89.3	94.3	89.8	91.7	99.6	92.9	4.2
HL25	90.1	94.9	92.2	93.2	102.3	94.5	4.7
HL26	91.5	101.0	96.0	95.4	109.8	98.7	7.0
HL27	102.7	112.5	107.6	109.0	120.6	110.5	6.7
HL28	51.2	54.4	50.0	51.1	53.5	52.1	1.8
HL29	44.8	46.4	42.5	43.7	48.1	45.1	2.2
HL30	38.1	39.5	36.2	36.4	41.8	38.4	2.3
HL31	35.4	36.6	34.2	34.5	38.3	35.8	1.7
HL32	31.8	34.1	30.8	31.6	33.7	32.4	1.4
HL33	32.3	35.1	30.6	32.4	34.3	33.0	1.8
HL34	32.9	35.0	31.7	32.9	34.4	33.4	1.3
HL35	28.6	29.9	28.5	29.3	29.2	29.1	0.6
HL36	22.4	24.1	22.9	24.0	24.2	23.5	0.8
HL37	20.0	20.8	19.6	21.3	21.3	20.6	0.7

〈Fig. 5〉 The Virtual Female Fashion Model Finalized through 5 Female Fashion Model Subjects' 3-D Scanned Body Data Combined in the Forms of Vertical (in center front and side views) and Cross (front neck point crossing, shoulder point-to-shoulder point crossing, chest, bust, underbust, midriff, waist, mid-hip and hip circumferences levels) Sections

선 별 단면 3-D 스캔 이미지는 이후 여성 패션모델의 체형을 반영한 입체재단용 토르소 형태 개발 인대의 형태적 특징을 파악하고 분석하는 데에 있어서 비교 자료로 활용되었다.

3. 여성 패션모델 대표 가상인체와 토르소형 가상인대 3차원 모델링

1) 여성 패션모델 대표 가상인체 모델링

본 연구를 위해 선정된 5명의 여성 패션모델 피험자의 3차원 인체 계측 데이터와 체형 실루엣을 중합한 이미지를 옆선과 중심선에서 종단하여 나타낸 종단면 실루엣과 목앞점을 지나는 둘레, 양쪽 어깨가쪽점을 지나는 둘레, 가슴둘레, 젖가슴둘레, 젖가슴아래둘레, 복부둘레, 허리둘레, 중힙둘레, 엉덩이둘레 수준에서의 횡단면 실루엣을 〈Fig. 5〉에 나타내었다. 그

리고 국내 여성 패션모델을 대표하는 3차원 가상패션모델의 전신 이미지를 수직 기준선(VL1~VL3) 별로 〈Fig. 6〉에 제시하였다.

이때 선정된 5명의 여성 패션모델 피험자의 목과 몸통의 각도를 중합하여 3차원 가상 인체를 생성하였고, 생성된 가상인체의 몸의 좌우를 우측을 기준으로 대칭이 되도록 조정하여 가상 여성 패션모델(virtual female fashion model)의 전신을 3차원 CAD 시스템에 구현하였다(〈Fig. 6 참조〉).

2) 여성 패션모델 토르소형 가상인대 모델링

패션쇼 작품제작을 위한 여성 패션모델의 대표 체형을 반영한 입체재단용 토르소 형태 인대를 개발하기 위해 선정된 여성 패션모델들의 3차원 인체 스캔 데이터를 측정하여 〈Fig. 6〉과 같이 패션모델의 체

〈Fig. 6〉 The 3-D Virtual Female Fashion Model Generated through the 5 Subjects' 3-D Whole Body Scanned Data Combined

형특성을 가진 대표체형을 도출하였고 이로부터 가상인대의 골격에 쓰일 단면선을 추출하였다. 대표 가상모델을 생성하는 데에 쓰인 체형 자료로부터 토르소 형태의 가상인대를 구축하기 위한 평균 와이어프레임을 구축한 이미지를 수직 및 조정된 수평 기준선 별로 〈Fig. 7〉에 제시하였다.

5명의 피험자 샘플집단의 3차원 스캔 자료에서의 주요 단면 채취는 2004 Rapid Form 프로그램을 사용하였고 이렇게 채취된 단면을 중합하여 평균단면을 생성하는 데는 Autocad 프로그램을 사용하였다. 토르소형 가상인대의 모델링 과정을 부위별로 살펴볼 때 우선 어깨는 인체에서 가장 넓은 범위의 운동을 담당하는 곳으로 어깨관절 및 빗장뼈로 구성되어 있고 인대와 근육으로 덮여 있으므로 복잡한 형상을 나타내는 부위이다. 이 부위의 평균화 작업을 위해 우선 피험자 5명의 좌, 우 어깨가쪽점을 지나는 3차원 스캔 수평 단면을 얻은 후 어깨부위의 평균화 작업을 실시한 자료를 활용하였다. 진동돌레는 몸통과 팔을 연결시켜 주는 중간적 역할을 하며 입체재단용

〈Fig. 7〉 The 3-D Virtual Torso-Type Dress Form Representing the Female Fashion Model in the Form of Wire Frame according to the Vertical and Horizontal Reference Lines

〈Fig. 8〉 Development of the 3-D Virtual Torso Type Dress Form Representing Korean Female Fashion Models (2 types of images: 3-dimensional polygon mesh and surface smoothed images)

인대에서는 팔막음판 설계의 기초가 되는 중요한 부위이다. 피험자의 3차원 스캔 자료로부터 어깨가쪽점과 겨드랑앞벽점, 겨드랑점, 겨드랑뒤벽점을 지나진동돌레 단면을 추출하여 진동돌레 평균단면을 완성하였다. 목부위의 옆면 형상을 평균화시키기 위해 피험자들의 목뒤수평돌레 위부분의 형상을 검토하였고, 목뒤부분의 옆면 형상에서 변곡점을 찾아 그 각도와 길이를 측정하여 목부위의 수평 및 수직 형상의 평균 프레임을 제작하였다.

3차원 인체 스캐너는 레이저를 수평으로 발사함에 따라 스캐너가 닿지 않는 부분에는 미측정 부위가 발생하며 인체를 대상으로 하는 스캐닝의 경우는 주로 겨드랑과 살 부위에서 자료의 부족이 발생한다. 본 연구에서 개발하고자 하는 인대의 종류는 팔이 부착되지 않은 토르소 형태이므로 겨드랑점과 살부

위는 큰 문제점이 되지 않았지만 가상인체만을 CAD 상에서 아바타로 구현하고 특히 동적 움직임의 속성을 부여하고자 할 때는 현재 레이저 스캐너 구조상 데이터를 얻을 수 없는 겨드랑점과 살점을 기준으로 미측정 부위를 메워 주는 작업이 추가적으로 필요할 것이다. 이상과 같이 여성 패션모델 체형을 나타내는 토르소 형의 가상인대를 구성하도록 추출한 와이어프레임을 기초로, 각 프레임 사이의 간격을 여성 패션모델 대표 가상인체 표면 자료를 활용하여 폴리곤 형태의 네트 형상으로 구축한 이미지와, 양질의 커브를 얻기 위해 표면을 매끄럽게 처리하는 표면 스무딩 전처리를 수행한 이미지를 〈Fig. 8〉에서 다양한 뷰포인트로 나타내었다.

4. 여성 패션모델 체형 인대 제작 및 체형 특성 분석

1) 여성 패션모델 체형 토르소 형태 입체재단용 인대 제작

여성 패션모델용 인대의 개발과정은 크게 패션모델들의 가상인체와 가상인대의 생성과정을 거쳐 실제 인대의 프로토타입 설계과정 및 인대 제작과정으로 구성되었다. CAD 상에 3차원 가상인대를 모델링한 자료를 3-D 프린터로 보내어 플라스틱 재료를 출력하여 3차원 형상으로 실물 제작하는 신속조형(RP: Rapid Prototyping)기술을 바탕으로 인대의 기본틀을 제작하였다. 신속조형기술은 3-D CAD에서 모델링한 데이터를 3차원 프린터를 사용하여 여러 가지 재료를

를 적층하여 빠른 시간 내에 3차원 입체 모델 또는 시작 부품을 제작하는 기술이다.¹⁸⁾ 본 연구에서는 가상공간 상에 설계된 여성 패션모델 대표체형의 3차원 가상인대 모델을 신속조형 RP방법으로 실제 공간에 적층하여 재현하였다. 이렇게 제작된 실물 크기의 패션모델 체형의 토르소형 인대의 프로토타입 모델은 이후 몰딩기법으로 강화플라스틱 소재를 사용하여 대량생산용 인대의 기본 틀의 형태로 제작되었다. RP(Rapid Prototyping)기술을 활용한 패션모델용 인대의 프로토타입 모델 제작과 인대 기본 틀 및 실제 인대의 제작과정은 아래와 같다(Fig. 9 참조).

몰딩 방법을 통해 제작한 대량생산용 플라스틱 인대 기본 틀 위에 입체재단을 위한 핀 쿠션 기능을

<Fig. 9> The Processes of Producing the Torso-Type Dress Form Representing Korean Female Fashion Models in the Use of the 3-D Whole Body Scanning and the Additive 3-D Printing Technologies
- Photographs taken by author

〈Fig. 10〉 The Realization of the Torso-Type Dress Form based on the 3-D Virtual Dress Form Body Feature Data of Korean Female Fashion Models

하도록 충전재를 입히고 최외층은 리넨 소재를 사용하여 감쌌다. 최종적으로 완성된 패션모델 체형의 토르소형 인대에 목부위 상판 막음판과 진동둘레 막음판을 끼우고 스탠딩 폴대를 설치한 후 착탈이 가능한 상완둘레선(upper arm line) 위쪽 어깨를 제작하여 좌우에 진동둘레 막음판에 부착하였다. 〈Fig. 10〉에 이러한 과정을 거쳐 제작한 인대의 실제 이미지를 표면 처리한 가상인대의 디지털 이미지와 함께 앞, 옆, 뒤, 3/4 측면 각도에서 제시하였다.

2) 패션모델 체형 개발 인대와 기존 인대와의 형태 비교

개발된 패션모델 체형의 인대와 기존 인대들

(Dress form 1~3: 순서대로 수입 일본 브랜드, 국내 브랜드, 국내 주문제작 인대)의 차이점을 인체계측 항목별 측정치와 각도 측면에서 비교한 결과를 살펴 보았다. 비교 인체계측 항목은 어깨가쪽사이길이, 젖꼭지사이수평길이, 겨드랑앞벽사이길이, 겨드랑뒤벽사이길이, 목옆젖꼭지길이, 목옆젖꼭지허리둘레선길이, 등길이, 앞중심길이, 어깨길이, 엉덩이옆길이의 10개 길이 항목과 목밑둘레, 젖가슴둘레, 젖가슴아래둘레, 허리둘레, 엉덩이둘레의 5개의 둘레항목으로 총 15개 인체 계측항목의 측정치를 비교하였다〈Table 4참고〉.

개발된 인대와 기존 인대들의 인체항목 별 치수 비교에서 눈에 띄는 차이는 우선 목옆젖꼭지길이이

다. 개발된 인대는 실제 모델들의 치수를 바탕으로 26.0cm로 나타났으나 기존 인대들의 목옆젖꼭지길이 치수는 23.8~24.5cm로 현격한 길이의 차이를 보이고 있다. 목옆젖꼭지길이는 기존 인대들이 개발된 인대보다 짧게 나타났으나 목옆젖꼭지허리둘레선길이는 40.5~41.5cm로 개발 인대의 치수인 41.5cm와 대동소이하고, 앞중심길이 또한 기존 인대들의 치수가 33.5~35.0cm로 개발 인대의 34.5cm와 차이가 크지 않게 나타났다. 이러한 사실은 기존 인대를 활용하여 입체재단방법으로 패션모델을 대상으로 한 상의를 개발할 경우 전체 앞길이의 차이는 크지 않을지라도 가슴둘레선 위부분의 길이를 진동둘레부분을 포함하여 길이를 늘이게끔 수정하여야 하고, 가슴둘레선 아래로는 허리둘레선까지의 옆선길이를 줄이도록 수정하는 절차를 야기하게 된다.

이 외에 기존 인대와 큰 차이를 보이는 또 다른 항목으로 엉덩이옆길이 항목을 들 수 있다. 기존 인대의 엉덩이옆길이가 18.5~20.0cm인 반면 개발 인대의 치수는 24.0cm로 이 역시 기존 인대들이 실제 패션모델의 엉덩이옆길이 인체계측치를 반영하지 못함

에 따라 기존 인대를 활용한 하의 개발 시 길이를 늘이는 것과 같은 패턴 수정 요인이 발생하게 된다. 등길이 항목을 비교해보면 개발 인대가 38.5cm로 기존 인대에서는 인대 1(수입일본브랜드), 38.2cm, 인대 2(국내브랜드)는 40.5cm, 인대 3(국내주문제작)은 39.5cm로 개발 인대와의 차이는 0.3~2.0cm로 나타났다. 이러한 인체항목의 치수 차이는 의복패턴 개발에서 패턴수정을 필연적으로 유발하는 요인으로 지적되므로 패션모델의 실제적 인체치수가 반영된 인대개발의 필요성을 잘 보여준다. 하지만 이러한 상하반신 계측치 특성을 함께 살펴보면 개발된 인대의 경우, 대상으로 삼은 패션모델의 평균키 177.5cm에 비하여 등길이가 38.5cm로 상대적으로 짧게 제작되었고 엉덩이옆선길이는 24cm로 기존 인대보다 4.0~5.5cm나 긴 것을 고려할 때, 허리둘레선이 상대적으로 높게 설치된 가능성을 생각해볼 수도 있을 것이다. 만일 등길이가 이보다 긴 모델을 위한 의상을 제작하는 경우라면 제안된 개발 인대의 허리둘레선을 배꼽수준허리둘레선으로 낮추어 사용하는 방법을 고려해볼 수 있을 것이다.

<Table 4> The Comparison of the Body Measurements between the Existing Dress Forms and the Developed Dress Form Representing Female Fashion Models

Body Measurement Items	Existing Dress Form 1	Existing Dress Form 2	Existing Dress Form 3	Developed Dress Form
Biacromion length	37.5	38.5	36.0	36.0
Bust point-bust point	16.7	18.0	16.5	16.6
Front interscye length	32.0	32.5	31.0	32.0
Back interscye length	35.5	34.0	32.0	33.0
Neck point to breast point	23.8	24.5	24.0	26.0
Neck point to breast point to waist line	41.0	41.5	40.5	41.5
Waist back length	38.2	40.5	39.5	38.5
Waist front length	35.0	35.0	33.5	34.5
Shoulder length	12.0	13.0	12.0	12.0
Waist to hip length	18.5	20.0	19.5	24.0
Neck base circumference	35.2	37.0	36.0	36.0
Bust circumference	83.0	87.0	84.0	85.0
Underbust circumference	72.0	78.0	76.0	75.0
Waist circumference	62.0	67.0	65.0	65.0
Hip circumference	88.0	93.0	90.0	92.0

〈Fig. 11〉 Lateral Silhouettes of the Existing Dress Forms 1 to 3 and the Developed Dress Form both Respectively and Nested in all

개발된 인대의 특성 분석은 인체항목별 치수 분석과 함께 개발 인대와 기존 인대의 체형을 병행하여 비교할 때 보다 효과적인 특성의 이해를 제공할 수 있을 것이다. 〈Fig. 11〉에는 선정된 패션모델 피험자 5명의 3차원 인체 실루엣을 중첩하여 생성한 가상인대와 기존 인대의 측면 실루엣이 개별적으로 제시된 것과 중첩된 이미지가 각각 제시되어 있다. 이를 보면 여성 패션모델의 자세가 기존 인대들과 비교하여 상반신이 더 곧게 펴져 있고 복부가 앞쪽으로 더 큰 각도로 휘어져 있으며 엉덩이가 기존 인대의 경우보다 더 돌출된 자세인 것을 쉽게 알 수 있다.

이러한 체형의 차이를 보다 자세히 살펴보기 위해 〈Fig. 12〉에는 젖가슴부위의 상컵과 하컵의 돌출각도, 견갑골 위와 아래쪽으로 나누어 분석한 등 경사각도를 제시한 상반신 측면 이미지와 〈Fig. 13〉에는 허리둘레선 이하 복부와 뒤희리둘레선-엉덩이의 경사각도를 보여주는 하반신 측면 이미지를 제시하였다. 〈Fig. 14〉부터 〈Fig. 15〉에서는 기존 인대와 개발 인대의 목과 어깨경사각도를 측정하도록 정면에서 본 상반신 실루엣과 젖가슴둘레선-허리둘레선의 경사각도와 허리둘레선-엉덩이둘레선까지의 힙곡선 경사각도 측정치를 정면에서 본 하반신 실루엣과 함께 제시하였다.

〈Fig. 12〉에서 가슴의 돌출각도를 보면 기존 인대들의 가슴 상컵의 경사각도는 15~28.5°로 비교적

입체적으로 제작되어 있지만 하컵의 경사각도는 수입 브랜드인 기존 인대 1의 각도가 17.5°인 것을 제외하고 국내 브랜드와 주문제작인 기존 인대 2, 3의 각도는 각각 4.5°와 6°로 젖가슴둘레선부터 허리둘레선까지의 가슴 하컵을 포함한 상반신 복부 전면은 빳빳하게 제작되어져 있음을 알 수 있다. 이에 비해 개발 인대의 가슴 돌출 각도는 상컵이 20.3°, 하컵이 26.4°로 가슴부위의 입체형상이 기존 인대에 비해 입체감을 나타내도록 개발되어져 있음을 알 수 있다. 앞서 언급한 대로 상반신의 등부분은 개발 인대가 기존 인대에 비해 곧게 세워져 있다고 하였다. 이는 개발 인대의 견갑골 위쪽 등 각도가 3°로 기존 인대의 각도가 10~13°인 것과 비교하여 견갑골 위쪽 부위가 상대적으로 곧게 세워져 있음을 알 수 있다. 견갑골 아래의 등이 허리둘레선을 향하여 휘어져 있는 각도는 개발 인대의 경사각도가 16°로 다른 기존 인대의 각도인 8~11°와 비교할 때 확연히 휘어져 있음을 알 수 있다. 이러한 체형의 특징은 〈Fig. 13〉의 하반신 측면 이미지를 함께 살펴볼 때 더욱 명확하게 나타난다. 허리둘레선에서 엉덩이둘레선까지의 경사각도는 개발 인대의 경우가 14.7°로 나타날 때 기존 인대들의 각도는 4.8°, 7°, 8°로 측정된 것을 볼 때 개발 인대의 엉덩이돌출이 실제 체형을 사실적으로 반영한 것을 알 수 있다. 엉덩이둘레선 아래 경사각도는 개발 인대가 13°로 가장 기울기가 컸으며 기

존 인대1, 3, 2의 순서로 6°, 3°, 0°의 경사를 보였다. 이는 개발인대의 하복부와 허리둘레선과의 각도에서도 유사한 결과가 나타났는데, 다른 기존 인대의 측정 각도가 77~82°로 전방으로 돌출하는 형태와 비교하여 오히려 개발 인대의 복부는 94°로 허리둘레선 아래로는 뒤쪽으로 기울어지도록 형상이 구현되어 있는 차이를 보였다. 이러한 복부경사 측정치 역시 개발 인대 제작에 실제 체형이 사실적으로 반영된 것을 보여준다.

개발 인대와 기존 인대들의 정면 실루엣 비교를 통한 체형 특성을 분석하기 위해 상반신과 하반신을 나누어 <Fig. 14>와 <Fig. 15>에 제시하였다. <Fig. 14>의 어깨경사 각도 측정치를 살펴보면 기존 인대들의 각도가 24~26°에 분포하였으나 개발 인대는 이에 비해 각도가 완만하게 21°로 측정되는 차이를 보였다. <Fig. 15>의 젖가슴둘레선-허리둘레선 사이의 경사 각도는 기존 인대들이 78.4~81.8°에 분포하였고 개발 인대 역시 이와 유사하게 81°로 나타났다. 허리

<Fig. 12> The Angles of the Bust and Scapula Parts of the Existing Dress Forms and the Developed Dress Form in Lateral View

〈Fig. 13〉 The Angles of the Lower Abdomen and the Back Waist Curve to Hip of the Existing Dress Forms and the Developed Dress Form in Lateral View

둘레선-엉덩이둘레선까지의 휩곡선 경사 각도 측정치는 기존 인대1~3이 각각 61, 67, 75.4°로 나타났고 개발 인대는 64.3°로 측정되었다. 일본 수입인대의 휩커브가 가장 상부로 솟아 있고 다음 순서로 개발 인대, 그리고 국내 브랜드와 국내 주문제작 인대의 순서로 나타났다.

IV. 결론 및 제언

본 연구는 국내 여성 패션모델의 인체치수와 체형을 3차원 스캔한 데이터를 활용하여 가상인체를 모델링하고 그 결과를 반영하여 실제적인 입체재단용 인대를 제작하고 그 체형적 특성을 분석하여 제시하는 것을 목적으로 하였다. 이를 위해 3차원 인체 스캐닝 기술이 활용되어 여성 패션모델들을 대상으로

〈Fig. 14〉 The Angles of the Shoulder Slope of the Existing Dress Forms and the Developed Dress Form in Frontal View

〈Fig. 15〉 The Angles of the Slope between the Bust and Waist Lines and the Hip Curve between the Waist and Hip Lines of the Existing Dress Forms and the Developed Dress Form in Frontal View

인체계측 항목 별 측정 치수가 수집되었고 인체의 형태적 특성 파악을 위해 지정된 기준선 별로 종, 횡 단면 자료가 수집되었다. 패션모델의 인체를 대상으로 의상을 제작하여 작품을 발표하기 위한 패션쇼를 준비할 때에도 실제 패션모델의 체형을 반영한 입체 재단용 인대가 개발되지 않은 현실은 의복의 패턴제작 과정에서 수정과 보완을 불필요하게 반복한다는 사실이 선행연구의 결과¹⁹⁾에서 지적되었다. 따라서 본 연구의 결과로서의 국내 여성 패션모델의 실제적

체형을 반영하여 개발된 인대의 의미는 매우 크다고 볼 수 있다. 개발된 인대의 특성을 인체계측치수와 체형의 각도, 두 가지 측면에서 기존 사용 인대와 비교를 통해 분석하였다. 첫째, 인체계측치수 측면에서의 특성은 여러 인체계측 항목 중 (1) 상반신 항목 중 목옆젖꼭지점 계측치와 (2) 하반신 항목에서는 엉덩이옆길이 항목의 치수에 대해 개발 인대가 기존 인대의 것과 차별화되어 실제적 치수를 반영하도록 제작되어 상, 하반신용 의복 패턴제작의 정확도

를 높일 것으로 기대된다. 둘째로, 개발된 인대와 기존 인대의 체형 각도를 비교 분석한 결과에 의하면 (1) 개발 인대의 가슴부위는 상, 하갑 부분 모두 실제 각도를 반영하였으며, 특히 가슴둘레선에서 허리둘레선 사이의 상반신 전면 인대 형상이 입체적으로 제작된 것으로 분석되었다. 기존 인대의 가슴 부위는 하갑을 포함한 허리둘레선까지의 상복부 부위의 형태가 밋밋한 것과는 대조적인 결과로 나타났다. (2) 인대 상반신의 견갑골 부분역시 개발 인대의 견갑골 위쪽 각도가 다른 기존 인대에 비해 곧게 세워진 형태로 제작되었으며 견갑골 아래부터 허리둘레선까지의 등부분의 각도가 안쪽으로 크게 휘어진 체형으로 제작되었다. 따라서 개발된 인대의 상반신은 전면과 후면 모두 몸에 밀착되는 스타일의 의복 패턴 제작에서 보다 개선된 결과를 낼 것으로 예상된다. (3) 인대의 상반신에서 개발 인대의 어깨 각도가 기존 인대의 각도보다 완만한 경사를 보이는 결과를 나타났다. 이것은 선행연구에서 기존 인대에 대한 인체치수항목 별 만족도 연구결과 어깨경사에 대한 만족도가 낮았던 것²⁰⁾을 고려해볼 때 개발 인대의 경사 각도를 적용하는 것은 개발 인대의 사용 만족도를 높이는 요인이 될 것이다. (4) 인대의 하반신 각도 비교 결과를 통해 개발 인대는 엉덩이의 돌출 각도와 엉덩이둘레선 아래쪽 각도 모두 기존 인대의 각도보다 크게, 즉 입체적으로 제작됨으로써 엉덩이 부위가 보다 돌출된 형태로 제작되었음을 보여주었다. 개발된 인대를 사용할 때 여성 패션모델의 스트레이트 실루엣의 스커트뿐만 아니라 신축성 소재를 사용한 몸에 밀착되는 디자인의 하의 개발에 용이함을 제공할 것이다.

본 연구를 통해 수집된 국내 여성 패션모델의 전신 인체계측 및 형태 관련 데이터를 근간으로 생성된 3차원 가상 패션모델의 활용은 향후 실제 패션쇼 전 단계로 가상 패션쇼 시뮬레이션 연구의 기초자료로 사용될 것이다. 또한 인대제작의 영역에서는 토르소 형태의 인대 제작 외에 살 부위가 실제적으로 반영되고 다리가 부착된 형태의 인대를 제작하는 연구의 확대를 예상할 수 있다. 다리가 부착된 전신형태의 인대를 활용하여 언더웨어와 수영복과 같은 스웨

웨어와 몸에 밀착하는 오버롤 수트나 다양한 길이의 각종 팬츠 개발을 가능하게 할 것이다. 또한 3차원 전신 스캐닝 기술과 신속조형 3차원 프린팅 기술을 활용하여 국내 여성 패션모델의 체형을 반영한 인대를 제작한 본 연구의 방법론은 남성 모델을 위한 인대 제작에도 안전하게 적용될 수 있으며 궁극적으로 패션쇼 매체를 활용한 제품개발 및 홍보 과정을 보다 효율적으로 개선하는 데에 기여할 수 있을 것이다.

참고문헌

- 1) Park, G., Lee, H. & Choi, J. (2006), A Study on the Actual Conditions of and Satisfaction with the Existed Female Dress Forms Usage, *Journal of the Korean Society of Clothing and Textiles*, 30(3), pp. 378-385.
- 2) Song, H., Choi, H. & Lee, K. (2004), A Comparative Study on the Difference between Dress Form and the Fitting Model, *Journal of the Korean Society of Costume*, 54(6), pp. 75-87.
- 3) Yoo, H. & Shim, B. (2004), A Basic Study for the Development of Educational Dress Forms for Male Adults - Survey of Male Dress Forms for Men's Apparel Company and the Education for Men's Wear in Fashion Dept. of University -, *Fashion Business*, 8(5), pp. 102-103.
- 4) "Dress form", 2014. 11. 11, http://en.wikipedia.org/wiki/Dress_form
- 5) Park, G., Lee, H. & Choi, J., *op. cit.*, pp. 378-385.
- 6) Mun, S. & Shim, B. (1991), Anthropometry and Cluster Analysis for Figure Construction, *Journal of the Korean Society of Clothing and Textiles*, 15(2), pp. 151-162;
- Koo, M. & Lee, J. (2005), Standardized Body Type and the Suitability of Figures for the Twenties Women, *Journal of the Korean Society of Clothing Industry*, 7(6), pp. 601-608;
- Lee, M. & Jung, H. (2005), The Analysis of the Lower Part of Dress Forms Using Three-dimensional Measurement System, *Journal of Korean Living Science Association*, 14(2), pp. 303-312.
- 7) Suk, E. & Kim, H. (2002), A Study on the Development of the Automatic Drafting of Slacks Pattern for Elementary School Girls and the Evaluation of Fitness of Slacks Using 3D Scanner, *Journal of the Ergonomics Society of Korea*, 21(3), pp. 59-81;
- Lim, J. & Kim, H. (1999), Development of the Dress forms for the Middle-high School Girls Based on their Lower Body Types, *Journal of the Korean Society of Clothing Industry*, 23(6), pp. 886-897.

- 8) Park, C. (1997), Classification of the Somatotype and Development of the Dress Forms for Pre-school Children's Clothing Construction, Doctoral Thesis, the Graduate School, Hanyang University, pp. 1-128.
- 9) Jeon, E. & Kim, H. (1992), Body Measurement and Classification of Somatotype for Dress Figure (1), *Journal of the Korean Home Economics Association*, 30(3), pp. 55-62.
- 10) Lim, J. & Kim, H., *op. cit.*, pp. 886-897.
- 11) Koo, M. & Lee, J., *op. cit.*, pp. 601-608.
- 12) Kim, S. & Choi, H. (2010), Development of Dress Forms for the Aged Women Based on Their Body Shapes Applying 3D Body Scan Data, *The Research Journal of the Costume Culture*, 18(1), pp. 80-92.
- 13) Park, G., Lee, H. & Choi, J., *op. cit.*, pp. 378-385.
- 14) Park, G. (2013), The Development of the Dress Form Using the 3-D Body Feature Data of Korean Female Fashion Models, *Proceedings of 2013 Spring Conference of the Korean Society of Costume*, pp. 293-295.
- 15) Rapidform XOS, 3D Systems Corp., 2014. 10. 8, from <http://www.rapidform.com/ko/products-2/xos/overview/>
- 16) AutoCAD®, AutoDesk Inc., 2014. 10. 8, from <http://www.autodesk.com/products/autocad/features/all/gallery-view>
- 17) Park, G., Lee, H. & Choi, J., *op. cit.*, pp. 378-385.
- 18) Yang, J. (2013), A Study on the Fashion Design Adapting Three-dimensional Digital Printing Technology, Master Thesis, The Graduate School of Industrial Art, Hongik University, pp. 7-14; "3-D Printing", 2015. 1. 13, from http://ko.wikipedia.org/wiki/3D_printing
- 19) Park, G., Lee, H. & Choi, J., *op. cit.*, pp. 378-385.
- 20) *Ibid.*, p. 383.