

테크니컬 다이빙 슈트 개발을 위한 잠수복 동향 분석

- 습식 잠수복과 반건식 잠수복을 중심으로 -

김효숙 · 최인영* · 신현숙**†

건국대학교 의상디자인학과 전임교수
건국대학교 의상디자인학과 박사수료*
건국대학교 의상디자인학과 겸임교수**†

Analysis of trends in diving suits for development of technical diving suits

- with focus on wet and semi-dry types -

Hyo Sook Kim · In Young Choi* · Hyun-Suk Shin**†

Professor, Dept. of Apparel Design, Konkuk University, Korea
Doctoral Course, Dept. of Apparel Design, Konkuk University, Korea*
Adjunct Professor, Dept. of Apparel Design, Konkuk University, Korea**†
(2020. 3. 27 접수; 2020. 5. 22 수정; 2020. 6. 10 채택)

Abstract

As people have gained leisure time and become more interested in sports, various industries catering to these sports, including aquatic and underwater activities are growing. Many people are getting into scuba diving, where people can explore the sea at depths of more than 40-meters. Despite the increasing demand, there are limited studies on the sport. This study aims to provide basic research on materials suitable for developing technical scuba diving suits by analyzing several areas, such as design, material, sewing patterns, etc. The following trends were observed in all wetsuits: closure designs, ergonomic patterns, practical and functional details. Neoprene was the primary material of diving suits, and various functional materials were attached to the outer fabric or lining. The seam technique which minimized water contact and improved durability was sewing. Various techniques were also applied, such as flatlock stitching, GBS, LFS, etc. Subsequent studies shall investigate consumer preference etc. and other aspects, and continue to allow for the research and development of technical diving suits.

Key Words: wetsuit(습식 잠수복), semi-dry suit(반건식 잠수복), technical diving(테크니컬 다이빙)

I. 서론

삼면이 바다로 이루어진 우리나라는 해양스포츠 활동에 적합한 환경을 가지고 있어 이에 관련된 스포츠의 대중화가 빠르게 진행되고 있다.

해양관광 주요 통계 자료에 따르면 스쿠버다이빙 등 수중 레저 활동은 2015년에 76만 명, 2016년에 108만 명에서 2017년에는 115만 명으로 늘어났으며(해양수산부, 2020), 특히 스쿠버 다이빙은 바닷속을 탐험하며 경관을 감상할 수 있음과 동시에 예측할 수 없는 환경에서의 모험심을 충족시켜주는 스포츠로써 최근 들어 점차 주목을 받고 있다(민병민, 류호상, 2016).

† Corresponding author; Hyun-Suk Shin
Tel. +82-10-3545-4827
E-mail : shss0531@naver.com

스쿠버 다이빙의 종류로는 비교적 쉽게 배울 수 있으며, 수심 40m 이상 내려가지 않는 레크레이션 다이빙이 대중적으로 선호되어왔지만, 최근에는 보다 오랜 시간 깊은 수심을 탐험 하고 싶어 하는 마니아층들이 생겨나면서 수심 40m 이상의 깊은 바다 및 동굴과 난파선 등을 탐험하는 테크니컬 스쿠버 다이빙(Technical Scuba Diving)이 하나의 스포츠로 도입되었다(차정택, 2010).

스쿠버 다이빙 시 반드시 착용해야하는 잠수복은 크게 습식 잠수복, 반건식 잠수복, 건식 잠수복으로 나뉘며, 이들의 공통된 목적은 체온 유지, 부력, 충격으로부터 인체 보호이다.

선행연구(민병민, 류호상, 2016)에서는 스쿠버 다이빙 장비를 보유한 참여자들이 비 보유참여자들 보다 높은 여가 만족과 심리적 웰빙을 느낀 것으로 나타났는데, 이는 다이빙 시 가장 중요한 장비인 잠수복을 대여가 아닌 구매를 하는 것이 선호되고 이에따라 다이빙 인구의 잠수복 구매는 증가할 것으로 사료된다. 하지만 허희진 외(2015)의 연구에 따르면 소비자들은 국내 잠수복의 기능적 요소의 부족으로 인한 한계점을 느끼고 있는 것으로 나타났다.

잠수복에 관한 선행연구를 살펴보면 웨트슈트 착용 경험자를 대상으로 라이프 스타일에 따른 구매행동 특성의 차이를 분석한 연구(김지우, 김영삼, 2019), 습식잠수복의 성능 및 기능성 평가에 관한 연구(허재호 외, 2017), 웨트슈트 착용 실태 및 사이즈 체계 조사(허희진 외, 2015), 3D 스캔데이터를 활용한 국내 남성용 스킨스쿠버복 패턴 개발에 관한 연구, 국내 남성용 스킨스쿠버복 생산 실태 및 소비자 만족도 조사(최진희 외, 2009) 등이 있지만 잠수복은 스쿠버 다이빙, 스킨 다이빙, 서핑, 오픈 워터 수영 등 운동의 종류에 따라 필요로 하는 기능이 달라지므로 각 수중 스포츠에 맞는 잠수복에 관한 연구가 필요하다고 판단된다.

또한 선행연구 대부분이 레크레이션 다이빙용 잠수복에 대한 조사로 이루어지고 있고, 테크니컬 스쿠버 다이빙용 잠수복에 관한 연구가 부족한 실정이다. 테크니컬 다이빙은 난파선, 해저 동굴 등 장애물이 있는 곳을 탐험하고 오랜 시간 수온이 낮은 바닷속에 머물러야하므로 레크레이션 다이빙에 비해 위험 요소가 큰 운동이다.

따라서 다양한 위험 상황에서 인체를 보호하고 운동기능성을 향상 시키는 등 잠수 상황에 맞는 고기능성 다이빙 슈트 개발이 필요하다고 판단된다.

이에 본 연구에서는 잠수복에 대한 이론적, 문헌적 고찰을 통하여 테크니컬 스쿠버 다이빙에 적합한 잠수복의 특성을 연구하고, 시판 잠수복 브랜드를 조사하여 습식 및 반건식 다이빙 슈트 개발 동향을 분석하였다. 본 연구를 통하여 향후 고기능성 테크니컬 다이빙 슈트 개발을 위한 기초 자료로 사용하고자 한다.

Ⅱ. 이론적 배경

1. 잠수복의 종류


잠수복의 종류는 방수 정도에 따라 습식 잠수복(wetsuit), 반건식 잠수복(semi-dry suit), 건식 잠수복(dry suit)으로 나뉜다(표 1).

습식 잠수복은 수상활동 시 가장 일반적으로 착용되는 형태의 슈트(suit)로서, 잠수복 안으로 유입된 물이 체온에 의해 일정한 온도를 유지하는 원리를 갖고 있다(허희진 외, 2015). 높은 수온에서는 3mm, 낮은 수온에서는 5mm 이상의 두께를 착용한다.

건식 잠수복은 방수 지퍼와 방수 쉘 등으로 물의 유입을 막아 몸이 젖지 않기 때문에 보온성이 좋다(김철순, 권영하, 2000). 또한 나일론 원단에 우레탄 등을 코팅하여 제작하는 건식 잠수복은 네오프렌과 다르게 깊은 수심에서도 압축이 되지 않기 때문에 수심에 따른 부력 변화가 거의 없으므로 수온과 수심이 낮은 곳에서 착용하기에 적합하다. 원단이 코팅 되어 있어 건조가 쉬운 편이지만, 습식 잠수복에 비해 가격이 비싸고 부피가 커서 수중에서의 활동성이 떨어지고 관리가 불편하다는 단점이 있다.

반건식 잠수복은 건식 잠수복과 습식 잠수복의 장점을 따서 만들어졌으며, 습식 잠수복에 비해 적은 양의 물이 유입되어 보온성이 좋다. 또한 건식 잠수복 착용 후 입수 시 잠수복 주름의 공간이 음압(陰壓)이 되어 원단이 주그러져 피부에 상해를 주는 스퀴즈(squeeze)현상이 나타나지 않으며(김정미, 2012), 건식 잠수복에 비해 활동성이 좋다.

〈표 1〉 잠수복의 종류

종류	사진	소재 및 두께	장단점
습식 잠수복	 <p>(출처: https://www.mares.com/ko-KR/home/ http://www.scubapro.co.kr/)</p>	1~7mm 이상 등 다양한 두께의 네오프렌으로 제작	<ul style="list-style-type: none"> · 잠수복에 유입된 물의 온도가 체온에 의해 상승되어 일정한 온도를 유지 · 건조가 용이하고 경제적이다 · 보온성이 낮고 손상되기 쉽다
반건식 잠수복	 <p>(출처: http://www.kingsports.co.kr/ http://mobbys.net/)</p>	5~7mm의 네오프렌으로 제작	<ul style="list-style-type: none"> · 습식 잠수복에 비해 물의 유입이 적다 · 습식 잠수복과 건식 잠수복의 중간 정도의 보온력을 지닌다
건식 잠수복	 <p>(출처: http://www.kingsports.co.kr/ http://mobbys.net/)</p>	4~7mm 두께, 네오프렌 타입, 셀 타입 등	<ul style="list-style-type: none"> · 잠수복 내부로 물이 유입되지 않아 보온력이 좋다 · 수심에 따른 부력 변화가 거의 없다. · 가격이 비싸고 부피가 커서 관리가 까다롭다

또한 수중, 수상 스포츠 유형에 따라 잠수복의 형태와 기능이 달라지며, 이에 맞는 잠수복을 선택하는 것이 중요하다. 습식 잠수복의 종류는 크게 프리다이빙 슈트, 스쿠버다이빙 슈트, 서핑 슈트, 오픈 워터 슈트로 나뉜다.

스쿠버 다이빙(scuba diving) 슈트는 공기통 등 여러 가지 장비를 착용하기 때문에 잠수복의 디테일을 최소화하고 걸림이 없는 원피스형이 많다. 프리다이빙이나 수영처럼 몸을 많이 꺾는 움직임이나 활동이 적기 때문에 신축성 보다는 장비나 수중 생물과의 마찰로부터 보호할 수 있는 내구성이 중요하다. 따라서 신축성은 조금 떨어지지만 네오프렌 양면에 패브릭이 덧대어진 원단을 주로 사용한다. 신체의 움직임이 적고 다른 수중 스포츠에 비해 깊은 물속으로 들어가는 스쿠버 다이빙의 경우, 잠수복의 보온성과, 원단이 높은 수압에 의한 압박에 버틸 수 있는 힘을 갖고 있는 것이 중요하다(김현주, 2013).

프리 다이빙(free diving) 슈트는 체온을 보다

잘 보호하고 스쿠버 다이빙 보다 움직임이 많기 때문에 활동성을 높이기 위하여 투피스 형태가 많다. 프리 다이빙 동작인 덕 다이빙(duck diving) 등 상체를 수그리는 동작이 많기 때문에 유연성 확보를 위하여 등지퍼를 사용하지 않는다.

서핑(surfing) 슈트는 스쿠버 다이빙 슈트와 비슷한 형태 및 특징을 갖고 있지만, 스쿠버 다이빙 슈트에 비해 물의 유입이 많고, 물에 빠졌을 때 몸을 띄우는 부력 기능이 중요시 된다. 서핑 보드에 의해 마찰이 잦은 가슴과 무릎 부위에 보완재가 덧대져 있으며(김혜림 외, 2016), 다이빙 슈트에 비해 서핑 슈트는 팔다리를 원활하게 움직일 수 있는 점이 중요하므로 각종 절개선 등을 이용하여 인체의 움직임을 원활하게 하고, 신축성이 좋은 소재를 사용하여 신체를 덜 압박하게 만든다.

오픈 워터(open water) 슈트는 바다나 강에서 수영 시 요구되는 부력과 수온 변화에 따른 체온 보호의 기능이 중요하며(박찬호, 김용재, 2018), 팔의 움직임이 원활 하도록 설계된다. 오픈 워터



〈그림 1〉 스포츠 유형에 따른 잠수복의 종류

용 슈트는 안전을 위하여 부력이 있기 때문에 다이빙 슈트로 적합하지 않으며, 높은 부력이 들어간 원단은 큰 저항이 생기기 때문에 더 많은 에너지를 요구하므로 적당한 부력의 소재를 사용하는 것이 중요하다.

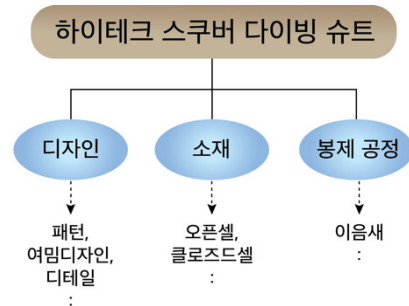
2. 테크니컬 스쿠버다이빙

테크니컬 스쿠버다이빙(Technical Scuba Diving) 은 90년대 후반에 들어 다이빙 분야에서 텍(Tec) 다이빙이라는 말과 혼용되어 사용되고 있으며(차정택, 2010), 특수한 장비와 진보된 기술을 사용하여 일반 공기 잠수의 한계를 뛰어넘는 특별한 과제를 수행하는 잠수를 지칭한다(김태현, 2013). 따라서, 테크니컬 다이빙은 기술적인 방법론에 있어 기존의 레크레이션 다이빙과 달리 공기가 아닌 특수한 혼합기체를 통한 호흡과 수중 기술을 통하여 체류시간과 한계수심을 증대시키는 스쿠버 형태의 잠수라고 할 수 있다.(김태현, 2013)

일반적인 스쿠버 다이빙은 주로 개방식 호흡장비를 사용하는데 반해, 테크니컬 다이빙에는 반폐쇄식 혹은 완전폐쇄식 호흡장비를 이용한 재호흡기 다이빙이 이루어진다(류효정, 2015)

테크니컬 다이빙은 인간의 한계에 도전하며 스틸과 모험심을 증과 동시에 다양한 위험에 노출되어 있는데, 차정택(2009)의 연구에서는 수중의 체류시간이 길어질수록 스트레스 호르몬 변화는 높아진다고 하였으며, 다이버들은 개인적 요인, 장비의 문제, 환경적 위험 요소의 요인들로 인하여 패닉에 빠진다고 하였다(은성중, 황보택근, 2016).

Ⅲ. 연구방법 및 범위



〈그림 2〉 하이테크 스쿠버 다이빙 슈트의 구성요소

습식 및 반건식 잠수복 개발 동향을 파악하기 위하여 잠수복의 구성 요소를 디자인, 소재, 봉제 공정으로 분류하였다(그림 2).

자료 수집은 각 브랜드의 오프라인 매장 및 레저 박람회 방문, 홈페이지와 카탈로그를 이용하였다.

연구 브랜드는 선행 연구(최진희 외, 2009; 허희진 외, 2015)에서 공통적으로 선정된 브랜드를 선정 하였으며, 추가로 현재 국내·외에서 시판 중인 잠수복 브랜드 중 가장 수요가 높은 브랜드 도출을 위하여 N포탈 검색 데이터에서 가장 많이 검색된 상위 브랜드 20개를 선정하였다. 그 중 프리 다이빙, 서핑, 오픈 워터용 잠수복 브랜드를 제외한 스쿠버 다이빙 슈트 전문 브랜드 위주로 분석하였다(표 2).

		
<p>부샤의 포세아 컴포트6 (출처: http://www.kingsports.co.kr/)</p>	<p>모비즈의 A.C.T (Anatomical Cutting Technology) 기술 (출처: http://mobbys.net/)</p>	<p>크레씨의 Multi Thickness 잠수복 (출처: https://www.cressi.com/)</p>

〈그림 3〉 인체공학적 패턴을 이용한 잠수복 개발 사례

〈표 2〉 연구 브랜드 선정

브랜드명	국가	가격대(원)
아쿠아즈 (Aquaz)	대한민국	330,000~2,000,000
스쿠바프로 (Scubapro)	미국	230,000~950,000
걸 (Gull)	일본	350,000~765,000
모비즈 (Mobbys)	일본	250,000~850,000
아쿠아링 (Aqua Lung)	이탈리아	370,000~2,720,030
마레스 (Mares)	이탈리아	160,000~690,000
크레씨 (Cressi)	이탈리아	200,000~880,000
포스엘리먼트 (Fourth Element)	영국	450,000~900,000
부샤 (Beuchat)	프랑스	230,000~1,000,000
워터프루프 (Waterproof)	스웨덴	230,000~700,000

IV. 연구결과

1. 디자인

1) 인체공학적 패턴

스쿠버 다이빙 시 착용하는 잠수복은 수중에서의 활동이 용이하도록 인체해부학적 테크니컬 커

팅(Technical cutting, Anatomical cutting)이 필요하다.

테크니컬 커팅은 인체가 잠수 시 사용하는 근육의 운동 반경을 고려한 커팅 봉제를 의미한다. 이 때 맞음새를 높이기 위하여 원단에 압력을 가한 뒤 형태를 만드는 사전 성형(prefforming) 후에 테크니컬 커팅이 이루어진다.

모비즈에서는 3D 스캐너를 도입하여 3D 시뮬레이션 형태로 제작과 동시에 해부학적으로 인체의 움직임 연구를 연구하여 패턴을 제작하고 있으며, 부샤에서는 해부학적 커팅과 사전성형을 통하여 잠수복 한 벌당 44개의 패턴과 20가지의 다른 네오프렌을 사용하여 맞음새와 동작기능성을 향상시켰다.

또한, 테크니컬 커팅은 수중 활동에 있어 최대한 활동성을 좋게 하기 위해 부위별로 많게는 15종 이상의 신축성이 다른 소재를 사용하는 것이 특징이다. 가슴과 등 부위는 움직임이 다른 부위보다 적고 보온성을 유지해야 하는 부분으로 두꺼운 소재를 사용하고, 목 부위나 손목 발목 부분에는 신축성이 크며 밀착이 잘 되어 물의 유입을 최소화하는 소재를 사용한다(김혜림 외, 2016)

이와 같은 방법으로 크레씨에서는 인체 부위별로 나누어 7종의 다른 두께의 네오프렌을 사용하여 만든 Multi Thickness 잠수복을 개발하였다.

테크니컬 다이빙 시에 팔과 상체는 수평으로 펴고 무릎은 굽힌 채로 킁을 하며 전진하는 동작이 많으므로 겨드랑이 부위 커팅으로 팔을 뻗는 동작을 위한 신축성을 확보하고, 무릎에 절개를 주는 등 하체의 움직임을 원활하게 할 수 있는 인체공학적 커팅 개발이 필요할 것으로 보인다.

분류	이미지		
앞	 <p>세로앞지퍼 (출처: https://www.lavacoreinternational.com/)</p>	 <p>사선앞지퍼 (출처: http://www.scubapro.co.kr/)</p>	 <p>가로앞지퍼 (출처: http://www.kingsports.co.kr/)</p>
뒤	 <p>세로등지퍼 (출처: http://www.kingsports.co.kr/)</p>	 <p>가로등지퍼 (출처: http://mobbys.net/)</p>	 <p>사선등지퍼 (출처: http://www.scubapro.co.kr/)</p>
기타	 <p>집리스 (출처: https://oneill.co.kr/)</p>		

〈그림 4〉 잠수복 여밈 디자인의 종류

2) 여밈 디자인

여밈 디자인은 잠수복 디자인에서 가장 중요한 요소를 차지하며, 여밈 장치는 대부분 지퍼를 사용하고 있다.

여밈 방식은 세로앞지퍼, 사선앞지퍼, 가로앞지퍼, 세로등지퍼, 가로등지퍼, 집리스(zipless) 형태로 분류될 수 있다(그림 4).

세로등지퍼는 입고 벗기 편하며 상체에 걸림이 없어 활동 시 편안하기 때문에 일반적인 습식 잠수복에서 가장 많이 나타나는 형태이다.

사선앞지퍼는 목 부위를 편안하게 하고 유연성을 해치지 않도록 옆목점 부위에 지퍼 여밈을 준 형태로, 허벅지까지 지퍼 처리가 되어있어 수면에서 휴식 중에 지퍼를 무릎까지 내려 몸을 건조시킬 때 용이하다.

김혜림 외(2016)의 연구에서는 개구부의 위치가 잠수복의 보온력에 영향을 끼친다고 하였으며, 일반적으로 세로 형태의 지퍼와 같이 개구부의 길이가 길면 그만큼 잠수복의 유연성은 떨어지고 물의 유입이 높다고 하였다.

가로앞지퍼와 가로등지퍼는 반건식 잠수복에서








주로 나타나는 지퍼 형태이며, 가로 지퍼의 경우 세로 지퍼와 다르게 목 부위에 씰링(sealing) 처리가 가능하여 높은 보온 효과가 있다. 가로등지퍼의 경우, 앞지퍼 형태에 비해 탈, 착의가 힘들다는 단점이 있다.

잠수복 브랜드에서는 새로운 방식의 여밈 형태를 시도하고 있으며, 그 중 하나인 오닐(O'Neill)의 집리스 방식은 코드 스톱퍼(cord stopper)로 원단을 조여주어 물의 유입을 줄여주는 무(無)지퍼 여밈 형태이다(그림 5). 무지퍼 방식은 방수 지퍼보다 물의 유입이 많지만 지퍼가 없기 때문에 유연성이 높고 가벼우며 지퍼 고장 시 수리 비용이 발생하지 않는다는 장점이 있다. 무지퍼 여밈은 몸의 움직임이 많아 높은 유연성이 필요한 서핑 잠수복에 많이 쓰이는 방식이며, 물의 유입을 최소화 하는 것이 중요한 스쿠버 다이빙 잠수복에는 거의 착안하지 않고 있는 여밈 형태이다.

선행연구(김혜림 외, 2016)에서는 개구부의 위치가 잠수복의 보온력에 영향을 끼친다고 한 결과로 보아 지퍼의 위치 및 형태 선정이 중요하다고 판단되며, 웨트슈트 착용 후 활동 시 불편했던 사항을 조사한 결과 착의 편의성이 가장 높게 나타

〈표 3〉 잠수복 디테일의 종류 및 기능

디테일 구성	종류	이미지	특징
기능성	척추 패드	 (출처: http://www.scubapro.co.kr/)	충격 및 마모 방지
	어깨 패드	 (출처: http://www.scubapro.co.kr/)	
	무릎 패드	 (출처: https://www.cressi.com/)	
	엉덩이 패드	 (출처: https://waterproof.eu/)	
	손목, 발목 글라인드스킨	 (출처: https://fourtelement.kr/)	물의 유입 최소화
	이중 방수지퍼	 (출처: https://fourtelement.kr/)	물의 유입 최소화
	지퍼 덮개	 (출처: https://fourtelement.kr/)	물의 유입 최소화, 지퍼 내려감 방지
편의성 & 실용성	주머니	 (출처: http://www.badagang.com/)	다이빙 용구 수납
	후드 걸이	 (출처: https://www.cressi.com/)	후드 보관 용이
	세이프 스트랩	 (출처: https://www.cressi.com/)	컴퓨터 및 게이지 고정

디테일 구성	종류	이미지	특징
편의성 & 실용성	목지퍼	 (출처: https://waterproof.eu/)	탈, 착의 용이
	손목 지퍼	 (출처: https://www.cressi.com/)	
	발목 지퍼	 (출처: https://www.cressi.com/)	
	지퍼 스트랩	 (출처: https://www.cressi.com/)	탈, 착의 용이
	손목, 발목 PU 실	 (출처: https://www.cressi.com/)	-움직임 방지
심미성	도트 가공	 (출처: http://www.badagang.com/)	-심미적 효과 저항 -감소
	프린팅	 (출처: https://fourtelement.kr/)	- 해부학적 프린팅으로 심미적 효과

나(상정선, 오경화, 2018) 탈착의를 용이하게 함과 동시에 보온력을 높여주는 여밈 개발이 요구된다.



〈그림 5〉 오닐의 집리스(zipless) 여밈
(출처: <https://oneill.co.kr/>)

3) 디테일

잠수복에 사용된 디테일을 기능성, 편의성 & 실용성, 심미성으로 분류하여 <표 3>에 제시하였다. 잠수복 디테일의 기능적인 측면은 주로 충격을 많이 받는 부위에 패드 등을 추가하여 내구성을 강화하거나 물의 유입을 최소화 해주는 기능의 디테일이 많았다.

편의성 관련 디테일에는 후드나 다이빙 용구의 보관을 용이하게 하는 디테일, 탈·착의를 쉽게 해주는 디테일 등이 나타났으며, 심미적 디테일로는 원단 위에 가공이나 프린팅 등을 통하여 심미적 효과를 주는 것으로 나타났다.

〈표 4〉 브랜드별 스쿠버 다이빙 잠수복 두께

● - 습식잠수복 / ◆ - 반건식잠수복

	브랜드명	0.5~2.5mm	3~3.5mm	4~4.5mm	5~5.5mm	6~6.5mm	7~7.5mm	7mm 이상	합계
국내	아쿠아즈	-	●	-	●◆	-	-	-	2
국외	스쿠바프로	●	●	-	●	●	●◆	●	6
	걸	-	-	-	●	◆	-	-	2
	모비즈	-	●	-	●◆	◆	-	-	3
	아쿠아링	-	●	-	●	-	●	●	4
	마레스	-	●	-	●	-	◆	-	3
	크레씨	●	●	-	●	-	●◆	●	5
	포스엘리먼트	●	●	-	●	-	●	-	4
	부샤	-	●	-	●	●◆	-	-	3
	워터프루프	●	●	-	●	-	●◆	●	5
	합계 (습식/반건식)	4/0	9/0	0	10/2	2/3	5/4	4/0	-

테크니컬 다이빙 시 다양한 장비들이 필요한데, 깊은 수심 탐험에 필요한 라이트, 수중 카메라 등 도구들을 수납할 수 있는 주머니와 다이빙 나이프와 같이 안전 장비를 걸 수 있는 고리 등의 디테일이 필요할 것으로 예상된다.

또한 깊은 수심으로 잠수 시에 더블 탱크를 착용하는 경우가 많은데, 이 때 공기통을 장착하는 부위인 등이나 옆구리의 원단이 손상 되는 경우가 많다. 이와 더불어 해저 동굴, 난파선 등을 통과 시 무릎을 굽히고 탐색하는 경우가 많으므로 무릎, 팔꿈치 등 쉽게 마모 되는 부위를 파악하여 인체 부위에 맞는 입체 패드를 부착한 잠수복 제작이 요구된다.

2. 소재

1) 잠수복 두께에 따른 생산 실태

습식 잠수복 및 반건식 잠수복에 사용되는 소재의 두께는 0.5mm부터 7mm 이상까지 다양하며 각 브랜드 별로 사용한 소재의 두께는 〈표 4〉에 제시하였다.

습식 잠수복 소재의 두께는 0.5mm부터 7mm 이상의 제품들이 출시되고 있었으며, 대부분의 브랜드에서 3~3.5mm와 5~5.5mm 두께의 잠수복을 생산하고 있는 것으로 보아 두께가 3mm부터 5.5mm 사이인 습식잠수복에 대한 소비자 수요도가 높은 것으로 예측할 수 있었다.

반건식 잠수복은 5~7~7.5mm 두께의 제품들이 있었으며 주로 7~7.5mm 제품들이 출시되고 있었다.

습식 잠수복은 계절과 수온에 맞는 두께를 선택해야 하므로 다양한 두께의 제품들이 생산되고 있었으며, 반건식 잠수복의 경우 주로 낮은 수온에서 착용하는 것을 목적으로 만들어지므로 7~7.5mm 두께의 제품이 대부분을 차지하였다. 또한 반건식 잠수복 특성상 같은 두께의 습식 잠수복 보다 물의 유입이 적어 상대적으로 체온을 따뜻하게 유지시켜주기 때문에 8mm 두께 이상의 제품은 출시되지 않고 있었다.

각 브랜드 별 잠수복 소재의 두께를 살펴보면 스쿠바프로가 6가지로 가장 다양한 두께의 잠수복들이 출시되었으며, 그 다음으로는 크레씨와 워터프루프가 다양한 두께의 잠수복을 생산 중인 것으로 나타났다.

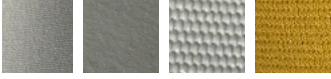









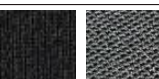


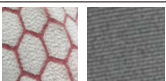



잠수복 두께 선택 시 수온 12℃~17℃의 경우 2~4mm, 8℃~11℃의 경우 3~5mm, 4℃~7℃의 경우 4~6mm, 3℃ 이하의 경우 6mm 이상 혹은 건식 잠수복을 착용한다.

테크니컬 스쿠버 다이빙의 경우 40m 이상의 깊은 수심까지 내려가기 때문에 낮은 수온에 대비하여야 하므로 5mm~7.5mm 사이의 두께가 적합할 것으로 판단된다.

2) 잠수복 소재 현황 및 기능성 조사

스쿠버 다이빙용 습식 잠수복 소재로 가장 많

〈표 5〉 브랜드 별 잠수복 겉감 및 안감의 종류

		겉감	안감
국내	아쿠아즈 (출처: http://www.badagang.com/)	 아쿠아플렉스/스무스킨/메쉬스킨/나일론	 에어로지코늄 보온저지/나노히트플렉스보온저지/나일론
	스쿠바프로 (출처: http://www.scubapro.co.kr/)	 에버플렉스 네오프렌 / X-폼 네오프렌	 다이아몬드 스판/오렌지IR/실버 플러시
	길 (출처: https://gull.kinugawa-net.com/)	 스트레치 저지	 원적외선 기모 소재(FIR)
	모비즈 (출처: http://mobbys.net/)	 울트라소프트레이알/ 스무스킨/메가플렉스	 에어나프/BGX저지
	아쿠아링 (출처: https://us.aqualung.com/)	 아쿠아플렉스/울트라스판/수퍼스트레치	-
국외	마레스 (출처: https://www.mares.com/ko-KR/home/)	 울트라스트레치	-
	크레씨 (출처: https://www.cressi.com/)	 울트라스판/스몰다이아몬드	 X-플러쉬
	포스엘리먼트 (출처: https://fourthelement.kr/)	 90% 네오프렌 & 10% 나일론	 헥스코어/씨마플렉스
	부샤 (출처: https://www.beuchat-diving.com/)	 엘라스킨	 파이어스킨
	워터프루프 (출처: https://waterproof.eu/)	 100% 마이크로셀 CR네오프렌	-

이 사용되는 소재는 네오프렌으로써, 크게 오픈 셀(open cell)과 클로즈드 셀(closed cell, 밀폐기 포식)로 나뉜다. 오픈 셀은 네오프렌 원단에 아무 것도 덧대지 않은 상태를 뜻하며, 물의 유입이 적

어 보온성이 우수하고 신축성과 밀착력이 좋아 활동성을 높여주는 장점이 있지만, 슈트 착용이 불편하고 원단의 내구성이 약하다는 단점이 있다. 클로즈드 셀은 네오프렌 원단 겉과 안쪽 면에

나일론 등을 덧댄 것으로, 내구성이 뛰어나고 슈트를 쉽게 착용할 수 있다는 장점이 있다. 하지만 나일론이나 라이크라의 두께가 더해지며 공기가 함유할 수 있는 공간이 작아져 오픈 셀 원단 보다 보온성이 떨어지고(김철순, 권영하, 2000), 안쪽에 덧댄 원단으로 인하여 신축성이 떨어지며, 젖은 상태일 경우 탈, 착의가 불편하다는 단점이 있다. 이에 따라 최근에는 다양한 네오프렌 원단이 개발되어 이러한 단점을 보완해주고 있다.

아쿠아즈에서는 울트라스트레치, 네오프렌러버, 나노티타늄코팅막, 에어로지코늄보온저지 4중 구조의 나노 지코늄 네오프렌과, 울트라스트레치, 네오프렌러버 나노히트플렉스보온저지 3중 구조로 이루어진 나노 히트플렉스 네오프렌 등 다양한 클로드셀 네오프렌을 사용하고 있다. 모비즈에서는 산업잠수에 사용되는 원단인 코팅레이디알에서 내구성, 보온성, 신축성, 광택감 등이 보완된 울트라소프트레이디알을 개발하는 등 잠수복 브랜드에서는 다양한 소재의 사용이 이루어지고 있다. 각 브랜드에서 사용하는 습식 및 반건식 잠수복의 걸감과 안감의 소재를 <표 5>에 제시하였다.

조사된 바와 같이 잠수복 소재의 걸감으로는 신축성과 내마모성을 가진 원단이 주로 사용되고 있었으며, 안감으로는 보온성을 강화한 다양한 기모소재가 사용되는 것을 알 수 있었다.

테크니컬 다이빙 시 겪을 수 있는 낮은 수온에서의 체온 저하, 해양 생물 등 다양한 장애물로부터 오는 충격, 높은 수압에서의 장시간 노출 상황 등을 고려하여 걸감과 안감의 개발이 이루어져야 할 것으로 판단된다.

3) 잠수복 소재의 기능성 조사

잠수복은 수중에서 인체의 움직임을 원활하게 하고 체온을 보호하는 것을 목적으로 개발된 보호복으로, 소재의 기능성이 잠수복의 개발 방향에 큰 역할을 차지하고 있다. 각 브랜드 별로 다양화된 하이테크 소재가 개발되고 있으며, 각 소재가 제시하고 있는 기능성에 대하여 키워드를 분류하여 <표 6>에 제시하였다.

잠수복에 사용되는 소재의 기능을 ‘신축성, 유연성’, ‘탄성회복성’, ‘내마모성’, ‘세탁 견뢰도, 해수 저항성’, ‘경량성’, ‘발수성, 소수성’, ‘건조성, 흡습

성’, ‘저항 감소’, ‘심미성’, ‘친환경성’, ‘발열성’의 키워드로 분류하였으며, 조사한 결과는 <표 6>에 나타내었다.

잠수복의 탈, 착의를 편하게 하고 운동기능성과 관련이 있는 ‘신축성, 유연성’ 기능을 가진 소재와 잠수복의 가장 중요한 기능 중 하나인 보온력을 높이기 위하여 ‘흡습성’이나 ‘발열성’이 우수한 소재를 사용하는 것으로 나타났다.

선행연구(상정선, 오경화, 2018)의 소비자가 선호하는 고기능성 웨트슈트 소재에 관한 설문 결과, 보온성 증대를 위한 가공 처리가 된 소재, 요철 처리가 되어 표면 저항을 줄이는 가공을 한 소재 순으로 높게 나타났으나, 시판 잠수복의 기능성 소재 조사 결과 보온 기능 소재에 비해 저항 감소 기능을 가진 소재의 종류가 적게 나타났으므로 저항을 감소 시켜 에너지 낭비를 방지하는 원단 개발이 더 이루어져야 할 것으로 보인다.

또한 선행연구(은성중, 황보택근, 2016)에 따르면 일반적으로 다이버들의 체온이 2°C 정도 감소하면 조절되지 않는 떨림과 수영에 장애가 생기며, 3~4°C 감소 시 다이버는 혼돈, 무력감 및 절망감에 빠지며 이 단계에서 익사할 위험이 높아진다고 하였다. 따라서 오랜 시간 바닷속에 머무는 테크니컬 다이빙 특성상 체온 보호가 중요하기 때문에 땀을 흡수하여 열을 방출 시키는 발열성 소재에 대한 다양한 연구가 이루어져야 할 것으로 보인다.

테크니컬 다이빙시 체온을 보호하기 위하여 7 mm 이상의 두꺼운 잠수복을 착용하는 경우가 많은데, 부피가 큰 잠수복의 경우 부력이 커져 더 많은 에너지를 필요로 하고 후대가 불편하므로 보온성과 경량성을 동시에 충족시키는 잠수복 소재의 개발이 필요하다고 판단된다.

3. 봉제 공법

습식잠수복은 몸에 맞게 설계된 여러 개의 패널들의 조합으로 완성되며, 패널의 이음선은 잠수복의 방수기능과 보온성에 큰 영향을 미친다. 잠수복의 패널이 많을수록 맞음새는 높아지지만 이음새를 통하여 물이 유입되고, 재봉라인으로 인하여 유연성을 축소시킨다. 따라서 습식 잠수복 봉제 시 유연성을 저하시키고 물의 유

〈표 6〉 잠수복 기능성 소재의 특성

기능	특징 및 장점	소재
신축성, 유연성	- 탈·착의 용이 - 활동성 증가	아쿠아플렉스 네오프렌, 스무스킨 네오프렌, 나노 지코늄 네오프렌, 나노 히트플렉스 네오프렌, 에버플렉스 네오프렌, 데피니션 네오프렌(오렌지IR&실버플러시), 뉴메가플렉스, 에어나프, 울트라스판, X-플러쉬, 엘라스킨
발열성	- 땀을 흡수하여 열을 방출 - 체온에너지를 섬유 내부 공극에 응축 시킴	나노 지코늄 네오프렌, 나노 히트플렉스 네오프렌, X-플러쉬, 오렌지IR&실버플러시, 원적외선 기모 소재, 100% 마이크로셀 CR네오프렌
건조성, 흡습성	- 원단을 빨리 마르게 함 - 체온 유지	나노 히트플렉스 네오프렌, 나일론 스탠다드 네오프렌, 다이아몬드 스판, 메쉬스킨, 울트라스판, X-플러쉬
발수성, 소수성	- 방수 기능 - 체온 유지	스무스킨 네오프렌, 나노 히트플렉스 네오프렌, 울트라소프트래디알, 에어나프
내마모성	- 해양 생물 등으로 부터 신체 보호 - 스크래치 방지 - 잠수복 사용 기간 연장	메쉬스킨 네오프렌, 나일론 스탠다드 네오프렌, 울트라소프트래디알, 터프텍스, 스몰다이아몬드, 100% 마이크로셀 CR네오프렌
경량성	- 활동성 증가 - 부력을 감소하여 깊은 수심 도달 가능 - 휴대 및 보관 용이	나노 지코늄 네오프렌, 울트라스판, X-플러쉬
세탁 견뢰도 해수저항성	- 세탁 세제나 바닷물에 의한 손상 방지	아쿠아플렉스 네오프렌, 나일론 스탠다드 네오프렌, 라이크라
탄성회복성	- 늘어남 방지 - 형태 안정성 높음 - 깊은 수심의 높은 수압에서도 견딜 수 있음	아쿠아플렉스 네오프렌, 나일론 스탠다드 네오프렌
저항 감소	- 물의 저항을 최소화 하여 에너지 낭비를 방지 - 원단이 물에 젖으면 수분자가 파열되며 저항력 낮아짐	아쿠아플렉스 네오프렌, 스무스킨 네오프렌
심미성	- 다양한 색상으로 염색 가능 - 광택 표현	스무스킨, 라이크라
친환경성	- 재활용 소재를 사용하여 환경 보호 - 알러지 방지	에버플렉스 네오프렌, X-폼 네오프렌

입을 증가시키는 오버로크(overlock) 스티치 대신 플랫록(flactlock) 스티치, GBS(glued&blind stitched), LFS(liquid flex seal), 심 테이프(taped seam) 웰드심(weld seam)공법 등이 쓰인다.


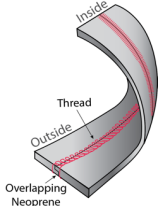

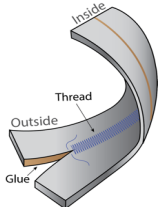

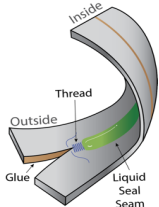

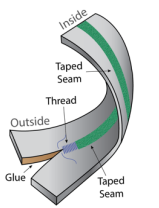

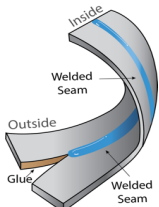
플랫록 스티치는 네오프렌의 패널과 패널을 겹친 후에 봉제하는 방식으로, 네오프렌을 관통하며 표면을 편평하게 만드는 스티치이다. 원단 두 겹을 겹쳐서 봉제하는 과정 특성상 이음새 부위가 두꺼워지기 때문에 얇은 두께의 잠수복을 만드는 데 적합하다. 플랫록 공법은 이음새의 강도가 다른 공법에 비해 높지만, 네오프렌에 바늘이 관통

하며 많은 구멍을 만들기 때문에 물의 유입이 발생하므로 여름용 잠수복에 사용된다.

GBS 공법은 네오프렌을 접착제로 연결한 후 봉제하는 방식으로, 스티치가 네오프렌 두께의 중간까지만 연결된다. 플랫록 스티치에 비해 물의 유입이 적지만 안쪽 면은 접착제가 보이기 때문에 심미적 만족도가 떨어질 수 있다.

LFS 공법은 GBS 처리 후 외부를 액상고무(liquid rubber) 테이프로 한 번 더 마감처리를 하는 공법이다. LFS 공법은 방수 효과가 높아 보온성과 내구성이 우수하다.

〈표 7. 잠수복 봉제 공법의 종류〉

		Flatlock
 <p>(출처: http://www.scubapro.co.kr/)</p>		<ul style="list-style-type: none"> - 두 개의 네오프렌 패널을 겹쳐서 봉제하는 방식. - 물의 유입이 많다. - 여름용 잠수복 봉제에 적합하다.
GBS(Glued and blind stitched)		
 <p>(출처: https://www.cressi.com/)</p>		<ul style="list-style-type: none"> - 네오프렌을 접착제로 연결한 후 봉제하는 방식으로, 스티치가 네오프렌의 중간까지만 연결되는 방식이다. - 두께 2.0mm 이상의 네오프렌 공정에 적합하다.
LFS(Liquid Flex Seal)		
 <p>(출처: https://us.aqualung.com/)</p>		<ul style="list-style-type: none"> - GBS 처리 후 내·외부의 솔기를 액체 고무로 덧대 주는 방식. - GBS에 비해 보온성과 방수성이 높다.
Tape seam		
 <p>(출처: https://fourthelement.kr/)</p>		<ul style="list-style-type: none"> - GBS 혹은 weld seam 처리 후 내·외부의 솔기를 테이프로 덧대 주는 방식 - 신축성이 높고 가볍다. - GBS에 비해 보온성과 방수성이 높다.
Weld seam		
 <p>(출처: https://oneill.co.kr/)</p>		<ul style="list-style-type: none"> - 두 장의 네오프렌을 접착제로 연결한 후 액체, 혹은 네오테이프로 연결하는 방식 - 방수성과 보온성이 높아 낮은 수온 시 착용하는 잠수복에 쓰인다. - 작업 방식이 복잡하여 제작 비용이 높다.

테이프 공법은 GBS 처리 후 외부 및 내부 이음새에 심실링 테이프(seam sealing tape) 혹은 네오테이프(neotape)를 부착하여 방수 기능을 높여주는 방식이며, LFS 공정보다 얇고 유연한 것이 특징이다. 일반적인 방수테이프의 경우 손상되기 쉬우므로 이를 개선한 심 테이프들이 개발되고

있으며, 사방 스트레치 기능에 심미적 효과가 더해진 글라이드스킨(glideskin) 네오테이프, 신축성이 강화된 슈퍼플렉스(superflex) 네오테이프 등을 사용하여 내구성을 강화하고 있다. 심 테이프 외에도 봉제 공정 이후에 재봉 실이 풀리거나 이음새의 교차점에 물이 유입되고 찢어지는 것을

방지하기 위하여 스팟 테이프(spot tape) 등이 사용되기도 한다(그림 6).



〈그림 6〉 스팟테이프
(출처: pleasuresports.com)

웰드심 공법은 원단을 접착제로 접착한 후 겉과 안의 이음새 부위에 실리콘처리를 하여 물의 유입을 차단하는 방식으로, 고가의 잠수복에서 사용된다.

테크니컬 잠수복 제작 시 블라인드 스티치 공법을 토대로 내, 외부 솔기에 액체 고무나 테이프 처리를 하여 방수력과 보온력을 높인 제품이 소비자들에게 선호 될 것으로 예상된다. 또한 테이프로 마감 처리를 하는 경우 가볍고 신축성이 높다는 장점이 있지만 바닷물 등에 부식되기 쉬우므로 내마모성과 해수저항성이 높은 방수 테이프 개발이 필요할 것으로 판단된다.

V. 결론

본 연구는 습식 잠수복과 반건식 잠수복 개발 동향에 관한 연구로서 급성장하고 있는 글로벌 스쿠버 다이빙 슈트 시장에서의 국내 브랜드 입지 선점과 더불어 테크니컬 다이빙에 적합한 잠수복 개발을 위한 기초 자료를 제시하는데 목적 있다.

본 연구의 목적을 달성하기 위하여 잠수복의 구성요소를 디자인, 패턴, 제작공정으로 나누어 분석하였으며, 결과는 다음과 같다.

첫째, 습식 및 반건식 잠수복 디자인 분석 결과, 여밈 디자인의 종류로는 세로앞지퍼, 사선앞지퍼, 가로앞지퍼, 세로등지퍼, 가로등지퍼, 사선등지퍼로 나뉘며, 습식잠수복에는 세로등지퍼가, 반건식 잠수복에는 가로등지퍼가 가장 대중적으로 쓰이는 것으로 나타났다.

잠수복의 디테일 조사 결과, 기능성, 편의성, 심미성 목적의 디테일로 분류되었으며, 충격 및 마모 방지와 물의 유입을 최소화하는 기능성 디테

일, 다이빙 용구를 수납 및 고정하는 디테일, 탈, 착의를 용이하게 하는 실용성 디테일이 주를 이루었다.

잠수복 패턴 조사 결과, 많은 브랜드에서 인체 공학적 패턴이 제작되고 있었으며, 근육의 형태와 움직임에 고려한 패턴, 사전성형을 통한 맞춤새가 개선된 패턴, 인체 부위별로 패넬을 나누어 소재의 두께를 달리한 패턴 등이 있었다.

이와 같은 결과를 종합하였을 때, 테크니컬 다이빙 시 팔과 상체는 수평으로 펴고 무릎을 구부려 전진하는 자세가 많으므로 무릎 부위의 인체 공학적 커팅을 통하여 동작편의성과 맞춤새가 개선된 패턴 개발이 요구된다. 또한 마모가 잦은 등과 무릎, 팔꿈치 부위에 입체 패드를 덧대고 다이빙 장비를 수납할 수 있는 주머니와 고리 등의 디테일이 선호될 것으로 예상된다.

둘째, 잠수복 소재에 관한 조사를 살펴보면, 시판 중인 잠수복의 두께는 0.5mm 부터 7mm 이상까지 다양했으며, 그 중 습식 잠수복은 3~3.5mm와 7~7.5mm 두께가, 반건식 잠수복은 7~7.5mm 두께가 가장 많았다.

잠수복 소재로는 주로 네오프렌을 사용하며, 원단에 아무것도 덧대지 않은 오픈 셀 네오프렌과 원단 겉과 안쪽 면에 나일론 등을 덧댄 클로즈드 셀 네오프렌으로 나뉜다. 최근에는 다양한 기능이 들어간 클로즈드 셀 네오프렌이 개발되고 있으며, 그 중에서도 신축성, 보온성, 내마모성이 강화된 원단이 주를 이루는 것으로 나타났다. 테크니컬 다이빙의 특성을 고려하여 신축성, 내마모성이 강화된 겉감과 발열성, 흡습성이 강화된 안감을 사용하고 보온성과 경량성을 동시에 갖춘 원단 개발이 필요할 것으로 판단된다.

셋째, 잠수복 봉제 공법에 관한 조사 결과, 플랫폼 스티치, GBS, LFS, 심 테이프, 웰드심 공법이 있었으며, 높은 수온에서 착용하는 잠수복은 플랫폼 스티치 혹은 GBS 공법을, 낮은 수온에서 착용하는 잠수복은 LFS, 심 테이프, 웰드심 공법을 사용하는 것으로 조사되었다. 플랫폼 스티치를 바탕으로 내마모성과 해수저항성이 높고 신축성이 좋은 심테이프에 관한 연구가 이루어져야 할 것으로 사료된다.

본 연구에서 분석한 바와 같이, 잠수복의 맞춤새, 활동성, 보온성 등을 보완하기 위하여 다양한

기능이 추가된 잠수복들이 개발되고 있었으며, 점차 스쿠버 다이빙 인구가 늘어감에 따라 고성능 잠수복의 수요는 증가될 것으로 예상된다.

따라서 향후 지속 될 연구에서는 다음과 같은 연구 방향을 제안하고자 한다.

첫째, 본 연구에서 조사한 시판 잠수복들을 바탕으로 테크니컬 다이빙 슈트 소비자 조사를 통하여 소비자들의 잠수복 디자인 및 디테일 선호도, 기능성 소재 선호도 등 다양한 소비자들의 요구를 분석하는 연구가 진행되어야 할 것이다.

둘째, 스쿠버 다이빙 동작을 분석하여 인체의 움직임에 맞는 패턴 및 사이즈 분석에 관한 세부 연구가 이루어져야 할 것이다.

셋째, 스쿠버 다이빙 잠수복의 주요 기능인 보온성, 신축성, 동작편의성 등과 더불어 테크니컬 다이빙 시 요구되는 기능들이 더해진 원단 개발이 이루어져야 할 것이다.

참고문헌

김정미. (2012). 윈드서핑 슈트의 시각적 이미지에 관한 연구. *한국의류산업학회지*, 14(5), 713-719.

김지우, 김영삼. (2019). 라이프 스타일 요인에 따른 웨트슈트(wetsuit) 선택속성, 인구통계적 특성, 구매행동 차이에 관한 연구. *한국의류산업학회지*, 21(1), 46-58.

김철순, 권영하. (2000). 스킨스쿠버 의복재료의 단열력에 관한 연구. *디자인 연구*, 3(1), 119-125.

김태현. (2012). *Technical 잠수기술과 소형 플랫폼을 이용한 해난구조 활동 효율성 제고 방안 연구*. 한국해양대학교 해양관리기술대학원 석사학위논문.

김현주. (2013). *에르고노믹스 패션 디자인연구: 바다컨서스 액티브 스포츠웨어를 중심으로*. 서울여자대학교 대학원 석사학위논문.

김혜림, 방윤희, 이선희. (2016). 시판 습식방수복의 부위별 소재 특성 및 보온성 평가. *한국섬유공학회지*, 53(4), 229-240.

류호정. (2015). *스쿠버다이빙 활성화를 위한 고압가스안전관리법의 개정방안*. 한양대학교 대학원 석사학위논문.

모비즈. (연도미상). 2019-2020 mobbys catalog. 자

료검색일 2019. 11. 15, 자료출처 <https://www.dropbox.com/s/rmez3kcuwx1m5yr/2020mobbys.pdf?dl=0>

민병민, 류호상. (2016). 스쿠버다이빙 활동에 따른 참여자의 여가만족과 심리적 웰빙. *코칭능력개발지*, 18(4), 3-12.

박찬호, 김용재. (2018). 오픈워터수영 시 수온변화에 따른 생리적 반응 및 보온복 착용 전략. *수산해양교육연구*, 30(1), 74-85.

상정선, 오경화. (2018). 다이빙용 웨트슈트(Wetsuit) 소재에 대한 소비자 인식조사와 물성 비교. *한국의상디자인학회지*, 20(4), 163-174.

아쿠아즈. (연도미상). 원단&기술. 자료검색일 2019. 11. 15, 자료출처 http://www.aquaz.net/inside_aquaz_4.asp

은성중, 황보택근. (2016). 다이빙 컴퓨터 기반의 수중 위험상황 인식 기술 개발. *한국정보과학회 학술발표회 논문집*, 1042-1044.

차정택. (2010). *테크니컬 스쿠버 다이빙시 잠수경력이 스트레스호르몬에 미치는 영향*. 단국대학교 대학원 석사학위논문.

최진희. (2011). 국내 30 대 남성용 웨트슈트 패턴 축소율에 관한 연구. *한국의류학회지*, 35(9), 1039-1048.

최진희, 정진아. (2009). 국내 남성용 스킨스쿠버복 생산실태 및 소비자 만족도. *한국의류학회지*, 33(11), 1683-1695.

해양수산부. (2020. 3. 26). 보도자료: 스킨스쿠버 더 안심하고 안전하게 즐기세요 - 「수중레저 안전관리규정」 제정 및 「수중레저법 시행규칙」 개정 -. 자료검색일 2020. 5. 27, 자료출처 <https://www.mof.go.kr/iframe/article/view.do?articleKey=31915&boardKey=10>

한길형. (2013). *스쿠버 다이빙에서 사이드마운트와 백마운트 시스템의 효율성 비교 연구*. 한국해양대학교 해양과학기술전문대학원 석사학위논문.

허재호, 박정규, 하준수, 김혜인. (2017). 습식잠수복(wetsuit)의 성능 및 기능성 평가. *섬유기술과 산업*, 21(1), 37-43.

허희진, 김시연, 이조은, 주신영, 남윤자. (2015). 웨트슈트 착용실태 및 제품개발을 위한 사이즈 체계-조사 -국내 브랜드와 수입 브랜드의 비교를 중심으로-. *한국의류학회지*, 39(3), 408-418.