

석사학위논문

해양 수상 레저스포츠  
안전관리에 관한 연구  
- 스쿠버다이빙 제도적 개선을 중심으로 -

2026년

한성대학교 행정대학원

사회안전학과

사회안전관리전공

한 승 곤



석사학위논문  
지도교수 류종용

# 해양 수상 레저스포츠 안전관리에 관한 연구

- 스쿠버다이버 제도적 개선을 중심으로 -

A Study on the Safety Management  
of Marine Water Leisure Sports  
- Focusing on Institutional  
Improvement of scuba divers -

2025년 12월 일

한성대학교 행정대학원

사회안전학과

사회안전관리전공

한 승 곤

석사학위논문  
지도교수 류종용

# 해양 수상 레저스포츠 안전관리에 관한 연구

- 스쿠버다이버 제도적 개선을 중심으로 -

A Study on the Safety Management  
of Marine Water Leisure Sports  
- Focusing on Institutional  
Improvement of scuba divers -

위 논문을 사회안전학 석사학위 논문으로  
제출함

2025년 12월 일

한성대학교 행정대학원

사회안전학과

사회안전관리전공

한 승 곤

한승곤의 사회안전학 석사학위 논문을 인준함

2025년 12월 일

심사위원장 김진수 (인)

심사위원 박기수 (인)

심사위원 류종용 (인)



대해 주목한다. 특히 개방회로 장비를 중심으로 장비관리 실태를 확인하고, 관련 법률인 「수중레저활동의 안전 및 활성화 등에 관한 법률」, 「고압가스안전관리법」, 「해양환경관리법」 등의 적용과 한계를 분석하였다. 주요 내용은 첫째, 레귤레이터·BCD·실린더·고압호스 등 핵심 장비에 대한 예방정비(오버홀) 기록 관리 미흡이 사고 발생의 요인으로 확인되었다. 둘째, 나이트록스 기체 분석 오류, 밸브 미개방, 업힘(페어구) 대처실패, 장비사용법 미숙 등은 절차 준수 미흡과 지속적인 교육의 연계성 부족에서 비롯되었다. 셋째, 충전시설 실린더 충전간 과압·노후용기 사용 등은 충전시설의 인증·감독의 제도공백과 연동됨을 확인할 수 있었다.

본 연구의 결과를 요약하면 첫째, 「수중레저활동의 안전 및 활성화 등에 관한 법률」 및 시행령, 시행규칙은 기본적인 장비 점검 및 교육 이수 의무를 규정하고 있으나, 장비의 수명 주기, 예비 장비 준비, 긴급 대처 훈련 등과 같은 실질적인 안전관리 방안은 충분히 다루지 못하고 있다. 또한 다이빙 단체 및 교육자, 장비 정비 기술자, 사고 경험자 등 전문가 및 현장 종사자들의 의견을 적극적으로 반영하여, 실질적인 장비 점검 및 관리 방안을 도출하고 사고시 이를 지속적으로 데이터화 할 수 있는 기관이나 단체(해외의 DAN)가 필요하며, 이를 보완하기 위한 법적 및 제도적 보완이 필요하다.

둘째, 현행 법령에서 기본적인 장비 점검 절차를 규정하고 있으나, 장비에 따라 다르지만 장비의 수명 주기와 교체 시점(균은 5년 사용 폐기)에 대한 명확한 기준이 없다. 장비별 오버홀 주기·항목 표준화 및 공인 정비 기록 전산 등록제도 도입 등 장비 점검의 세부 규정 및 절차가 통합된 규정으로 반영되어 스쿠버다이빙 장비의 안전관리 체계 강화가 필요하다.

셋째, 현재 스쿠버다이빙 교육에서는 장비 고장 시 대처 방법이나 예비 장비 사용법에 대한 교육이 부족한 경우가 많다. 사고를 예방하기 위한 예비 장비와 고장 시 대체 기체 공급원 등의 사용법을 숙지할 수 있는 교육

과 훈련이 필요하다. 개인장비에 대한 간단한 수리 등이 이 포함된다. 이에 따라, 교육과정에 장비 고장에 대한 긴급 대처 방법을 포함하여 실습 위주의 교육을 강화할 필요가 있다.

**【주요어】** 스쿠버다이빙, 개방회로 잠수장비, 예방정비, 정비이력관리, 고압가스충전소, 안전관리, 위험요인 관리

# 목 차

제 1 장 서 론 .....	1
제 1 절 연구의 배경과 목적 .....	1
제 2 절 연구 방법 및 범위 .....	3
제 2 장 이론적 배경 .....	6
제 1 절 해양 수상 레저스포츠 .....	6
제 2 절 수상 레저스포츠 산업 현황 .....	14
제 3 절 수상 레저스포츠 안전관리 .....	17
제 4 절 스쿠버다이빙의 역사와 개요 .....	19
제 3 장 스쿠버다이빙의 안전관리 현황분석 .....	44
제 1 절 법령 및 제도 분석 .....	44
제 2 절 교육 현황분석 .....	51
제 3 절 사고 사례분석 .....	61
제 4 장 해외 사례연구 .....	70
제 1 절 미국 유지관리 제도 .....	70
제 2 절 일본 유지관리 제도 .....	70
제 3 절 유럽연합 유지관리 제도 .....	71
제 5 장 연구 결과 및 개선 방안 .....	73
제 1 절 법, 제도 관련 .....	73
제 2 절 교육 현황 관련 .....	76
제 6 장 결 론 .....	79
제 1 절 결과 요약 .....	79
제 2 절 시사점 .....	80

제 3 절 연구 한계 .....	81
참 고 문 헌 .....	82
ABSTRACT .....	87

## 표 목 차

[표 2-1] 연차별 해수면 사업등록 현황 .....	14
[표 2-2] 연차별 내수면 사업등록 현황 .....	15
[표 2-3] 수상레저기구별 등록현황 .....	15
[표 2-4] 해양환경을 이용한 축제 .....	16
[표 2-5] 개방회로 폐쇄회로 비교 .....	24
[표 2-6] 슈트의 종류 및 특징 .....	34
[표 3-1] 스쿠버다이빙 관련 법률 주요 내용 요약 .....	46
[표 3-2] 시간축으로 보는 안전관리의 3단계 .....	47
[표 3-3] 스쿠버 안전사고 구성요소 .....	49
[표 3-4] 장비 안전관리 체계의 핵심 요소 .....	50
[표 3-5] 상황별 대처 .....	50
[표 3-6] CMAS 단계별 스쿠버다이빙 자격체계 .....	54
[표 3-7] CMAS 시스템 요약 .....	55
[표 3-8] 다이버 자격별 안전관리 능력 비교 .....	56
[표 3-9] 장비관리 능력 비교표 .....	56
[표 3-10] 단계별 상세 교육내용 .....	57
[표 3-11] 수중 레저교육자 교육 인정단체 목록 .....	58
[표 3-12] 사고사례 분석표 .....	67
[표 4-1] 일본 잠수사고 발생 현황(2014-2023) .....	70
[표 4-2] EU 장비별 표준인증 .....	71
[표 4-3] EU와 한국의 비교 .....	72

## 그림 목 차

[그림 1-1] 연구흐름도 .....	5
[그림 2-1] 유형별 사진 .....	13
[그림 2-2] 레귤레이터의 명칭 .....	26
[그림 2-3] 재킷 스타일 명칭 .....	28
[그림 2-4] 워밍 스타일 명칭 .....	29
[그림 2-5] 마스크 명칭 .....	30
[그림 2-6] 핀 명칭 .....	32
[그림 2-7] 온도별 권장 사용 슈트 .....	32
[그림 2-8] 웨트슈트 세미드라이 슈트 .....	33
[그림 2-9] 드라이 슈트 명칭 .....	33
[그림 2-10] 실린더 명칭 .....	35
[그림 2-11] 후드 명칭 .....	36
[그림 2-12] SMB 명칭 .....	38
[그림 2-13] 다이브 컴퓨터 종류 .....	39
[그림 2-14] 압력계 및 콘솔 명칭 .....	40
[그림 2-15] 수중나침반 명칭 .....	41
[그림 2-16] 다이빙 절단 도구 종류 .....	42
[그림 2-17] 스노클 명칭 .....	43
[그림 3-1] DAN제공 사고 유형 .....	66

# 제 1 장 서 론

## 제 1 절 연구의 배경과 목적

우리나라는 1990년대 이후 스쿠버다이빙 관련 업체와 교육 단체의 증가와 더불어 제주도, 동해, 남해 등 해양환경이 스쿠버다이빙 장소로 개발되면서 스쿠버다이빙은 점차 일반인에게 확산 보급되었다. 특히 2002년 주 5일제 근무가 시범 도입되고, 2004년부터 2011년까지 단계적으로 전면 도입되면서 '일과 삶의 균형'에 대한 사회적 관심이 높아졌고, 이에 따라 여가 활동이 활성화되었다. 레저스포츠 중에서도 스쿠버다이빙은 대표적인 해양 스포츠로 자리매김하며, 현재는 국내외에서 수많은 다이빙 동호회와 커뮤니티가 활발히 운영되고 있다. 이와 같은 흐름 속에서 스쿠버다이빙은 단순한 여가를 넘어 건강과 자기 계발을 추구할 수 있는 매력적인 활동으로 인식되고 있으며, 그 참여인구는 지속적으로 증가하고 있다.

SCUBA DIVING은 Self-Contained Underwater Breathing Apparatus, 즉 자급식 호흡 장치를 통해 수중에서 호흡하며 수행하는 잠수를 의미한다(이병두, 정창호 2011). 국내에서는 공식적인 통계자료는 부재하나, 약 30만 명이 다이빙 교육을 받은 것으로 추정되며, 이 중 약 10만 명이 실질적인 잠수 활동에 참여하고 있다. 또한 이들을 교육하는 전문 스쿠버다이빙 강사는 약 2,500명에 이르는 것으로 알려져 있다.(문화체육관광부, 2022) 그러나 스쿠버다이빙 참여인구의 증가와 함께 해양 안전사고도 지속적으로 발생하고 있으며, 국내에서는 연평균 약 30건의 스쿠버다이빙 관련 사고가 보고되고 있다.(해양경찰청, 2023) 이러한 사고의 원인으로서는 교육 단체의 난립으로 인한 다이빙 교육의 질적 저하, дай버들의 안전 의식 부족, 장비의 노후 및 부적절한 관리 등이 지적된다. 특히 김윤신(2002)의 연구에 따르면, 스쿠버다이빙 관련 사망 사고의 원인을 규명해야 하는 수사관이나 법의학자의 입장에서 수중 환경과 잠수기술, 그리고 잠수장비에

대한 전문적 이해 부족은 사인 규명에 상당한 어려움을 초래하고 있다고 지적된다. 향후 해양스포츠에 대한 대중의 관심과 참여가 더욱 증가하고, 해양 자원의 상업적 이용이 활발해질 것으로 예측됨에 따라, 이와 관련된 사고 및 사망 사례 또한 증가할 가능성이 높다. 이처럼 스쿠버다이빙 활동이 보편화되고 있음에도 불구하고, 장비의 안전관리에 관한 체계적인 연구와 예방 대책은 여전히 미흡한 실정이다. 다이빙 장비는 수중 활동의 생명줄과 같은 존재이며(이병두, 정창호, 2011), 장비의 상태와 적절한 사용 여부는 사고 발생 여부를 좌우하는 핵심 요소다. 이에 따라 장비의 관리 및 확인 체계에 대한 종합적이고 실질적인 연구가 절실히 요구된다.

본 연구의 목적은 스쿠버다이빙 활동 중에 발생하는 안전사고의 주요 요인 중 하나인 개방회로 잠수장비의 안전관리 실태와 제도적 관리체계의 문제점을 분석하고, 이를 바탕으로 현실적 개선 방안을 제시하는 데 있다. 특히 「수중레저 활동의 안전 및 활성화 등에 관한 법률」과 「고압가스 안전관리법」 등 현행 법·제도의 한계를 검토하고, 미국(NOAA·OSHA), 일본(해양레저안전법), 유럽(EU CE 인증제·EN 규격) 등의 해외 사례를 비교 분석하여, 국내 스쿠버다이빙 안전관리 체계의 개선 방향을 도모하고자 한다. 본 연구는 장비의 구매 - 사용 - 정비 - 충전 - 보관 - 폐기의 전 과정을 통합적으로 고려하여 다이버와 장비 그리고 제도 간의 안전관리 연계성 강화 모델을 제시하는데 학술적·실무적 의의를 두고자 한다. 세부적으로 국내 스쿠버다이빙 활동에서 개방회로 잠수장비 안전관리의 현황과 문제점은 무엇인가? 현행 법·제도(수중레저법·고압가스 안전관리법·관련 고시 등)는 장비 안전관리 확보 측면에서 충분한 기능을 수행하고 있는가? 미국·일본·EU 등의 잠수 안전관리 제도 및 장비 인증 체계 사례는 국내 제도 개선에 어떠한 시사점을 제공하는가? 스쿠버다이버의 안전사고 예방을 위해 필요한 제도적·관리 및 체계적 개선 방안은 무엇인가? 등을 연구하여 잠수장비의 예방정비 및 점검 절차에 대한 실용적인 개선 방안을 제시, 스쿠버다이빙 활동의 안전성을 확보하고, 다이버들의 생명과 직결되는 장비의 안전관리 수준을 향상하는데 이바지하고자 한다.

## 제 2 절 연구 방법 및 범위

### 1) 연구 방법

본 연구는 스쿠버다이빙 장비의 안전관리 문제점과 예방방안을 규명하기 위해 다음과 같은 연구 방법을 활용하여 채택하였다. 문헌 연구는 2010년~2024년 사이 발표된 국내·외 관련 논문 42편, 정부·공공기관 보고서 18건, 장비 기술자료 및 안전 매뉴얼 23종을 분석하였다. NOAA Diving Manual, DAN Annual Diving Report 2010 - 2023, OSHA 29 CFR Part 1910 Subpart T, 일본 해상보안청 잠수사고 분석 보고서, EU CE/EN 표준 기술문서 등 해외 기준 자료를 검토하였다. 법제도 분석은 「수중레저 활동의 안전 및 활성화 등에 관한 법률」, 「고압가스 안전관리법」, 해수부 고시 및 지자체 조례 등 법령 체계를 비교·분석하였다. 사례연구는 국내·외 장비 결함 및 사고사례 32건을 사고 유형, 장비 결함요인, 환경요인, 제도적 허점, 시사점 항목으로 분류하여 분석하였다. 전문가 의견 수렴 (Expert Insights) 스쿠버교육 강사, 장비 정비 기술자, 고압가스 충전소 관계자, 안전관리 전문가를 만나 현장 관점을 보완하였다. 이를 통해 기존 연구의 한계를 파악하고, 본 연구의 이론적 토대를 마련하였다.

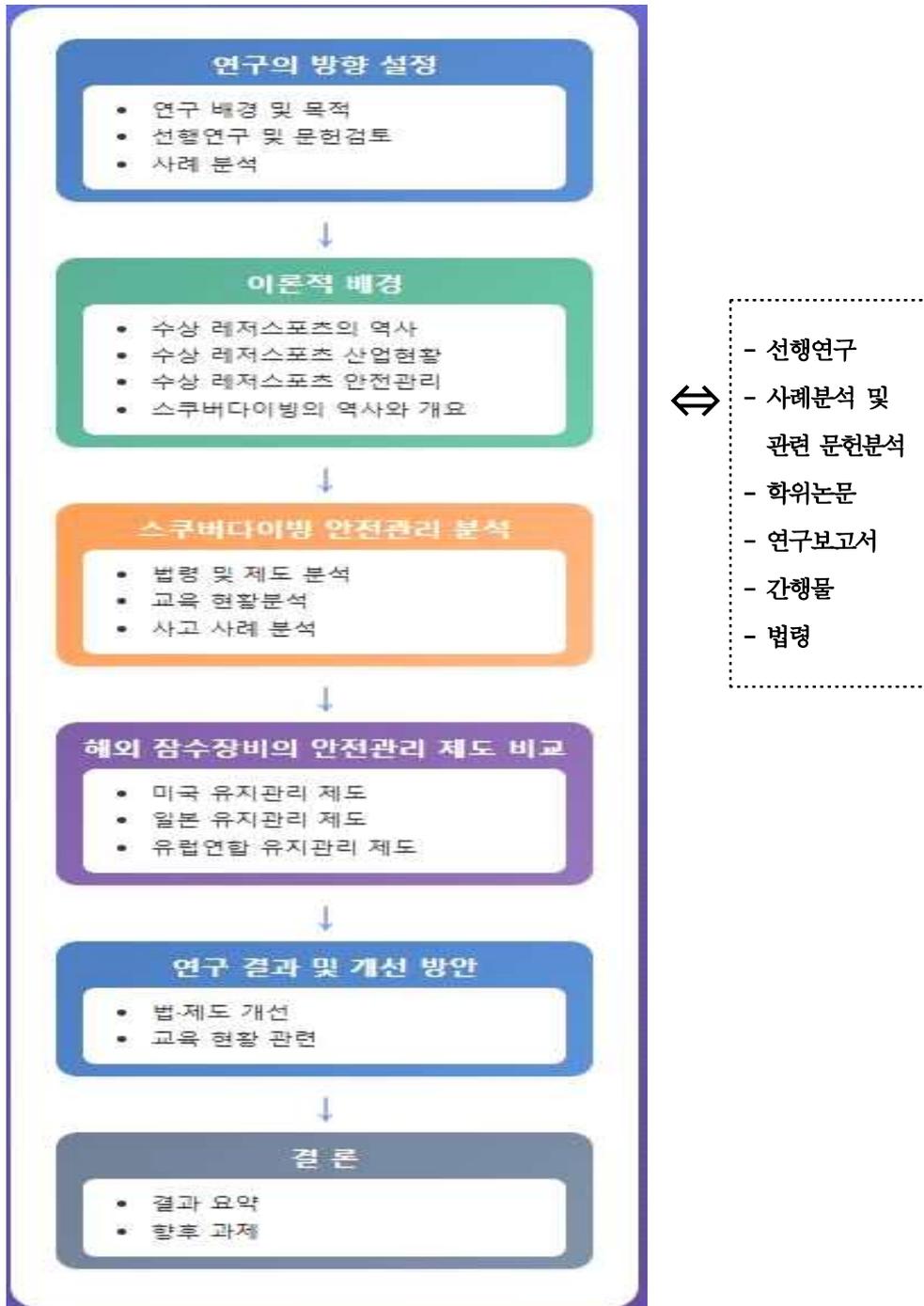
### 2) 연구 범위

본 연구의 범위는 다음과 같이 설정하였다. 대상 장비는 개방회로 (Open Circuit) 스쿠버다이빙에 사용되는 주요 장비인 레귤레이터, 부력조절 장치(BCD), 실린더, 압력 게이지 등을 중심으로 하고, 대상 지역은 국내 스쿠버다이빙 활동이 활발한 제주도, 동해, 남해 지역을 주요 연구 대상으로 선정하였으며, 대상 인구 스쿠버다이빙 자격증을 보유하고, 최근 5년 이내에 다이빙 활동을 한 경험이 있는 성인 다이버를 대상으로 하였다. 법적·제도적 분석 범위는 스쿠버다이빙 장비의 안전관리와 관련된 국내

법령 및 국제표준을 검토하였으며, 특히 스쿠버다이빙 관련 의 적용과 한계에 대해 심층 분석하였다. 이러한 연구 방법과 범위를 통해 스쿠버다이빙 장비의 안전관리 실태를 종합적으로 파악하고, 현실적이고 효과적인 예방 대책을 제시하고자 한다.

3) 연구 흐름도

[그림 1-1] 연구 흐름도



## 제 2 장 이론적 배경

### 제 1 절 해양 수상 레저스포츠

#### 1) 수상레저 활동 개념

일반적으로 수상레저 활동이란 수상에서 이루어지는 레저스포츠로 한가한 시간을 이용하여 수상이나 해변 혹은 해상에서 실시하는 레저스포츠 활동을 의미하며 법적으로는 수상레저 스포츠라는 개념을 직접 언급하고 있지는 않지만 이와 유사한 개념으로서 ‘수상레저 활동’을 ‘수상에서 수상레저기구를 이용하여 취미·오락·체육·교육 등을 목적으로 이루어지는 활동을 말한다. 수상레저 활동에 이용되는 수상레저기구는 수상레저 활동에 이용되는 선박이나 기구가 있으며, 기구에는 동력, 무동력, 풍력 등을 「수상레저안전법」 대통령령으로 정하고 있다. 수상레저 활동의 개념적 범위는 「수상레저안전법」에서 규정하고 있는 ‘수상레저 활동’으로 정의하고 있으며 수상레저 스포츠의 안전에 대한 사회적 관심이 증가하고 있는 것은 수상레저 스포츠활동 중 발생하는 안전사고의 중요성에 대한 우리 사회의 공감대도 최근에 증가하고 있는 수상레저 스포츠 안전사고에 따라 관심 또한 증가하고 있다. 수상레저 스포츠 활동은 다양한 위험에 노출될 수 있는 위험성이 그대로인 활동으로, 활동 중 발생 할 수 있는 안전사고를 적절히 관리하지 못하면 언제든지 인적·물적 피해를 볼 수 있다. 특히 수상레저 스포츠는 동력 및 무동력 등 다양한 레저기구를 사용하고 비교적 통제가 어려운 자연 공간인 바다, 강, 호수, 댐 등에서 대부분의 활동이 이루어지기 때문에 구명 장구(구명동의, 안전모자)의 미착용과 같이 안전사고에 대한 적절한 예방 활동이 부족하거나 안전사고가 발생할 경우, 적절히 대처하지 못하면 생명에 위협이 될 수도 있다. 해상에서 수상레저 활동의 특징은 수상레저기구가 바다로 출항한 다음에는 고장이 난다고 해서 자동차처럼 길가에 세워두고 견인차를 부를 수 있는 그런 조건이 아니라

문제가 생기면 수상레저기구는 표류가 시작됨과 동시에 좌초와 전복의 우려가 커지기 시작하면서 인명사고로 이어지는 상태가 되기 때문에 수상레저 스포츠의 안전에 대한 인식의 확실한 변화가 선행될 때 더욱 대중화의 길로 갈 수 있을 것이다.

수상레저 스포츠가 다른 어떤 스포츠와도 견줄 수 없는 높은 매력은 지속적인 위험이라는 상반된 양면성을 가지고 있기 때문이며 조종면허 소지자들은 조종술의 숙달은 물론 엔진에 관한 간단한 정비 정도는 할 수 있는 능력과 바다에 관한 특별한 해상상식을 익힌 다음 해상에서 수상레저 스포츠 활동을 할 때 기본적인 안전이 보장될 수 있다. 동력 수상레저 스포츠 활동 중 빈번하게 발생하는 해상에서의 안전사고는 모터보트의 엔진 고장과 연료 부족, 배터리 방전으로 인한 시동 불가 그리고 안전 점검 소홀, 취급 미숙 등으로 발생하고 있기 때문에 기본적인 안전관리에 관한 상식을 익히는 것만으로도 많은 사고를 예방할 수 있을 것이다.

따라서 바다에서 수상레저 스포츠 활동을 할 때는 해상의 기상 상태와 자신이 이용하고 있는 수상레저기구의 상태 그리고 자신이 활동할 시간과 활동 지역의 특성에 관하여 사전에 파악하고 위험 상황에 충분히 대비하는 것이 사고를 줄이는 매우 중요한 요소다. 또한 목표물과 통과 시각, 활동 수역의 해류 및 조류를 파악하고, 활동 수역내 관련 해상법규, 각종 수산물 양식장 및 활동 예정지의 상태에 관하여 충분하게 파악을 하고 있어야 하며, 레저사업자와 수상레저 스포츠 관련 이용자는 레저기구를 이용할 때, 한 사람씩 타고 내리도록 하고 구명 장구를 의무적으로 착용해야 하며 모터보트 이용 시 좌·우측에 균등하게 착석하고 운항 중에는 일어서거나 이동하는 일이 없도록 하여 쓸림에 의한 전복사고를 예방할 수 있도록 하여야 할 것이다. 여기에 더하여 수상레저 활동 구역의 인근에서 조업 중인 각종 어선과 어구를 항상 주의 깊게 살펴야 할 의무가 있다. 수상레저 스포츠의 안전관리를 위한 방안 중 가장 필요한 부분은 체계적인 교육을 받은 안전관리 전문가의 확보가 중요하며, 수상레저 스포츠 활동 전 철저한

교육과, 안전시설의 확충 그리고 법과 제도의 개정이 필요하다(김성규, 박명국, 2002).

## 2) 수상 레포츠 유형

수상 레포츠란 바다, 강, 호수 등의 수역에서 인력 또는 동력을 이용하여 이루어지는 레저·스포츠 활동을 의미하며, 수면 위 활동과 수중 활동을 모두 포함한다. 참여자의 신체 활동과 장비 사용을 전제로 하는 수상 기반 여가활동으로 수상 레포츠는 대중적으로 수상스키, 웨이크보드, 수상 오토바이 등의 유형이 있다.

### 가) 수상스키

수상스키의 역사는 1924년 미국의 F. Waller에 의해 창안되었으며(대한수상스키협회, 2005), 1963년에는 미국 수상스키연합회가 발족했다. 초기에는 활동 비용이 많이 들어 동호인들에게 큰 부담이 되었고, 모터보트의 엔진 성능이 역시 우수하지 못하여 저변확대도 미미했다. 그러나 1945년 이후 고성능 모터보트가 개발되어 활성화되기 시작하였다. 특히, 미국, 호주, 유럽 등에서 활발했고, 1949년 프랑스 샹레랑에서 제1회 세계선수권대회를 개최할 정도로 성장하였다. 우리나라에서는 1962년 미국의 사이프러스 수상스키팀이 내한하여 한강 인도교 밑에서 시범을 보인 것이 효시라고 할 수 있다. 그 이후 주한 미8군이 북한강 상류 및 청평 유원지에 미군휴양소로서 보트 계류장을 만들고 보트와 수상스키를 들여오면서 국내에 보급되기 시작하였다. 1963년 문교부(현 교육부)가 수상스키를 대학생 특수체육 종목으로 채택, 실시함으로써 급격히 붐을 이루게 되었다. 1979년에는 대한수상스키협회(Korea Water Ski Association)가 창립되었고 1984년 세계수상스키협회에 처음 가입하였다. 우리나라에서 대중 스포츠로 확산하기 시작한 것은 1998년 서울 올림픽경기 이후부터이며, 제1회 전국 남·녀 수상스키 대회가 최초로 개최되었고, 1992년 대한체육회 정식 가맹단체로 승인되어

산하단체로 가입되어 있다. 현재 동호인 수는 2만 명 정도로 추정되며, 여러 종류의 동호회 중 가장 인기가 있는 수상스포츠 종목으로 주목받고 있다.

#### 나) 웨이크보드

웨이크보드는 1985년에 미국에서 토니 핀이라고 부르는 샌디에이고 출신의 서퍼에 의해 웨이크보드 제1호라고 말할 수 있는 ‘스커퍼’가 탄생하면서 본격적인 스포츠로써 인정을 받으면서 수상스포츠의 새로운 역사를 만들어 나아갔다. 스키퍼라는 것은 수상스키와 서핑을 믹스한 명칭으로 되어 있는데, 당시는 웨이크보드라고 부르지 않고 스키보드라고 불렀다. 1990년 레드몬은 웨이크보드를 조직화하면서, 조직의 이름을 세계 웨이크보드 협회(World Wakeboard association:WWA)로 명명하였다. 협회는 웨이크딩 규칙을 만들었고 각종 대회 규정과 장비의 기준을 설정하여 현재에도 여전히 중요한 협회로 자리 잡고 있다. 1990년 TV네트워크인 ESPN을 통해서 처음으로 스키보드 챔피언십을 개최하였고, 많은 사람들이 새로운 스포츠인 웨이크보드 관심을 갖기 시작하였다(박수정, 조미혜, 2006). 웨이크보드가 한국에 도입 된지는 9~10년 정도이다. 경력이 있는 라이더들은 국내 최고의 웨이크보드 라이더로 인정을 받고 있는데, 이들 모두가 미국 하와이나 플로리다 등지에서 배워와 국내에 전파하였다. 웨이크보드는 마치 눈위에서 즐기는 스노우보드와 비슷한 즐거움을 준다. 그래서 스노우보드를 타시는 분들은 쉽게 배울 수 있다. 웨이크보드는 스노우보와는 비교할 수 없을 만큼 많은 트릭을 구사할 수 있다는 매력 때문에 매니아층이 점점 증가하는 추세에 있다. 수상스키의 슬라롬이 물살을 가르며 물보라를 일으키는 재미가 있다면 웨이크보드는 물 위로 점프하고 회전하는 재미라고 할 수 있다. 10년 정도밖에 되지 않은 웨이크보드의 역사가 세계적으로 100만 명이라는 엄청난 매니아층을 확보하고 있다는 것은 수상스키와 스노우보드, 이 두 가지의 재미를 모두 즐길 수 있기 때문이다. 이뿐만 아니라 많은 지역에서 4월부터 10월까지 큰 무리 없이 계절에 구애받지 않고 오랜 기간동안 웨이크 보딩을 즐길 수 있는 것도 웨이크보드의

매력적인 요소라고 할 수 있다.

#### 다) 수상 오토바이

수상 오토바이는 1965년 캐나다에서 그 원형이 처음 개발되었다. 그러나 1973년에 이를 해양 스포츠용품으로 상품화시켜 미국에 수출한 것은 일본인이었다. 우리나라 수상 오토바이 역사는 1988년에 최초로 선을 보였으나(정종석, 1998), 당시는 사람들에게 호화사치라는 인식 부족으로 확산되지 못하고, 1992년 캐나다 봄바디에 그룹의 씨두(55마력 로텍스 엔진 장착)를 도입한 것을 계기로 급속도로 확산되기 시작하였다. 수상 오토바이는 크게 선체와 엔진으로 구분되는데 선체는 1968년도 씨두에서 개발될 당시 목재 또는 합판으로 제작되었으며, 엔진은 32마력의 소형 엔진으로 속도는 25노트(Knot) 정도의 속력을 가지고 있었다. 그러나 선형과 FRP의 개발로 제품의 질이 향상되고 엔진의 개발로 인해 획기적인 발전을 하여 왔다. 일반적으로 많이 사용되는 선체의 재료는 크게 FRP와 수지 등으로 구분되며, 선형의 조건이나 디자인에 따라 용골의 재료는 선체의 강도를 높이기 위하여 알라스카산 삼목을 선저에 배치하여 제작하는 것이 가장 효과적이다. FRP는 주로 유리섬유로 구성된 복합재료로서 선체의 재료로 많이 사용하는데 일반적인 특성으로는 작업성이 좋고 가볍고 질기며 여러 가지 자연환경에서 내식성이 우수하다. 이는 성형법을 디자인하여 소형에서 대형 성형품까지 자유롭게 제작할 수 있는 특징이 있으며 금속이온의 용출이 없이 반영구적으로 사용할 수 있다.

#### 라) 윈드서핑

윈드서핑은 1968년 미국 캘리포니아주에서 활동하던 컴퓨터 기사이자 요트매니아인 호일 슈와이스와 선박 항해사 출신으로 초음속 항공기 설계사인 제임스 드레이크에 의해 공동으로 고안되었다. 오늘날 유럽, 미국, 호주, 아프리카, 중동, 동유럽권 등에서 인기를 모으고 있다. '해양스포츠의

요정'이라 불리는 윈드서핑은 흔히 보드세일링이라 부른다. 보드로 파도를 타는 서핑과 뜻을 달아 자연의 바람을 이용하여 물살을 헤치는 보드세일링의 장점만을 담아내고 있기 때문이다. 화려한 뜻을 달아 자연의 바람을 이용하여 물살을 헤치는 보드세일링의 장점만을 담아내고 있기 때문이다. 화려한 뜻과 360도 회전 가능한 돛대, 그리고 마스트를 자유자재로 움직일 수 있는 활 모양의 붐까지 추가시켜 서퍼로 하여금 험난한 기교를 맘껏 부릴 수 있는 다양한 기능을 갖추고 있다. 1974년 미국 온테리호에서 제1회 세계선수권대회가 열렸으며, 세계선수권대회 경기종목은 올림픽 코스, 자유형, 회전의 3가지가 있다(지삼업, 2006). 우리나라의 윈드서핑 역사는 1979년 강승일에 의해 처음 소개가 되었으며(박수정, 1996), 1980년 10월에는 권희범이 현해탄 해협 횡단을 하면서 일반인에게 조금씩 알려지며 이를 즐기려는 동호인이 늘기 시작했다. 그러나 본격적으로 보급되기 시작한 것은 1998년 서울 올림픽 이후부터이다. 현재 윈드서핑은 전국적으로 300여 개가 넘는 동호인 클럽을 가지고 있으며, 동호인 수도 3만명 이상으로 추정되고 있다.

#### 마) 스쿠버다이빙

스쿠버다이빙의 기원은 1680년경 종 모양의 통을 거꾸로 하여 물속에 가라앉히고 그 속에서 잠수자가 종속의 공기를 물속에서 호흡할 수 있도록 고안한 것이라 할 수 있다(양영철, 2005). 그 후 1943년 프랑스의 해군 중령 출신이며 해양 과학자인 자크 이브 쿠스토(Jacque-Yves Cousteau)가 동료 과학자와 함께 잠수용 수중 호흡기(Aqua Lung)를 개발하면서 오늘날과 같은 스쿠버다이빙이 가능하게 되었다. 처음에는 바다에 대한 지식 부족과 제품의 불량률이 높아 안전사고가 자주 발생하였으나 1970년대부터 세계수중연맹(CMAS)에서 자격증 제도를 실시하여 스쿠버다이빙의 안전도를 높이면서 급속히 대중화되기 시작하였다. 우리나라에서는 6·25 전쟁때 미군에 의해 기술을 배우며 소개되었는데 1960년대에 주로 해군 특수부대에서 수중 침투용으로 이 기술을 익힌 사람들에 의해 일반인들에게

보급되기 시작하였다. 현재 국내의 스쿠버다이빙 인구는 해마다 증가하고 있으며 레저의 용도로 행하여지는 다이빙을 스포츠 다이빙이라고 한다. 스포츠 다이빙은 일반인이 즐기기 위한 것이며 보통 이 스포츠 다이빙을 통해 바다의 신비를 연구하고 해양 생물학, 수중용접, 수중 토목공사 등으로 진출하여 주로 활동하고 있다.

#### 바) 워터슬레드

워터슬레드는 양영철(2005)에 의하면 1993년부터 보급되기 시작해 전문 기술 없이 즐길 수 있다는 점이 특징이며 현재 국내에 소개된 워터슬레이는 PVC나 합성고무로 만들어졌다. 보통 3인승, 5인승, 7인승으로 나뉜다. 너비는 56cm로 같고 길이는 3인승 3.7m, 5인승 5.07m, 7인승이 6.01m로 다른데 타는 사람의 몸집에 따라 인원을 조절한다. 또 모두 세 개의 주공기막이 형성되어 있고 길이가 길수록 팀워크와 균형이 달리 요구된다. 모터보트에 연결된 워터슬레이에 뒷좌석부터 한 사람씩 말을 타는 자세로 나란히 앉은 뒤 손잡이를 꼭 잡고 중심을 앞으로 하고 엎드린다. 보통 시속 30~40km로 달리는데 체감속도는 훨씬 빠르다. 속력이 붙을수록 무동력 보트가 솟구쳐 올라 물 위를 날아오르는 듯한 기분을 느끼게 된다. 서울 근교의 남이섬이나 대성리, 청평 팔당호, 광나루 일대에서 탈 수 있으며, 관련 업체 또는 단체로는 거산레저, 거인레저, 장군 레저스포츠, 동화엔담, 유니트, 에이스 스포츠클럽, 한국레저 스포츠 아카데미 등이 있다.

#### 사) 래프팅(rafting)

래프팅은 원시시대에 옛사람들이 뗏목을 물 위에 띄우고 타고 다니며 수렵과 이동을 하면서 시작되었으며 현대로 오면서 미지의 땅을 찾아 나서는 개척의 도구로 이용되기도 했다. 그 후 뗏목을 타면서 스릴과 재미를 즐기려는 사람들에 의해 안전하고 다루기 쉬운 장비가 고안되어 나오기 시작했다(래프팅 코리아, 2005). 양영철(2005)에 따르면 70년대 초 미군용

고무보트가 보급되면서 일반에게 처음 소개되었다. 그러나 장비 부족과 적절한 코스가 개발되지 않아 80년대에는 개인적으로 즐기는 동호인들만이 얼마간 있을 뿐 걸음마 단계에 머물러 있었으나 90년대에 들어오면서 활성화되기 시작한 래프팅은 최근 들어 전문 동호인 클럽과 대학의 동아리들을 중심으로 보급이 되면서 래프팅을 즐기려는 사람들이 폭발적으로 늘어나고 추세다(임세영, 2022).

[그림 2-1] 유형별 사진

	
수상스키	웨이크보드
	
수상오토바이	윈드서핑
	
스쿠버다이빙	위트슬레드

\*출처: 네이버 검색(검색일: 2025.12.23.)

## 제 2 절 수상 레저스포츠 산업 현황

해수욕장 산업 현황 우리나라 해수욕장 산업 현황과 밀접한 관계가 가장 있는 것이 바로 환경적 요인이다. 김성규(2002)에 따르면 우리나라 해수면의 환경적 요인을 살펴보면 약 12,800km에 이르는 해안선과 3,200여 개의 수많은 섬과 수심 20m 내외의 해역이 국토의 1/3에 해당하여 수상 레저스포츠에 적합한 자연조건을 구비하고 있으며 해수욕장 356개(서해 110, 남해 97, 동해 147), 요트장 7개소, 윈드서핑, 바다낚시 등을 즐길 수 있는 3면이 바다인 자연적인 요건을 가지고 있다. 연차별 해수면 사업등록 현황은 [표 2-1]과 같이 6년간의 등록변화로 2004년까지 폭발적으로 늘어났으며, 그 후로는 조금씩 줄어들고 있다.

[표 2-1] 연차별 해수면 사업등록 현황

(단위:건)

구 분	2001	2002	2003	2004	2005	2006
총 계	181	175	279	328	323	269

\*출처: 해양경찰백서(해양경찰청, 2007)

내수면 산업 현황 박승환(2004)에 의하면 우리나라의 내수면 현황은 한강, 금강, 낙동강, 금강, 섬진강, 영산강 등 5대 강을 비롯하여 전국에 65개소의 국가 하천, 55개소의 지방 1급 하천 등이 있다. 관리청은 국가 하천은 국토해양부 장관이 지방 1, 2급 하천은 시도지사가 관리하며, 한강에는 잠실대교를 중심으로 뚝섬 부근과 광나루 일대에 요트, 수상스키, 웨이크보드, 수상 오토바이 등의 수상레저 스포츠클럽의 90%가 이 지역에서 활동하고 있다. 연차별 내수면 사업등록 현황은 [표 2-2]와 같이 6년간의 등록변화로 해수면의 사업등록 현황과 달리 지속적으로 늘어나고 있는 추세이다.

[표 2-2] 연차별 내수면 사업등록 현황

(단위:건)

구 분	2001	2002	2003	2004	2005	2006
총 계	260	307	373	343	431	466

\*출처: 해양경찰백서(해양경찰청, 2007)

수상 레저스포츠 기구별 산업 현황, 현재는 수상레저 사업패턴이 보편화되었던 무동력 레저기구에서 모터보트와 기관이 장착된 워터슬래드 중심의 레저기구로 변화했고 과거 바나나보트라는 단순한 형태에서 땅콩보트, 플라이피쉬 등 다양화되고(KMI, 2019) 있으며, 사고 위험이 높은 카이트서핑이나 파워스키도 점차 증가 추세에 있다. 또한 원거리 수상 레저 활동이 가능한 크루저요트, 호버 크래프트를 이용한 수상 레저사업이 등장하고, 레저 보트가 대형화·고급화되며 수상 레저단체나 동호회가 증가하여 영해선 인접 해역까지의 원거리 활동도 증가 추세에 있다. 다음의 수상 레저 기구별 등록현황은 [표 2-3]과 같다.

[표 2-3] 수상레저기구별 등록현황

(단위:건)

구 분	2001	2002	2003	2004	2005	2006
모터보트	734	813	1,038	1,153	1,279	1,174
요트(동력)	2	4	4	4	11(2)	30
수상오토바이	226	237	369	311	313	253
고무보트	218	55	106	118	108	93
스쿠터	-	-	-	-	1	31
수상스키	415	401	631	543	654	281
패러세일	16	13	13	18	13	16
카누	19	24	41	26	18	13
카약	-	52	98	154	92	86
워터슬래드	537	616	867	1,039	1,124	796
수상자전거	141	180	207	273	289	137
서프보드	28	24	64	20	24	5
노보트	328	575	803	865	831	905
래프팅보트	1,465	2,061	2,273	2,138	3,164	3,698
총계	4,129	5,055	6,514	6,662	7,921	7,518

\*출처: 해양경찰백서(해양경찰청, 2007)

수상레저 지방자치 축제 해수면과 내수면을 이용하여 지방자치단체의 주관으로 실시하는 축제로는 전국에 70여 개 이상이 진행되고 있으며, 현황은 [표 2-4]와 같다. 위의 해양환경을 이용한 지방자치 단체의 노력이 조화로운 수상 레저스포츠 발전을 도모하는 기반이 되고 있다.

[표 2-4] 해양환경을 이용한 축제

번호	축제명	지역 / 장소	개최 시기	주요 내용 / 프로그램
1	부산바다축제	해운대·광안리·다대포 해수욕장	매년 8월	해변 콘서트, 물놀이·수상레저 체험, 불꽃·공연
2	대한민국 국제해양레저위크 (KIMA WEEK)	부산광안리·다대포·수영만 요트경기장	매년 여름	요트·서핑·SUP, 해양레저 산업 전시, 체험 이벤트
3	울산조선해양축제	울산 동구 일산해수욕장	매년 7~8월	창작배 경주, 조선소 투어, 해양레포츠, EDM
4	화성 뱃놀이 축제	경기도 화성 전곡항	매년 여름	요트/보트 체험, 친환경 창작배 레이스
5	여수 밤바다 낭만축제	전남 여수 이순신광장·엑스포해양공원	계절별 상시	바다 야경 공연, 해양관광·요트 투어
6	통영한산대첩축제 (해양역사문화)	경남 통영	매년 8월	해전 재현·해상 퍼포먼스·전시
7	완도국제해조류박람회	전남 완도 해조류 전시장	2~3년 주기	해조류 산업·해양과학관, 체험 이벤트
8	속초해수욕장 바다축제	강원도 속초	매년 여름	해양레포츠·공연·불꽃축제·해변 체험
9	포항 국제불빛축제 (영일대·형산강)	포항 영일대해수욕장	매년 여름	해상 불꽃쇼·퍼레이드·해양스포츠
10	평택항 국제시장 축제(해양항만축제)	경기 평택항 국제여객터미널 일대	매년 5~6월	항만투어·해양안전교육·항만문화 체험

\*출처: 네이버 검색(검색일: 2025.12.15.)

### 제 3 절 수상 레저스포츠 안전관리

#### 1) 수상레저 안전관리를 위한 제도와 규제

안전관리를 위한 규제 수단으로 거론되는 허가·신고·등록은 일반적으로 신고→등록→허가의 순으로 강화된 순서이다. 규제를 완화한다는 것은 허가제를 등록제나 신고제로 하거나 등록제를 신고제로 하는 것을 말한다. 허가제를 신고제로 바꾸면서 허가제에 요구되는 실질적인 요건을 여전히 신고의 요건으로 존속시키는 경우가 많아서 신고를 수리가 필요하지 않은 신고와 수리가 필요한 신고로 구별하기도 한다. 그리고 신고가 등록 및 허가와 법적으로 어떠한 차이점이 있는가 하는 문제가 발생하게 된다. ‘수리가 필요하지 않은 신고’와 ‘수리가 필요한 신고’의 구별 실익으로는 수리가 필요하지 않은 신고, 자기 완결적 신고란 ‘적법한 신고만 있으면 신고 의무를 이행한 것이 되는 신고’ 또는 ‘형식적·절차적 요건을 갖춘 신고서가 행정청에 도달하면 신고의 효과가 곧바로 발생하는 신고’를 말한다. 수리가 필요한 신고란 “신고가 수리되어야 신고의 대상이 되는 행위에 대한 금지가 해제되는 신고”로 이에 ‘수리가 필요하지 않은 신고’와 ‘수리가 필요한 신고’의 구별 실익의 예를 살펴보면, 인허가 의제를 수반하지 않는 원거리 수상레저 신고는 수리를 필요로하는 신고가 아니다(지경준, 2019). 법령에 심사요건으로 형식적 요건 외에 실질적 요건도 포함된 경우에는 이를 수리가 필요한 신고로 수상 레저사업의 등록이 있다. 수상레저 사업의 등록 제도를 통하여 법령에 정한 충분한 조건을 충족하였는가에 대한 심사를 통과한 사업자에 대하여 등록을 하도록 하여 수상레저 객에 대한 안전관리를 강화하는 것이 가능하게 된다.

#### 가) 수상레저 활동 허가제도

수상레저 활동 허가제도 허가란 법령에 의한 일반적인 상대적 금지를

특정한 경우에 해제하여 일정한 사실행위 또는 법률행위를 적법하게 할 수 있게 하는 행정행위를 말하며, 종래의 통설적 견해에 의하면 허가의 법적 성질을 명령적 행위로 본다는 점에서 형성적 행위인 특허와 구분된다. 또한 허가는 본래 자유로운 행위를 공공의 질서유지를 위하여 잠정적으로 금지하고, 법상의 요건을 갖춘 경우에 그 금지를 해제하여 본래의 자유를 회복시켜 주는 행위로 「수상레저안전법」 제39조 2의 수상레저 교육사업의 신고 등을 예로 들 수 있다(지경준, 2019). 이를 통하여 무분별한 교육 사업을 통제하고 일정 조건의 자격 조건을 갖춘 사업자만 제한적인 신고 수리를 통하여 수상레저 교육사업자를 관리하게 된다.

#### 나) 수상레저 활동 신고제도

수상레저 활동 신고제도 「수상레저안전법」에서는 원거리 수상레저 활동자에 대한 안전관리를 위하여 출발항으로부터 10마일 이상 떨어진 해상에서 수상레저 활동을 하고자 할 때는 출항 전에 원거리 수상레저 활동 신고 후 출항하도록 하고 있으며, 수상레저 활동을 하는 자는 수상레저기구에 동승한 자가 사고로 사망·실종 또는 중상을 입은 경우에는 해양수산부령으로 정하는 바에 따라 지체없이 해양경찰관서나 경찰관서 또는 소방관서 등 관계 행정기관의 장에게 신고하게 되어 있다. 이러한 신고 제도를 통하여 원거리 수상레저 활동 신고 후 출항한 수상레저 활동자들에 대하여는 출항부터 입항까지 수상레저 활동 중 수시로 위치와 이상 유무를 파악하는 등 해양경찰은 출항에서 입항까지 안전관리를 하고 있다.

#### 다) 수상레저 사업 등록제도

수상레저 사업 등록제도 일반적으로 등록이란 일정한 사실 또는 법률관계의 존재 여부를 공적으로 증명하는 행위로서 의문 또는 다툼이 없는 사항 또는 이미 확인된 사항에 관하여 공적 권위로서 형식적으로 이를 증명이라고 한다.

## 라) 수상레저 안전관리를 위한 규제국가의 규제

수상레저 안전관리를 위한 규제국가의 규제에서 규제란 일정한 활동에 일정한 방식을 부여하기 위하여 이를 제한하는 국가작용으로 국가의 간섭을 의미한다. 우리 「헌법」 제119조 제2항에는 경제 영역에서 국가의 규제를 규정하고 있다. 즉 국가는 동 조항에 의거 일정한 목적을 위하여 경제에 관한 규제와 조정을 할 수 있다. 이 규정에서 말하는 국가 규제는 개인과 기업 활동에 있어서 자유 및 창 의 등 간섭을 의미한다. 따라서 국가는 이미 언급한 것처럼 경제시장의 자율적 형성과 기능에 대하여 사전에 계획하고, 경제주체의 행위를 감시하여 사후에 결과를 조정하는 것이다. 「헌법」 제119조 제2항에 의한 일반적인 목적규제 이외에도 제120조 이하에서 개별적으로 규제의 대상을 특정하여 국가 규제를 규정하고 있다. 예컨대 농지의 소작을 금지하고 있는 「헌법」 제121조 제1항, 지역경제의 육성과 중소기업의 보호·육성을 규정하고 있는 「헌법」 제123조 제2·3항, 대외무역의 육성·규제·조정을 규정하고 있는 「헌법」 제125조 등이다. 이외에도 국가는 「헌법」 제37조 제2항에 의하여 국가안전 보장이나 공공복리 또는 질서유지를 위하여 필요한 경우에 법률로 국민의 모든 자유와 권리를 제한할 수 있는데 이는 수상레저 스포츠 활동에 있어서 안전을 위해서는 위와 같은 이유로 인하여 필요한 최소한의 한도 내에서 합리적으로 자유와 권리를 제한할 수 있다는 의미가 된다. 수상레저 스포츠 활동에 대한 국가의 규제나 간섭은 실정법을 근거로 행해진다. 따라서 수상레저 스포츠 활동과 영업에 관하여는 「수상레저안전법」을 모법으로 한 근거 법을 통하여 규제가 가능하다고 볼 수 있으며 이와 관련된 법령으로는 대략 20여 가지 이상이며 법률 대부분은 안전관리를 위한 보호와 규제라는 양면성을 가지게 되어 수상레저 활동자들은 이러한 규제에 따른 활동의 불편을 느끼게 된다.

## 제 4 절 스쿠버다이빙의 역사와 개요

## 1) 개방회로 폐쇄회로 장비의 이해

스쿠버다이빙 장비는 дай버의 호흡을 유지하기 위한 핵심 안전 장비로, 호흡기체의 공급 방식에 따라 개방회로(Open-Circuit: OC)와 폐쇄회로(Closed-Circuit Rebreather: CCR)로 크게 구분된다. 개방회로는 압축 기체를 실린더에서 공급받아 호흡한 뒤 배출하는 구조이며, 세계적으로 가장 널리 보급된 표준 방식이다. 반면 폐쇄회로는 배출된 호흡 기체를 회수·정화·재순환하는 방식의 장비로, 전문 잠수사 및 군·산업 잠수에서 널리 활용된다.

### 가) 개방회로 장비

개방회로는 “다이버가 실린더에 저장된 압축 기체를 흡입하고, 사용한 기체를 수중에 그대로 배출하는 호흡 시스템”을 말한다. 즉, 기체가 순환(recycle)되지 않고 한 번 사용 후 외부로 방출되기 때문에 ‘Open’(개방)이라는 명칭을 사용하며, “자체적으로 기체원을 가지고 수중에서 호흡하는 장치”라는 뜻으로 약칭: SCUBA = Self-Contained Underwater Breathing Apparatus라 칭한다. 이러한 방식은 주로 스포츠 잠수에서 사용되며, 스쿠버다이버가 호흡기를 통해 들이마신 기체가 재사용되지 않고 모두 수중으로 배출되는 형태이다. 잠수장비의 역사는 19세기 초반부터 시작되었으며, 다양한 형태의 호흡 장치가 개발되었다. 그러나 현대적인 개방회로 잠수 시스템의 등장은 1943년으로, 프랑스의 해군 장교 자크 이브 쿠스토(Jacques-Yves Cousteau)와 엔지니어 에밀 가냥(Émile Gagnan)이 공동으로 ‘아쿠아렁(Aqua-Lung)’을 발명하면서 부터이다. 이 장치는 압축 기체 탱크와 수요식 조절기(demand regulator)를 결합한 형태로, 다이버가 수중에서 자유롭게 호흡할 수 있도록 설계되었다. 특히, 가냥은 원래 자동차 엔진에 연료를 공급하기 위한 수요식 조절기를 개발하였는데, 이를 쿠스토와 함께 잠수장비에 적용하여 아쿠아렁을 완성하였다(이병두, 정창호, 2011). 아쿠아렁의 개발은 수중 탐사에 혁신을 가져왔으며, 다이버들이 수

중에서 더 오래 머무를 수 있게 함으로써 수중 사진과 비디오 촬영 등 다양한 활동의 초석이 되었다. 1940년대 후반, 쿠스토와 그의 동료들은 전쟁으로 지친 대중이 수중 세계에 대한 호기심과 관심이 높아졌음을 발견하였고, 이를 바탕으로 수중 업적을 담은 사진과 영화 제작에 집중하였다(PADI, 2005). 이러한 노력은 스쿠버다이빙에 대한 대중의 관심을 높이는 데 기여하였으며, 당시에는 스쿠버다이빙이 소수의 선택된 사람들만이 할 수 있는 활동으로 인식되었다. 이후 1950년대와 1960년대를 거치며 스쿠버다이빙의 대중화가 이루어졌고, 개방회로 잠수는 레크리에이션 스쿠버다이빙의 주된 방식으로 자리 잡았다. 다양한 다이빙 장비 제조사들이 등장하였으며, 체계적인 교육 시스템을 갖춘 다이빙 인증기관들이 설립되어 스쿠버다이빙의 안전성과 교육 수준이 향상되었다. 대한민국에서는 스쿠버다이빙이 1950년대와 1960년대에 군사적 목적으로 도입되었으며, 일반인들에게는 1970년대 이후 본격적으로 보급되기 시작하였다.

이 시기는 국내외 스쿠버다이빙 기술의 발전과 함께 장비의 도입, 국제 스쿠버다이빙 단체와의 협업을 통한 체계적인 교육 시스템의 구축이 이루어진 시기이다(한국수중과학회, 2018). 개방회로는 실린더의 고압 기체를 1단계와 2단계 레귤레이터를 거쳐 저압으로 변환해 공급받고, 사용한 기체를 외부로 배기하는 구조이다. 즉, “흡입(Inhale) → 배기(Exhale) → 외부 배출”의 단순한 한방향 흐름으로 작동하기 때문에 입문자·교육시 널리 활용된다. 개방회로 장비의 장점은 단순구조로 고장률이 낮고, 폐쇄회로에 비해 정비 부담이 적고 비용이 저렴하다. 배기 방울로 시각적 모니터링 가능하며, 초급자 교육 시 안전성 높은 환경을 제공한다. 단점으로는 호흡기체 효율이 낮고(버려짐) 깊은 수심일수록 기체 소모량이 급증하며, Free-flow, 호스 파열 등 장비 결함 시 기체 고갈 위험 상존한다.

#### 나) 폐쇄회로 장비

폐쇄회로 장비, 즉 재호흡기(Closed-Circuit Rebreather, CCR)의 역사

는 인류가 수중에서 오랜 시간, 깊은 곳을 탐험하고자 했던 욕구에서 출발했다. 폐쇄회로 장비는 스쿠버다이빙의 초기 형태이며 테크니컬 다이빙이 활성화하기 전까지는 대부분 군사적인 목적에서 사용되어왔다. 이 기술의 뿌리는 18세기 후반 산소의 발견과 호흡기체 연구가 이루어지던 시기로 거슬러 올라간다. 1770년대 조지프 프리스트리와 셸레가 산소를 발견하면서 인간의 호흡 과정과 산소와 이산화탄소 교환에 대한 과학적 기초가 마련되었고, 이는 훗날 재호흡 기술의 발판이 되었다. 19세기에 들어서면서 다이빙 기술 발전을 위한 다양한 시도가 나타났다. 이 시기 실험적 장치들은 단순히 “기체 소모를 줄이기 위한 방법” 수준에 머물렀지만, 폐쇄회로 장비의 개념적 기초를 마련한 것으로도 평가된다. 폐쇄회로 장비가 실용 단계로 들어선 결정적 요인은 1878년 영국의 헨리 후르스(Henry Fleuss)가 세계 최초의 실용적 폐쇄회로 재호흡기를 개발한 시기이다. 그는 1880년에 물로 채워진 터널에서 이 장비의 실용성을 보여주었다. 1881년 교턴 스키와 레이크는 실험적인 재호흡기 장비에서 최초로 이산화탄소 흡수제인 수산화바륨(barium Hydroxide)을 사용하여 이산화탄소(CO<sub>2</sub>)를 제거하였다. 1905년 후르스 또 다시 잠수함 탈출 장치를 실험하고 개발하였다. 1912년 그래거랙 사는 잠수함 왕복장치에 재호흡기를 장착하고 두시간 동안 체류하였다. 이는 인류 최초의 실용적 CCR 잠수로 기록된다. 후르스의 발명은 이후 군사 잠수와 해양 구조 장비 발전에 결정적 영향을 미쳤다. 20세기 초반, 1차·2차 세계대전은 CCR 기술의 급격한 발전을 가져왔다. 여러 국가의 해군은 비밀 수중작전과 침투 임무를 위해 무소음·무머블 장비가 필요했으며, 이는 폐쇄회로 장비의 군사용 활용을 촉진하였다. 당시 장비는 100% 산소 기반으로, 6m(산소중독 고려) 이하 얕은 수심에서만 사용 가능했지만, 군사적으로는 큰 효용성을 보였다. 2차 대전 이후 1950~1960년대에는 산업용 및 구조용 재호흡기가 탄생하였다. 독일의 Dräger, 영국의 Siebe Gorman 같은 제조사들이 광산 구조, 소방, 잠수함 비상탈출 등을 위한 다양한 폐쇄회로 장비를 생산하며 CCR은 단순 군사용 기술에서 산업 안전 장비로 확대되었다. 이 시기에는 여전히 산소를 기반으로한 폐쇄회로가 주류였으나, 깊은 수심 잠수를 위한 기술적 요구가

증가하면서 혼합기체 기반 CCR 도입의 필요성이 요구되었다. 1960년 윌터 스타크 3세와 존 칸비셔는 최초의 전자-화학 산소 센서를 사용한 일렉트로링을 개발하였다. 미국 해군과 Navy Experimental Diving Unit(NEDU)은 산소 CCR의 한계 극복을 위해 Heliox, Trimix 같은 혼합기체를 사용하는 폐쇄회로 장비 연구에 착수했다. 이는 현대적인 혼합기체 CCR 기술의 출발점으로 평가되며, 깊은 수심에서도 산소중독과 질소마취 문제를 해결할 수 있는 기초가 마련되었다. 1980년대에 들어서면서 산소부분압(ppO<sub>2</sub>)을 측정할 수 있는 전자식 산소 센서 기술이 상용화되고, 이 센서를 기반으로 한 전자제어장치를 CCR에 통합할 수 있게 되면서 장비의 신뢰성과 안전성이 많이 향상되었다.

현대 레저 및 테크니컬 CCR 장비의 본격적인 시작은 1993년 Ambient Pressure Diving에서 출시한 “Inspiration CCR”로 평가된다. 이 장비는 자동 산소 주입, 다중 센서 제어, 전자식 컴퓨터 통합을 구현한 최초의 상용 CCR로, 난파선 탐사, 동굴 잠수, 장시간 과학 잠수 등 여러 환경에서 확산되었다. 이는 CCR이 더 이상 군사적 분야만의 장비가 아닌, 레저 다이버와 테크니컬 다이빙의 장비로 사용되는 계기가 되었다. 2000년대 이후 CCR 기술은 더욱 정교해지면서 ppO<sub>2</sub> 센서의 정밀도가 증가하고, Scrubber 디자인이 최적화 되었으며, HUD(Head-Up Display), 진동·음향 정보 등 다중 안전장치가 장비의 표준으로 자리 잡았다. 이 시기 rEvo, JJ-CCR, Megalodon과 같은 고성능 장비들이 전 세계적으로 보급되며 CCR은 테크니컬 다이빙의 핵심 장비로 자리 잡았다. 또한 Poseidon MkVI / MkVII는 일반 레저 다이버를 대상으로 한 최초의 자동형 CCR로, 폐쇄회로 장비의 대중화를 기여하였다. 2010년대 이후 현재에 이르기까지 CCR 기술은 디지털 기반 자가 진단 기술 등이 적용되면서 안전성과 신뢰성이 크게 향상되었다. 유럽에서는 장비에 대한 EN14143 등 국제기준이 강화되었고, 미국 NOAA는 CCR 교육 및 운용 표준을 확립하여 산업 전반의 안전 수준을 높이고 있다. 최근에는 레저·테크니컬 다이빙뿐 아니라 수중 로봇 운영, 심해 과학탐사 등에서도 CCR이 활용하며 그 영역이 더욱 확대되고 있다.

폐쇄회로는 잠수자가 호흡에서 내뿜 기체를 외부로 배출하지 않고 장비 내부 루프(loop)를 지나 스크러브에서 CO<sub>2</sub> 제거 → 산소 보충 → 재순환하는 방식이다. 이를 통해 기체 효율이 획기적으로 증가하며, 장시간 사용이 요구되는 심해·군사작전에서 효과적이다. 장비의 주요 구성요소 및 기능을 보면 개방회로에 비해 복잡하다. 먼저 호흡을 루프를 통해 배출하게 되면 Scrubber(세정통) 내부의 Sofnolime 이라는 흡착제가 이산화탄소(CO<sub>2</sub>)를 화학적으로 제거하고 다시 루프를 통해 흡입된다. 이 과정에서 O<sub>2</sub> Bottle, Diluent Bottle의 역할은 O<sub>2</sub> Bottle은 ppO<sub>2</sub> 유지(0.7~1.3bar), 센서가 자동 주입 제어하고 Diluent Bottle은 수심 증가 시 기체공급으로 부력을 조절한다. 주요 구성 장비인 ppO<sub>2</sub> 센서(산소 부분압 센서)는 최소 3개 탑재(센서 노후 시 hypoxia 또는 hyperoxia로 사망 위험 상존, 전 세계 CCR 사고의 20 - 30%가 센서 문제)하고, 전자제어기(ECCR) 컴퓨터가 O<sub>2</sub> 자동 주입 / 수동제어기(MCCR) 다이버가 직접 O<sub>2</sub> 조절하는 역할을 한다. Counterlung(폐 모양)은 흡기·배기 기체를 저장하고, 위치에 따라 Trim에 영향준다. 폐쇄회로의 장점은 기체 효율이 다이버에 따라 5~10배 배기시 기체방울 없음으로 촬영·생태 연구·군사작전에 최적화되었다. 또한 수심·시간 제약 적으며, 혼합기체 다이빙이 용이(Trimix 등)하다. 단점으로는 개방회로에 비해 복잡한 구조로 고장 시 치명적이며, 기체 조절 관리 실패 시 즉각적인 의식상실의 우려가 있다. 높은 비용이며(1,000만~2,000만 원 이상) 매 다이빙시 Scrubber내 Sofnolime 교체 및 정기적인 산소 센서 교체 등 유지비 발생한다.

[표 2-5] 개방회로 폐쇄회로 비교

구분	개방회로(OC)	폐쇄회로(CCR)
작동 원리	기체 흡입 → 배기	CO <sub>2</sub> 제거 → O <sub>2</sub> 보충 → 재호흡
기체 효율	낮음	매우 높음
배기방울	많음	거의 없음
장비 구조	단순	복잡
훈련 난이도	낮음	매우 높음

주 사용층	초·중급 레저	테크니컬, cave, 군사
위험요소	Free-flow, 기체 고갈	Hypoxia, Hyperoxia, CO <sub>2</sub> 중독
정비 주기	비교적 단순	Scrubber·센서 정기 교체 필수
비용	저렴	고가

## 2) 스쿠버다이빙(개방회로) 주요 장비의 종류 및 특성

### 가) 주요장비(메인장비)

레귤레이터(Regulator)는 스쿠버다이빙에서 дай버의 생명 유지에 필수적인 호흡 장비로, 실린더 내 고압의 기체를 호흡 가능한 저압으로 변환해주는 장치이다. 레귤레이터의 발명은 현대 스쿠버다이빙 기술 발전에 있어 중대한 전환점으로 평가된다. 최초의 실용적인 레귤레이터는 1943년 프랑스 해군 장교 자크 이브 쿠스토(Jacques-Yves Cousteau)와 엔지니어 에밀 가냥(Émile Gagnan)에 의해 공동 개발된 아쿠아링(Aqua-Lung)에서 비롯된다. 이 장치는 고압 실린더와 수요식(demand-type) 레귤레이터가 결합된 형태로, 수중에서 자유로운 호흡을 가능케 하며 기존의 호스 연결식 잠수 방식에서 탈피한 자급식 호흡 장치(SCUBA, Self-Contained Underwater Breathing Apparatus)의 시초로 자리 잡았다. 이후 1950년대부터 상업화가 이루어지며, 다양한 구조적 개선과 기술적 진보를 거쳐 현대적인 형태의 레귤레이터로 발전하였다.

현대의 스쿠버다이빙 레귤레이터는 일반적으로 다음과 같은 요소로 구성된다. 1단계 레귤레이터(First Stage) 고압 실린더에서 공급되는 기체(200-300bar)를 약 9-10bar의 중간압력(intermediate pressure)으로 감압하는 기능을 한다. 이는 주로 1단계 방식에 따라 다이아프램 방식, 피스톤 방식으로 분류되며, DIN(Duetsche Industrie Norm) 또는 요크(Yoke) 방식으로 실린더와 연결된다. 2단계 레귤레이터 (Second Stage)는 1단계에서 전달된 중간압의 기체를 수심에 따른 주변압(ambient pressure) 수준으로 재감압하여 дай버가 직접 호흡할 수 있도록 공급하는 부분이다. 주요 구

성은 방식에 따라 밸런스형(Balanced)과 언밸런스형(Unbalanced)으로 구분하고 다이어프램, 마우스피스로 구성되어 있으며, 수요식 밸브(Demand Valve)의 원리에 따라 다이버가 흡기 시 자동으로 기체가 공급된다. 옥토퍼스(Octopus) 비상 호흡기 역할을 수행하는 보조 2단계로, 동반 다이버에게 기체를 제공하기 위한 목적으로 설계되었다. 일반적으로 주 호흡기보다 길고 눈에 띄는 색상의 호스 및 커버가 사용된다. 게이지 시스템 (SPG, Submersible Pressure Gauge) 고압 호스를 통해 실린더 내 잔여 기체 압력을 표시하며, 일반적으로 수심계, 나침반, 다이브 컴퓨터 등과 콘솔 형태로 결합 되어 사용한다. 호스(HP/LP) 고압 호스(HP Hose)는 SPG와 1단계를 연결하고, 저압 호스(LP Hose)는 2단계, BCD 인플레이터, 드라이슈트 등에 연결되어 중간압의 기체를 공급한다.

[그림 2-2] 레귤레이터의 명칭



\*출처: 네이버 검색(검색일: 2025.11.10)

레귤레이터는 구조와 용도에 따라 다음과 같이 구분된다. 밸런스형(Balanced) vs 언밸런스형(Unbalanced) 밸런스형은 실린더 압력이 감소해도 일정한 중간압을 유지하므로 안정적인 호흡 성능을 제공하고, 고급 장비에 주로 적용된다. 반면, 언밸런스형은 구조가 단순하고 가격이 저렴하

지만 깊은 수심에서는 호흡 저항이 증가가 우려된다. 다이어프램 방식(Diaphragm Type) vs 피스톤 방식(Piston Type) 다이어프램 방식은 먼지나 염분으로부터 내부 부품 보호에 유리해 차가운 환경에 적합하고, 피스톤 방식은 구조가 간단하여 따뜻한 환경 또는 정비의 용이성이 중요한 경우에 주로 사용된다. 호흡 저항 조절 기능(Adjustable Venturi System, Cracking Pressure Control) 일부 고급 모델은 흡기 시작점(Cracking Pressure)과 흡입 시 기체 흐름 조절 기능이 내장되어 있어, 수심과 상황에 따라 다이버가 맞춤 설정할 수 있다.

레귤레이터의 올바른 사용은 다이빙 안전에 있어 결정적인 요소이며, 다음의 절차를 준수해야 한다. 사전 점검 (Pre-Dive Check) 실린더와 1단계를 연결 후, 실린더 밸브를 천천히 열어 고압이 레귤레이터 내부로 급격히 유입되지 않도록 주의한다. 압력 게이지를 확인하여 충분한 기체가 있는지 점검하며, 2단계의 퍼지 버튼 작동 및 기체 유입 여부를 확인한다. 수중 사용(Underwater Use) 흡기 시 자동으로 기체가 공급되며, 수중에서 흡입 및 호기 과정이 매끄럽지 않거나 저항이 감지 될 경우 즉시 상승 준비를 한다. 비상시에는 옥토퍼스를 통해 동반 다이버와 기체를 공유 기술을 연습해두어야 한다. 다이빙 종료 후 즉시 담수로 레귤레이터 전체를 세척한다. 특히 퍼지 버튼을 누르지 않도록 주의하며, 내부로 물이 유입되지 않도록 먼지 마개(Dust Cap)를 닫는다. 직사광선을 피해 건조하고, 호스와 마우스피스의 균열 여부를 주기적으로 점검한다. 결론적으로, 레귤레이터는 수중에서 호흡이라는 기능을 수행함과 동시에 다이빙 전반의 안전성을 결정짓는 핵심 장비로, 그 구조적인 이해와 철저한 관리가 필수적이다. 본 장비에 대한 고도화된 구조설계와 유지관리는 단순한 기계 장비를 넘어 생명 유지 장치로서의 중요한 역할을 한다.

부력조절기(BCD, Buoyancy Control Device)는 다이버가 수중에서 부력을 조절할 수 있도록 도와주는 장비로, 스쿠버다이빙의 안전성과 효율성을 비약적으로 향상시킨 장비 중 하나이다. 초창기의 다이버들은 고정된

웨이트를 사용하거나 기체주머니가 없는 부력 보조 장비(ABLJ, Adjustable Buoyancy Life Jacket)를 착용하여 부력을 조절했으며, 이는 상당히 불편하고 제한적인 방식이었다. 현대적인 BCD는 1971년 Scubapro 사에서 ‘Stabilizing Jacket’이라는 명칭으로 최초의 상업용 재킷형 부력조절기를 개발하였다.

[그림 2-3] 재킷 스타일(Jacket Style) 명칭



\*출처: 네이버 검색(검색일: 2025.12.11)

이후 다양한 형태와 기능의 BCD가 개발되었고, 현재는 취미용에서 테크니컬 다이빙까지 폭넓게 활용되고 있다. BCD는 다음과 같은 주요 구성 요소로 이루어져 있다. 기체 주입 장치(인플레이터)는 저압 호스를 통해 실린더의 기체를 호스를 통해 BCD 내부로 주입하는 장치로, 수중에서 부력을 증가시킨다. 기체 배출 장치(디플레이터)는 과도하게 주입된 기체를 수동 또는 자동으로 배출할 수 있도록 설계된 장치이며, 백플레이트 및 캠 밴드는 실린더를 BCD 본체에 연결시키는 장치로, 안정적인 다이빙 자세를 유지하게 해준다. 방수 내피 및 외피는 부력 팩을 보호하고 인체에 밀착시켜주는 역할을 하며, 대부분 내구성이 뛰어난 나일론이나 코듀라(Cordura) 소재로 제작된다. 재킷 스타일(Jacket Style)은 일반적으로 가장

널리 사용되며, 조끼 형태로 착용하여 앞뒤로 나누어 부력을 제공하며. 초보자부터 전문가까지 모두 사용 가능하고, 안정성과 착용감이 뛰어나다. 윙 스타일(Wing Style)은 부력 셀(wing)이 등 뒤에 위치하며, 수평 자세 유지가 용이하고 수중에서 저항이 적어 주로 테크니컬 다이버들이 사용하며, 백플레이트와 하네스로 구성되어있다.

[그림 2-4] 윙 스타일(Wing Style) 명칭



\*출처: 네이버 검색(검색일: 2025.12.11)

사용 후 세척시 담수로 내부와 외부를 충분히 세척하여 염분과 오염 물질을 제거하고, 인플레이터 호스를 통해 깨끗한 물을 내부에 넣었다가 디플레이터로 배출한다. 건조 및 보관시 그늘에서 완전히 말린 후, 기체가 약간 주입된 상태로 보관하여 내부 주름과 찌그러짐을 방지한다. 직사광선과 고온, 습한 장소는 피해서 관리한다. 사용 시 수면 위에서는 인플레이터 버튼을 눌러 기체를 주입하여 부력을 확보하고, 얼굴을 물 위에 유지시킬 수 있다. 수중 이동 중에는 중성 부력을 유지하기 위해 소량씩 기체를 주입하거나 배출하여 부력을 미세하게 조절해야 하며, 상승 시 필요에 따라 기체를 배출하여 서서히 떠오를 수 있도록 조정 하강 시 기체를 제거

하고 웨이트와 함께 하강한다.

스쿠버 다이빙 마스크(Mask)는 수중에서 명확한 시야를 확보하기 위한 필수 장비로, 초기 형태는 20세기 초반에 등장하여, 1900년, 이탈리아의 엔리코 포를라니니(Enrico Forlanini)는 강화 유리로 된 평면 창을 가진 다이빙 마스크를 특허받아 이전보다 선명하고 내구성 있는 시야를 제공했다. 이후 1930년대와 제2차 세계 대전 이후 기술 발전으로 눈과 코를 모두 덮는 둥근 형태의 마스크가 등장하였으며, 잠수부들은 주변 시야를 넓히기 위해 타원형 마스크를 선호하게 되었다. 1952년, 이탈리아의 Cressi-Sub사는 최초로 코 포켓이 있는 '피노키오(Pinocchio)' 마스크를 출시하여, 다이버들이 수중에서 코를 통해 압력 평형을 쉽게 수행할 수 있도록 했다. 다이빙 마스크는 일반적으로 강화 유리 렌즈, 실리콘 또는 고무 재질의 스키투, 조절 가능한 스트랩, 그리고 코 포켓으로 구성된다.

코 포켓은 다이버가 코를 손쉽게 잡아 압력 평형을 수행할 수 있도록 설계되었으며, 종류는 단일 렌즈 마스크 하나의 큰 렌즈로 넓은 시야를 제공하지만, 내부 부피가 커서 압력 평형 시 더 많은 기체가 필요하며, 이중 렌즈 마스크는 두개의 분리된 렌즈로 구성되어 내부 부피가 작아 압력 평형이 용이하며, 일부 모델은 도수가 있는 렌즈로 교체가 가능하다. 전면형 마스크는 얼굴 전체를 덮는 형태로, 호흡기와 통합되어 있으며 주로 전문 다이빙이나 공공 안전 다이빙에 사용된다. 사용법은 착용 전 준비시 마스크 내부에 김서림 방지제를 도포하거나, 침을 발라 헹군 후 착용하여 김서림을 방지한다. 착용시 머리끈을 조절하여 얼굴에 맞게 착용하며, 코 포켓이 코를 완전히 덮도록 한다. 압력 평형을 위해 하강 시 코를 손가락으로 막고 부드럽게 불어넣어 귀와 마스크 내부의 압력을 주변 압력과 같게 유지한다. 물 빼기시 코로 부드럽게 기체를 불어넣어 물을 제거한다. 다이빙 후에는 깨끗한 담수로 마스크를 세척하여 소금기와 오염물을 제거하고, 직사광선을 피해 그늘에서 완전히 건조시킨 후 보관한다.

[그림 2-5] 마스크 명칭



\*출처: 네이버 검색(검색일: 2025.12.11)

핀(Fins)은 인간이 물속에서 더 빠르고 효율적으로 움직이기 위해 고안된 도구로, 고대 이집트의 잠수사들도 발에 덧붙이는 구조물을 사용한 흔적이 발견될 만큼 오랜 역사를 가진 장비이다. 현대적인 스쿠버용 핀은 프랑스 해군 장교인 루이 드 코를리외(Louis de Corlieu)에 의해 1930년대에 특허가 출원되었으며, 제2차 세계대전 중 미국 해군 잠수병들이 채택하면서 본격적으로 보급되었다. 이후 레크리에이션 다이빙이 확산되면서 다양한 형태와 기능의 핀이 개발되었다. 전체발형(Full-Foot) 핀: 따뜻한 수역에서 맨발에 착용하는 형태로, 착용이 간편하고 가볍지만 보호력이 떨어지며, 오픈힐(Open-Heel) 핀은 다이빙 부츠 위에 착용하여, 스트랩으로 조절이 가능하여 다양한 환경에 적합하다. 블레이드(Blade) 핀은 전통적인 넓은 형태로 강력한 추진력을 제공하지만 다리 피로도가 높으며, 스플릿(Split) 핀은 날이 갈라져 있어 저항을 줄이고 추진 효율을 높아 장시간 다이빙에 유리하다. 다이빙 전 사용시 핀이 발에 잘 맞는지 확인하고, 오픈힐 핀의 경우 스트랩을 적절히 조절하고, 물속에서는 무릎을 과도하게 굽히지 않고 엉덩이 관절을 활용해 부드럽게 차며, 추진력을 얻는다. 정밀한 수중 조작이나 유영을 위해 다양한 킥 기술(플러터킥, 프로그킥 등)을 익히는 것이 중요하다. 다이빙 후에는 깨끗한 담수로 세척하고, 염분과 모래를 제거한다. 그늘에서 완전히 건조시킨 후, 스트랩의 상태를 정기적으로 점검하고, 직사광선 및 고온 환경은 재질의 손상을 유발하므로 피해야 한다.

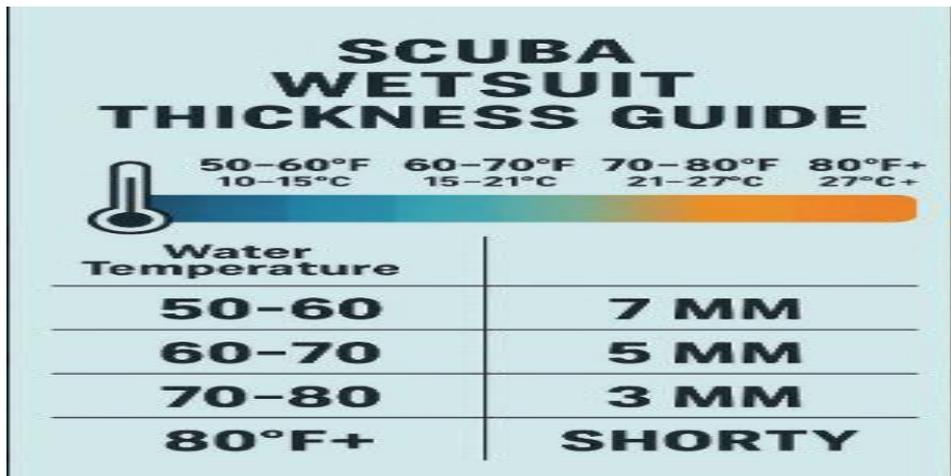
[그림 2-6] 핀 명칭



\*출처: 네이버 검색(검색일: 2025.12.15)

슈트(Wetsuit, Drysuit) 잠수복은 체온 유지와 물리적 보호를 위한 장비로, 1950년대 캘리포니아 대학의 휴 브래드너(Hugh Bradner)에 의해 최초의 네오프렌 웨트슈트가 개발되었다. 이전까지는 고무 및 캔버스 재질의 무거운 잠수복이 일반적이었으나, 네오프렌의 도입으로 경량화와 보온성의 비약적인 발전이 이루어졌다.

[그림 2-7] 온도별 권장 사용 슈트



\*출처: 네이버 검색(검색일: 2025.12.11)

[그림 2-8] 웨트슈트 세미드라이슈트



\*출처: 네이버 검색(검색일: 2025.12.11.)

웨트슈트는 네오프렌 재질로 제작되어 체온으로 테워지는 얇은 물층을 유지. 두께(3mm~7mm)에 따라 사용 환경이 구분된다. 이후 드라이슈트는 극한 환경에서의 작업 및 테크니컬 다이빙을 위해 발전되었다. 드라이슈트는 방수 소재로 제작되어 물의 침투를 완전히 차단 주로 찬 수역에서 사용하며, 사용시 웨트슈트는 몸에 밀착되도록 착용하며, 드라이슈트는 이너웨어를 입고 착용한 후 인플레이터를 통해 기체를 주입하여 부력을 조절한다. 드라이슈트 착용 시 머리와 손, 발은 별도의 방수 부품이나 액세서리를 사용 가능하다.

[그림 2-9] 드라이슈트 명칭



\*출처: 네이버 검색(검색일: 2025.12.15.)

사용 후 깨끗한 담수로 세척하여 염분과 오염물 제거, 지퍼 및 실 부위는 전용 윤활제를 사용해 관리하고, 완전히 건조한 후 서늘한 장소에 보관하며, 습기가 차지 않도록 주의한다.

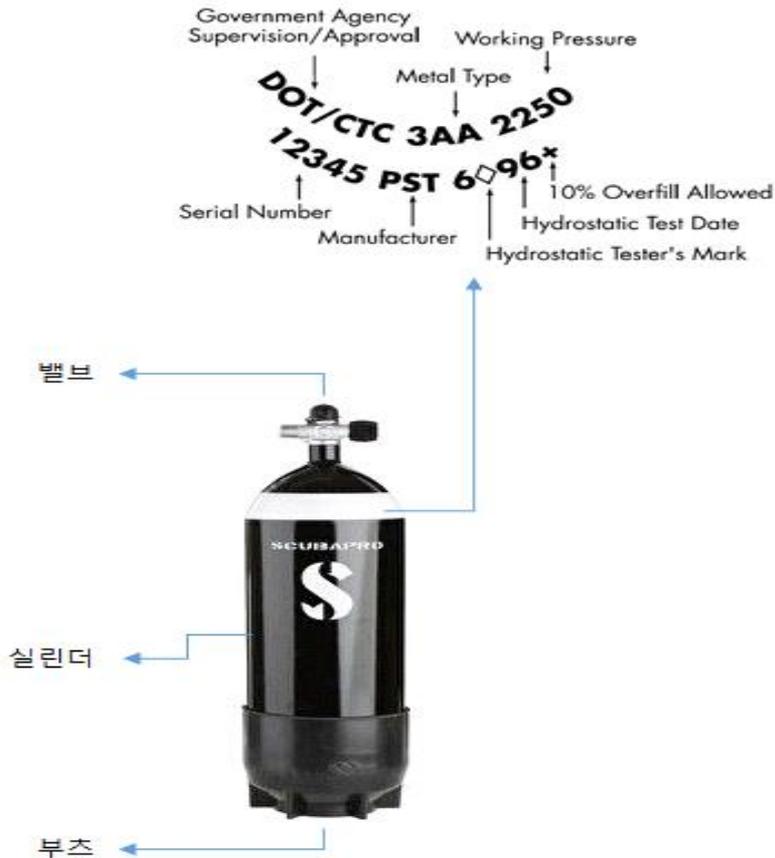
[표 2-6] 슈트의 종류 및 특징

종류	특징	추천 환경
웻슈트(Wetsuit)	네오프렌 소재로 물이 유입되며 체온으로 데움	22℃ ~ 30℃ 따뜻한 바다
세미드라이 (semi-dry)	손목, 발목 이중씰, 방수지퍼로 물 유입 최소화	15℃ ~ 22℃ 중간수온
드라이슈트 (Drysuit)	완전방수, 내피 두께에 따른 보온도 상이	5℃ ~ 15℃ 한랭지역

스쿠버 실린더(Cylinder)는 дай버에게 호흡 기체를 제공하는 장비로, 초창기에는 산업용 고압 탱크를 변형해 사용했다. 현대의 실린더는 알루미늄 또는 강철 재질로 제작되며, 안전성과 효율성을 고려한 다양한 모델이 존재한다. 실린더의 발달은 장시간 다이빙, 다양한 혼합 기체 사용 등의 테크니컬 다이빙을 가능하게 했다. 재질은 보통 알루미늄(부식에 강하고

가벼움), 강철(내구성이 뛰어나고 부피가 작음)을 많이 사용하며, 용량은 일반적으로 10L~15L가 사용, 밸브로 종류로 볼 때 단일밸브, 더블밸브, DIN 및 요크형 밸브 등이 있다.

[그림 2-10] 실린더 명칭



\*출처: 네이버 검색(검색일: 2025.11.11)

사용시 다이빙 전 잔압을 확인하고, 밸브와 O링의 상태를 점검, 실린더는 BCD와 연결되며, 기체 공급 시스템과의 기밀성을 확보해야 한다. 다이빙 후 실린더 외부로 깨끗이 세척하고, 건조한 후 밸브 캡을 닫아 이물질 유입을 방지하며, 정기적으로 수압 검사 및 내부 검사를 실시, 압력이 낮은 상태로 장기간 보관하지 않도록 합니다.

## 나) 보조장비(추가장비)

후드(Hood)는 머리와 목 부위를 보호하고 체온 손실을 줄이기 위한 장비이다. 특히 수온이 낮은 지역에서 다이빙할 때 체온의 20% 이상이 머리를 통해 손실될 수 있기 때문에 필수 장비로 발전하였다. 종류 및 구조를 살펴보면, 일체형은 슈트에 부착된 형태로, 물 유입을 최소화하고, 분리형은 다양한 두께와 길이로 제공되며, 용도에 맞게 선택이 가능하다. 후드는 다이빙 전에 머리에 밀착되도록 착용하며, 압력 평형을 고려해 귀를 압박하지 않는 구조를 선택한다. 또한 찬물에 노출될 부위를 최대한 덮는 것이 이상적이다. 각 후드의 특징은 다르지만 구매시 후드 상단부에 기체 배기구(air vent)가 있는 제품을 선택하는 것을 권장한다. 사용 후 깨끗한 물로 세척하고, 그늘에서 건조 시키며, 보관 시 압력을 가하지 않도록 주의, 실리콘이나 네오프렌 재질이 손상되지 않도록 한다.

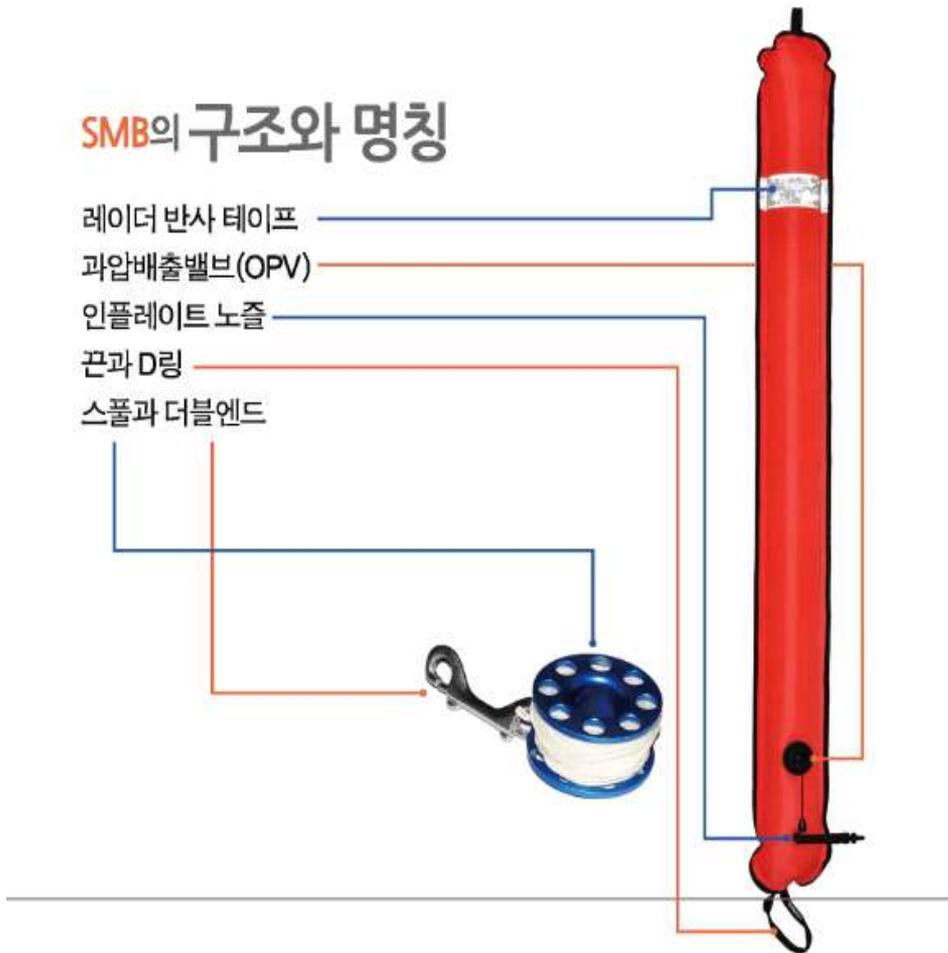
[그림 2-11] 후드 명칭



\*출처: 네이버 검색(검색일: 2025.11.11.)

SMB(Surface Marker Buoy)는 스쿠버 다이버의 위치를 수면에 표시하기 위한 장비로, 다이빙 활동 중 안전을 확보하는 데 필수적인 역할을 한다. 과거에는 시야가 좋은 날씨에만 수면에 다이버의 위치를 육안으로 확인할 수 있는 용도로 사용하였으나, 해양 레저 인구의 증가와 함께 사고 예방의 필요성이 대두되면서 SMB의 중요성은 더욱 부각되었다. 특히 레크레이션 다이빙과 테크니컬 다이빙에서의 활용 빈도가 높으며, 조류가 강한 지역이나 보트 다이빙 시 선박과의 충돌을 예방하고, 조난 시 구조 신호로도 사용할 수 있다. 국제 다이빙 안전 기준에서도 SMB 휴대를 권고하고 있으며, 일부 국가에서는 필수 휴대 장비로 법제화되어 있다. 표면 표지용 SMB (Delayed SMB 또는 DSMB)는 수중에서 기체를 주입하여 SMB를 부풀린 뒤, 릴을 이용해 수면 위로 띄워 다이버의 위치를 표시하고 표면 휴대용 SMB (Permanent SMB)는 다이빙 시작 전부터 다이버가 부이를 수면에 띄운 채 끌고 다니는 방식으로, 조류가 심한 지역이나 해안 다이빙에서 활용된다. 색상에 따라 오렌지/레드는 일반적인 위치 표시용으로, 옐로우는 비상 신호. 구조 요청 또는 문제가 있을 때 사용된다. 수중에서 사용 시 다이빙 종료 전 상승 안전정지(3~5m) 지점에서 SMB에 기체를 주입하여 수면으로 띄운다.(다이빙 방법이나 목적에 따라 더 깊은 수심에서 띄우기도 함) 스펴(Spool)을 사용하여 다이버 위치가 그대로 표시되도록 한다. 비상 시 조난 상태에서 SMB를 수면에 띄워 구조 요청 신호를 보낸다. 옐로우 SMB는 '긴급 상황'을 의미하므로, 육상/보트 구조팀이 즉시 인지 가능하다.(현 시대는 이 개념을 이해하고 사용하는 다이버는 거의 없다. 그러므로 현실적인 교육이 필요하다.) 이 밖에도 구매시 기능발휘를 위한 요구사항으로 반사판 부착, 메모를 전할 수 있는 방수구역 보장, 등이 요구되며, 다이빙 수심에 따른 스펴 길이 또한 고려해야한다. 사용 후에는 담수로 세척하여 소금기를 제거하고, 완전히 건조한 후 보관하며, 직사광선과 고온은 피할 것, 밸브와 기체 주입구의 작동 상태를 주기적으로 점검해야 하며, 스펴 줄이 엉켜 있지 않도록 정리 상태를 유지한다.

[그림 2-12] SMB 명칭



\*출처: 네이버 검색(검색일: 2025.11.11)

다이빙 컴퓨터는(Dive Computer) 다이버의 수심, 다이빙 시간, 상승 속도, 감압 상태 등을 실시간으로 측정하여 감압병(Decompression Sickness)을 예방하기 위해 개발된 전자 장비다. 1983년 Orca Industries가 'Orca Edge'를 상업적으로 출시하며 본격적인 보급이 시작되었고, 이후 디지털 기술과 센서 기술의 발달로 다양한 기능이 통합된 현대형 장비로 발전했다. 현재는 레크레이션 다이버부터 테크니컬 다이버, 혼합기체 다이버

까지 각 상황에 적합한 다양한 모델이 존재하며, 일부 모델은 GPS, 나침반, 무선 송신기, 스마트워치 연동 등 스마트 기능을 탑재하고 있다.

[그림 2-13] 다이브컴퓨터 종류



\*출처: 네이버 검색(검색일: 2025.11.11)

종류로 나누어보면 기본형 다이빙 컴퓨터는 수심, 시간, 감압 한계 정보를 제공. 초보자 및 일반 다이버가 사용하고, 고급형 다이빙 컴퓨터는 다양한 기체 설정, 감압 플래닝, 트림믹스(TMIX) 지원 등으로 테크니컬 다이버가 사용한다. 손목형(Wrist) 및 콘솔형(Console) 등 휴대 방식은 다양하다. 주요 기능은 현재 수심 및 최대 수심 측정, 다이빙 시간 및 수면 간격 추적, 남은 무감압 시간 표시, 상승 속도 경고, 다이빙 로그 자동 저장, 감압 정지 및 안전 정지 안내, 일부 모델은 심박수, 체온, GPS 추적 기능 포함하고 있다. 사용시 다이빙 전 배터리 잔량, 설정 모드, 날짜/시간 확인하고, 감압 알고리즘 선택 (예: RGBM, Bühlmann 등), 다이빙 중 수시로 확인하여 무감압 한계를 벗어나지 않도록 조절하고, 다이빙 종료 후 로그 기록을 통해 복기 가능하다. 다이빙 후 담수로 외부 세척, 특히 버튼

과 센서 주변 이물질 제거하고, 정기적으로 배터리 교체 및 펌웨어 업데이트 습기 방지 및 충격 보호를 위해 전용 케이스에 보관한다.

압력계(SPG, Submersible Pressure Gauge)는 실린더 내부에 남아있는 호흡 기체의 압력을 дай버에게 실시간으로 알려주는 장비로, дай버의 생명줄과 같은 역할을 수행한다. 초기 기계식 부르동관(Bourdon tube) 원리를 기반으로 한 압력계는 현재까지도 높은 신뢰성과 내구성으로 인해 널리 사용되고 있으며, 다이빙 컴퓨터가 보급되기 이전에는 수심계, 나침반과 함께 하나의 계기판에 묶인 콘솔(Console) 형태로 주로 사용되었다. 최근에는 다이빙 컴퓨터와 연동되는 무선 트랜스미터(Transmitter) 방식도 보급되고 있으나, 어떠한 경우에도 기계식 압력계는 가장 신뢰할 수 있는 백업 장비로서의 중요성을 잃지 않는다. 압력계는 고압 호스를 통해 레귤레이터 1단계의 고압 포트(HP Port)에 연결되며, 다이빙 시작 전 실린더 밸브를 열고 압력계가 표시하는 잔압을 확인하는 것은 필수적인 안전 절차이다. 다이빙 중에는 수시로 압력계를 확인하여 자신의 기체 소모율을 파악하고 안전한 출수 계획을 수립해야 하며, 다이빙 후에는 다른 장비와 마찬가지로 깨끗한 담수로 세척하고 특히 계기판 표면에 흠집이 나지 않도록 주의하여 보관해야 한다.

[그림 2-14] 압력계 및 콘솔 명칭



\*출처: 네이버 검색(검색일: 2025.11.11.)

수중 나침반(Underwater Compass)은 다이버가 수중에서 자신의 방향과 위치를 파악하여 안전하게 출발점으로 돌아오거나 계획된 경로를 따라 이동할 수 있도록 돕는 필수적인 항법 장비이다. 특히 시야가 좋지 않거나, 복잡한 지형, 또는 야간 다이빙 환경에서는 나침반의 역할이 절대적이다. 수중 환경의 압력과 충격에 견딜 수 있도록 오일이 채워진 견고한 케이스 안에 자침이 내장된 구조로, 일반적으로 회전 가능한 베젤(Bezel)과 기준선(Lubber Line)을 이용해 항법을 수행한다. 손목에 착용하거나 콘솔에 장착하는 등 다양한 형태로 사용되며, 정확한 항법을 위해서는 나침반을 수평으로 유지하고 자기장에 영향을 줄 수 있는 금속성 장비로부터 거리를 두는 것이 중요하다. 다이빙 전 베젤이 부드럽게 회전하는지, 내부에 기포는 없는지 확인해야 하며, 사용 후에는 담수로 깨끗이 세척하고 직사광선을 피해 보관하는 관리가 요구된다.

[그림 2-15] 수중 나침반 명칭



\*출처: 네이버 검색(검색일: 2025.11.11)

다이빙 절단 도구(Diving Cutting Tool)는 수중에서 폐어망, 낚싯줄 등과의 얽힘(Entanglement) 사고 발생 시, 신속하게 장애물을 절단하고 탈출하기 위한 필수적인 안전 장비이다. 과거에는 대형 ‘나이프’ 형태가 주를 이루었으나, 최근에는 휴대성과 안전성을 높인 다양한 형태의 절단 도구가 보급되고 있다. 폐어망이나 낚싯줄처럼 얇은 줄을 자르는 데 특화된 라인 커터(Line Cutter), 두꺼운 로프까지 절단할 수 있는 잠수용 가위(Shears) 등이 그것이다. 절단 도구는 비상 상황 시 한 손으로 즉시 꺼내 사용할 수 있는 위치에 휴대해야 하며, 그 성능을 최상으로 유지하기 위한 철저한 관리가 필수적이다. 다이빙 후에는 반드시 담수로 염분을 완전히 제거하고 건조해야 하며, 특히 스테인리스 스틸 재질의 나이프는 전용 오일 등을 얇게 도포하여 녹을 방지하고 정기적으로 날의 상태를 점검해야 한다.

[그림 2-16] 다이빙 절단도구 종류



**라인커터**



**대형 나이프**

\*출처: 네이버 검색(검색일: 2025.11.11)

스노클(Snorkel)은 다이버가 수면에서 이동하거나 입수를 기다리는 동안, 실린더의 기체를 소모하지 않고 편안하게 호흡할 수 있도록 해주는 장

비이다. 초기에는 단순한 J자 형태의 관이었으나, 현대에는 사용자의 편의성과 안전성을 높이기 위해 다양한 기능이 추가되었다. 튜브 상단으로 물이 들어오는 것을 막아주는 드라이탑(Dry Top) 기능이나, 마우스피스 하단에 고인 물을 쉽게 배출할 수 있는 퍼지 밸브(Purge Valve)가 대표적이다. 일반적으로 마스크 스트랩의 왼쪽에 부착하여 사용하며, 다이빙 중에는 걸림을 유발할 수 있어 접어서 BCD 포켓에 보관하는 경우도 있다. 사용 후에는 마우스피스와 퍼지 밸브 부분을 중심으로 담수로 깨끗이 세척하여 염분과 이물질을 제거하고, 그늘에서 완전히 건조한 후 보관하는 세심한 관리가 필요하다

[그림 2-17] 스노클 명칭



\*출처: 네이버 검색(검색일: 2025.11.11)

## 제 3 장 스쿠버다이빙의 안전관리 현황분석

### 제 1 절 법령 및 제도 분석

#### 1) 관련 법령

본 연구는 해양에서 이루어지는 스쿠버다이빙 활동을 중심으로, 관련 법률 체계를 검토하고자 한다. 우리나라에서 스쿠버다이빙의 안전관리는 주로 「수중레저안전법」(2016년 제정)을 중심으로 제도화되어 있다. 동법은 수중레저업의 등록제, 안전관리자의 지정, 잠수사고 신고 및 교육의무 등을 규정하여 민간영역에서 발생할 수 있는 안전사고를 제도적으로 예방하고 있다. 또한, 해양수산부는 「수중레저활동 안전관리지침」(해양수산부 고시 제2022-85호)을 통해 사업자와 다이버가 지켜야 할 안전수칙, 잠수 전·중·후의 점검사항, 사고보고 절차를 세부적으로 명시하고 있다. 아울러, 「산업안전보건법」의 일부 규정은 잠수작업 시 사업주의 안전조치 의무를 간접적으로 적용하고 있으며, 이는 산업 잠수뿐만 아니라 레저잠수에도 준용될 수 있다. 대한민국에는 스쿠버다이빙에 대한 안전관리 사항을 세부적으로 규율하는 독립된 법률이 존재하지 않지만, 관련 활동은 여러 법률에 의해 간접적으로 규제되고 있다. 주요 법률로는 「수상레저안전법」, 「고압가스안전관리법」, 「해양환경관리법」 등이 있으며, 각 법률의 주요 내용과 스쿠버다이빙과의 연관성을 살펴보고자 한다.

#### 가) 수상레저안전법

「수상레저안전법」은 수상레저활동의 안전과 질서를 확보하고, 수상레저사업의 건전한 발전을 도모하기 위해 제정된 법률이다. 이 법은 스쿠버다이빙을 포함한 수상레저활동 전반에 대한 안전 규정을 담고 있으며, 주요 내용은 다음과 같다. 수상레저활동자의 안전 준수 의무 수상레저활동자는 안전을 위해 필요한 장비를 갖추고, 정해진 안전 수칙을 준수해야

한다. 수상레저기구 조종자에 대한 면허제도 일정 규모 이상의 수상레저기구를 조종하려는 자는 면허를 취득해야 하며, 이를 통해 안전한 조종 능력을 검증받아야 한다. 수상 레저사업자의 등록제도 수상레저활동과 관련된 사업을 운영하려는 자는 해당 지자체에 등록하여야 하며, 안전관리에 대한 의무를 이행해야 한다(강희준, 2020). 그러나 스쿠버다이빙에 대한 구체적인 규정은 미비하여, 안전관리에 대한 체계적인 접근이 필요하다.

#### 나) 고압가스안전관리법

스쿠버다이빙에서 사용되는 실린더는 고압의 기체를 저장하므로, 「고압가스안전관리법」의 적용을 받는다. 이 법은 고압가스의 제조, 저장, 운반, 사용 등에 관한 안전관리를 규정하며, 스쿠버다이빙과 관련된 주요 내용은 다음과 같다.

고압가스 용기의 검사 및 관리 스쿠버다이빙에 사용되는 실린더는 정기적인 수압 검사와 육안검사를 받아야 하며, 이상이 있는 경우 사용을 중지하고 폐기하여야 한다. 기체 충전시설의 안전관리 책임 스쿠버다이빙용 기체 충전시설은 안전관리 책임자를 지정하고, 고압가스의 충전 및 취급에 대한 안전 수칙을 준수해야 한다(이재현, 2018). 이러한 규정을 통해 스쿠버다이빙 장비의 안전성을 확보하고, 사고를 예방할 수 있다.

#### 다) 해양환경관리법

「해양환경관리법」은 해양환경의 보전 및 관리를 목적으로 하며, 스쿠버다이빙 활동이 해양환경에 미치는 영향을 고려하여 다음과 같은 규정을 두고 있다. 해양환경 보전 의무 모든 국민은 해양환경을 오염시키거나 훼손하지 않도록 주의해야 하며, 특히 해양 레저활동 시 해양생태계에 부정적인 영향을 미치지 않도록 유의해야 한다. 해양보호구역 내 활동 제한 해

양보호구역으로 지정된 지역에서는 특정 행위가 제한되며, 스쿠버다이빙 활동도 이에 해당될 수 있으므로 사전에 허가를 받아야 한다(강희준, 2020). 이를 통해 해양생태계의 보전과 지속 가능한 이용을 도모하고 있다.

[표 3-1] 스쿠버다이빙 관련 법률 주요 내용 요약

법률명	주요 내용	스쿠버다이빙과의 연관성
수상레저안전법	수상레저활동자의 안전 준수 의무, 수상레저기구 조종자 면허제도, 수상레저사업자 등록제도 등 규정	스쿠버다이빙 활동 시 안전 장비 착용 및 안전 수칙 준수, 관련 사업 운영 시 등록 의무 등 적용
고압가스안전관리법	고압가스 용기의 검사 및 관리, 기체충전시설의 안전관리 책임 등 규정	스쿠버다이빙 실린더의 정기 검사 및 기체충전시설 운영 시 안전관리 책임자 지정 등 요구
해양환경관리법	해양환경 보전 의무, 해양보호구역 내 활동 제한 등 규정	스쿠버다이빙 시 해양환경 오염 방지 및 보호구역 내 활동 시 허가 필요 등 관련 규정 적용

## 2) 스쿠버다이빙의 안전관리 체계 분석

스쿠버다이빙(Self-Contained Underwater Breathing Apparatus Diving)은 자급식 호흡 장치를 통해 수중에서 호흡하며 수행하는 잠수를 의미한다. 수중환경을 탐험하거나 레저, 연구(탐사), 훈련 등을 수행하는 활동으로, 레저스포츠 분야 중 가장 높은 수준의 전문성과 안전의식이 요구되는 활동이다. 스쿠버다이빙은 수압, 기압, 수온, 시야, 조류 등 인간의 생리적 한계를 넘나드는 환경에서 수행되기 때문에, 단순한 취미활동이 아니라 고위험 레저로 분류된다.(박진희, 2019) 따라서 체계적인 안전관리(Safety Management)는 필수적 요소이다. 스쿠버다이빙의 안전관리는 단순히 사고 발생 후의 대응 활동에 국한되지 않고, 스쿠버다이빙 활동 중 발생할 수 있는 인명사고, 장비 결함, 환경적 위험 요소 등을 사전에 예방하고, 사고 발생 시 신속하고 체계적으로 대응하기 위한 조직적·기술적 관리체계를 의미한다(강경수, 2012).

사전 예방(Prevention)과 사후 관리(Post-Management)를 포함하는 종합적 관리과정으로 정의할 수 있다. 즉, 안전관리는 “사람 - 장비(Machine) - 환경(Environment)”의 상호작용 속에서 위험 요소를 최소화하고, 숨겨진 위험요인을 사전에 통제하는 하나의 절차이다.

[표 3-2] 시간축으로 보는 안전관리의 3단계

시간축	내용
사전(Pre-dive) 관리	교육/자격, 건강상태 확인, 장비점검, 환경 정보 파악, 계획 수립
다이빙 중(In-dive) 관리	버디 시스템 유지, 수심·시간·기체량 모니터링, 비상상황 대응
다이빙 후(Post-dive) 관리	로그 기록, 사고/ 위급상황 보고, 원인 분석, 재발 방지 조치

스쿠버다이빙 안전관리의 목적은 첫째, 스쿠버다이버의 생명과 신체의 보호, 둘째, 장비의 안전한 사용과 유지관리, 셋째, 해양환경의 보전과 사회적 안전 문화 확립에 있다. 이러한 목적을 달성하기 위해서는 정부, 지자체, 민간 다이빙업체, 교육기관 등 다양한 주체가 제도적·기술적·교육적 측면에서 유기적으로 협력하는 관리체계가 요구된다.

#### 가) 안전관리 교육체계

민간 다이빙업체의 안전관리 수준은 업체의 규모, 지역(위치), 교육기관 소속 여부에 따라 크게 상이하다. 첫째, 장비 유지관리 체계의 불균형이다. 일부 국제 인증 교육센터는 자체 장비 점검 매뉴얼을 운영하지만, 일반 단체 및 업체는 이를 중요하게 교육하지 않으며, 관리기록(업체)조차 없는 경우가 많다. 실린더 내부 부식, 오링(O-ring) 노후, 압력 게이지 불량 등은 주요 사고 원인으로 반복 보고되고 있다. 둘째, 교육의 비표준화 문제이다(임세영, 2022). 국내에서는 PTRD, IANTD, CMAS Korea, PADI, SSI 등 다양한 교육단체가 공존하고 있으나, 교육내용·이수시간·안전기준이 상이하다. 일부 체험 다이빙 프로그램에서는 자격이 없는 강사가 교육을 진행하거나, 안전 브리핑 없이 잠수를 실시하는 사례가 보고되기도 한다(김민수, 2015). 셋째, 보험제도의 비활성화이다. 의무보험은 「수중레저안전법」상 가입이 규정되어 있으나, 실제 사고발생 시 보상범위가 협소하고 보험금 지급이 지연되는 경우가 많다. 보험사들은 잠수활동을 ‘고위험종목’으로 분류하여 높은 보험료를 책정하고 있으며, 다이버들 또한 연간 다이빙 횟수에 비해 보험료 납입금이 높다고 판단하여 비가입 상태로 스쿠버다이빙을 즐기는 인원이 대다수이며, 이는 영세사업자의 부담으로 작용한다(문체부, 2022).

#### 나) 구성 요소별 스쿠버다이빙 안전관리

첫째, 인적관리(다이버·강사·운영자)는 기본 교육 및 자격관리로 오픈워

터(Open Water) → 어드밴스드, 레스큐, 다이브마스터, 강사 등 단계별 교육으로 이론(기체법칙, 감압이론, 위험요소) + 제한수역(수영장) + 개방수역(바다) 교육으로 나뉘며 체험 다이빙이라도 최소한의 안전브리핑, 수신호, 비상 절차 설명 필요하다. 건강·체력 관리는 심혈관질환, 호흡기질환, 뇌질환, 임신 등은 잠수 금기 혹은 제한하며, 알코올, 수면부족, 탈수 상태에서의 잠수를 금지한다. 다이빙 전 자가 체크리스트(기분, 피로, 스트레쓰)로 개인 상태를 점검하고 스쿠버다이빙시 다이버의 행동규범으로 버디(buddy)와 항상 함께 이동하며 자기 한계 내(Depth/Time/Experience)에서만 잠수하여, 무리한 깊이·시간 연장 등을 금지한다. 또한 다이브 리더 및 가이드의 지시를 준수한다. 강사·가이드의 역할로서 다이브의 실력·건강상태를 사전 파악하고 그룹 구성 및 초보자 대 강사 비율 준수로 적정 인원 유지 후 사전 브리핑·사후 디브리핑 실시하며, 다이빙 전 위험요소 판단 후 다이빙의 취소·축소 결정권을 행사한다(박진희, 2019).

[표 3-3] 스쿠버 안전사고 구성요소

구분	주요 내용	세부 요인
장비 요인	장비 고장·기능 저하·정비불량	레귤레이터 오작동, 고압 실린더 파열, BCD 인플레이터 고장
인적 요인	숙련도 부족·교육 미흡·과신	부적절한 감압관리, 기압 계산 오류
환경 요인	수온·조류·시야·기상 악화	저체온, 자동부력 상실, 얽힘(Entanglement)
운영 요인	계획 미비·가이드 부재·관리체계 부실	브리핑 생략, 긴급대응 미흡

둘째, 장비 안전관리로 장비 선택 시 환경에 맞는 장비를 선택(냉수/온수, 해수/담수, 깊은 수심 여부 등) 하고 인증된(CE/ISO 등) 장비 사용을 원칙으로 한다. 개인 체형, 체력에 맞는 중량(weight), BCD 용량 선택하고 정기 점검 및 정비를 실시한다.(주요 장비에 대해서는 장비내용에서 추가설명) 잠수 전에는 반듯이 장비체크(프리다이브 체크리스트)를 실시한다. 장비 기록관리에 대한 점검일지, 고장·수리 이력 기록, 임대 장비는

사용횟수·대여기록 관리(사업자), 제조일자, 사용 연한에 따른 교체 계획 수립을 수립한다.

[표 3-4] 장비 안전관리 체계의 핵심 요소

단계	관리 내용	필요 제도
구입	인증·성능·적합성 확인	국가 인증기준, CE/EN 도입
사용	사용 전·중·후 점검	표준 점검 체크리스트
정비(Overhaul)	분해·세척·부품 교체	정비기술자 공인제도
충전	압력·기체 품질·기체 분석	충전소 인증제
보관	부식·노후·손상 관리	교체 기준
폐기	수명관리 및 등록	이력관리 의무화

셋째, 환경·현장 안전관리로 기상예보(바람, 파고, 강수, 태풍 여부), 해양상태(조류 방향·속도, 조석, 수온, 시정), 포인트 특성(최대수심, 지형(월, 케이브, 난파선 등), 출입 위치, 보트(도보) 이동거리) 등을 확인하고, 다이빙 계획 수립(목표 수심, 계획 수심·시간, 잔압 기준(예: 50bar 혹은 1/2bar 에서 상승 시작), 버디 구성, 팀 및 개인임무, 비상시 행동절차 등을 확인한다. 기상악화 시 포인트 변경 또는 다이빙 취소하고, 야간, 난류, 깊은 수심 포인트는 자격·경력 제한 적용한다(조병준, 2019).

넷째, 응급·사고 대응 안전관리로 수중에서 이상 징후(버디 이탈, 상승속도 비정상, 호흡곤란 등) 인지 → 즉각 버디 접근하여, 상황에 따른 대처 응급장비 관리로 AED(자동제세동기) 심정지 시 사용하는 장비

[표 3-5] 상황별 대처

상 황	내 용
기체 부족 / 호흡기 고장 시	대체기체원(옥토퍼스) 제공, 컨트롤 상승 수면으로 올린 후 부력 확보 → 기도 유지 → 산소 공급 → 구조요청
무의식 / 의식 저하 시	

및 산소(O<sub>2</sub>) 키트 고농도 산소 공급 가능한 장비 구비, 사용법을 숙지하고, 응급구조 세트(응급처치 키트) 비치, 비상시 통신수단인 무전기, 휴대전화, 위성전화, 해경 신고 체계를 준비 및 확인하고, 사고 발생 시 시간·장소·수심·다이빙 프로파일·장비상태 기록, 내부 보고(업체/협회) + 공적기관 신고(해경, 행정기관 등) 원인 분석 후 재발 방지 대책 수립해야 한다.

다섯째, 제도·법·행정 측면의 안전관리(한국기준)는 수중 레저관련 법령 수중 레저활동과 관련한 기본 법·제도 존재(업체 신고, 안전관리 의무, 보험가입 등) 다이빙업체는 등록·허가, 안전관리자 지정, 보험가입 등을 해야 함.

## 제 2 절 교육 현황 분석

### 1) 스쿠버다이버의 국내 증가 추이

한국해양수산개발원 해양 관광활동 실태조사에 따르면, 스킨스쿠버다이빙과 스노클링에 참여한 인구는 2015년 76만 명에서 2016년 108만 명으로 증가한 것으로 추정된다(KMI, 2019). 다이빙 현황에 관해서만 별도로 실시한 조사에 따르면, 국내 다이빙 리조트는 2014년 146개소에서 2016년 247개소로 해변에서 입수하는 비치다이빙 포인트는 '14년 286개에서 '16년 352개로 선박을 타고 나가 입수하는 보트다이빙 포인트는 '14년 2,688개에서 '16년 2,903개로 이용 선박은 '14년 182척에서 '16년 240척으로 증가했다. 주목할 것은 제주 지역 리조트가 두 배 이상 급성장했다는 점이다. 2014년 41개였던 것이 2016년 공식통계로만 92개소, 업계 관계자들에 따르면 100개소 이상으로 판단하고 있다. 국내 스쿠버다이빙(레저 잠수) 인구 및 활동 추세에 대해 다음과 같이 정리할 수 있다. 전체적으로 증가 추세이면서도 통계상 한계가 남아 있다는 점이 특징이다.

수중 레저 참여인구 증가에 대하여 한국해양수산개발원 등의 조사에 따르면, 스킨스쿠버 및 스노클링을 포함한 수중레저 활동 인구가 2015년 약 76만 명에서 2016년 약 108만 명으로 증가했다. 또한 2021년 조사에서는 “해양경찰청 인가 스쿠버교육 단체 33개, 국내 스쿠버다이빙 활동인구 약 108만 명”이라는 수치가 보고된 바 있으며, 다이빙을 즐기는 인구 규모에 대한 상이한 추정치도 존재하는데, 예컨대 한 매체에서는 “국내 스쿠버다이빙 인구 약 8만 명”이라는 보도도 있다(헬스조선). 이를 종합해보면 ‘수중레저에 포함된 스쿠버다이빙 참여자 수가 과거보다 증가하고 있다’는 것이 명백하다. 연령대 및 참여자 특성 변화 연구에 따르면 국내 스쿠버다이빙 입문 시 연령대는 20대가 약 46.8%, 30대가 약 32.8%로 나타났다. 또한, 남성이 다수였으나 여성 참여 비율이 점차 증가하고 있다는 언급도 존재한다(diveinfo.co.kr). 여가시간 증가, 소득수준 향상, 연안 접근성 용이 등이 참여 확대의 이유로 보고 있다(문체부, 2022). 안전관리·통계의 한계 및 사고 우려를 보면 국내에서는 다이빙 인구 및 사고 통계가 명확하게 집계되지 않은 상태이다. 사고 건수에 대해서 “연평균 약 14명 사망(1997-2003년)”, “10만 명당 사망자 약 30명 수준”이라는 연구가 있으나 신뢰성에 한계가 있다는 지적이 있다(scubanet.kr). 이처럼 인구통계·사고통계의 불완전성은 안전관리 및 정책 수립에 걸림돌이 되고 있으나, 스쿠버다이빙 참여인구가 증가하고 있다는 것은 레저·해양관광 측면에서 긍정적이며, 다이빙 산업(장비판매, 교육, 리조트 등)의 성장 여건이 마련되고 있다는 반증이다. 아래는 국내에서 확인 가능한 스쿠버다이빙 및 수중 레저활동 인구·자격증 발급 등의 통계 현황이다. 다만, 완전한 연도별·지역별 통계가 공개된 수준은 아니며, 일부 항목은 추정치 또는 단면 조사의 결과임을 참고해야 한다(해양경찰청, 2023).

국내 수중 레저활동 인구는 2015년 약 76만 명, 2016년 약 108만 명으로 증가한 것으로 추정된다(해양수산해외산업정보포털). 민간자격정보서비스에 따르면 자격명 “스포츠 스쿠버다이빙” 등의 자격 취득현황이 최근 5년간 일부 공개되어 있다. 2024년 기준으로 해당 자격의 Open Water

Diver 단계에서 “688명 취득”이라는 수치가 보고되어 있었다. 다이빙 입문 연령대 및 경력 등에 관한 조사에서는, 20대 입문 비율이 약 46.8%였고, 다이버 경력이 5년 이상인 비율이 약 55.4%였다는 결과가 나왔다. 통계 한계 및 유의 사항으로 제시한 자격증 발급 수치는 모든 교육기관·협회의 통합자료가 아니며, 일부 민간자격기관이 자체 집계한 수치이다.(예: 민간 자격정보서비스) 수중 레저활동 인구 수치는 “스킨스쿠버·스노클링 포함” 등을 포함한 포괄적인 범위로, 순수 스쿠버다이빙 수치 통계는 별도 확인이 어렵다. 또한 연도별 변화 추세를 정확하게 분석하기엔 자료의 연속성과 신뢰성에 제약이 있다.

## 2) 자격증 등급 및 교육

자격증 등급은 각 단체마다 상이한 경우가 있어 한 특정 단체를 기준으로 설명하고자 한다. 기준으로 선정한 단체는 CMAS(세계수중연맹, Confédération Mondiale des Activités Subaquatiques)이며, 1959년 프랑스에서 설립된 세계 최대의 수중스포츠 국제기구로, 전 세계 130여 개국 이상의 국가수중연맹(National Federation)이 회원으로 가입되어 있다. 단계별 자격증 체계를 살펴보면, CMAS 1★(One Star Diver) - Open Water Diver, 초급 다이버를 의미하며, 기본 인증 후 입문, 인증 최대 수심은 20m 교육 내용으로는 기본 이론(잠수물리, 장비, 잠수생리 등), 제한수역 훈련(스킬 연습), 개방수역 다이빙(4회 이상) 후 인증 가능하다.

CMAS 2★ (Two Star Diver) - Advanced, 중급 다이버를 의미하며, 다양한 환경에서 다이빙이 가능한 중급 인증은 최대 수심은 30m로 인증 요건은 1★ 취득 후 일정 로그 기록을 포함한다. 중급은 특수잠수 과정을 포함한 이론 및 스킬(네비게이션, 구조다이빙, 아이스다이빙 등)이며, 교육 내용은 스트레스 관리, 심화 중성부력 조절이다.

CMAS 3★ (Three Star Diver) - MasterDive 상급·리더 다이버를 의

미하며 CMAS 비프로(Non-Pro) 다이버 중 최상위 등급으로 다이빙 가능 최대 수심 40m로 다이빙 리더로서 역할 수행하며, 팀 인솔 능력 및 구조·응급처치 능력 강화가 특징이다. 인증 조건은 2★ 취득 후 일정 로그 기록(일반 50회 이상), 구조 능력 평가, 심층 이론(물리, 생리, 계획, 위험관리)를 포함한다. CMAS 기준에서는 3★ 다이버가 팀 리더 역할을 수행할 수 있다.

CMAS 특수잠수 스페셜티(Specialty) 과정(별도 병행 가능)에는 Deep Diving(심해), Night Diving(야간), Navigation(항법), Boat Diving(보트), Wreck Diving(난파선), Dry Suit, Nitrox(나이트록스), Rescue · First Aid, Underwater Photography / Video, Ice Diving, Cave / Cavern Diving 등이 있으며 CMAS는 기술다이빙(Tec)도 별도 계열로 존재한다.

프로페셔널(Professional) 단계 - CMAS Instructor 체계를 알아보면 CMAS Instructor 1★은 1★ 다이버 교육이 가능하며, 제한수역 및 개방수역 교육 진행 가능하다. CMAS Instructor 2★는 1★ 및 2★다이버 교육 전 과정 진행 가능하며, 다이버 평가 및 수중훈련 지도가 가능하다. CMAS Instructor 3★ 최상위 강사로서, 강사 양성(ITC) 및 교육 감독 가능하다.

[표 3-6] CMAS 단계별 스쿠버다이빙 자격체계

단계	목표	특징	주요 교육 내용
1★ 초급 다이버	기본 장비 사용, 부력조절, 기초 안전기술 습득	최초 정식 인정증 제한수역·개방수역 훈련 포함	압력·부력 등 물리 이론 장비(레귤레이터·B CD·탱크) 이해 기본 스킬: 마스크 클리어, 중성부력, 비상부상법
2★ 중급	특수 환경(밤·조류·난	네비게이션(방향찾기) , 응급절차 일부 포함	심해 다이빙 계획 스트레스·공황 관리

다이버	류)에 대한 적응력 강화	장비 고장 대응 능력 강화 1★ 대비 심화 교육	고급 부력(트림), 공기 소모 관리 보트·난파선·야간 다이빙 중 선택
3★ 상급/리더 다이버	다이버 팀 리딩, 사고예방·구조·비상대응 능력 완성	CMAS 비프로 최고 등급	수중사고 예방 및 위험성 평가 구조기술(실신자 구조, 예인, 안전부상) 다이빙 팀 운영 및 계획 수립 고급 잠수생리학

\*출처: CMAS 홈페이지 ([www.cmas.org](http://www.cmas.org))에서 발췌, 2025.12.15.

[표 3-7] CMAS 시스템 요약

단계	명칭	수심	핵심 역할
1★	초급 다이버	20m	기본 다이버
2★	중급 다이버	30m	다양한 환경 적응
3★	상급/리더	40m	팀 리딩, 구조 능력
Instructor 1★	강사	-	교육 일부 지도
Instructor 2★	중급 강사	-	2★까지 교육
Instructor 3★	최고 강사	-	강사 양성

\*출처: CMAS 홈페이지 ([www.cmas.org](http://www.cmas.org))에서 발췌, 2025.12.15.

[표 3-8] дай베 자격별 안전관리 능력 비교

항목	CMAS 1★	CMAS 2★	CMAS 3★
장비 기본 점검	○	◎	◎
중성부력·트림	△	○	◎
응급상황 인지	△	○(숙달)	◎
구조능력	X	△(기초)	◎(필수)
팀 리딩	X	△	◎
고급수심 운영(30~40m)	X	○(30m)	◎(40m)
사고예방 계획	△	○	◎

\*출처: CMAS 홈페이지 ([www.cmas.org](http://www.cmas.org))에서 발췌, 2025.12.15.

[표 3-9] 장비 관리 능력 비교표

장비 항목	1★	2★	3★
레귤레이터 기본 점검	○	○	◎
탱크 O-ring 점검	○	○	◎
BCD 고장 대응	△(기초)	○(숙달)	◎(필수)
잔압관리	△	○	◎
비상공유(Octopus Sharing)	○	◎	◎
장비 고장 시 팀 관리	X	△	◎
나이트록스 장비 이해	옵션	○	◎

\*출처: CMAS 홈페이지 ([www.cmas.org](http://www.cmas.org))에서 발췌, 2025.12.15

[표 3-10] 단계별 상세 교육내용

CMAS 1★ 교육	CMAS 2★ 교육	CMAS 3★ 교육
<p>★이론교육(6~8시간) 압력·부력·기체 법칙 장비 구성요소와 기능 잠수계획 기초 안전절차 및 사고예방 환경보호·수중생태</p> <p>★제한수역(풀장) 교육(4~6시간) 장비 착·탈 레귤레이터 회수 마스크 부분/전체 물 빼기 중성부력·트림 기본 비상부상(Emergency Ascent)</p> <p>★개방수역(바다) 교육(4회) 기본스킬 반복 12~18m 수심에서 중성부력 유지 버디 점검(Buddy Check) 수중 호흡·부력제어 연습</p>	<p>★이론교육(8~10시간) 심해 영향(기체 밀도·질소 마취) 스트레스 및 공황 관리 네비게이션(나침반·자 연 항법) 고급 잠수계획(SAC, 공기소모율)</p> <p>★제한수역/기능 훈련 고급 트림 공기공유(Octopus) 실전 장비 고장 대응 비상부상·안전정지 숙달</p> <p>★개방수역(5회 이상) 딤다이빙(30m 이내) 야간·보트·조류 중 선택 상황별 위험요소 평가</p>	<p>★이론교육(10~14시간) 잠수생리학 심화 DCS(감압병) 예방 및 응급조치 고급 가스관리 위험요인 평가(Risk Assessment) 팀 리딩 원칙</p> <p>★제한수역/기술훈련 실신자 구조 수중 예인 수중 수색 패턴(Expanding Square, U-pattern) 다이버 팀 운영 다이버 브리핑 및 로그 관리</p> <p>★개방수역(8회 이상) 40m 이내 심해운영 구조 시나리오 수행 팀 리딩 훈련 복합 환경(조류+심해) 대응</p>

\*출처: CMAS 홈페이지 ([www.cmas.org](http://www.cmas.org))에서 발췌, 2025.12.15

[표 3-11] 수증레저교육자 교육 인정단체 목록

연번	단체명	대표자
2017-1	세계스킨스쿠버연맹	강경순
2017-2	(사)한국잠수협회	유대수
2017-4	SDD Internataional / RAID	김동혁
2017-5	PSAI KOREA	성낙훈
2017-6	NAPD	박구원
2017-7	NASDS KOREA	장준득
2017-8	ANDI International KOREA	장준득
2017-9	IANTD	홍장화
2017-10	NDL KOREA	박병화
2017-11	(사)한국수중환경안전협회	홍성훈
2017-12	SSI KOREA	우대혁
2017-13	BSAC KOREA	박종섭
2017-14	(사)한국산업잠수협회	차주홍
2017-15	SDI.TDL.ERDI	정의욱
2017-16	NAUI	이성훈

2017-17	UTR KOREA	김철주
2017-18	NASE KOREA	김동주
2017-19	UTD KOREA	박재영
2017-20	IDIC	김정훈
2017-21	IDEA-ASIA	김석철
2017-22	PDIC-SEI ASIA	김화령
2017-23	SNSI KOREA (국제잠수안전협회)	유재철
2017-24	YMCA SCUBA (서울 YMCA)	김인복
2017-25	(사)대한수중핀수영협회	강철식
2017-26	KPSDA ((사) 한국공공안전잠수협회)	성낙훈
2017-27	PADI	Matthew Hill
2017-28	(사) 한국청소년스킨스쿠버협회	강경순
2017-29	AFIA	노명호
2017-30	ACUC	윤덕규
2017-31	국제잠수교육협회(ISEA)	오재영

2017-32	(사)대한안전연합	정현민
2017-33	(주)산업잠수협동조합	정준상
2019-1	AIDA KOREA	신지훈
2020-1	(사)한국레저안전협회	한희
2020-2	PTRD KOREA	정문진
2022-1	Global Underwater Explorers	Jarrold Jablonski
2022-2	몰차노브 프리다이빙 코리아	조양희
2022-3	ASTD(에이에스티디)	이남길
2022-4	유티에이(UTA)	임영훈
2023-1	에이피디아이(APDI)	김종철
2023-2	PSS	Aucelli Margherita
2023-3	사단법인 한국스포르츠레저교육협회	유동균
2024-4	한국프리다이빙협회(KFA)	최재호

\*출처: 해양수산부 공고 제2023-823(2023.6.5.) 자료 발췌

### 제 3 절 사고사례 분석

스쿠버다이빙 안전사고는 단일 원인보다는 장비의 기계적 결함, 환경적 요인, 그리고 다이버의 인적 과실이 복합적으로(박진희, 2019), 작용하여 발생하는 경우가 대부분이다. 따라서 효과적인 예방방안을 수립하기 위해서는 실제 발생했던 사고사례를 유형별로 심층 분석하여(이재훈 2021), 각 사고의 이면에 존재하는 근본적인 문제점을 규명하는 과정이 필수적이다.

본 절에서는 스쿠버다이빙의 핵심 장비인 호흡 조절기(레귤레이터)와 부력조절기(BCD)의 오작동 및 고장으로 인해 발생한 실제 사고사례를 분석하고자 한다. 사망사고 사례의 종류는 호흡 조절기(레귤레이터) 오작동 관련 사망사고 분석, 실린더 폭발 사례 및 분석, 고압 호스 O-링 파열로 인한 급격한 기체 손실 사고, 장비 구성(Configuration) 문제와 페어구 등으로 인한 얽힘(Entanglement) 사고, 호흡 기체 분석 오류로 인한 산소중독(Oxygen Toxicity) 사고 등이다. 이는 잠수장비의 신뢰성이 다이버의 생명과 어떻게 직결되는지를 실증적으로 보여주며, 현행 안전관리 체계의 미비점과 개선 방향을 도출하는 데 중요한 기초자료가 될 것이다. 각 사례분석을 통해 장비의 정기적인 유지보수의 중요성, 비상 상황 대처 능력 배양의 필요성, 그리고 사용자 및 관리자의 책임 범위를 명확히 하고자 한다.

#### 1) 호흡 조절기(레귤레이터) 오작동 관련 사망사고 분석

호흡 조절기는 수중에서 생명을 유지하는 가장 핵심적인 장비로, 어떠한 미세한 결함이라도 다이버에게는 치명적인 위협으로 작용할 수 있다. 2019년 9월 24일, 호주 줄리안록스 해양보호구역에서 다이빙 투어 중 사망한 채 발견된 다이버 칼 베어햄(Carl Bareham)의 사례는 장비의 잠재적 문제와 다이버의 신체적 조건이 결합 되었을 때 사고 원인 규명이 얼마나 복잡하고 어려운지를 보여준다. 발견 당시 그는 호흡 조절기를 입에 물고 있지 않은 상태였으며, 이후 진행된 검시관 조사에서 그가 대여했던 장비의 호흡 조절기 압력이 정상 범위보다 높게 설정되어 있었음이 밝혀졌다. 그

러나 이 사고의 원인은 장비의 기계적 결함 가능성과 함께, 다이버가 당일 아침 숙취 상태였으며 시차 적응에 어려움을 겪었을 수 있다는 인적 요인까지 복합적으로 제기되어 명확한 결론을 내리지 못했다.

칼 베어햄 사례는 다이빙 사고가 단순히 '장비 결함'이라는 하나의 원인으로만 귀결되지 않음을 명확히 보여준다. 잠재적인 장비의 문제가 다이버의 신체적, 심리적 상태와 결합 될 때 사고로 이어질 수 있으며, 사고 후에는 그 인과관계를 증명하기가 매우 어렵다. 이는 장비의 완벽한 유지보수가 필수적인 전제조건임과 동시에, 다이버 스스로 다이빙 전 최상의 컨디션을 유지해야 하는 책임의 중요성을 강조하며, 사고의 진상 규명을 위해 다이빙 컴퓨터와 같은 객관적인 기록 장치의 데이터 확보가 얼마나 중요한지를 역설하는 사례라 할 수 있다.

## 2) 실린더 폭발 사례 및 분석

스쿠버다이빙 장비 중 실린더(공기통)는 고압의 기체를 저장하는 핵심 장비로, 그 안전성은 다이버의 생명과 직결된다. 실린더 폭발은 비록 발생 빈도가 매우 드문 사고이지만, 한번 발생하면 그 폭발력으로 인해 주변에 치명적인 인명 및 재산 피해를 유발하는 대형 사고로 이어진다. 2023년 8월 제주도에서 발생한 실린더 충전 중 폭발 사망사고는 국내 다이빙 업계에 큰 경각심을 주었는데, 이 사고는 다이버가 수중에서 다이빙을 하던 중에 발생한 것이 아니라 지상의 공기 충전소에서 공기를 주입하는 과정에서 일어났다는 점에서 중요한 시사점을 가진다. 사고의 잠정적인 원인으로서는 규정을 초과한 과충전, 실린더의 노후 및 손상, 또는 부적절한 충전 절차 등이 지목되었다. 이와 유사하게 해외에서는 부식이 심하게 진행된 실린더를 아무런 사전점검 없이 사용하다가 폭발로 이어진 사례가 보고된 바 있으며, 이러한 사례들은 대부분 사전점검 및 정기 검사의 부재라는 공통적인 원인을 가지고 있다.

실린더가 폭발에 이르는 원인은 과도한 압력(Over-pressurization), 부

식 및 손상(Corrosion and Damage), 외부 충격(External Impact), 그리고 드물게 발생하는 제조 결함(Manufacturing Defects) 등으로 분류할 수 있다. 알루미늄이나 강철 재질의 실린더가 바닷물 등에 장시간 노출되어 발생한 부식은 금속의 구조적 강도를 약화시키며, 한계 압력을 초과한 충전은 폭발의 위험성을 기하급수적으로 증가시킨다. 분석된 사례와 원인들은 실린더 폭발 사고가 체계적인 점검과 관리를 통해 대부분 예방이 가능함을 명확히 보여준다. 이는 다이버 개인의 장비 관리 책임을 넘어, 「고압가스안전관리법」에 의거한 정기적인 수압 및 육안검사의 의무화, 그리고 공기 충전소의 안전관리 책임자 지정 및 충전 절차 준수의 중요성을 강력하게 뒷받침한다.(류효정, 2016) 특히 제주도 사고는 신뢰할 수 있는 공인 충전소의 필요성과 불법·미신고 충전소의 위험성을 부각하며, 본 논문에서 제안하는 '고압가스 충전소 법적 인증제' 도입의 시급성을 역설하는 대표적인 사례라 할 수 있다.

### 3) 고압 호스 O-링 파열로 인한 급격한 기체 손실 사고

스쿠버 장비 시스템에서 작고 저렴하지만 중요한 부품 중 하나인 O-링(O-ring)의 결함은 짧은 순간에 다이버의 목숨을 위협하는 심각한 비상 상황을 일으킬 수 있다. 특히 잔압계(SPG)나 트랜스미터와 연결되는 고압(High Pressure) 포트에 삽입되는 호스의 O-링과 호흡기 2단계 및 부력조절기에 연결되는 저압(Low Pressure) 호스의 O-링이 파열될 경우, 다이버는 통제 불가능한 수준의 급격한 기체 손실에 직면하게 된다. DAN(Divers Alert Network) 사고 분석 리포트들에 따르면(박진희, 2019), 다이빙 도중 고압 포트 및 저압 포트에 삽입되는 O-링이 파열되어 큰 소음과 함께 다량의 기체가 한꺼번에 누출되어 기포가 발생하게 되었고, 수 분 내에 실린더의 남은 기체가 소진되는 사고가 다수 보고가 되었다. 이러한 상황에 처한 다이버는 극심한 스트레스를 받게 되고, 때때로 패닉 상태로 이어져서 비상 상승 절차를 수행하거나 버디로부터 도움을 받지 못하면 의사로 이어질 수 있다. O-링 파열의 주요 원인은 첫째, 자연적인 노화 및 마모에 있다. O-링의 주요 재질이 고무이므로, 다이빙 환경에 노출되면서,

경화되거나 장비의 움직임에 따른 자연스러운 마모가 진행된다. 둘째, 장비 조립 시 이물질이 끼거나 부적절한 윤활이 원인이 될 수 있다. 고압 호스 및 저압 호스의 조립 시 청결하고 먼지가 없는 환경에서 조립하여야 하는데, 그렇지 못한 열악한 환경이거나 현장에서 조립할 경우 주변의 먼지와 이물질들이 쉽게 달라붙어 O-링의 역할을 제대로 하지 못하고, 급격한 압력 변화에 따라 O-링이 파손되거나 포트 밖으로 돌출될 수 있다. 또한, 적절한 윤활제를 사용하지 않는 경우 경화되거나 기계적인 파손으로 이어질 수 있다. 셋째, 반복적인 압력 변화로 인한 피로 누적이 원인이다. O-링의 내구성을 벗어난 반복적인 사용은 결국 파열의 원인이 된다. 위의 주요 원인 모두 다이빙전 дай버의 육안 검사만으로는 잠재적인 결함을 확인하기가 어렵다는 특징이 있다.

따라서 정기적인 전문가의 유지보수(오버홀)의 중요성을 명확하게 보여준다. O-링과 같은 소모성 부품은 정해진 주기에 따라 미리 교체해야만 수중에서의 예상치 못한 파열을 막을 수 있다. 또한 이는 다이빙 교육 과정에서 치명적인 기체 손실 (Catastrophic Gas Loss) 상황을 가정한 비상 대응 훈련을 강화하고, 어떠한 상황에서도 침착하게 버디에게 상황을 알리고 공기를 공유하는 절차를 몸에 익히도록 해야 함을 강조한다.

4) 장비 구성(Configuration) 문제와 페어구 등으로 인한 얽힘(Entanglement) 사고  
수중에서의 얽힘 사고는 페어망과 낚시줄 등과 같은 외부 환경과 다이버의 장비구성 문제가 엮였을 때 그 위험성이 증가한다. 장비가 신체에 밀착되지 않고 늘어져 있거나, 불필요한 장비 등이 많을수록 얽힘의 가능성은 증가하고, 한번 얽혔을 경우 스스로 빠져나오기는 굉장히 어렵다(국립수산과학원, 2020). GUE(Global Underwater Explorers) 와 같은 탐험 및 탐사 목적의 특수한 다이빙 형태인 테크니컬 다이빙 기관의 사고 분석에 따르면, 잔압계 몽치나 보조호흡기가 길게 늘어져 있는 경우나, 부력조절기의 각종 D링에 카라비너 등과 같은 위험 요소를 일으킬 수 있는 장비를 필요 이상으로 매달고 다이빙하는 것은 이와 같은 얽힘 사고의 주요 원인

으로 지목된다. 한 사례로, 시야가 좋지 않은 난파선 내부를 탐사하던 다이버가 바닥에 가라앉은 폐어구에 늘어진 잔압계 호스가 걸렸고, 이를 해제하려다 오히려 다른 장비까지 얽히면서 패닉 상태에 빠져서 심각한 상황을 초래한 경우가 있다. 직접적인 원인은 수중 환경에 방치된 폐어구지만, 사고로 발전시킨 것은 비효율적이고 유선형이 아닌 (non-streamlined) 장비 구성이었다. 또한, 위급상황에서 신속하게 사용할 수 있는 절단 도구를 적절한 위치에 휴대하지 않은 것도 문제 해결을 어렵게 만든 요인이 되었다.

이 사례는 다이빙 장비 안전관리가 단순히 작동 여부를 확인하는 것을 넘어서 예측 불가능한 외부환경 요인으로부터 자신을 보호하고, 적절한 조치를 취할 수 있도록 효율적이고 안전한 구성까지 고려해야 함을 보여준다. 장비는 최대한 몸에 밀착시켜 유선형으로 배치하고, 모든 호스 및 장비의 말단부는 부력조절기의 D링이나 고정할 수 있는 장치를 이용해 정리하여 걸릴 만한 요소를 최소화해야 한다. 이는 본 논문에서 제기하는 ‘실습 위주의 교육 강화’와 같은 맥락이며, 다이빙 교육 기관은 초급 단계부터 올바른 장비 구성의 중요성을 강조하고, 관련 훈련을 교육 과정에 포함시켜야 할 필요가 있다.

##### 5) 호흡 기체 분석 오류로 인한 산소중독(Oxygen Toxicity) 사고

나이트록스(Nitrox, EANx) 다이빙의 대중화는 다이버에게 더 긴 무감압 한계 시간(No-Decompression Limit,NDL)을 제공했지만, 동시에 기체관리라는 새로운 안전관리의 책임을 부여했다. 다이버가 자신이 사용하는 기체의 산소 비율을 정확히 모르거나 잘못 알고 다이빙할 경우, 수심이 깊어짐에 따라 산소 부분압(Partial Pressure)이 위험 수준까지 높아져 수중에서 갑작스러운 경련과 기절 등의 증상을 보이는 산소중독으로 이어질 수 있다. DAN의 사고 보고서에는 다이버가 직접 자신의 실린더 산소 농도를 분석하지 않고, 다이빙 센터 직원의 말만 믿고 다이빙을 진행하거나, 개인 소유의 산소 분석기를 정기적으로 교정 받지 않아 잘못된 값을 신뢰하고

다이빙을 하다가 산소중독 증상을 겪은 사례가 다수 기록되어 있다(김계하, 김윤신, 2012). 예를 들어 다이버가 EAN32(32%산소)로 알고 다이빙 계획을 세우고 진행하였으나, 실제 실린더에는 EAN36(36%산소)이 들어 있었다면, 계획보다 훨씬 얕은 수심에서 산소중독의 위험에 노출된다. 이는 산소 분석기와 같은 장비의 관리 문제와 다이버의 절차를 지키지 않는 문제가 결합된 전형적인 인적 과실 사고이다. 직접 분석하여 실린더에 표시하고 로그북에 기록하라는 나이트록스 다이빙의 기본 안전 수칙을 무시한 것이 사고의 직접적인 원인이다.

이 사례는 다이버 개인의 책임과 절차 준수의 중요성을 시사한다. 어떤 상황에서도 자신의 생명과 연관된 호흡 기체의 분석을 타인에게 맡기고 신뢰해서는 안 된다. 이는 본 논문에서 제안하는 수중레저 활동자 자격 및 교육 강화의 필요성을 뒷받침한다. 나이트록스 자격을 발급할 때 기체 분석의 중요성과 절차에 대하여 명확한 이론교육과 실습을 실시하고 이행하지 않았을 경우 위험성을 실제 사례를 통하여 인지시켜야 한다. 또한, 다이빙 센터나 교육 센터의 경우 분석기를 항상 정상 작동할 수 있도록 정기적인 보수와 교정의 법적 윤리적 책임을 지녀야 한다.

[그림 3-1] [DAN제공 사고유형]

Table 2: Triggers for Fatalities among U.S. and Canadian Divers in 2016

Trigger	Count
Equipment malfunction/problem	6
Cardiac condition	5
Entrapment	2
Hit by a large wave	2
Alcohol	1
Current in a cave	1
Difficulty breathing	1
Exhaustion	1
Low in air	1
Panic	1
Rough seas	1
Other	2
Unknown	7
<b>Total</b>	<b>32</b>

Sources: DAN (2019). Annual Diving Report, 2018 Edition. <https://www.diversalertnetwork.org/medical/report/AnnualDivingReport-2018Edition.pdf>

Moreover, an accident did not only happen to new beginners but also to experienced divers. According to DAN (2019), a case involved an experienced diver who failed to handle his new diving equipment, which caused an accident. The investigation found that it is vital to check the diving equipment before starting the activity either for experienced or non-experienced divers. Moreover, the equipment factors do not necessarily refer to equipment failure or equipment malfunction, but it also refers to divers who are not familiar with the diving equipment. Besides that, the procedure for handling the equipment is also a factor that can cause an accident. Additionally, NCBI (2020) highlighted that most cases happened because of the improper use or malfunction of buoyancy control, regulator issues, problems with rebreather devices, and failure of dive computers.

[표 3-12] 사고사례 분석 표

사례 번호	사고 유형	장비 결함 요인	인적 요인	제도적 문제	결과	시사점
C-01 (국내, 2022)	실린더 폭발	고압 용기 내 부식 진행, 검사 미 실시	사전점검 소홀	정기검사 의무 규정 미비	1명 사망	실린더 검사 주기 법제화 필요
C-07 (미국, 2021, DAN)	레귤레이터 Free Flow	1단계 밸브 고착	장비 오버홀 미 실시	정비이력 기록 부재	의식상 실·익수	정비기록 의무화 및 기술자 인증
C-13 (일본, 2019)	산소중독	Nitrox 기체 분석 미 실시	교육 부족	기체 분석 의무 규정 미비	중상	기체분석 의무화·측정기 표준 적용
C-20 (EU, 2020)	BCD 인플레이터 고장	내부 오염·염분 결정	정기 점검 미흡	CE 인증 유지·점검 의무로 해결 가능	장비 상실·패닉	인증·검사 체계 중요성
C-27 (국내, 2023)	얽힘(Entanglement)	장비 문제 복합	환경 예측 실패	구조체계 미흡	사망	가이드·사고보고체계 강화

\*출처: 해양경찰청, Divers Alert Network, 海上保安廳, 日本潜水医学会, EU 관련 공식 통계 및 기술자료를 종합하여 연구자 재구성.)

사고 분석 결과 앞서 분석한 국내외 스쿠버다이빙 안전사고 사례들은 장비의 기계적 결함이 단독적인 원인으로 작용하기보다는 사용자의 절차적 오류, 유지보수 체계의 부재, 그리고 안전 교육의 미비점과 복합적으로 연계될 때 치명적인 결과로 이어진다는 공통점을 명확히 보여준다. 각 사례는 잠수장비 안전관리 시스템의 특정 취약점을 드러내며, 이를 종합하면 다음과 같은 결론을 도출할 수 있다.

첫째, 장비의 신뢰성은 정기적이고 예방적인 유지보수에 의해 담보된다. 고압 호스 O-링 파열이나 드라이슈트 밸브 고착과 같은 사고는 다이빙 직전의 간단한 육안 검사만으로는 잠재적 위험을 예방할 수 없음을 시사한다. 이는 DAN(다이버스 얼럿 네트워크) 보고서가 지적하듯, 장비 결함으로 인한 사고가 전체의 7% 미만일지라도, 그 이면에는 유지보수 소홀이라는 인간의 과실이 깊이 연관되어 있음을 의미한다. 따라서 개인 다이버의 자율에만 의존하는 현행 관리 방식에서 벗어나, 자동차 정기 검사와 같이 공인된 기술자에 의한 주기적인 분해 수리(오버홀) 이력을 관리하고 증명하는 제도적 장치의 도입이 절실하다.

둘째, 절차적 안전 수칙의 준수는 장비의 불완전성을 보완하는 최후의 안전장치이다. 나이트록스 기체 분석 오류로 인한 산소중독 사고나 실린더 밸브의 불완전한 개방으로 인한 호흡 곤란 사고는 모두 ‘직접 확인하고 검증한다’는 기본 원칙을 생략했을 때 발생하는 전형적인 인적 과실(Human Error) 사고이다. 이는 베어햄 사망 사고에서 처럼 사고의 직접적인 원인이 장비 결함인지, 다이버의 건강 문제인지 명확히 규명하기 어려운 상황에서, 최소한 절차적 과실이라도 없애는 것이 얼마나 중요한지를 역설한다. 다이빙 컴퓨터 데이터 관리 부실 사례 역시 절차적 투명성이 확보되지 않을 때 사고의 원인 규명조차 불가능해지고, 결국 재발 방지 대책 수립의 실패로 이어진다는 점을 보여준다.

셋째, 안전 교육은 단순한 기술 습득을 넘어 실제적인 위기 대응 능력 배양에 초점을 맞춰야 한다. 페어망 얽힘 사고에서 볼 수 있듯이, 유선형의 장비 구성(Configuration)과 같은 예방적 조치부터 위급상황 시 절단 도구를 신속하게 사용하는 대응 능력까지, 안전은 총체적인 훈련의 결과물이다. 현재 국내 다이빙 교육이 자격증 발급 위주의 단기 교육에 머무르는 경향이 있음을 고려할 때, ‘치명적인 기체 손실’이나 ‘통제 불능의 급상승’과 같은 실제적 위협 상황을 가정한 반복적인 시뮬레이션 훈련을 교육과정에 의무적으로 포함시켜야 한다.

결론적으로, 제시된 모든 사고사례는 스쿠버다이빙 안전이 첨단 장비의 도입만으로 보장될 수 없음을 증명한다. 장비의 생명주기 전반에 걸친 체계적인 관리시스템을 법제화하고, 모든 다이버가 예외 없이 기본 안전 절차를 준수하며, 어떠한 비상 상황에서도 침착하게 대응할 수 있도록 실전적인 교육을 강화하는 것이야말로, 사고사례를 줄이는 방법의 핵심이라 할 수 있겠다.

## 제 4 장 해외 사례연구

### 제 1 절 미국의 유지관리

미국은 NOAA(국립해양대기청)과 OSHA(산업안전보건청)를 중심으로 잠수활동 안전 기준을 제정·운용하고 있다. 특히 OSHA 29 CFR Part 1910 Subpart T는 상업 및 과학잠수를 포함한 모든 잠수활동에 적용되는 기본 안전규정이다. 이 규정은 장비검사 주기, 공기분석, 기록보존, 응급대응 절차를 의무화하고 있으며, 인증기관을 통해 정비업체를 승인한다.(하지만 이는 산업잠수 관련 안전기준이다. NOAA 기준은 과학잠수(Scientific Diving)의 글로벌 표준으로 인정받고 있으며, 미국 대학연합(AAUS, American Academy of Underwater Sciences)과 세계 각국 해양연구기관의 잠수안전규정에 채택되어 있다. 레저다이빙은 자율규제 성격이 강하지만, PADI · NAUI · SSI 등 민간단체가 OSHA 가이드라인을 준용한 내부규정을 통해 안전기준을 준수하고 있다. 하지만 미국 또한 장비 시판 후 세부적인 장비 안전관리 및 법적인 제도는 마련되어 있지 않다.

### 제 2 절 일본의 유지관리

일본은 해상보안청이 잠수사고를 관리하며, 「해양레저안전법」(1998 제정)을 통해 민간 다이빙업체를 등록제 형태로 관리한다. 장비정비는 일본잠수협회(JSDA)가 주관하는 정비사 자격제도를 통해 이뤄지며, 모든 충전소는 일본산업규격(JIS B 8240)에 따라 압력검사 및 기체분석기 보유를 의무화하고 있다. 잠수사고(Diving Accident)는 “해난사고”중 하나로 분류되어, JCG의 해난심판과 해양사고심리청(JTSB)의 조사 대상이 된다. 민간 레저잠수는 2001년 제정된 Diving Operations Safety Regulations에 의해 관리되며, 사업자는 국토교통성(MLIT)에 등록하고 정기점검·교육의무를 가진다.

[표 4-1] 일본 잠수사고 발생 현황 (2014-2023)

구분	연평균 사고 건수	사망·실종자 비율	주요 원인
스쿠버레저잠수	약 130건	18%	기체고갈, 급상승, 장비결함
산업잠수 (건설·수중공사)	약 25건	22%	강압병, 장비정비 미흡
불법잠수 (수산물채취 등)	약 60건	33%	단독잠수, 무자격작업
합계	연평균 215건	약 70명 사망	인적요인 65%, 장비결함 20%

※ 일본 해상보안청은 매년 ‘잠수사고 발생동향 분석보고서’를 발간하고, 이를 기반으로 해양레저단체(PADI Japan, JSDA 등) 및 지자체에 예방지침을 배포함.

### 제 3 절 유럽연합(EU)의 유지관리

EU는 스쿠버다이빙 장비를 포함한 모든 산업·안전기기 제품의 품질과 안전을 보장하기 위해 CE 인증제도를 운영한다. 모든 잠수장비는 안전 인증을 받은 후 유통되어야 하며, 제조사는 정기검사·품질보증기록을 유지해야 한다. 또한, EN250 표준에 따라 스쿠버다이빙 장비 레귤레이터 등의 작동온도, 내압성능, 기체흐름 테스트를 규정하고 있다.

[표 4-2] EU 장비별 표준인증

표준 번호	내용	인증 장비
EN 250:2014	스쿠버다이빙용 호흡 장치의 성능요건 및 시험방법	레귤레이터
EN 1809:2016	BCD 및 부력장비의 안전기준	부력조절기
EN 12277:2015	잠수복·하네스류 안전요건	보호복
EN 144-1:2018	실린더 밸브 및 압력접속기구 안전성	실린더

출처: European Committee for Standardization(CEN), EN 250:2014; EN 1809:2016; EN 12277:2015; EN 144-1:2018을 바탕으로 연구자 재구성.

EU의 CE 인증제도는 단순한 품질검사 제도가 아니라, ‘법적 안전보증 체계’의 기능을 한다. CE 인증 장비만 사용 가능한 환경은 소비자 안전을 담보하고 산업 신뢰도를 높이고 있는 것 또한 사실이다. 현재 대한민국 또한 유럽의 수입 장비에 대해 절차에 따라 CE 인증된 장비를 사용하고 있다. 하지만 저자가 논하고자 하는 것은 제품의 출시 이후 스쿠버다이빙 장비의 안전 관리에 대한 내용은 유럽 또한 부재한 것으로 보인다.

[표 4-3] EU와 한국의 비교

구분	EU (CE 인증)	한국 (현행 수중레저법 기준)
인증체계	법적 의무인증 (EU 2016/425)	임의인증 (표준 없음)
기준표준	EN250, EN14143, ISO24801	KS 미제정
감독기관	유럽집행위원회(EC), 각국 Market Authority	해양수산부, 지자체
기록관리	제조자·수입자 10년 보존 의무	규정 없음
법적처벌	판매금지 및 형사벌	행정지도 수준

출처: European Parliament and Council (2016), Regulation (EU) 2016/425; CEN, EN 250, EN 14143; ISO, ISO 24801; 「수중레저활동의 안전 및 활성화 등에 관한 법률」; 해양수산부 수중레저활동 안전관리지침; 「고압가스 안전관리법」을 바탕으로 연구자 재구성.

## 제 5 장 연구분석 결과 및 개선 방안

### 제 1 절 법, 제도 관련

현재 우리나라의 스쿠버다이빙 안전관리는 「수중레저활동의 안전 및 활성화 등에 관한 법률」(이하 수중레저안전법)에 근거하여 운영되고 있다. 그러나 문헌 검토와 현장 분석 결과, 제도 운영 과정에서 여러 구조적 제약이 여전히 존재하는 것으로 나타났다.

첫째, 의 분산과 중첩, 가장 근본적인 한계는 법적 규율 체계의 분산성에 있다. 스쿠버다이빙은 하나의 활동임에도 불구하고, 「수중레저안전법」 외에도 「수상레저안전법」, 「고압가스안전관리법」, 「해양환경관리법」, 「산업안전보건법」 등 다수의 법률이 동시에 적용되고 있다. 이러한 다원적 체계는 두 가지 측면에서 문제를 야기한다. 하나, 법령 간 중복 규정으로 인해 동일 사안에 대해 서로 다른 법적 근거가 병존하면서 행정적 혼선을 초래한다. 둘, 어떤 법률에서도 명확히 규정하지 않은 관리의 사각지대가 존재하여, 사업자와 дай버 모두 자신의 법적 책임 범위와 준수 의무를 명확히 인지하기 어렵다. 이로 인해 현장에서는 법령 해석의 혼란과 감독의 공백이 동시에 발생하는 실정이다.

둘째, 장비 안전관리 기준의 미비 장비 안전관리 기준의 구체성이 부족하다는 점이다. 「수중레저안전법」은 사업자 등록, 안전관리자 지정, 보험 가입 의무 등의 기본 틀을 제시하고 있으나, 실제 잠수 안전을 좌우하는 장비의 정비 주기·점검 항목·이력관리 절차에 대해서는 실효성 있는 세부 기준이 마련되어 있지 않다. 특히 실린더의 경우 「고압가스안전관리법」 아래에서 제한적 관리가 이루어지고 있으나, 레귤레이터·BCD(부력조절기)·고압 및 저압 호스 등 주요 장비에 대해서는 명확한 법적 점검 기준이 부재하다. 더불어 장비 정비를 담당하는 기술자 자격 요건이나 인증 제도 역시 마련되어 있지 않아, 비전문가가 비공식적으로 정비를 수행하는 사례

가 존재한다. 이러한 관리 부실은 사고 발생 시 직접적인 원인으로 이어질 소지가 크다.

셋째, 사고보고 및 통계체계의 미비 사고 정보관리의 부재이다. 현재 스쿠버다이빙 중 사고가 발생하더라도, 이를 보고해야 할 주체와 절차가 법적으로 명확히 규정되어 있지 않다. 이로 인해 전국 단위의 사고 현황, 유형별 발생 빈도, 주요 원인에 대한 국가 차원의 체계적 데이터베이스가 구축되지 못하고 있다. 이 같은 통계 부재는 단순한 기록상의 누락을 넘어, 정책 수립의 기초자료 결여라는 구조적 문제로 이어진다. 객관적 데이터가 확보되지 않은 상태에서는 제도개선의 우선순위를 설정하거나 효율적인 예산 배분을 논리적으로 결정하기 어렵다. 그 결과, 정책 결정이 경험적 판단에 의존하는 경향을 강화하여 안전관리 체계의 과학적 계량화를 저해하는 요인이 된다.

이와 같은 분석 내용을 바탕으로, 스쿠버다이빙 안전관리의 효과를 향상시키기 위한 법·제도 개선 방안을 다음과 같이 제시할 수 있다. 스쿠버다이빙 전담 정비 간 우선적으로 요구되는 것은 스쿠버다이빙을 포함한 수중레저 활동을 보다 체계적으로 규율하기 위한 전담 의 정비이다. 현행 「수중레저안전법」은 기본 구조를 제공하고 있으나, 장비, 교육, 사고조사 등 세부 영역을 포함하기에는 한계가 크다. 따라서 「수중레저안전법」을 개정하여, 스쿠버다이빙을 별도의 장(章)으로 구분하고, 장비별 안전관리, 교육·자격, 사업장 안전기준, 사고보고 절차 등을 체계적으로 규정하며, 다른 관련 법률(수상레저안전법, 고압가스안전관리법, 해양환경관리법 등)과의 관계를 정리할 필요가 있다. 이를 과정을 통해 현재와 같이 여러 법령에 나뉘진 규정을 다이버와 사업자가 한눈에 파악할 수 있도록 하고, 행정기관 입장에서도 집행과 감독의 책임 소재를 보다 명확히 할 수 있을 것이다.

스쿠버 장비 안전검사 및 정비이력 관리 의무화 개방회로 스쿠버장비

는 구조적 특성상 ‘고장 발생 시 즉각적으로 생명에 직결되는 장비’라는 점에서, 다른 레이저용 기구와는 다른 수준의 안전관리가 요구된다. 본 연구에서 검토한 실린더 폭발, 레귤레이터 Free Flow, BCD 인플레이터 오작동, O-링 파열 사고 등은 대부분 정기검사 및 오버홀 미 실시, 정비 이력 부재, 비전문가에 의한 정비에서 비롯되었다. 이에 대한 개선 방안으로는 다음과 같은 제도 도입을 제안할 수 있다. 첫째, 핵심 장비(실린더, 레귤레이터, BCD, 호스·잔압계 등)에 대한 정기검사 주기와 항목을 법령 또는 고시 수준에서 표준화하고, 이를 준수하도록 의무화한다. 둘째, 사업자에게 장비별 정비·검사 이력의 기록 및 최소 보존기간(예: 5년 이상)을 규정하여, 사고 발생 시 원인 규명과 책임 소재를 분명히 할 수 있도록 한다. 전자정보처리 시스템을 활용한 디지털 이력관리 방식의 도입도 고려할 수 있다. 셋째, 공인된 교육과정을 이수한 정비기술자만이 특정 장비의 분해·정비를 수행할 수 있도록 하는 ‘정비기술자 자격제’ 도입을 검토해야 한다. 이는 자동차 정비, 가스시설 안전관리 등 다른 분야에서 이미 활용되고 있는 모델을 스쿠버장비 분야에 적용하는 것이다.

수중 레이저사업자 관리 및 평가체계 강화 현재 수중 레이저사업자는 등록제에 따라 관할 지자체에 등록 후 영업을 할 수 있도록 되어 있으나, 등록 이후의 관리·평가 체계는 상대적으로 미흡한 편이다. 영세사업자의 난립, 기준 미달 사업장의 존재, 안전관리자 지정·교육의 형식화 등은 사고 위험을 증가시키는 요인이 된다. 이에 따라 다음과 같은 개선 방안을 제시할 수 있다. 첫째, 단순 등록제에서 한걸음 나아가 ‘등록 + 등급제’를 도입하여, 안전관리 수준, 사고 이력, 교육실적 등을 종합적으로 평가하고, 일정 기준을 충족한 사업장에 대해서는 인증마크 부여, 행정·재정 지원, 홍보 등의 인센티브를 제공한다. 반대로 기준 미달 사업장에 대해서는 시정명령, 과태료, 등록취소 등을 단계적으로 적용하는 관리체계를 구축한다. 둘째, 안전관리자와 수중레이저교육자에 대한 법적 자격 기준을 구체화하고, 정기적인 보수교육을 의무화함으로써 실질적인 전문성을 확보할 필요가 있다. 셋째, 사업자에게 사고 발생 시 지정된 기한 내에 사고 개요, 원인

추정, 대응 과정 등을 의무적으로 보고하게 하고, 이를 토대로 행정기관이 사고 원인을 분석하여 제도개선에 반영할 수 있는 구조를 마련해야 한다.

사고보고·통계 시스템의 체계적 구축 스쿠버다이빙 사고에 대한 국가 차원의 통계가 부재하거나 불완전한 상태에서는 정책적·제도적 개선이 경험과 추정에 의존할 수밖에 없다. 본 연구에서 살펴본 기존 연구와 언론 보도들은 사고 규모와 위험 수준에 관해 서로 다른 수치를 제시하고 있어, 통계의 신뢰성과 비교 가능성이 떨어지는 문제를 드러냈다. 이에 따라 다음과 같은 개선 방안을 제시할 수 있다. 첫째, 스쿠버다이빙 및 수중레저 관련 사고에 대한 ‘통합 사고보고 시스템’을 구축하여, 해양경찰, 지자체, 보험사, 민간단체 등에서 발생하는 데이터를 일원화할 필요가 있다. 둘째, 사고 유형(장비고장, 인적 요인, 환경 요인, 운영상 문제 등)을 표준화된 분류 기준에 따라 입력하게 함으로써, 중장기적인 분석과 예방정책 수립에 활용할 수 있도록 해야 한다. 셋째, 일정 수준 이상의 사고에 대해서는 독립적 성격을 갖는 ‘사고조사위원회’를 구성하여, 구조적 원인을 분석하고 그 결과를 공개·공유하는 시스템을 도입할 필요가 있다. 이는 항공·철도 등 다른 고위험 산업에서 이미 보편적으로 활용되는 방식이다.

## 제 2 절 교육 현황 관련

국내 스쿠버다이빙 교육은 주로 국제 민간단체인 CMAS, PTRD, PADI, SSI 등의 표준화된 자격 체계를 기반으로 운영되고 있다. 초급·중급·상급·강사 등 단계별 교육과정이 형식적으로는 체계화되어 있으나, 실제 운영 측면에서는 기관 간 편차가 크며 교육 품질의 일관성이 확보되지 않은 실정이다. 대부분의 교육기관은 민간단체의 표준 커리큘럼을 준용하고 있으나, 각 단체가 제시하는 구체적 교육시간, 이론·실습 비율, 평가기준 등이 상이하어 동일 단계의 자격증이라도 교육생의 실제 기술 수준과 안전관리 능력에는 현저한 차이가 존재한다. 이러한 불균형은 교육효과와 객관적 검증을 어렵게 하며, 결과적으로 다이버의 안전 확보에 부정적 영

향을 미치고 있다.

한편, 비자격 다이버를 대상으로 하는 체험다이빙(Discover Scuba Diving 등) 프로그램에서는 보다 심각한 문제가 드러난다. 일부 사업장에서 자격이 없는 강사가 교육을 시행하거나, 사전 이론교육과 안전 브리핑 없이 수중 활동을 진행하는 사례가 보고되고 있다. 이는 참가자가 기본적인 잠수 원리나 장비 사용법을 충분히 숙지하지 못한 상태에서 수중 환경에 노출되는 결과를 초래하며, 실제 다수의 사고사례에서 주요 원인으로 지적되고 있다. 특히 체험다이빙은 짧은 교육시간 내에 초보자가 직접 잠수장비를 착용하고 심도 있는 수심에 진입하기 때문에, 안전관리의 미흡은 곧바로 생명위험으로 이어질 수 있다. 또한, 대부분의 교육기관에서 장비관리 및 비상대응교육이 상대적으로 소홀하게 다루어지고 있다. 다이버는 장비의 이상 징후를 즉시 인지하고 적절히 대처할 능력을 갖추어야 하지만, 실제 교육과정에서는 장비 정비나 관리 기록 작성, 고장 상황 대응 등의 실습이 충분히 이뤄지지 않고 있다. 이로 인해 잠수 중 발생할 수 있는 기체 손실, 장비 오작동, 얽힘 등 비상상황에서 교육생이 당황하거나 패닉 상태에 빠지는 경우가 발생한다. 결과적으로, 현행 교육체계는 ‘자격 취득’ 중심에 머물러 있으며, 실제 현장에서 요구되는 위험 인식 및 대응 역량을 충분히 배양하지 못하고 있다.

마지막으로, 강사 및 교육자 자격의 유지·관리체계 미비 또한 중요한 문제로 지적된다. 국내에서는 민간단체별로 강사 자격을 부여하고 있으나, 이를 통합적으로 관리·감독하는 국가적 시스템이 부재하다. 일부 강사는 자격 취득 이후 장기간 교육현장에서 활동하지 않음에도 자격이 유지되는 경우가 있다. 이러한 구조에서는 강사의 최신 안전지식과 교육역량이 지속적으로 검증되지 못하며, 교육 품질의 저하로 이어질 우려가 크다.

이상의 문제점은 국내 스쿠버다이빙 교육이 제도적으로는 일정 수준의 틀을 가지고 있음에도 불구하고, 교육내용과 운영기준의 불균형, 체험다이

빙의 안전관리 미흡, 실습형 비상훈련의 부족, 강사 자격관리의 비체계성 등 구조적 한계를 안고 있음을 보여준다. 결국 이러한 교육 현황은 다이버 개인의 숙련도뿐 아니라, 국내 수중레저 산업 전반의 안전문화 형성에도 부정적인 영향을 미치고 있으며, 보다 체계적이고 표준화된 교육방식의 도입이 시급하다는 점을 알려준다.

## 제 6 장 결 론

### 제 1 절 결과 요약

본 연구는 국내 스쿠버다이빙 산업의 안전관리 체계를 다각도로 분석하여, 교육·법제·장비·운영 측면의 문제점을 진단하고 이를 개선하기 위한 방향을 제시하였다. 연구 결과, 우리나라의 스쿠버다이빙 안전관리 체계는 기본적인 제도적 틀을 갖추고 있음에도 불구하고, 운영의 실효성과 현장 적용성 측면에서 다음과 같은 구조적 한계를 지니고 있음이 확인되었다.

첫째, 법·제도적 관리체계의 분산과 세부 기준의 부재가 스쿠버다이빙 안전관리의 효율성을 저해하고 있다. 「수중레저안전법」을 중심으로 제도적 기반이 마련되어 있으나, 장비정비·이력관리, 정비기술자 자격, 사고보고·통계체계 등 구체적 관리규정이 미비하다. 여러 관련 법률이 병렬적으로 적용되면서 규정의 중복과 사각지대가 동시에 존재하고, 행정집행과 감독의 책임이 명확히 구분되지 않는 문제도 확인되었다. 따라서 스쿠버다이빙에 대한 전담법 규정 신설 또는 현행 법률의 체계적 개편이 요구된다.

둘째, 교육체계의 불균형과 실습 중심 교육의 부족이 주요 문제로 나타났다. 국내 스쿠버다이빙 교육은 국제 민간단체(CMAS, PTRD, PADI, SSI 등)의 표준을 준용하고 있으나, 기관별 교육시간·평가기준의 차이로 인해 동일 자격증 보유자 간 기술 수준의 편차가 크다. 특히 체험 다이빙의 경우 무자격 강사에 의한 운영, 사전안전교육 미이행, 장비 점검 소홀 등의 사례가 빈번하여 참가자의 안전을 직접적으로 위협하고 있다. 또한 장비관리 및 비상대응 실습이 충분히 이루어지지 않아, 실제 사고 대응능력 향상이 미흡한 것으로 나타났다.

셋째, 장비와 제도, 교육, 운영을 통합한 종합적 안전관리 시스템 구축의 필요성이 도출되었다. 개별 영역의 부분적 개선만으로는 산업 전반의 안전성을 확보하기 어렵기 때문이다. 특히 장비의

정비이력 전산화, 표준운영절차(SOP)의 확립, 안전관리자·강사 자격의 정기 갱신, 사고데이터 통합관리 등은 상호 연동되어야 효과를 발휘할 수 있다. 이를 통해 사고 예방, 원인 분석, 정책환류가 유기적으로 이루어지는 통합 안전관리 체계(Integrated Safety Management System) 구축이 가능할 것이다.

결과적으로, 스쿠버다이빙 안전관리의 고도화를 위해서는 ① 장비 및 사업장 관리의 법·제도적 정비, ② 교육 표준화 및 실습훈련 강화, ③ 통합 데이터 기반의 관리시스템 구축이 상호 보완적으로 추진되어야 한다. 이러한 체계가 구축될 경우, 스쿠버다이빙은 단순한 레저활동의 영역을 넘어, 안전과 전문성이 조화된 지속 가능한 해양레저 산업으로 발전할 수 있을 것이다.

## 제 2 절 시사점

본 연구는 스쿠버다이빙의 안전관리와 관련된 문제점들을 스쿠버다이빙 관련 및 현 실태를 다이빙 중점으로 체계적으로 분석하고, 예방 방안을 제시하는 데 중점을 두었다. 장비 자체와 장비관리 시스템을 중심으로 안전관리의 구조적 문제를 조명했다는 점에서 의의가 있다. 개방회로 스쿠버 장비를 하나의 시스템으로 간주하고, 그 생명주기 전체를 분석단위로 삼은 접근은 재난·안전관리 연구의 분석단위를 확장 시키는 시도로 평가할 수 있다. 실무적으로는, 본 연구에서 제안한 개선 방안이 수중 레저 관련 법령 개정 및 하위 지침 마련, 장비정비 및 충전소 관리기준 강화, 교육과정 개편, 사고정보 공유 시스템 구축 등 다양한 정책·행정 영역에서 활용될 수 있는 구체적인 기준과 방향을 제공한다는 점에서 의미가 있다. 특히, 장비 점검 확인과 교육 강화, 법령 보완 등을 통해 스쿠버다이빙의 안전성을 높이는 것이 중요하다. 향후, 이를 바탕으로 더 많은 연구와 정책 개선이 이루어지기를 기대하며, 스쿠버다이빙 활동이 보다 안전하고 지속 가능한 방향으로 발전하기를 기대해 본다.

### 제 3 절 연구 한계

본 연구는 개방회로 스쿠버장비 안전관리 체계를 보다 구조적으로 이해하는 데 일정 기여하였으나, 다음과 같은 한계를 가진다. 첫째, 자료의 한계, 사고사례 일부는 언론보도 및 2차 자료에 의존하고 있어, 실제 현장에서의 상황과 차이가 있을 수 있다. 둘째, 표본의 한정성 인터뷰로 대상이 저자가 알고 있는 특정 지역·업계에 집중되어 있어, 연구 결과를 전국적·전 세계적으로 일반화하는 데에는 한계가 있었다. 셋째, 실험·기술검증 미 실시 장비 성능 시험이나 시뮬레이션 등을 병행하지 못함으로써, 기술적 측면의 분석이 충분히 이루어지지 못했다. 향후 연구에서는 장비별 성능 시험과 사고재현 실험을 포함한 공학적 연구, 더 다양한 지역과 집단을 포괄하는 양적 연구, 다른 다이빙 형태인 폐쇄회로 장비(CCR) 등의 안전관리 체계와의 비교 연구를 통해 본 연구의 결과를 보완·확장할 필요가 있다.

# 참 고 문 헌

## 1. 국내문헌

- 강경수. (2012). 스쿠버다이버 특성에 따른 다이빙 활동 전·중 안전 준수 실태 분석. 한국해양안전학회지, 16(2), 77 - 85.
- 강경순, 엄동춘, 백홍석. (2011). 스쿠버다이버의 안전 지식에 미치는 영향 요인
- 강희준. (2020). “수중 레저 활동의 제도적 안전관리 한계와 개선방향.” 동국대학교 정책학 석사논문.
- 김계하, 김윤신. (2012). 법의학적 관점에서의 한국 내 스쿠버 다이버 실태 조사. 대한법의학회지, 36(2), 159-164.
- 김민수, 송성호. (2015). “스쿠버다이빙 레저 활동의 안전관리 실태와 개선 방안 연구.” 한국해양레저학회지, 27(2), 45-60.
- 김성규, 박명국. (2002). 해양레저스포츠 활성화 방안. 한국스포츠산업경영학회지, 7(1), 207-225.
- 김성훈. (2008). 수상 레저스포츠 이용객의 안전관리에 관한 연구, 8-17
- 김윤신. (2002). 잠수 관련 사망의 법의학적 고찰. 『대한법의학회지』, 26.1
- 국립수산과학원. (2020). 스쿠버다이버 해양환경 위험요소 분석 보고서.
- 국민안전처. (2016). 재난 및 안전관리 기본계획.
- 류효정, (2016). 스쿠버다이빙 활성화를 위한 고압가스 안전관리법의 개정 방안(석사학위논문). 한양대학교 대학원, 체육학과.
- 문화체육관광부. (2022). 수중레저산업 안전관리 실태조사 보고서.
- 조미혜, 박수정. (2006). 수상스키와 웨이크보드. 서울: 레인보우북스.
- 이병두, 정창호. (2011). 『상급다이버를 위한 다이빙 백과사전』. 1장 : 1
- 이재훈. (2021). “수중레저 안전사고 사례분석 및 안전관리 정책 연구.” 한국재난정보학회지, 17(4), 55-70.

- 임세영. (2022). “스쿠버다이빙 동호인의 안전관리 실천요인 연구.” 여가·레저연구, 40(3), 92-108.
- 장성훈, 김정수. (2023). 우리나라 해양채취 활동 중 발생한 스쿠버다이빙 사고 유형과 원인에 관한 탐색적 연구. 한국해양레저안전학회지, 15(2), 45 - 62.
- 지삼엽, (2003). 해양스포츠 대중화를 위한 사회적 환경요인 분석, 28 - 60
- 지준경, (2019). 수중레저 스포츠의 안전관리에 관한 법적 연구, 35 - 38.
- 조병준, 고장식, 김경용, 김용석. (2019). 스쿠버다이빙의 위험지각과 안전 지식에 관한 연구. 한국컴퓨터정보학회논문지, 24(5), 131 - 137.
- 한국수중과학회, (2018). “스쿠버다이빙의 발전사와 국내외 교육체계 비교.” 중과학연구
- 한국해양수산개발원(KMI). (2019). 해양레저 안전관리 체계 연구.
- 해양경찰청. (2007). 해양경찰백서.
- 해양경찰청. (2023). 수난사고 통계연보.

## 2. 국외문헌

- Aqualung. (2021). Care and Maintenance: BCDs. Retrieved from [us.aqualung.com](http://us.aqualung.com)
- Bennett, P. & Rostain, J. (2011). *The Physiology and Medicine of Diving*. W.B. Saunders.
- Buzzacott, P. (2012). *Diving Incident Monitoring and Analysis*. Divers Alert Network (DAN) Annual Report.
- Caldwell, J. (2015). "Human Factors in Recreational Diving Incidents." *Journal of Diving and Hyperbaric Medicine*, 45(3), 175 - 183.
- CEN (2018), EN 250: Respiratory Equipment for Diving Applications.
- CMAS - Confédération Mondiale des Activités Subaquatiques. (2010). *CMAS International Diver Training Standards and Procedures Manual*. CMAS International.
- CMAS (2020). *CMAS Diver Training Standards*. Confédération Mondiale des Activités Subaquatiques.
- Edmonds, C., Lowry, C., Pennefather, J. (2015). *Diving and Subaquatic Medicine* (5th Ed.). CRC Press.
- European Commission (2016), Regulation (EU) 2016/425 on Personal Protective Equipment.
- <https://www.diversalertnetwork.org/medical/report/AnnualDivingReport2018Edition.pdf>
- ISO (2020), ISO 24801: Training of Recreational Scuba Divers.
- Japan Transport Safety Board (JTSB), *Marine Accident Reports 2015 - 2023*.
- Lippmann, J. & Lawrence, C. (2010). *Diving Mortality Report*. Undersea & Hyperbaric Medical Society.

- Moon, R. E. (2019). "Equipment-Related Failures in Recreational Scuba Diving." *Undersea and Hyperbaric Medicine*, 46(2), 115 - 130.
- Morgan, A. (2017). *Risk Perception and Safety Behavior in Recreational Scuba Diving*. University of Portsmouth.
- "NOAA Diving Standards & Safety Manual." (2023 May Rev.). National Oceanic and Atmospheric Administration.
- NOAA (2017). *NOAA Diving Manual, 5th Edition: Diving for Science and Technology*. National Oceanic and Atmospheric Administration.
- NOAA Diving Program (2021). *NOAA Diving Standards and Safety Manual (NDSSM)*.
- OSHA (29 CFR 1910 Subpart T). *Commercial Diving Operations*
- PADI. (2005). 『The Encyclopedia of Recreational DIVING』. 1장 : 1-49 ~ 1-51
- PADI. (2022). *Guide to Choosing the Right BCD*. Retrieved from PADI.com
- Scubapro. (1971). *History of the Stabilizing Jacket*. Retrieved from Scubaboard.com
- TÜV Rheinland (2021), *CE Certification Process for Diving*
- UHMS(2019). *Undersea and Hyperbaric Safety Recommendations for Recreational Diving*.
- Hobbs, M., & Kneller, R. (2018). "Analysis of Recreational Diving Accidents and Human Error." *Safety Science*, 102, 120 - 128.
- Equipment.
- HSE(Health & Safety Executive)(2016). *Recreational Diving Safety Guidelines*. United Kingdom.
- 国土交通省 (2022), 「潜水業務安全規則 改正版」.
- 日本潜水医学会 (2021), 「減圧障害発生報告書」.

海上保安廳 (2023), 「海難統計年報」, Ministry of Land, Infrastructure,  
Transport and Tourism.

# ABSTRACT

## A Study on the Safety Management of Marine Water Leisure Sports – Focusing on Institutional Improvement of scuba divers –

Han, Seung-Gon

Major in Social Disaster and Safety  
Management

Dept. of Social Disaster and Safety

Graduate School of Public  
Administration

Hansung University

In Korea, since the 1990s, as domestic diving shops and educational institutions have increased, and marine environments such as Jeju Island, the East Sea, and the South Sea have been developed as scuba diving sites in the region, scuba diving has gradually spread. Meanwhile, with the pilot introduction of the five-day week system from 2002 and the official introduction from 2004 to 2011, personal leisure activities to balance work and life and the so-called 'work-life balance' have been activated. Among the leisure sports for revitalizing leisure life, scuba diving has occupied a field, and scuba diving clubs and communities currently active at home and abroad have been

activated, and scuba diving has become a representative marine leisure sport for health and leisure. Marine safety accidents caused by this increasing population of scuba diving are also continuing to occur. There may be many factors for safety accidents caused by scuba diving, but this study focuses on the legal system for confirming the management of diving equipment among the main factors of scuba diving safety accidents. In particular, the actual condition of equipment management was checked centering on open circuit equipment, and the application and limitations of related legal systems (Act on Safety and Act on the Act on the Promotion of Underwater Leisure Activities, High-Pressure Gas Safety Management Act, Marine Environment Management Act, etc.) were analyzed. The main contents were first identified as the cause of the accident due to the lack of preventive maintenance (overhaul) record management of key equipment such as regulators, BCD, cylinders, and high-pressure hoses. Second, due to lack of compliance with procedures and lack of linkage between continuous education, nitrox gas analysis errors, valve opening, entanglement (closed fishing gear), failure, and inexperience in using equipment, etc. Third, it was confirmed that the use of overpressure and old containers between filling of the charging facility cylinders was linked to the system gap for certification and supervision of the charging facility.

To summarize the results of this study, first, the Act on the Safety and Activation of Underwater Leisure Activities, Enforcement Decree, and Enforcement Rules stipulate basic equipment inspection and training obligations, but practical safety management measures such as equipment life cycle, spare equipment preparation, and emergency response training are not sufficiently addressed. In addition, by actively

reflecting the opinions of experts and field workers, such as diving organizations, educators, equipment maintenance technicians, and accident experiences, an institution or organization (overseas DAN) is needed to derive practical equipment inspection and management measures and continuously convert them into data in the event of an accident. To this end, legal and institutional security is needed to supplement this by continuously synthesizing legal and institutional improvement measures through continuous interviews and surveys with diving experts. Second, although the current law stipulates basic equipment inspection procedures, there are no clear standards for the life cycle and replacement time (the group uses five-year Peggy) of equipment, although it varies depending on the equipment. It is necessary to strengthen the safety management system of scuba diving equipment as detailed regulations and procedures for equipment inspection, such as standardizing overhaul cycles and items by equipment and introducing a computer registration system for certified maintenance records, are reflected in integrated regulations. Third, in the current scuba diving education, there is often a lack of education on how to cope with equipment failures or how to use preliminary equipment. Education and training are needed to learn how to use spare equipment to prevent accidents and alternative gas sources in case of failure.(Simple repairs to personal equipment, etc.) Accordingly, it is necessary to strengthen practice-oriented education, including emergency response methods for equipment failures in the curriculum.

Problems and prevention measures related to scuba diving equipment safety management are systematically analyzed, focusing on the legal system and current situation related to scuba diving, and practical improvement measures are presented, and safer scuba diving

activities are expected.

**【Keywords】** Scuba Diving; Open-Circuit Diving Equipment;  
Preventive Maintenance; Maintenance Record System;  
High-Pressure Gas Filling Station Safety; Risk Factor  
Management