

연구개발 분야

제31회 중앙소방 교육혁신 경연대회

현장 구조대원 수중구조 역량 강화 탐색

○○소방학교

②-14. 참가자

제31회 중앙소방 교육혁신 경연대회

참가분야	연구개발 분야
------	---------

제 목	현장 구조대원 수중구조 역량 강화 탐색
-----	-----------------------

소 속	○○ 소방학교		
직 급	소방○	성 명 [한자]	②-14 참가자

【 연구 개 요 서 】

연구자	소속	○○소방학교		직 급	소방○
	성명	한 글	②-14	생년월일	0000-00-00/남
		한 자	-	연락처(HP)	-
				이메일	-
연구내용	제목	“②-14. 현장구조대원 수중구조 역량강화 탐색”			
	연구 개요	○ 심층인터뷰를 통한 현장 구조대원 경험 도출 ○ 수중구조 역량강화 관련 현행 문제점 도출 ○ 수중구조 역량강화 핵심요소를 도출하여 전국소방학교 교육과정 개설 및 정책적 제언			
	현행 문제점	○ 저빈도 출동에 대한 경각심 부족 ○ 예산 지출의 한계로 인한 훈련시간 부족 ○ 훈련 장소 부족과 구조대원 인식 개선 필요 ○ 현장과 괴리감 있는 구조대원 자격 평가표			
	현행과 대비	현 행		개 선	
○ 형식적인 훈련 ○ 교육의 부재		○ 체계적인 훈련과 적극적 예산 지원			
기대효과	현장 대원의 고충과 겪고 있는 경험을 인터뷰를 통해 교육개설·예산지원의 근거 자료 제공으로 중·장기적 과제로 구조대원 수중구조 역량강화의 기반이 될 것으로 기대 됨.				

연구 요약서

1. 연구의 배경

국내 해양레포츠의 발전에 따라 수난 사고는 증가하는 추세이다. 그로 인해 구조대원은 시간에 지남에 따라 수중구조 현장 활동을 해야하는 빈도도 늘고 있다. 하지만 수중구조 영역은 1% 미만인 저빈도·고위험군으로 높지 않은 출동임에도 불구하고 구조대원의 안전을 위협하고 생명을 앗아가고 있다. 그러나 현재 구조대원의 수중구조 교육훈련 체계는 실제 현장에서 요구되는 역량을 충분히 반영하지 못하고 있으며, 반복훈련과 전문인력 유지에도 한계가 있는 실정이다.

2. 연구의 목적

본 연구는 현장 구조대원의 수중구조 역량강화의 구성요소를 규명하고, 수중구조 역량 강화에 미치는 요인을 탐색하는 데에 목적이 있다. 이를 통해 현장 구조대원의 수중구조 전문성과 안전성을 향상시킬 수 있는 교육훈련 개선 방안과 정책적 지원 방향을 제시하고자 한다.

3. 연구 기대효과

현장 구조대원의 인터뷰를 통해 심층적으로 수중구조 분야에 대해 이해하고 교육훈련 체계 개선과 정책적 지원 방향에 기초자료를 제공하고 궁극적으로는 구조대원의 현장 대응 역량 강화와 안전한 수난구조 활동 환경 조성에 기여할 것으로 기대 된다.

4. 연구 방법

현장 구조대원의 현실태를 연구하기 위해서는 수치화 하기 어렵고 인식과 경험을 탐색하고자 질적연구 방법인 심층인터뷰를 진행 하였다.

인터뷰는 전문가 8명을 대상으로 진행 하였고, 전문가의 선정은 소방공무원 실무

경력 10년 이상인 자, 인명구조사 1급 자격자, 잠수자격 레스큐 다이버, 감압잠수 (45m이상), 스쿠버 강사 이상인 자, 잠수 경력 최소 500회 이상인 자, 교관경력 3년 이상인 자로 선정하여 타당성을 높였다.

5. 분석 방법

질적연구 방법 중 주제분석법을 활용하여 인터뷰 내용을 녹음 한 뒤 전사화로 전환 하여 대화의 맥락 속에 숨은 의미와 흐름을 파악하고, 초기 코드를 생성하였다. 초기 생성된 코드들을 비교 하면서 유사한 성격이나 맥락을 가진 코드들을 유목화하고 공통된 개념으로 묶어 하위주제를 탐색 하였다. 하위주제들을 분석 하여 핵심적이고 본질적인 의미를 베테랑 구조대원들의 경험 속에 내재된 수중구조 역량 강화의 요인들을 최종 도출된 내용들로 분석을 실시 하였다.

6. 연구 결과

연구 결과 내적동기로는 생존과 동료의 안전으로 자발적으로 사비를 투자해 수중구조 역량 강화를 해왔으며, 핵심 역량으로는 부력조절능력, 안전확보를 위한 기체관리, 팀 단위 구조의 의사소통 능력으로 나타났다.

수중구조 활동의 특성과 위험성으로는 저시정, 저수온, 고립의 위험성이 상존하였고, 심리적인 경험부족과 공포로 인한 급상승이 생명을 위협할 거라고 나타났다. 공용장비 관리의 한계성으로는 관리 책임의 문제와 교육공백으로 인한 장비관리 부재가 나타났다. 교육훈련 체계로는 예산 부족으로 인한 훈련 부족, 인명구조사 오픈워터 수준의 교육으로 현장과의 괴리감이 나타났다. 첨단장비 도입과 인사 문제 또한 나타났다. 수중 장비로 인한 대원 안전과 예산 확보가 돼야하며, 6개월에 한번씩 시행되는 인사제도로 구조대원 공백으로 현장 대응의 어려움도 나타났다. 마지막으로 조직문화 개선으로 무조건적인 희생이 아닌 합리적인 보상 정착과 지휘관의 교육 인식 전환이 필요하다고 나타났다.

7. 제 언

첫째, 현행 지방소방학교 교육과정은 통일이 되지 않고 다양하게 운영이 되고 있다. 최소한의 신규 구조대원, 경험이 적은 구조대원들을 대상으로 하는 수중구조 초급 과정의 개설이 필요하다. 둘째, 인명구조사 2급 평가표는 오픈워터 수준이 아닌 실제 대응이 가능한 평가표로 개정 되어야한다. 셋째, 예산 확보와 인프라 지원을 통해 구조대원들이 충분하게 훈련할 수 있는 환경이 마련되어야한다. 특히 형식적인 특별구조 훈련의 전면 개선하고, 실효성을 높이기 위해 전문교관 확보를 해야한다. 넷째, 화재 진압 장비처럼 수중구조 장비도 개인지급이 일괄적으로 이루어져야 한다. 다섯째, 수중구조 전문인력 유지를 위한 인사 개선이 필요하며, 지휘관 또한 수중구조 특성에 대해 이해하고 지휘능력을 갖추려고 개선해야 한다.

목 차

I 서 론

1. 연구의 배경	14
2. 연구의 목적	15
3. 연구의 기대효과	16

II 이론적 배경

1. 소방 수난구조의 개념	17
2. 수중구조의 특성	18
2.1 제한된 시야와 공간적 제약성	18
2.2 저수온 환경	19
2.3 조류 및 유속 환경	20
2.4 수압과 잠수 생리	20
2.5 심리적 위험 요인	24
3. 수중구조 역량의 정의	26
3.1 부력 조절	26
3.2 트림 자세	26
3.3 기체 관리	27
4. 수중 수색 정의 및 탐색법	29
4.1 탐색법의 종류	29
4.2 수중 의사소통 수신호	33
5. 개인 잠수장비 및 첨단 기술장비	35
5.1 개인잠수 장비	35
5.2 수중 탐색 구조 장비	38
6. 국내·국외 구조대원 체계	42
6.1 대한민국 소방 구조대원	42

6.2 일본 구조대원 자격 체계	43
6.3 미국 구조대원 NFPA 기반 구조대원 체계	43
6.4. 한국의 구조대원과 미국의 구조대원의 비교	43
7. 수중구조 교육훈련의 한계 및 현황	45
7.1 수중구조 교육훈련의 한계	45
7.2. 전국 소방학교 수중구조 교육 현황	46
8. 수중구조 순직 사례	48
8.1 국내 수중 순직 사고 사례	48
8.2 해외 수중 순직 사고 사례	49
8.2. 해외 수중 순직 사고 사례	49

III 연구 설계

1. 연구방법	50
2. 연구대상	51
3. 자료수집 방법	53
4. 자료 분석 방법	55

IV 연구 결과 / 58

V 결론 및 제언

1. 결 론	71
2. 제언	72
2.1 교육 및 평가 체계 개선	72
2.2 예산 확보 및 인프라 지원	72
2.3 인사 및 조직문화 개선	74

참고문헌 / 82

그림 목 차

<그림 1> 공기색전증	22
<그림 2> 기흉	23
<그림 3> 활공 자세라고 불리는 수평자세(Trim)	26
<그림 4> 원형탐색 형태	29
<그림 5> 반원탐색 형태	30
<그림 6> 직선탐색 형태	31
<그림 7> 왕복탐색 형태	32
<그림 8> 위기 관리 수신호	33
<그림 9> 방향 및 숫자 수신호	33
<그림 10> 작업 관련 수신호	34
<그림 11> 수중구조 호흡기의 구성(S사)	35
<그림 12> 건식잠수복(R사)	36
<그림 14> 두께 35cm 얼음 아래 비치는 시그널 라이트	38
<그림 15> 수중탐색 구조 장비	38
<그림 16> 육상 드론 활용 구조 대상자 탐색	39
<그림 17> 수중드론 활용 구조 대상자 탐색(울산소방본부)	39
<그림 18> 다방형 카메라 구조 대상자 탐색	40
<그림 19> 수중음파탐지기 활용 구조 대상자 탐색(구조대상자 사람 형체)	41
<그림 20> 인명구조사 2급 수중구조 실기평가표	42
<그림 21> 전국 구조대원 인원(소방청,2026)	46

표 목 차

<표 1> 일반적인 시정 구분(공공안전잠수 PSD).	18
<표 2> 수심에 따른 불활성기체(질소), 산소 분압 변화	24
<표 3> 지방소방학교 수중분야 교육훈련 계획(2026년)	47
<표 4> 국내 수중 순직사고 원인 분석(박찬석,2021)	48
<표 5> 국외 수중 순직사고 원인 분석	49
<표 6> 연구 방법 구성	50
<표 7> 심층 인터뷰 참여자 특성	52
<표 8> 세부 계획의 예시	73

현장구조대원 수중구조 역량강화 탐색

I 서론

1. 연구의 배경

최근 국내의 해양 레포츠의 발전과 활동적인 취미활동을 즐기는 대상이 연령에 상관 없이 증가함에 따라 수난사고 역시 증가하는 추세이다. 그로 인해 안전사고 발생률은 비례하여 익사 또는 실종 사고도 증가하고 있다. 수난사고의 특성상 시간 지체에 따라 구조 대상자는 물속으로 가라앉게 되어 구조대원이 출동하여 현장 도착하였을 때는 이미 가라앉은 구조 대상자가 대부분이다. 이에 따라 구조대원은 수중(잠수)구조를 해야 하는 실정이며 전문성과 대응 역량은 매우 중요한 부분으로 자리 잡고 있다.

특히 수난사고 발생 빈도는 화재 및 기타 구조출동에 비해 낮지만 구조 활동 시 고난도의 기술이 필요하며 대원의 위험을 수반하는 대표적인 저빈도 고위험 재난 유형으로 분류된다.

2024년 구조출동 건수는 총 1,318,837건이며, 이 중 수난 구조 출동은 8,551건으로 약 0.64%에 해당한다. 또한 실제 구조활동이 수행된 출동 887,119건 중에서도 수난 구조 분야는 약 0.96%로 매우 낮은 비율을 차지하고 있다.(소방청 통계연보, 2025). 이러한 수치는 일선 구조대원에게 수난 구조 활동이 상대적으로 드물게 경험되는 분야임을 의미하며, 그로 인해 중요성에 대한 인식이 상대적으로 낮게 형성될 가능성을 포함하고 있다

그러나 출동 빈도와는 별개로 수난 구조는 높은 위험성을 지니고 있다. 소방공무원 및 의용소방대를 포함한 순직자는 총 512명으로 집계되며, 이 중 화재로 인한 순직자가 가장 많은 비중을 차지하고 있으나, 수난사고 분야에서도 총 22명의 순직자가 발생한 것으로 나타났다(순직소방관 추모백서, 2022). 화재출동이 연간 약 40,000건 이상의 높은 출동 빈도를 가지는 것과 비교할 때, 수난구조는 매우 낮은 출동 건수에도 불구하고

하고 적지 않은 인명 피해가 발생하고 있다는 점에서 그 위험성이 상대적으로 크다고 볼 수 있다. 이는 수난구조 활동이 단순한 출동 빈도가 아닌 구조대원의 생명과 직결되는 고위험 활동임을 보여주는 근거이다.

수중구조 활동은 일반적인 구조 활동과는 다른 환경적 특성을 지닌다. 수중환경은 시야 확보가 제한되고, 저수온 및 수압, 조류 등의 물리적 요인이 복합적으로 작용하며, 구조대원은 호흡기 및 잠수 장비에 전적으로 의존한 상태에서 구조활동을 하게 된다. 또한 제한된 공기의 공급과 감압 조건 등으로 인해 활동 시간이 제약되며, 상황 판단과 의사결정이 제한된 환경 속에서 이루어져야 한다. 이러한 특성은 작은 실수나 판단 오류가 곧바로 사고로 이어질 가능성을 높이며, 일반 구조보다 훨씬 높은 수준의 숙련도와 팀 단위 협업 능력을 요구한다.

안전한 현장 활동을 위한 SOP 수난사고 대응 절차가 마련되어 있으나, 눈에 보이지 않는 수중환경, 계절적 환경, 시간적 제약 등 다양한 수중 현장 상황을 판단하고 구조 활동에 임할 수 있는 대응 절차의 보강이 필요하며, 다양한 수중환경 변화에 적응할 수 있도록 각종 수중 장비를 활용하여 반복적이고 체계적인 수중 훈련 및 교육을 통한 전문성 향상이 필요하다(정근남, 2017).

또한 국내 선행 연구는 수난 구조 사고원인 및 대응 방안에 대한 사례분석과 양적연구 중심으로 이루어져 현장 구조대원의 실제 경험과 인식을 심층적으로 탐색한 연구는 부족한 실정이다. 이에 본 연구는 현장 구조대원의 수중구조 역량 강화를 위해 현장 경험을 기반으로 핵심 문제를 도출하고, 이를 토대로 원인을 분석하여 구조대원의 수중구조 역량 강화를 위한 개선 방안 제시와 소방학교 교육과정 개선에 대한 기초자료를 제공하고자 한다.

2. 연구의 목적

본 연구는 현장 구조대원을 대상으로 심층 인터뷰를 실시하여 수중구조 역량의 구성요소를 규명하고, 수중구조 역량 강화에 영향을 미치는 환경적인 위험, 교육훈련, 장비 운영 및 제도적 요인을 탐색하는 데 목적이 있다. 이를 통해 현장 구조대원의 수중구조 전문성과 안전성을 향상시킬 수 있는 교육훈련 개선 방안과 정책적 지원 방향을 제시하고자 한다.

3. 연구의 기대효과

본 연구는 현장 구조대원의 경험과 인식을 바탕으로 수중구조 역량에 영향을 미치는 다양한 요인을 심층적으로 탐색함으로써 수중구조 분야에 대한 이해를 확대하는 데 기여할 것으로 기대된다. 또한 현장에서 요구되는 수중구조 역량의 특성과 교육훈련 과정에서의 어려움을 파악함으로써 향후 구조대원 교육훈련 체계 개선을 위한 기초자료를 제공할 수 있을 것으로 기대된다.

아울러 본 연구 결과는 수중구조 활동의 안전성과 전문성 향상을 위한 정책 수립 및 제도 개선 논의에 활용될 수 있으며, 궁극적으로는 구조대원의 현장 대응 역량 강화와 안전한 수난구조 활동 환경 조성에 기여할 것으로 기대된다.

I 이론적 배경

1. 소방 수난구조의 개념

「수상에서의 수색·구조 등에 관한 법률」제7조에 의하면 소방청장, 소방본부장 및 소방서장은 내수면에서의 수난 구호를 위하여 구조대를 편성·운영하고, 내수면에서 발생하는 응급환자를 응급처치 및 의료기관에 긴급히 이송하기 위하여 구급대를 편성·운영 하도록 하고 있다.

“내수면”이란 「수상레저안전법」제2조 제7호에 따른 하천, 댐, 호수, 늪, 저수지, 그 밖에 인공으로 조성된 담수나 기수(沂水)의 수류 또는 수면을 말한다.

이에 따라 내수면에서의 수난 구호 업무는 소방관서의 장이 수행하고 있다(수중 구조법 제 3장 제 13조). 내수면에서 사람이 익수하거나 추락, 고립, 표류 등의 사고가 발생하면 사람의 생명·신체의 안전이 위협에 처하게 된다.

특히 익수자가 발생하면 구조대원은 이를 구조하기 위하여 수중으로 잠수하여 수색 및 탐색을 하게 된다. 수중으로 잠수할 때는 익수자의 발생을 직접 목격하거나, 방금 발생한 상황이면 구조대원은 잠수 장비를 착용하고 신속히 수중으로 하강하게 된다.

평상시 구조대원들은 한국 잠수 작업 안전기술 지침(Korea Occupational Safety & Health Agency)에 의해 자연스럽게 호흡하며 9m/min의 상승속도를 준수하지만, 수중 수색 현장은 인명을 구조하기 위하여 촌각을 다투는 위중하고 급박한 상황으로 안전한 상승속도를 유지하기 힘들게 되어 수면으로 급상승하는 경우가 발생한다.(전재인, 2021).

2. 수중구조의 특성

2.1 제한된 시야와 공간적 제약성

1) 제한된 시야(흐린물 잠수)

소방 수중구조는 하천, 댐, 저수지, 해양 등 다양한 수중환경에서 이루어진다. 그러나 강우 이후 발생하는 부유물과 토사 등의 영향으로 탁도가 증가하여 저시정 환경이 형성되는 경우가 많다.

이러한 환경에서는 구조대원의 시각적 정보 확보가 제한되며, 탐색 활동과 구조대원 간 의사소통에도 어려움이 발생할 수 있다. 특히 흐린물 잠수는 방향감각 상실과 탐색 범위 제한 등의 위험요인으로 이어질 수 있어 수중구조 활동에서 대표적인 위험환경 중 하나이다.(공공안전잠수, PSD).

구분	시야거리
양호한 시야	5m 이상
제한 시야	1m ~ 5m
저시정	1m 이하
무시정	손이나 앞의 상황 식별이 어려움

<표 1> 일반적인 시정 구분(공공안전잠수 PSD).

2) 야간 수중구조

소방 구조대원은 24시간 출동대기 체계를 유지하고 있어 야간에도 수중구조 활동이 이루어질 수 있다. 야간 수중구조는 자연광이 차단되어 수중 시야 확보가 더욱 어려워진다. 특히 수중환경은 빛이 없는 경우 어둠에 가까운 환경이 형성되므로 구조대원은 제한된 시야 속에서 탐색 활동과 구조활동을 수행해야 한다. 이러한 환경은 구조대원의 방향감각 상실과 탐색 범위 제한, 심리적 불안감과 공포심 증가 등이 위험한 행동으로 이어지고 그 요인으로 팀워크 수중구조에 지장을 줄 수 있다.(공공안전잠수, PSD).

3) 수중에서의 빛

수중환경에서 시야 확보는 빛의 영향을 크게 받는다. 인간은 사물에서 반사되는 빛을 통해 대상을 인식하지만, 수중에서는 빛의 굴절, 반사, 확산 및 흡수 등의 영향으로

시각적 정보 획득이 제한된다.

특히 물과 마스크 유리, 공기층 등 서로 다른 매질을 통과하는 과정에서 굴절 현상이 발생하여 수중의 물체는 25% 실제보다 크게 보이거나 가까워 보일 수 있으며, 수면에서 반사되는 빛과 수중 부유물 및 플랑크톤 등에 의한 빛의 확산으로 인해 수심이 깊어질수록 수중은 점차 어두워지는 특성을 가진다.(강원소방학교, 2022).

2.2 저수온 환경

1) 저체온증

저체온증은 추운 환경에 노출될 경우 누구에게나 발생할 수 있으며, 외부 환경에 의해 발생하는 1차적 저체온증과 질환 등에 의해 발생하는 2차적 저체온증으로 구분할 수 있다(중앙119구조본부, 2024).

수중환경에서의 체온 조절계의 영향을 미치는 요인으로는 수온, 피하지방 두께, 표면적-체중비, 운동, 운동의 형태, 운동의 강도 등이 있다.(김기진, 2001).

물은 공기와 비교하여 대류성 열 이동 상수가 167배가 크고, 열전도성이 공기보다 20~25배 높기 때문에 체표로부터 열 손실을 빠르게 촉진 시킨다. 이러한 이유로 인체는 34℃ 이하의 수중에 맨몸으로 들어가면 언제나 한랭 자극을 받게 된다(김성길, 2006).

2) 체온의 소실과정(전도)

전도는 신체의 열이 차가운 외부 환경이나 물체로 직접 이동하여 체온이 손실되는 현상을 의미한다.

특히 수중환경에서는 물은 공기보다 25배~30배 높은 열전도율로 인해 체온 손실이 빠르게 발생할 수 있으며, 체온보다 낮은 온도의 물에 신체가 노출될 경우 열손실이 증가하게 된다(김병권, 2019).

3) 체온의 소실과정(복사)

복사는 서로 접촉하지 않더라도 따뜻한 물체에서 차가운 물체로 열이 이동하는 현상을 의미한다. 차가운 수중환경에서는 지속적인 열손실이 발생하며, 수온이 낮을수록 체온

유지가 어려워질 수 있다.

중앙119구조본부(2024).는 수온 18.5℃ 이하의 환경에서는 건식잠수복 착용을 권장하고 있으며, 이는 저체온증 예방과 잠수활동의 안전성 확보를 위한 중요한 요소라고 나타냈다.

2.3 조류 및 유속 환경

1) 조류

구조대원은 유속이 1노트(0.5m/s) 이하인 경우 잠수활동이 가능하며, 유속 1~1.5노트 구간에서는 현장지휘관의 판단에 따라 잠수 여부를 결정하도록 하고 있다. 또한 유속이 1.5노트 이상인 경우에는 모든 잠수활동을 금지하고 있다(소방청, 2021).

그러나 실제 수난 현장에서는 유속을 정확하게 측정하기 어려운 경우가 있으며, 수면 또는 수중에서 구조대상자가 확인되는 상황에서는 현장 위험성과 구조 필요성 사이에서 신속한 판단이 요구될 수 있다. 특히 조류와 유속은 구조대원의 이동과 수색활동, 공기 소모 등에 큰 영향을 미친다.(전재인, 공하성, 2020).

2) 수중 항력

수중환경에서는 유속의 증가에 따라 구조대원이 받는 항력 또한 급격히 증가하게 된다. 일반적으로 유속이 2배 증가하면 항력은 약 4배 증가하고, 유속이 3배 증가하면 항력은 약 9배까지 증가하는 특성을 가진다.

또한 다이버는 수평 자세보다 수직 자세에서 더 큰 저항을 받게 되며, 수직 자세에서는 5배 이상의 항력이 발생할 수 있다고 보고되고 있다(강신영, 2010).

이러한 항력 증가는 구조대원의 이동 효율성을 저하시킬 뿐만 아니라 호흡량 증가와 공기 소모율 증가로 이어질 수 있다. 특히 조류가 강한 환경에서는 불필요한 움직임과 자세 불균형이 발생하기 쉬우며, 이는 구조대원의 피로도 증가와 현장 대응능력 저하에 영향을 미칠 수 있다. 따라서 구조대원은 수중에서 불필요한 저항을 최소화하기 위해 안정적인 자세를 유지할 수 있는 능력이 요구된다.

2.4 수압과 잠수 생리

1) 공기소모량의 증가

지구를 둘러싸고 있는 대기는 단위 면적당 약 101.325kN/m^2 의 압력을 가지며, 이를 일반적으로 1기압(atm)이라 한다. 인간은 지상에서 지속적으로 1기압의 영향을 받고 있으나 이를 직접적으로 인지하지 못한다.

그러나 수중에서는 대기압과 수압의 영향을 동시에 받게 되며, 수심이 10m 증가할 때마다 약 1기압씩 압력이 증가한다. 예를 들어 수심 10m에서는 대기압 1기압과 수압 1기압이 더해져 총 2기압의 압력을 받게 되며, 수심 20m에서는 총 3기압의 압력을 받게 된다. 이와 같이 수심이 깊어질수록 구조대원은 외부로부터 더 높은 압력을 받게 되며, 이에 따라 호흡기체의 밀도와 공기소모량 또한 증가하게 되는데 1기압에서 20L를 호흡하는 사람이라면 2기압에서는 40L 3기압에서는 60L의 공기를 소모하게 된다. (전재인·공하성, 2020).

2) 보일의 법칙

온도가 일정할 때 기체의 부피는 절대압력에 반비례하여 변화하며, 밀도는 정비례하여 증가한다. 즉, 압력이 증가하면 기체의 부피는 감소하고, 압력이 감소하면 기체의 부피는 증가한다.(김승철,2004)

$$P_1 V_1 = P_2 V_2$$

(P_1 :최초압력 P_2 :최종압력 V_1 : 최초부피 V_2 :최종부피)

1기압(P_1)에서는 10L(V_1)인 기체의 부피가 2기압(P_2)에서는 5L(V_2), 3기압(P_2)에서는 3.3L(V_2)가 된다 이 법칙은 수중에 있는 구조대원들의 장비들의 부력과 관계가 있다. 수심이 깊어지거나 낮아질 때 기체의 변화를 인지하고 대응할 수 있어야한다.

3) 수중에서의 급상승

수난 구조 상황에서의 급상승이 구조대원 인체 안전에 미치는 영향으로는 가장 먼저 어지러움이 발생한다고 하였다.(전재인,2022) 급격한 압력차로 인해 기포화가 진행되어 인체에 영향을 미친다고 나타냈다. 수중환경 시계 0.5cm, 잠수장비의 하중과 수압 및

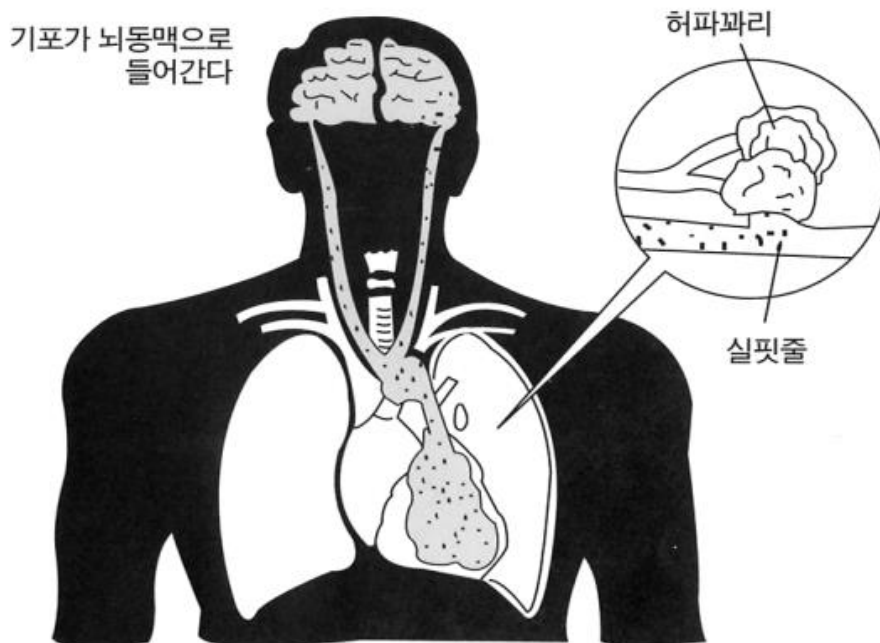
조류, 수중수색환경이 육체에 피로를 올리고 구조대원에게 심리적 불안감과 압박감을 주고 급상승 시 인체에 스트레스 호르몬 코르티솔의 증가를 가져와서 감압병의 영향을 미칠 것으로 판단하였다.(전재인,2022). 또한 급상승의 경험으로는 경력이 짧고 직위가 낮은 소방사 계급과 잠수경험이 부족한 사람에게 많이 나타났다.(전재인,2021)

5) 공기색전증(air embolism)

호흡멈춤이나 급상승, 반복잠수 시 수중활동중에 흡입된 기체가 배출이 되지 않고 체내에 잔류하여 기포가 되어 동맥 및 정맥을 따라 순환하여 돌다가 어느 구간에 정착하여 혈관의 흐름을 방해하는 질환이다.

정상 호흡 중에는 팽창된 공기가 입을 통해 밖으로 배출되지만 숨을 참으면 공기는 나갈 곳이 없어서 폐를 팽창시키고 폐는 파열하게 된다. 폐손상으로 인해 허파파리 안 실핏줄 속으로 기포가 들어가게 되고 혈액공급을 차단하거나 방해한다.

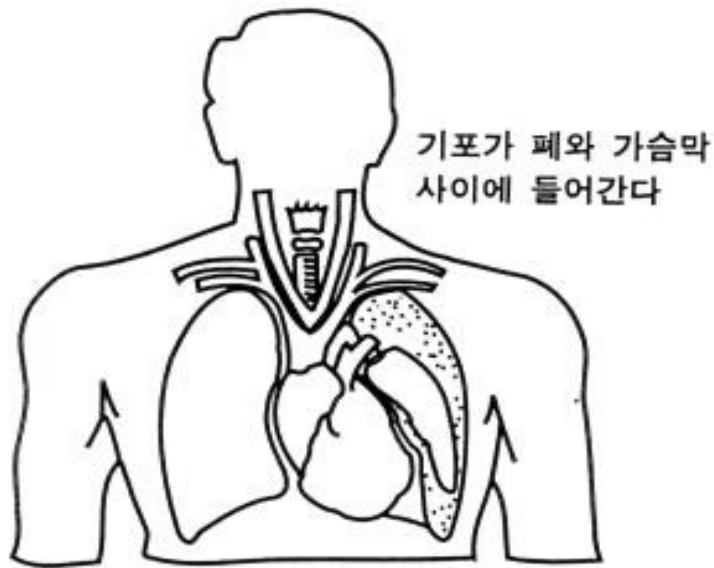
증상으로는 발생하는 위치에 따라 다르지만 심근경색, 뇌경색, 신체마비, 발작, 호흡 곤란, 심할 경우 사망까지 이르게 할 수 있다.(전재인,2022).



<그림 1> 공기색전증

6) 기흉

기흉은 급상승뿐만 아니라 자연스러운 호기와 흡기 없이 오랫동안 숨을 참는 경우 다이버들에 주로 나타나는 현상이다. 폐에 구멍이 생기고 공기가 새게 되면 이로 인해 늑막강 내에 공기가 가스가 고여서 인체에 부작용이 생기게 된다. 증상으로는 가슴통증과 호흡곤란을 초래한다. 보통의 경우 24시간 이내에 가슴통증이 완화 되며, 고농도의 산소를 투여하면 진정되고 회복된다(전재인,2022).



<그림 2> 기흉

7) 불활성기체 마취

불활성 기체는 네온(neon), 제논(xenon), 아르곤(argon) 등이 있지만 구조대원이 사용하는 공기통은 공기를 고압으로 압축하여 사용 하고 있고 공기는 약 79%가 질소로 구성된 이유로 질소 마취(nitrogen narcosis)라고도 한다. 수심이 깊어질수록 불활성 기체 마취증상이 비례하여 나타나게 된다. 불활성 기체 마취는 고압의 불활성 기체를 호흡할 때 발생하는 신경학적인 영향으로 행복감, 자신감 증만, 지나친 무모함, 신경 근육의 조정 능력 등에 영향을 미친다.(전재인, 2022).

수심	절대압	질소분압	산소분압
0	1	0.79	0.21
10	2	$0.79 \times 2 = 1.58$	$0.21 \times 2 = 0.42$
20	3	$0.79 \times 3 = 2.37$	$0.21 \times 3 = 0.63$
30	4	$0.79 \times 4 = 3.16$	$0.21 \times 4 = 0.84$

<표 2> 수심에 따른 불활성기체(질소), 산소 분압 변화

8) 감압병

수중에서 활동 후 수면으로 올라오면 체내에 흡수된 질소 분압이 낮아지므로 몸 밖으로 질소를 배출 하려 한다. 조직에서 혈액으로, 혈액에서 폐를 통해 배출이 되는데 체내에 느린 조직(건,인대)은 배출하는 속도가 빠른 조직(혈액)에 비해 느리다.

구조대원이 급상승을 하게 되면 콜라를 흔들고 뚜껑을 열었을 때 거품이 일어나듯 체내에 기체가 급격한 압력 변화로 질소기포가 형성이 된다. 이 기포가 혈액을 막게 되면 생기는 질환이 감압병이다.(강신영,2010).

특히 감압병은 사지 중에 어깨와 팔꿈치의 관절부위 등에 잘 나타나며 지속적으로 통증을 유발한다. 심할 경우 척추를 지나는 신경에 손상을 주고 초기에는 다리가 저리고 힘이 없으며 걷는 자세가 이상해진다. 조금 더 심할 경우 목이나 허리 다리에 마비가 오기도 한다.

이 감압병의 저항성은 개인차가 크지만 급상승시의 70.6%가 감압병의 이완된 경향이 있고 85.9%가 감압병 증상이 발현되었다.(차수강,2008)

또한 나타나는 시간도 다양하기 때문에 최대한 정해진 수면으로 상승시 분당 9m 또는 18m의 규정속도를 지키고 질소를 충분히 배출해야 한다.(박상규,2007).

2.5 심리적 위험 요인

1) 불안

불안은 신체의 활성화나 각성과 관련된 초조, 걱정 또는 공포감을 지닌 부정적인 정서 상태이다.(고광형,2013). 수중 환경은 육상환경과 다른 특수성을 가지고 있으며, 구조대원은 이러한 환경에서 심리적 긴장과 불안 반응을 경험할 수 있다. 특히 인간은 통제하기 어려운 환경에서 불안을 경험할 수 있고, 수중환경과 같이 폐쇄적이고 제한된 환경에서는 이러한 심리적 부담이 더욱 증가할 수 있다. 또한 불안은 통제될 수 없으며, 이를 통제하려는 시도가 오히려 불안을 더 증가시킨다고 하였다(오주용·권석만, 2011).

2) 공포

공포는 인간이 지닌 정서 중에서도 가장 원초적인 정서이다. 공포로 인해 유기체는 위험한 자극을 감지하고 적절히 대처함으로써 생존할 확률을 높인다. 인간을 포함한 동물의 신경계는 경험을 통해 위협적인 자극이나 상황을 예상할 수 있도록 진화해 왔다. (서동오·이연경·최준식, 2006).

이는 수중에서 구조대원이 느끼는 공포에 따라 공포의 대상 또는 상황에 회피하고 대처하려한다. 그 상황은 물이 주는 공포에 대한 벗어남이다. 수중 공포 상황에서 적절히 통제가 되지 못할 경우 급상승 또는 마스크 탈착, 호흡 불가와 같이 비합리적인 행동으로 이어질 수 있으며, 이는 구조대원의 안전을 위협하는 요인으로 작용할 수 있다.

3. 수중구조 역량의 정의

3.1 부력 조절

부력이란 부피에 해당하는 물의 무게만큼 뜨는 성질이다. 어떠한 물체가 물보다 가벼워 뜨게 되면 양성부력, 물의 무게보다 무거우면 음성부력, 뜨지도 가라앉지도 않는 상태가 중성부력이다.

다이버는 중성부력의 조절 실수나 수면으로 올라온 후 양성부력 확보의 실패는 잠수 시 생기는 사고의 근본적인 원인이다. 수중에서의 균형유지 등을 위해 부력의 장비 조작과 편안하고 안정된 호흡 방법을 숙달하여야 한다. 부력은 매우 정교하여 고정된 자세에서 숨을 들이쉴 때 약간 상승하며, 내쉴 때에는 천천히 가라앉아야한다.(강일식, 2014). 상승 중에는 부력조절기와 드라이슈트의 공기를 적절하게 배출하고 위급상황에서는 긴급상승을 시도하여야 한다.

3.2 트림 자세

트림(Trim)자세는 물의 저항을 줄여주고 수중에서 유영할 때 체력을 아낄 수 있고 이에 따라 공기 소모를 줄이는 장점이 있다.(서울중부소방서 한정민, 소방방재신문, 2020.6.22.)

트림 자세를 취하는 이유는 시야가 제한된 공간에서 물의 저항을 최소화해서 이동해야 수중에서 부유물을 일으키지 않고 유리한 환경을 만든다. 트림 자세는 수중구조 활동을 하는 구조대원으로서 응용할 수 있는 이점이 있지만 무조건 해야하는 필수조건은 아니다.



<그림 3> 활공 자세라고 불리는 수평자세(Trim)

3.3 기체 관리

구조 대원은 수면공기소모율(SCR)을 바탕으로 목적 수심에서의 '수심별 분당 소모량'을 산출하고, 이를 계획된 잠수에 적용하여 구조 활동 임무 수행 시간을 통제해야 한다.

특히 기체 관리는 수중 활동을 위한 나의 사용 기체뿐만 아니라, 유사시 동료의 동시 상승을 보장하는 비상 기체의 개념까지 포괄해야 한다. 잠수 중 공기공급 중단이 급상승의 원인으로 82.7%로 가장 많이 나타났다. 그만큼 기체 관리가 중요함을 나타냈다.(차수강, 2008)

$$ATA \text{ 계산방법} \Rightarrow ATA = \frac{Depth}{10} + 1$$

예시) 수심 20m의 ATA는 아래와 같다.

$$\textcircled{1} \quad ATA = \frac{20}{10} + 1$$

$$\textcircled{2} \quad ATA = 2 + 1$$

$$\textcircled{3} \quad ATA = 3$$

$$SCR = \frac{(P_{start} - P_{end}) \times V_{cylinder}}{T \times ATA}$$

P_{start} : 시작압력(bar) P_{end} : 종료압력(bar) $V_{cylinder}$: 실린더용적(L)

T : 잠수시간(분) ATA : 평균 수심의 절대압

예시) 11L 용적, 200Bar를 충전한 싱글실린더를 가지고 20M에서 20분간 100Bar를 사용하였다. 이 구조대원의 SCR은 아래와 같다.

$$\textcircled{1} \quad SCR = \frac{(200 - 100) \times 11}{20 \times 3}$$

$$\textcircled{2} \quad SCR = \frac{100 \times 11}{60}$$

$$\textcircled{3} \quad SCR = \frac{1100}{60}$$

$$\textcircled{4} \quad SCR = 18.3L$$

SCR 계산이 된다면 구조대상자가 있는 목표 수심 계산이 가능하다. 수심이 증가할 수록 압력과 밀도는 정비례하므로, SCR이 18.3L인 구조대원은 10m 수심에선 분당 36.6L를 소모할 것이다. 11L 200Bar 충전이 돼있는 용기는 2200L의 기체를 보유하고 있다. 목표 수심에서의 잠수시간 유추가 가능하다. 기체관리가 중요한 이유는 구조대원 뿐만 아니라, 지휘팀장, 대기 구조대원 등 계획된 시간이 지나도 구조대원이 수면에 올라오지 않는다면 수중에 문제가 발생했다는 걸 예측하여 즉시 대기 구조대원을 투입 시켜야한다. 그렇다면 수심 10m에서 구조대원이 잠수할 시간을 계산하면 아래와 같다.

① $UG = TG - MG$

② $TG(Total Gas) = \text{사용가능한기체}$

$UG(Usable Gas) = \text{사용가능한기체}$

$MG(Minimum Gas) = \text{최소보유기체}$

③ $MG \text{ 공식} = \frac{2\text{명의 다이버} \times \text{비상호흡량}(30L) \times \text{평균 ATA} \times \text{상승시간}}{\text{탱크 용량}(11L)}$

- 2명(본인, 팀원)

- 비상호흡량 30L(통상적인 비상호흡량 수치)

(시야가 좋지 않고, 많이 움직일 경우 수치를 높여 계획하여도 된다)

- 평균 ATA

(수면 1ATA + 10m 2ATA / 2 = 1.5ATA)

- 상승시간

10m → 5m 1분(분당 9m의 속도), 5m 안전정지 5분, 5m → 수면 1분
총 7분

④ $\frac{2 \times 30 \times 1.5 \times 7}{11} = 57.2$

⑤ $TG(200) - MG(57.2) = 142.8\text{Bar} \times 11L = 1570L$

⑥ 10m에서 잠수 가능 시간 = $1570L / 36.6 = \text{약 } 42\text{분이다.}$

⑦ 10m 잠수시간 42분 + 상승 시간 7분 = 총 잠수시간 49분

4. 수중 수색 정의 및 탐색법

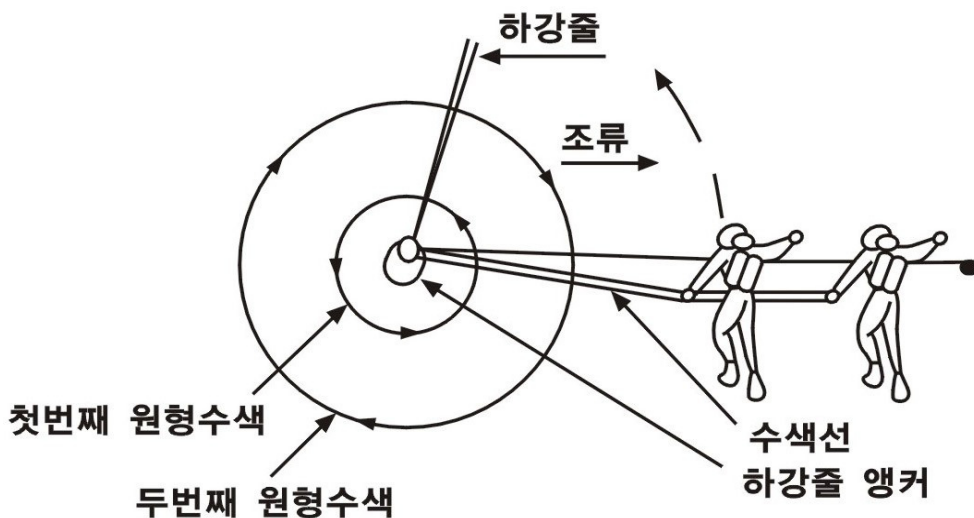
수중수색은 지상의 건축물이나 구조물 등에서 발생하는 사고와는 달리 현장 출동과 동시에 신고자와 교신을 시도하여 사고현장의 위치를 파악한다.(정철민, 양기근. 2015). 가장 크게 기여하는 것은 목격자를 통한 정보수집이다. 목격자의 진술은 목격자가 목격했던 그 위치에서 구조대원이 직접 실시하여야 하며, 객관적이고 정확하게 판단을 해야 한다.(중앙119구조본부, 2024)

4.1 탐색법의 종류

1) 원형 탐색(Circling Search)

원형탐색은 수중 시야가 불량하고 혼탁한 수중환경에서 수색면적이 좁고 수심이 다소 깊을 때 활용하는 수색 방법이다. 수색 및 탐색을 할 수 있는 범위도 좁게 형성된다.

수색 구역으로 설정한 중앙에서 앵커 또는 한명의 구조대원이 구심점이 되어 앉아서 줄을 잡고 지탱을 하면, 다른 대원은 구조 로프의 반대쪽을 잡고 둥근 원 모양을 형성하면서 한 바퀴 돌면서 수중 수색을 하는 방법이다. 구조 로프를 가능한 팽팽한 상태를 견지하여 구조대원 상호 간 거리감을 느끼면서 수중 수색에 임하면 효율적이다.(전재인, 2023).

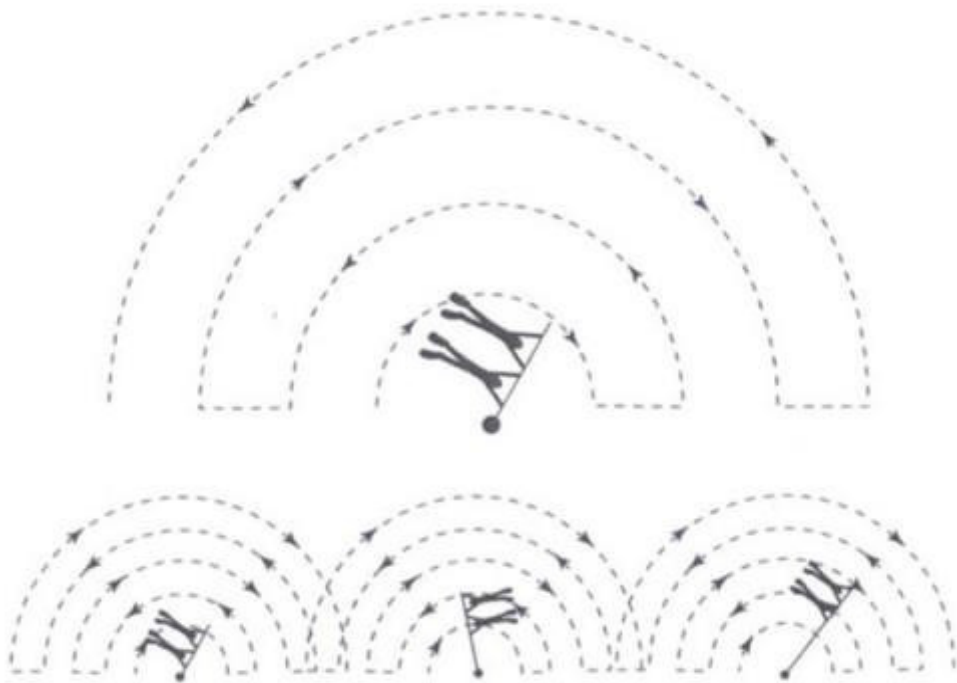


<그림 4> 원형탐색 형태

2) 반원 탐색(Tended Search)

반원탐색은 수심이 깊고 수중 시계가 양호하며 조류가 세고 수색 범위가 넓은 지역에는 주로 반원형 탐색 방법을 사용한다. 주로 해안선이나 방파제, 부두 등에 의하여 원형탐색이 불가능한 장소에서 탐색 방법으로 활용한다.

원형 탐색과 다른 점은 구조대원이 원을 그리다 방파제나 구조물에 마주치면 거리를 더 늘리고 반대 방향으로 반복해서 전진하는 탐색 방법이다.(전재인,2023). 구조 대상자가 가라앉는 동안 수류¹⁾가 흐르는 방향으로 목표물은 흘러 이동하게 된다. 수류가 흐르는 방향만을 기점으로 반원 탐색을 시도하는 것이 효과적인 방법이다.(전재인,2023).



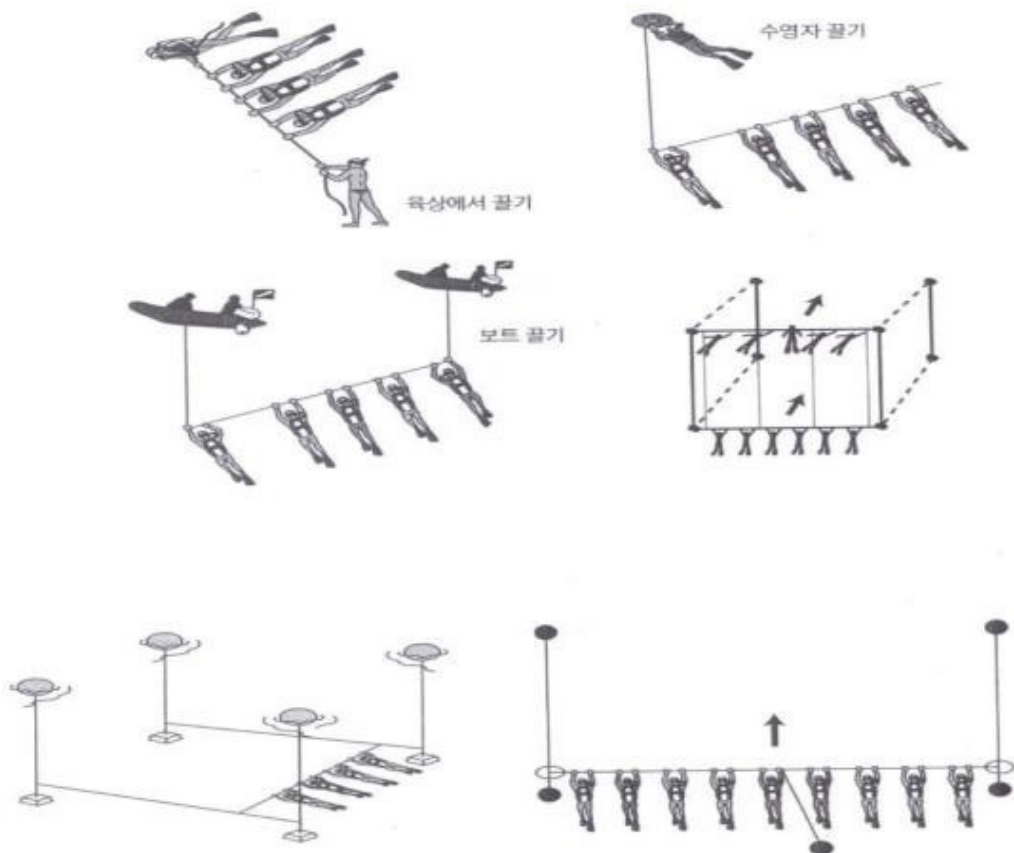
<그림 5> 반원탐색 형태

1) 강, 저수지, 댐, 하천에서 물이 흐르는 방향과 속도를 수류라고 한다. 바다에서 물의 흐름은 조류라고 한다.

3) 직선 탐색(Sajas Search)

직선탐색은 수중 시야가 불량하여 구조 대상자의 탐색이 어렵고 면적이 광대한 넓은 지역에 주로 사용하는 탐색 방법이다. 탐색 가능한 구조대원 인원수에 따라 광범위하고 폭넓게 수색할 수 있는 이점이 있지만 구조 대원 상호 간 일치된 동작과 협동 정신이 요구되고 구조대원 간 팀워크가 익수자 발견에 크게 작용하는 탐색으로 사용된다.

내수면에서 구조 대상자가 발생하면 우선 탐색할 지역을 설정하고 수면에 있는 구조대원이 수영하면서 로프를 활용하여 서로 연결된 수중에 있는 여러 명의 대원을 인도해 가면서 수색한다. 대원 간 간격은 수중 시야 및 환경에 따라 조정하며 적절하게 배치한다.(김광진, 2007).



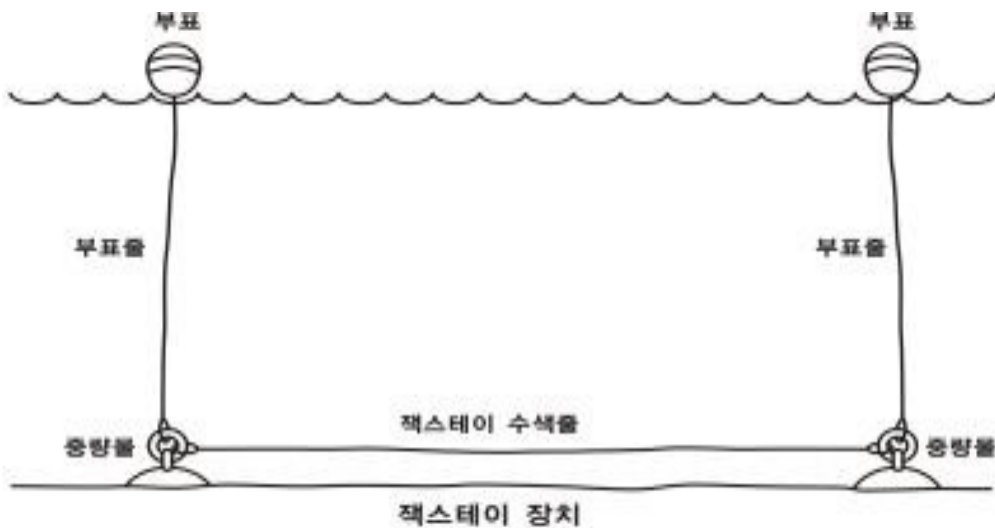
<그림 6> 직선탐색 형태

4) 변형된 왕복 탐색(Modified Jack Stay Search)

한강 등 수심이 얇고 수중 시계가 불량한 장소에 익수자가 발생하였을 때, 수중 수색의 가장 일반적이고 보편적으로 사용되는 수중 수색 방법이다.

변형된 왕복 탐색은 수중 시야가 지극히 불량하고 탐색 면적이 좁은 지역에서 주로 사용하고 있는데, 수중 시계가 제로인 상태로 극히 불량한 수중에서도 구조대원이 정밀한 수색 및 탐색을 가능하게 한다.

탐색 구역이 설정되면 구조대원은 로프의 길이를 대개 15m~20m 정도 사용하여 로프 양쪽 끝에 앵커 2개를 각각 견고하게 결착한다. 이어서 수색 구역으로 설정된 수중으로 하강하여 앵커를 바닥에 내려놓고 앵커의 위치를 조정하는데 구조대원은 서로 로프를 반대 방향으로 팽팽하게 잡아당기면서 수중 수색 준비를 한다. 준비가 끝나면 두 명의 구조대원은 양쪽 앵커 끝에서 맞은편 상대를 향하여 출발한다. 로프를 잡고 상대방을 향해 진행하면서 바닥을 확인하고 구조 대상자의 위치를 정밀 탐색한다. 상대방을 향하여 진행하다가 일정한 지점에서 합류하게 되고 계속 이동하면서 맨 처음 상대방이 출발한 지점인 앵커에 도착하게 된다. 반대편에 도착한 구조대원은 수중바닥의 앵커를 들어 수색을 마친 반대 방향으로 확보된 수중 시야만큼 수평으로 이동한다. 구조대원은 계속해서 같은 동작을 되풀이하면서 탐색 구역의 설정된 범위를 반복하여 탐색한다. (전재인, 2021).



<그림 7> 왕복탐색 형태

4.2 수중 의사소통 수신호

수중 환경에서의 음파 전달 속도는 약 1,550m/sec로 공기 중의 340m/sec 보다 약 4배 빠르게 전달되지만, 공기 중의 음속에 적응되어 온 구조대원이 수중에서 수색 및 탐색 활동 시 음파의 방향과 거리를 정확히 인지한다는 것은 지극히 어렵다.(전재인, 2021).

도와달라	공기없음	위험, 경고, 문제발생
잠호흡	안전	정지, 기다려라
귀에 문제 있음	부비동 문제 있음	통증, 다침, 아픔

<그림 8> 위기 관리 수신호

위	아래	왼쪽	오른쪽	
하나	둘	셋	넷	다섯
여섯	일곱	여덟	아홉	열

<그림 9> 방향 및 숫자 수신호

		
날 바라	좋다, OK	보트
		
앵커	라인 또는 로프	흥크
		
수색	길다	짧다
		
느슨함	단단히 조임	당기다
		
밀다	잡다, 매달리다	내려놓다, 떨어뜨리다
		
집어들다	절단, 칼	가다

<그림 10> 작업 관련 수신호

5. 개인 잠수장비 및 첨단 기술장비

5.1 개인잠수 장비

1) 호흡기(regulator)

수중에서 구조대원에게 호흡 가능한 공기를 공급하는 생명 유지장비로, 일반적으로 1단계와 2단계로 구성된다.

1단계는 실린더 밸브에 연결되어 실린더 내부의 고압 공기를 중간압(약 8~11bar)으로 감압하는 역할을 수행하며, 감압된 공기는 저압호스를 통해 2단계로 전달된다.

2단계는 구조대원이 직접 호흡하는 장치로, 수심에 따라 변화하는 주변압에 맞춰 호흡 가능한 압력의 공기를 공급한다.(강원소방학교,2018).



<그림 11> 수중구조 호흡기의 구성(S사)

2) 공기용기(실린더)

스쿠버 실린더는 수중에서 호흡 가능한 기체를 고압으로 압축하여 저장하는 장비이다. 기체를 고압으로 압축하여 저장하기 때문에 제한된 용적에도 많은 양의 호흡기체를 보관할 수 있다. 또한 실린더는 고압가스를 저장하는 장비이므로 정기적인 안전검사와 유지관리가 필요하다.

국내에서는 관련 안전관리 기준에 따라 수압검사와 내부 육안검사를 실시하며, 검사 결과 기준에 적합하지 않을 경우 사용이 제한되거나 폐기된다. 재질에 따라 알루미늄, 스틸탱크로 구분되며 알루미늄 탱크와 스틸탱크는 잔여공기량의 차이에 따라 부력차이가 발생하므로 구조대원은 부력변화를 예측하고 적정 웨이트를 조절하여 수중구조 활동에 임하여야 한다.

3) 건식잠수복(drysuit)

수중에서 낮은 수온 환경은 구조대원의 체온 손실을 유발할 수 있으며, 이를 방지하고 신체를 보호하기 위해 건식잠수복을 착용한다. 건식잠수복은 일반적으로 물이 스며드는 습식잠수복과 달리 외부의 물의 유입을 방지하는 건식잠수복이다.

건식잠수복은 직접적인 보온 기능보다는 보온용 내피와 함께 착용함으로써 찬물 환경에서도 체온을 유지할 수 있도록 하며, 저체온으로 인한 위험성을 감소시켜 보다 안전한 잠수활동이 가능하도록 한다.(중양119구조본부, 2024).

또한 외부 환경으로부터 신체를 보호하기 위해 일부 건식잠수복은 케블라²⁾재질로 보강되며, 이는 슈트의 찢어짐과 마모를 방지하는 역할을 한다.



<그림 12> 건식잠수복(R사)

4) BCD 윙(부력조절기)

수중환경에서는 수심과 호흡량 변화에 따라 부력이 지속적으로 변하기 때문에 구조대원은 적절한 부력조절이 필요하다.

BCD³⁾는 잠수 중 중성부력을 유지하고 수심을 안정적으로 조절하기 위한 장비이다. BCD 내부는 공기를 저장할 수 있는 튜브 형태의 강한 합성재질로 구성되어 있으며, 저압호스를 통해 공기를 주입하거나 배출하여 부력을 조절한다.

과도한 공기 팽창 시 자동으로 공기를 배출하는 과압배출밸브가 장착되어 있으며, 구조에 따라 상·하단 배기밸브를 이용해 구조대원이 직접 공기를 배출할 수 있도록 구성되어 있다. 종류는 전체적으로 공기주입이 가능한 조끼형, 수평자세를 취했을 때 등쪽으로 공기가 모이는 도넛형, 도넛형과 같지만 크기와 용량이 다른 더블탱크용 BCD가 있다.

2) 케블라(Kevlar)는 아라미드 계열의 고강도 합성섬유 소재로 높은 인장강도와 내마모성, 절단 저항을 가진다

3) BCD(Buoyancy Control Device) 부력조절기 공기를 넣고 빼는 기능으로 다이버의 수심에 따른 부력을 조절하도록 도움을 주는 장비이다.



<그림 13> BCD 부력조절기(S사)

5) 다이빙 컴퓨터

다이빙 컴퓨터는 잠수 중 구조대원에게 수심, 잠수시간, 상승속도, 수면휴식시간, 감압정보 등 다양한 잠수 정보를 제공하는 장비이다. 최근의 다이빙 컴퓨터는 나침반, 스톱워치, 감압계획 기능 등을 함께 제공하며, 수심 변화에 따른 인체 조직 내 질소 포화 상태를 계산하여 잠수계획과 안전관리에 활용된다.(쉐어워터)

특히 다이빙 컴퓨터는 상승속도와 무감압한계(No-Decompression Limit, NDL)⁴⁾ 등을 실시간으로 확인할 수 있어 급상승으로 인한 감압병 위험성을 감소시키는 데 중요한 역할을 한다.

6) 수중 라이트

수중은 빛이 제한되는 환경이다. 그로 인해 방수가 되는 수중라이트를 사용한다. 수중 라이트는 직진성이 강한 것을 사용을 하는데 그 빛으로 모양을 형성해 의사소통 수단으로도 사용된다.

종류에는 직진성을 나타내는 수중라이트가 있고 360도 모든 방향으로 빛을 내는 시그널 라이트가 있다. 시그널라이트는 구조대상자 또는 환경적 위험요인의 표시, 하강 줄의 표시, 다이버의 위치 표시 등을 확인 할 수 있는 장비이다.

4) 무감압한계(NDL)은 감압정지 없이 직접 상승이 가능한 최대 잠수시간을 의미한다.(SNSI오픈워터교재)



<그림 14> 두께 35cm 얼음 아래 비치는 시그널 라이트

5.2 수중 탐색 구조 장비

수중 탐색장비는 수중환경에서 구조 대상자, 수중 장애물, 수중 지형 등을 탐색·확인하기 위해 사용하는 장비를 의미한다. 수중은 제한적인 환경적 특성으로 인해 시각적 정보 확보가 중요하고, 다양한 탐색장비의 활용이 요구된다.

최근에는 음파, 영상, 위치정보 등을 기반으로 한 첨단 탐색장비가 활용되고 있으며, 구조대원의 탐색 범위 확대와 수중 상황 판단에 활용되고 있다. 대표적인 수중구조 탐색장비로는 수중드론, 수중다방향카메라, 수중음파탐지기 등이 있다.

		
수중다방향카메라 (고도이엔지)	수중드론(M2 PRO)	수중음파탐지기 (소나테크)

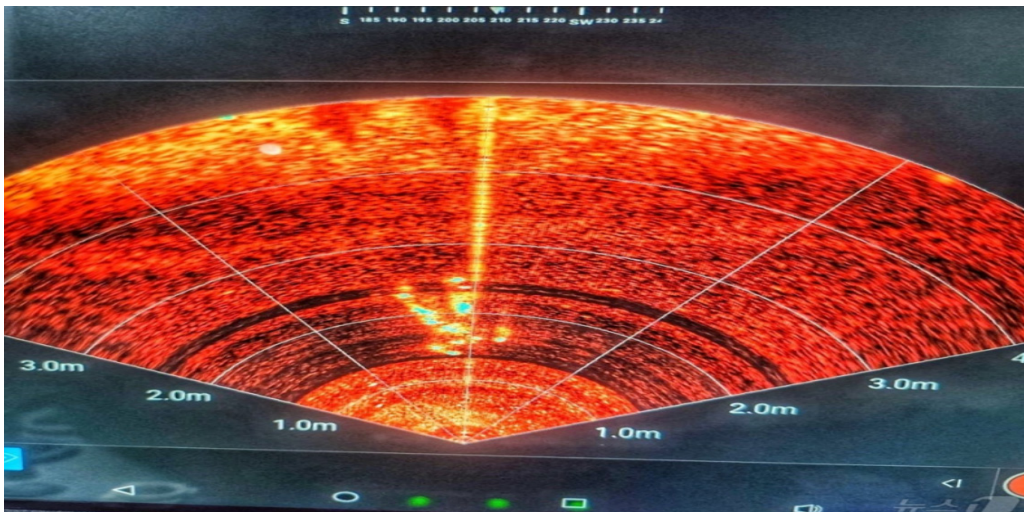
<그림 15> 수중탐색 구조 장비

1) 드론

수중드론⁵⁾은 사람이 직접 잠수하지 않고 수중환경을 탐색·관찰할 수 있도록 개발된 무인 수중장비이다. 일반적으로 카메라, 조명, 소나 등의 장비를 탑재하여 수중 영상을 실시간으로 확인할 수 있으며, 원격조종을 통해 수중탐색활동이 수행된다. 육상에서 사용하는 드론도 수면 또는 낮은 수심에서 넓은 시야를 활용하여 수색구조 활동에 활용 된다.



<그림 16> 육상 드론 활용 구조 대상자 탐색



<그림 17> 수중드론 활용 구조 대상자 탐색(울산소방본부)

5) 모델(CHASING M2 PRO)의 경우 최대수심 150m, 운용 가능 온도 $-10^{\circ}\text{C} \sim 45^{\circ}\text{C}$, 최대유속 4노트, 사용 시간 5시간이다

2) 수중다방향카메라

수중다방향카메라는 수중환경을 실시간으로 관찰하고 탐색하기 위한 영상장비로, 4분할 모니터를 이용 360도 측면 동시 탐색 및 하부 동시탐색을 카메라로 수중 영상을 동시에 확인할 수 있는 장비이다.

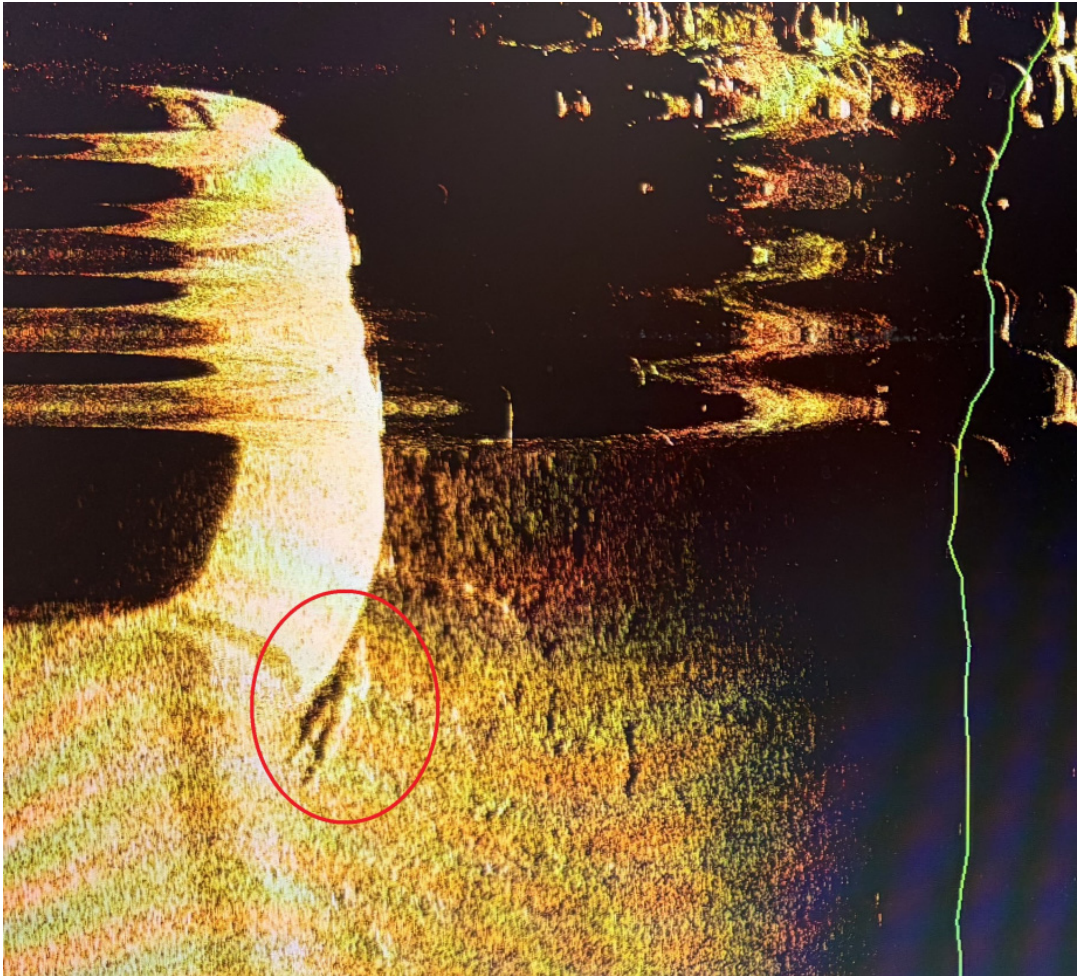
일반적으로 조명장치와 영상 송수신 장치를 함께 사용하며, 수중 상황을 확인할 수 있도록 활용된다. 특히 콘솔에 표시되는 위도와 경도 정보를 통해 탐색 당시 보트 또는 장비의 위치를 확인할 수 있으므로, 카메라 자체의 정확한 수중 위치 확인에는 제한이 있으나 GPS 위치를 기반으로 구조대상자를 인식한 지점 주변의 수색 정보를 파악할 수 있다.



<그림 18> 다방향 카메라 구조 대상자 탐색

3) 수중음파탐지기(소나)

수중음파탐지기는 음파를 이용하여 수중 지형과 물체를 탐지하는 장비이다. 수중으로 송출된 음파가 대상물에 반사되어 돌아오는 신호를 분석하여 수중 지형과 물체의 형태를 영상화 할 수 있다. 특히 카메라로 보는 형태와 달리 음파를 활용하기 때문에 무시정인 환경에서도 운용이 가능하며 깊은 수심에서도 넓은 각도로 활용이 가능하다.



<그림 19> 수중음파탐지기 활용 구조 대상자 탐색(구조대상자 사람 형체)

6. 국내·국외 구조대원 체계

6.1 대한민국 소방 구조대원

119구조·구급에 관한 법률 시행령 제6조

1. 소방청장이 실시하는 인명구조사 교육을 받았거나 인명구조사 시험에 합격한 사람

인명구조사 2급 실기 종목별 평가표

1. 수중 인명구조		(일부 항목 제한시간 부여)		
응시번호	성명	(서명)	평가관	(서명)

○ 준비물 및 평가 장비

- 준 비 물 : 잠수장비세트(영식제한 없음), 잠수모(수모불가), 오리발(스킨핀 불가), 습식장수복(3mm이상, 반팔 및 튜브제외), 다이브컴퓨터(선택사항)
- 평가장비 : 로프(8m), 상승하강, 수색장비 일체(앵커 6Kg 2개 등)

진행 단계	평 가 항 목	항목 점수	평가 점수
준비	응시자는 잠수복을 착용 후 평가장비를 지정된 장소에 정렬하고 시작지점에 정위한다. * 모든 장비는 평가실시 전 응시자 스스로 확인하여 조치하고 평가장 장비에 문제가 발생하여 진행이 불가능한 경우 불합격		
장비 결합 및 착용 (15)	1. 잠수장비 결합(바닥에 정렬된 장비를 결합) → 잠수장비 착용 * 실린더 및 O링점검 → BC결합 및 결합상태 점검 → 호흡기 결합 → 호흡기 BC연결 → 실린더개방 → 장비가능 점검<장비결합완료> / <장비착용> 웨이트착용 → 장비착용 → 오리발 및 마스크착용 → OK수신호 * 장비결합시간이 3분을 초과하는 경우 감점, 4분을 초과하는 경우 실격 <제한시간 내 O링 교환가능> * 평가관의 장비결합 실시부터 응시자의 장비결합완료 복창까지 시간을 측정<장비착용 제외> * 순서에 맞지 않게 진행한 경우 감점 * 실린더점검(O링, O링), 디텐트형식(호흡기O링), BC결합 등 장비 점검 부적절 감점 * 호흡기의 연결(실린더, BC), 실린더개방 방법, 웨이트 등 잠수장비 착용이 부적절한 경우 감점 * 장비점검 미실시 및 실린더의 개방 압력(공기량)이 150bar 이하인 경우 실격	-15	
입수 (10)	2. 평가관 입수신호 → 입수지점 확인 → 서서입수 → 장비이상유무확인 → OK수신호 * 순서에 맞지 않게 진행한 경우 감점 * 서서입수 동작 부적절하거나 입수 후 BC완성부력 미흡으로 구강(호흡기)이 잠기는 경우 감점	-10	
하강 (15)	3. 평가관의 하강신호 → 평가자의 하강수신호 → 하강라인을 보며 하강 → 2M정지후 OK수신호 → 평가관의 하강신호 → 평가자 하강수신호 후 하강 * 2m 안전정지 시 부력(상하±50cm) 유지하지 않을 경우 감점 * 하강라인을 잡을 경우 감점 * 하강라인 1m 이상 이탈시 감점 * 하강자체가 부적절 경우 감점 * 하강 중 수면상승 또는 압력평형 부적절로 상승 후 재하강하는 경우 감점	-15	
평가관 의의 지칭 (20)	4. 무릎앉아 대기 → 평가관 실시신호 → 평가자 실시신호 → 호흡기 찾기(기울어 찾기) 실시 → 마스크 탈부착 실시 → 마스크 물빼기 → OK수신호 * 주 호흡기 찾기(기울어 찾기) 자세가 부적절한 경우 감점 * 순서에 맞지 않게 진행한 경우 감점 * 호흡기 찾는 동안 소량의 공기 배출을 지속적으로 하지 않은 경우 감점 * 마스크 물빼기가 부적절하거나 수면에 물이 차있는 경우 감점(2회까지 시도인정)	-20	
	4. 무릎앉아 대기 → 평가관의 실시신호 → 평가자 실시신호 → BC공기배출 → BC탈착 → 장비정렬 → 역순착용 → OK수신호 * 순서에 맞지 않게 진행한 경우 감점 * 장비 정렬 시 호흡기의 포인 등 정렬하지 않은 경우 감점 * 자세가 불안정하거나 BC이탈 및 공기통 상승하는 경우 감점 * 장비착용 시 각 벨트결합, 끈 조절, 포인, 호흡기(압력계까지) 개입 등 착용 상태가 부적절한 경우 감점 * 평가관 실시 신호부터 실시완료 수신호까지 3분을 초과하는 경우 감점	-20	
수색 (20)	5. 2인 1조 책-스테이 수색 <평가관 실시신호 → 수색실시 → 평가관 종료신호> * 책-스테이 수색방법 부적절 감점(상호 수신호, 개별행동, 로프를 20cm이상 띄우거나 끌고가는 경우) * 수색 도중 손 이외의 신체기바에 닿은 경우 감점(행동제한 시 제외) * 앵커 이동 시 앵커기바에 끌린 경우 감점	-20	
상승 (20)	6. 평가관의 상승신호 → 평가자의 상승수신호 → 상승라인을 보며 상승 → 2미터 안전정지(10초) → 평가관의 상승신호 → 평가자 상승수신호 → 상승라인을 보며 상승 수면 부력확보 → OK수신호 * 원순으로 공기조절장치를 피하지 않거나 상승자체(수면안전확인 및 상하 반복)가 부적절한 경우 감점 * 2m 안전정지 시 부력(상하±50cm) 유지하지 않을 경우 감점 * 상승라인 1m 이상 이탈시 감점 * 상승 후 부력조절기(BC)에 부력확보 미실시한 경우 감점 * 상승라인을 잡을 경우 감점	-20	
공동 사항	* 평가도중 공기통 등 장비이탈 및 장비이상 또는 수중미흡으로 평가진행이 불가능한 경우 실격 * BC내에 웨이트를 넣는 등 부정한 방법으로 평가에 임한 경우 실격 * 평가관에게 평가표에 기재된 실시신호 및 OK수신호를 미실시하거나 부적절한 경우(해당항목별 5점 감점) * 각 항목의 감점이 항목 점수를 초과하는 경우 해당 항목점수 0점(공동사항 추가 감점 가능) * 평가 중 안전사고를 유발하는 행동 및 안전에 관한 사항 위반 시 실격		
평 가 결 과			100
제한시간 : 일부 항목 제한시간 부여			합 격
			불합격

<그림 20> 인명구조사 2급 수중구조 실기평가표

6.2 일본 구조대원 자격 체계

소방조직법

구조대원(소방대 대원 제외) 다음 항목 중 하나에 해당하는 소방관이 임명된다.

- 1) 소방학교 구조부서 또는 소방학교 교육 및 훈련기준에 따라 소방학교에서 구조 과정을 이수한 사람
- 2) 소방서장으로부터 구조 활동에 관한 지식과 기술을 동일하거나 더 높은 수준으로 인증받은 사람(일본소방조직법 제4조)

일본 역시 구조대원 선발 시 구조교육 이수 여부와 현장 기술 수준을 중요 기준으로 적용하고 있으며, 소방학교 중심의 전문교육 체계를 운영하고 있다는 특징이 있다.

6.3 미국 구조대원 NFPA 기반 구조대원 체계

미국의 기준은 전통적으로 NFPA 1670에 의해 제시되었으며, 현재는 NFPA 2500에 통합되어 운영되고 있다. 해당 기준은 수상·수중 구조를 포함한 기술구조 대응역량을 Awareness, Operations, Technician 수준으로 구분한다. 다만 이 구분은 개인 자격등급이라기보다 조직의 대응수준을 의미하며, 개인별 직무수행요건은 NFPA 1006에서 별도로 제시된다. Awareness 수준은 현장 위험 인지, 초기 상황판단, 자원 파악, 현장통제 및 상위 수준 조직 지원이 가능한 최소 대응수준을 의미한다.

Operations 수준은 위험요인을 식별하고 장비를 활용하여 제한된 기술 범위 내에서 구조활동에 참여·지원할 수 있는 수준이다.

Technician 수준은 고급기술을 활용하여 구조활동을 직접 수행하고, 이를 조정·감독할 수 있는 최고 수준의 대응역량을 의미한다.

6.4. 한국의 구조대원과 미국의 구조대원의 비교

한국과 미국의 구조대원 체계는 제도적 구조와 운영 방식에서 차이를 보인다. 한국은 「119구조·구급에 관한 법률 시행령」을 중심으로 구조대원의 자격요건을 법적으로 규정하고 있으며, 일정 자격을 충족한 인원을 구조대원으로 선발하는 체계를 갖추고 있다. 반면 미국은 NFPA 2500을 중심으로 기술구조 대응체계를 운영하고 있다(NFPA, 2022).

첫째, 한국은 구조대원의 자격 확보 여부를 중심으로 체계가 운영된다. 인명구조사 자격, 구조 관련 경력, 응급구조사 자격 등 일정 기준을 충족하면 구조대원으로 임명될 수 있으며, 이후 정기적인 교육훈련을 통해 역량을 유지하는 구조이다.

반면 미국은 구조대원의 자격 자체보다 조직의 대응 수준과 개인의 수행능력을 중심으로 체계를 운영한다. 미국은 NFPA 2500 및 NFPA 1670 기준에 따라 대응수준을 Awareness, Operations, Technician 단계로 구분하고 있으며, 각 수준에 따라 수행 가능한 구조활동 범위를 명확히 제한하고 있다

또한 미국은 NFPA 1006을 통해 구조대원이 각 대응수준에서 수행해야 하는 직무 수행요건을 별도로 규정하고 있다. 이는 조직의 대응수준과 개인의 수행능력을 구분하여 운영하는 체계라는 특징을 가진다.

둘째, 한국은 구조대원으로 선발된 이후 수난구조, 로프구조, 교통사고 구조 등 다양한 구조분야를 포괄적으로 수행하는 구조체계에 가깝다. 반면 미국은 수난구조, 협소공간 구조, 로프구조 등 기술구조 분야별로 요구되는 역량을 세분화하고, 분야별 대응수준을 단계적으로 운영하고 있다.

특히 수중·수난구조 분야에서는 Awareness 단계의 경우 현장 통제 및 지원 역할에 제한되며, 실제 구조활동은 Operations 및 Technician 수준에서 수행하도록 구분하고 있다.

셋째, 한국은 법적 기준에 따라 구조대원의 자격과 교육훈련 시간을 규정하고 있으나, 현장 투입 수준을 세분화하는 기준은 상대적으로 제한적이다.

반면 미국은 동일한 구조대원이라 하더라도 조직이 보유한 대응수준에 따라 수행 가능한 역할과 활동 범위를 제한하고 있으며, 이는 현장 안전관리의 중요한 기준으로 작용한다.

한국은 자격 중심의 구조대원 선발체계를 기반으로 운영되는 반면, 미국은 대응 수준과 수행능력을 기반으로 한 단계적 기술구조 대응체계를 운영하고 있다는 점에서 차이를 보인다.

7. 수중구조 교육훈련의 한계 및 현황

7.1 수중구조 교육훈련의 한계

구조대원은 「119구조·구급에 관한 법률 시행규칙」제 24조(구조대원의 교육훈련)에 의하여 연간 40시간 이상의 특별구조 훈련을 받아야한다.

- ① 유해화학 물질 사고에 대비한 화학구조훈련
- ② 하천·해상에서의 익수·조난·실종 등에 대비한 수난구조훈련
- ③ 산악·암벽 등에서의 조난·실종·추락 등에 대비한 산악구조훈련
- ④ 그 밖의 재난에 대비한 특별한 교육훈련이 있다.

전문교육훈련기관인 지방소방학교에서는 구조대원을 대상으로 다양한 구조분야 교육 과정을 운영하고 있으며, 일부 과정에서는 수중구조 분야를 중심으로 한 전문교육과정이 운영되고 있다.

그러나 2026년 전국 지방소방학교의 수중구조 교육과정을 분석한 결과, 연간 교육 가능 인원은 전체 구조대원 대비 약 4.3% 수준에 불과한 것으로 나타났다. 이는 대부분의 구조대원이 연간 전문 수중구조 교육에 참여하기 어려운 구조임을 보여준다. 특히 수중구조 활동은 일반 구조활동과 달리 잠수기술, 수중수색, 장비운용 및 비상상황 대응 등 전문성과 반복 숙달훈련이 요구되는 분야이다.

그러나 현재 운영 중인 교육과정은 대부분 1~2주 내외의 단기 과정 중심으로 운영되고 있으며, 일부 시·도의 경우 수중구조 전문교육 과정 자체가 운영되지 않는 실정이다. 이러한 교육훈련 체계는 구조대원의 수중구조 역량을 지속적으로 유지·강화하는데 한계를 가질 수 있다.

또한 지역별 교육 인프라와 교육 기회의 차이는 구조대원 간 수중구조 경험 및 숙련도의 편차를 발생시킬 가능성이 있다. 실제로 강원도의 경우 구조대원 수 대비 교육인원 비율이 약 13.3%로 가장 높게 나타난 반면, 경북은 약 3.9% 수준에 머물렀으며 일부 지역은 전문교육 과정 자체가 운영되지 않는 것으로 확인되었다. 이는 지역에 따라 구조대원의 교육 접근성과 반복훈련 기회에 차이가 발생할 수 있음을 의미하며, 결과적으로 현장 대응 수준의 불균형으로 이어질 가능성이 있다.

7.2. 전국 소방학교 수중구조 교육 현황

본부별	합계		특수 구조단(대)		소방서 구조대		수난 구조대		산악 구조대		화학 구조대		터널 구조대	
	조직 (대)	인원 (명)	조직 (대)	인원 (명)	조직 (대)	인원 (명)	조직 (대)	인원 (명)	조직 (대)	인원 (명)	조직 (대)	인원 (명)	조직 (대)	인원 (명)
중앙119구조본부	4개대 7개센터	246	4	116	-	-	-	-	-	-	7	130	-	-
시·도(계)	289	5,553	18	490	246	4,688	12	178	8	94	3	78	2	25
서울	33	677	1	34	25	540	4	76	3	27	-	-	-	-
부산	15	340	1	34	12	289	2	17	-	-	-	-	-	-
대구	13	270	1	23	12	247	-	-	-	-	-	-	-	-
인천	15	308	1	24	11	247	1	12	1	16	1	9	-	-
광주	7	125	1	27	5	89	-	-	1	9	-	-	-	-
대전	6	129	1	25	5	104	-	-	-	-	-	-	-	-
울산	7	132	1	28	6	104	-	-	-	-	-	-	-	-
세종	2	37	-	-	2	37	-	-	-	-	-	-	-	-
경기	28	588	1	39	25	514	2	35	-	-	-	-	-	-
경기북부	13	258	1	30	11	212	1	16	-	-	-	-	-	-
강원	22	390	2	59	18	303	-	-	1	16	-	-	1	12
충북	14	305	1	28	12	264	1	13	-	-	-	-	-	-
충남	18	318	1	27	16	278	-	-	-	-	-	-	1	13
전북	17	328	1	19	15	265	-	-	-	-	1	44	-	-
전남	24	376	1	29	22	322	-	-	-	-	1	25	-	-
경북	25	415	2	36	22	370	1	9	-	-	-	-	-	-
경남	22	387	1	28	19	333	-	-	2	26	-	-	-	-
창원	4	75	-	-	4	75	-	-	-	-	-	-	-	-
제주	4	95	-	-	4	95	-	-	-	-	-	-	-	-

<그림 21> 전국 구조대원 인원(소방청,2026)

지방 소방학교에서 수중분야 교육 훈련과정에 대한 내용을 교육훈련 계획에 따른 문서를 확인해 본 결과 다음과 같이 운영이 되고 있음을 확인하였다.

기관	교육과정명	인원	운영횟수	교육기간
서울소방학교	수중구조(기본)	27명	2회	1주
	수중구조(심화)	15명	1회	2주
부산소방학교	수중구조(기본)	20명	1회	1주
인천소방학교	수중구조 고급반	14명	1회	1주
중앙소방학교	수중인명 교관양성반	20명	1회	3주
경기소방학교	수중인명구조 (기본기술숙달)	20명	2회	1주
	수중인명구조(탐색 및 구조)	20명	1회	1주
강원소방학교	수중 기초반	16명	1회	1주
	수중구조반(트윈셋)	12명	1회	1주
	테크니컬다이빙(초급)	12명	2회	2주

<표 3> 지방소방학교 수중분야 교육훈련 계획(2026년)

8. 수중구조 순직 사례

8.1 국내 수중 순직 사고 사례

국내 수중구조 순직 사고 사례를 살펴보면 급류지역 수색활동, 심해잠수, 내수면 수색, 수중훈련 등 다양한 환경에서 사고가 발생하고 있음을 확인할 수 있다.

특히 급류와 수중 구조물, 깊은 수심, 제한된 시야 등 수중환경의 특수성이 구조활동의 위험성을 증가시키는 요인으로 작용하고 있다. 또한 일부 사고는 실제 구조활동뿐 아니라 교육·훈련 과정에서도 발생하고 있어 수중구조 활동 자체가 높은 위험성을 가진 분야임을 보여준다.

국내 사례에서는 구조대원의 위치 확인 실패, 급류에 의한 통제력 상실, 심해 환경에서의 잠수 부담 등 다양한 위험요인이 복합적으로 나타나고 있다. 따라서 국내 수중구조 활동에서는 체계적인 교육훈련과 안전관리 체계 구축, 현장 위험요인 분석 능력 향상이 중요한 요소로 작용한다.

발생년도	사 례
2011년	급류지역 수중구조 활동 중 순직 00도00군 식당 앞 계곡 3살(여) 실종되어 2인1조 잠수장비 착용 후 수색활동 중 구조물(흙관)을 통해 하루 200 지점에서 구조대원 발견
2013년	내수면 헬기 추락 수중구조 활동 중 순직 00담(수심 약 40m)에 추락한 산림청 헬기(S-64E) 실종자 수색을 하는 과정에서 구조대원 1명 순직
2014년	심해잠수 훈련 중 순직 00도 소방재난본부 잠수 훈련 후 수면에 올라와 배로 이동 중이던 대원이 의식을 잃어 병원으로 이송하였으나 순직
2019년	하계 수중구조 훈련 중 순직 00소방서 구조대원 6명 중 훈련 종료에 따라 고무보트 이동 중 한명이 보트에 탑승하지 않은 사실을 인지하고 40여분 후 구조대원 1명 발견

<표 4> 국내 수중 순직사고 원인 분석(박찬석,2021)

8.2 해외 수중 순직 사고 사례

해외 수중 순직 사고 사례를 살펴보면 무시정 환경, 동굴잠수, 급상승, 공기고갈, 와류 등 극한적인 환경에서 사고가 발생하고 있음을 확인할 수 있다. 특히 저시정 환경에서의 방향감각 상실, 버디 분리, 공기관리 실패 등의 요인은 구조대원의 생명과 직결되는 위험요인으로 작용하고 있다.

또한 숙련된 잠수대원과 특수부대 출신 대원조차 복잡한 수중환경에서 순직한 사례가 보고되고 있어 수중구조 활동의 위험성을 보여준다. 해외 사례에서는 동굴 및 저수지와 같은 폐쇄적 수중환경은 일반적인 개방수역보다 높은 수준의 잠수 숙련도와 위험관리 능력을 요구한다.

발생년도	사 례
2004년	미국 뉴햄프셔 잠수구조 훈련 중 순직 호수에서 잠수훈련을 진행하던 중 다이버간 버디를 놓쳤고, 1명의 대원은 수면으로 복귀하지 못하고 다음날 사망 상태로 발견
2016년	미국 노스캐롤라이나 급상승 순직 수심 약 24m에서 구조대상자 수색 중 공기고갈이 발생함. 그러 인해 구조대원은 수면으로 급부상을 시도하였고 급부상 중 공기색전증이 발생하였고 결국 익사로 순직함
2018년	미국 시카고 무시정 잠수환경에서의 순직 민간인이 보트에서 추락하여 헬기에서 2명이 잠수대원이 투입하여 시야 0cm 완전 저시정 환경에서 수중탐색 중 공기량 확인 후 상승지시를 받고 수면으로 올라온 뒤 Diver2가 부력유지에 어려움을 보이며 다시 수중으로 가라앉고 8분 뒤 발견됐으나 병원에서 사망 판정
2018년	태국 동굴구조 작전 중 순직 태국 소년 축구팀이 동굴에 고립됨에 따라 구조 활동 중 공기 고갈로 인한 순직함. 순직한 대원은 전직 네이비실 대원임에도 불가하고 물 속 복잡한 환경에서 순직함.
2018년	말레이시아 광산 저수지 순직 광산저수지에서 실종된 소년을 수색하던 중 다이버들이 강한 와류에 휩쓸림. 6명 전원이 순직한 매우 충격적인 사고로 기록됨

<표 5> 국외 수중 순직사고 원인 분석

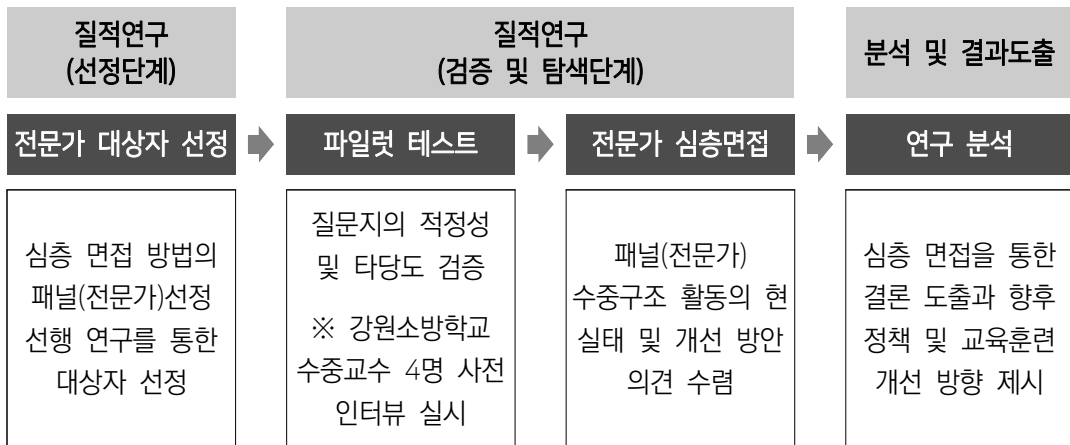
Ⅲ 연구설계

1. 연구방법

현장 구조대원의 수중구조 역량강화를 탐색하기 위해 질적연구 방법 중 심층 인터뷰를 활용하였다. 심층 인터뷰는 특정 현상에 대한 개인의 경험과 의미를 심층적으로 이해하는 데 적합한 방법으로, 수치화하기 어려운 인식과 경험을 탐색하는 도구로 효과적이다(김영천, 2017).

특히 수중구조 활동을 하기 위한 구조대원의 경험, 인식, 판단, 훈련여건 등 복합적인 요소가 구조 활동의 안전과 성과에 영향을 미치는 특성이 있다. 선행 연구에서도 수난구조 활동중에 발생한 순직 사고의 원인을 인적·장비적·환경적·관리적 요인으로 분석하며 현장 상황의 복잡성을 제시한 바 있다(박찬석, 2021).

따라서 본 연구에서는 구조대원의 실제 경험과 인식을 정량적 방법만으로는 현상의 맥락을 충분히 설명하는 데 한계가 있어 질적연구 방법을 적용하였다.



<표 6> 연구 방법 구성

2. 연구대상

본 연구는 현장 구조대원의 수중구조 역량 강화를 탐색하기 위해 질적연구 방법 중 심층인터뷰를 활용하였다.

특히 수중구조 활동은 구조대원의 숙련도, 현장 인식, 직관적 판단, 훈련 여건 등 복합적인 요소가 대원의 안전과 구조 성과에 유기적으로 영향을 미치는 특성이 있다. 선행 연구에서도 수난구조 활동 중 발생한 순직사고의 원인을 인적·장비적·환경적·관리적 요인으로 다각도 분석하며 현장 상황의 복잡성과 역동성을 지적한 바 있다(박찬석, 2021).

따라서 본 연구에서는 현장 구조대원의 실제 경험과 인식을 정량적 방법만으로 도출하는 데는 한계가 있다고 판단하여, 현상의 맥락을 깊이 있게 조명할 수 있는 질적연구 방법을 적용하였다.

연구 참여자는 수중구조 현장 경험과 전문성을 동시에 갖춘 고도의 전문가 집단으로 하였다. 구체적인 선정 기준은 소방공무원 근무경력, 인명구조사 자격등급, 잠수자격 및 횡수, 교육 경력 등을 종합적으로 고려하였으며, 세부 기준은 다음과 같다.

첫째, 소방공무원 실무 경력 10년 이상인 자로 제한하여 현장 경험이 풍부한 베테랑 대원으로 선정 하였다.

둘째, '인명구조사 1급' 자격 소지자로 한정하였다. 1급 인명구조사는 2024년 기준 전국에 670명에 불과하며,(소방청,2025). 이는 전체 소방공무원 중 약 1%에 해당하는 소수 정예 구조대원으로서 최고 수준의 전문성을 객관적으로 담보한다.

셋째, 잠수 자격은 레스큐다이버(구조잠수), 감압 잠수(45m) 이상, 스쿠버 강사 이상 필수자격으로 이론적 지식이 풍부한 대상으로 선정하였다.

넷째, 잠수 경력 최소 500회 이상으로 풍부한 수중 구조 경험과 수중 환경에 대한 이해도가 높은 대상을 선정하였다.

다섯째, 다양한 구조 분야에서 자체 교관 경력 또는 소방학교 외래강사 등 교육 경력이 3년 이상인 자를 포함하였다. 이는 단순한 실무 경험을 넘어 자신의 기술과 현상을 체계화하여 전달할 수 있는 능력을 갖춘 전문가를 확보함으로써 연구의 전문가 타당성을 높이기 위함이다.

질적연구에서 자료 포화는 새로운 주제나 의미가 더 이상 도출되지 않는 상태를 의미한다. 선행 방법론 연구에 따르면 심층인터뷰 시 기본적인 핵심 개념은 약 6명에서부터

나타나기 시작하며, 주요 주제는 약 12명 이내에서 포화 상태에 도달한다고 보고된 바 있다(Guest, Bunce, & Johnson, 2006).

이에 본 연구는 심층적인 자료 수집과 반복적인 의미 확인을 통해 자료의 질적 깊이를 확보할 수 있는 적정 규모라 판단하여, 최종 8명을 연구 참여자로 선정하였으며 연구 참여자의 특성은 <표-7>의 내용과 같다.

대상	근무 경력	직위	인명 구조사	잠수자격	잠수 횟수	교육 경력
1	18년	구조대원	1급	레크레이션 다이빙 강사 레스큐 다이버 Tec1 다이버(45m)	600회	8년
2	15년	구조팀장	1급	레크레이션 다이빙 강사 레스큐 다이버 Tec1 강사(45m) Tec3 다이버 (75m)	800회	9년
3	16년	구조대원	1급	레크레이션 다이빙 강사 레스큐 다이버 Tec1 강사(45m) Tec3 다이버 (75m)	600회	10년
4	15년	구조팀장	1급	레크레이션 다이빙 강사 레스큐 다이버 Tec1 강사(45m) Tec2 다이버(60m)	600회	8년
5	15년	구조대원	1급	레크레이션 다이빙 강사 레스큐 다이버 테크니컬 다이빙 강사(75m)	2000회	12년
6	18년	구조팀장	1급	레크레이션 다이빙 강사 레스큐 다이버 테크니컬 다이빙 강사(45m)	900회	4년
7	15년	구조대원	1급	레크레이션 다이빙 강사 레스큐 다이버 테크니컬 다이빙 강사(75m 이상)	1200회	8년
8	15년	구조대원	1급	레크레이션 다이빙 강사 레스큐 다이버 Tec1 강사(45m)	800회	7년

<표 7> 심층 인터뷰 참여자 특성

3. 자료수집 방법

본 연구의 자료수집은 1:1 심층인터뷰 방식으로 진행되었으며 자료수집을 하기 위해 다음과 같은 절차로 진행을 하였다.

첫째, 인터뷰 질문의 내용 타당성과 적절성을 확보하기 위해 파일럿 테스트(Pilot Test)를 실시하였다. 파일럿 테스트는 실제 연구 수행 이전에 연구 도구의 잠재적 문제점을 사전에 확인하고 수정·보완하기 위한 필수적 과정이다(Creswell, 2014). 본 연구에서는 연구 참여자 기준과 유사한 전문성을 지닌 강원소방학교 소속 수중구조 훈련교수 4명을 대상으로 파일럿 테스트를 실시하였으며, 이를 통해 질문의 명확성, 이해가능성 및 문항 간 중복 여부 등을 검토하여 일부 면담 질문을 수정·보완하였다.

둘째, 본 연구에서는 참여자 개인의 경험과 인식을 깊이 있게 탐색하기 위해 개별 심층인터뷰 방식을 채택하였다. 심층인터뷰는 참여자의 경험과 인식을 심층적으로 탐색할 수 있는 대표적인 질적연구 방법이며, 특히 1:1 개별면담은 참여자의 자유로운 진술을 보장하고 집단 내에서 밝히기 어려운 민감한 현장 경험이나 인식을 표현하도록 유도하는 데 효과적이다(김영천, 2017).

셋째, 대화의 몰입도를 높이고 외부 간섭을 최소화할 수 있는 독립된 환경에서 인터뷰를 수행하였다. 질적면담은 외부의 방해가 차단된 편안한 환경에서 수행될 때 참여자의 심층적인 경험과 의미가 보다 풍부하게 탐색될 수 있기 때문이다(조용환, 1999). 이에 따라 본 연구에서는 카페나 열린 사무실과 같은 공개된 장소를 지양하고, 참여자의 소속 기관 내 외부 간섭이 완전히 차단된 직원 대기실 및 소회의실을 확보하여 진행하였다.

넷째, 본격적인 인터뷰에 앞서 연구자와 참여자 간의 라포(Rapport, 신뢰관계)를 형성하는 데 집중하였다. 라포 형성은 참여자의 경계심을 해소하고 보다 진솔한 응답을 유도하기 위한 핵심적 과정이다(신경림, 2004). 이를 위해 면담 시작 전 수중구조 전문가로 성장하기까지의 과정, 일상적인 현장 경험, 직무 중 느끼는 보람과 어려움 등에 대해 격의 없는 대화를 선행하였다.

다섯째, 인터뷰는 반구조화된 질문지를 기반으로 진행하되, 참여자의 답변 맥락에 따라 유연하게 추가 질문을 이어가는 방식으로 심층 자료를 수집하였다. 특히 응답의

구체적인 의미와 이면의 맥락을 파악하기 위해 “왜 그렇게 생각하십니까?”, “그 당시 상황의 구체적인 사례를 설명해 주실 수 있습니까?”와 같은 프로빙 기법을 적극 활용하였다. 프로빙 기법은 참여자의 기술을 확장하고 미처 인지하지 못했던 심층적 경험을 도출하는 데 유용한 면담 기법이다(신경림, 2004).

여섯째, 인터뷰는 2026년 2월 26일부터 4월 30일까지 약 2개월간 전 과정 대면 방식으로 수행되었다. 대면 면담은 전화나 화상 등 비대면 방식에 비해 참여자의 현장감 있는 어조와 미묘한 비언어적 표현(표정, 몸짓 등)까지 포착하여 경험의 맥락을 깊이 있게 이해할 수 있는 장점이 있다. 질적 면담은 주제를 충분히 탐색할 수 있는 시간 확보가 중요하며, 통상 1인당 60~90분 정도가 적절한 것으로 권장된다(Creswell, 2014). 이에 본 연구에서도 참여자별 인터뷰 시간을 회당 약 60~90분으로 설정하였다. 아울러 면담의 집중도를 유지하고 자료의 질적 수준을 확보하기 위해 하루에 1명씩만 인터뷰를 진행하였다.

일곱째, 인터뷰의 모든 내용은 참여자의 사전 서면동의를 얻어 녹음하였으며, 구어체 진술을 있는 그대로 보존하기 위해 면담 종료 당일 즉시 전사 작업을 수행하였다. 1차 전사는 AI 음성인식 플랫폼(네이버 클로바노트)을 활용하였으며, 이후 연구자가 녹음 파일을 반복 청취하며 오인식된 단어나 비언어적 감탄사, 침묵의 순간 등을 수정·보완하여 전사의 정확성과 맥락적 일관성을 확보하였다.

4. 자료 분석 방법

본 연구의 자료분석은 심층인터뷰를 통해 수집된 자료를 반복적으로 검토하고, 의미 있는 진술을 중심으로 코딩한 후 유사한 내용을 범주화하여 주제를 도출하는 방식으로 진행하였다. 자료분석 과정은 질적 연구에서 널리 활용되는 Braun & Clarke의 주제 분석법 절차를 기반으로 하였으며, 국내 질적연구 방법론의 실재를 반영하여 의미 단위 추출, 코드 생성, 주제 도출 및 정교화 과정을 거쳐 수행하였다. 구체적인 분석 단계는 다음과 같다.

1단계: 자료에 대한 전반적 이해와 친숙해지기

녹음된 음성 자료를 구어체 그대로 전사한 후, 연구자는 전사 자료를 반복적으로 읽으며 참여자들의 경험과 맥락을 전체적으로 이해하고자 하였다. 최종 확보된 전사 자료는 A4 용지 기준 총 133장에 달했으며, 텍스트 데이터와 녹음본을 지속적으로 교차 검토하며 현장 구조대원들의 맥락 속에 숨은 행간의 의미와 흐름을 파악하는 데 집중하였다.

2단계: 초기 코드 생성 및 의미 구절 추출

전사 자료의 문장과 단락을 면밀히 검토하면서, '현장 구조대원의 수증구조 역량 강화'라는 연구 목적과 관련된 의미 있는 진술을 중심으로 초기 코드를 생성하였다. 이때 참여자의 생생한 경험을 보존하기 위해 가급적 이들이 사용하는 현장의 전문 용어와 기술 언어를 그대로 반영하여 코딩 작업을 수행하였다.

3단계: 초기 주제 탐색 및 유목화

도출된 수많은 초기 코드를 상호 비교하면서, 유사한 성격이나 맥락을 가진 코드들을 유목화하고 공통된 개념으로 묶어 잠정적인 하위 주제들을 탐색하였다. 이 과정에서 상반되거나 중복되는 코드를 정돈하여 분석의 체계성을 높였다.

4단계: 도출된 주제의 검토 및 정교화

분석의 타당성을 확보하기 위해, 도출된 하위 주제들이 133장에 이르는 전체 전사

자료의 맥락과 일치하는지, 그리고 연구 목적에 부합하는지 지속적으로 비교·검토하였다. 이 과정을 통해 모호한 주제를 통합하거나 분리하는 정교화 작업을 거쳤다.

5단계: 상/하위 주제 정의 및 최종 구성

최종 단계에서는 정돈된 하위 주제들을 종합적으로 분석하여, 연구 문제를 관통하는 핵심적이고 본질적인 의미의 상위 주제로 최종 구성하고 개별 주제들의 정의를 명확히 하였다.

이와 같은 반복적이고 지속적인 비교 분석 과정을 통해, 현장 베테랑 구조대원들의 경험 속에 내재된 수증구조 역량 강화의 핵심 요인들을 최종 도출하였다.

IV 연구결과

1. 연구 참여자와의 라포 형성 및 수중구조 전문가 내적동기

본격적인 분석 결과에 앞서, 연구자는 참여자와의 신뢰 관계를 형성하고 면담의 몰입도를 높이기 위해 수중구조 분야에 입문하게 된 계기와 전문가로 성장하기까지의 과정에 대해 자유로운 대화를 선행하였다.

참여자들은 공통적으로 단순한 직무 수행을 넘어선 강한 사명감과 현장 생존에 대한 절실함을 토대로 역량을 강화해 왔음을 드러냈다. 특히 이들에게 수중구조 역량은 선택이 아닌 대원 자신과 동료의 생명을 지키기 위한 필수 조건으로 인식되고 있었다. 참여자들의 주요 진술은 다음과 같다.

“현장임무 때문이죠. 실제로 잠수를 못하면 현장 대응이 안 되잖아요. 구조 역량이 부족하면 내가 위험해지고 내 동료가 위험해지면 저뿐만 아니라 팀 전체가 위험해지거든요. 그래서 지금도 여전히 수준유지를 하기 위해 노력하고 있습니다.” -참여자 P2-

“저는 공채로 들어와서 구조대에 가기 위해서 특별한 무언가를 하자 해서 잠수를 시작했어요. 15년 전에 처음 입사했을 때는 잠수 가능자가 구조대에 정말 1,2명 뿐이었거든요. 구조대에 살아남고 현장에 살아남기 위해 제 시간, 제 돈 써가면서 했어요 다 사람 구하고 안전하게 현장활동 하기 위해서 하는 거잖아요.” -참여자 P3-

“현장에서 좀 더 안전하게 하려고 이 분야를 계속 파고들었습니다. 막내 때 위험을 경험하고 나니 살아야겠더라고요. 그래서 예산이 있을 땐 예산으로 교육을 받고 없으면 개인 돈 써가면서 했어요. 자격증이 있고 없고 차이, 교육을 받고 안 받고의 차이는 정말 하늘과 땅 차이입니다.” -참여자 P4-

“저는 입사하기 전에 밖에 다이빙 리조트에도 있었고, 다이빙을 하다가 소방에 들어왔어요. 그러다보니 제가 좋아하고 잘하는 걸 알아주고, 동료들의 부상이나 이런 걸 보니 훈련이 안 된 직원들은 훈련을 통해 역량을 올리고 그 올라온 사람들끼리 더 올리는 분위기가 형성되니까 제가 이 자리에 있는 거 같아요. 혼자서는 절대 못해요.” -참여자 P5-

2. 수중구조 활동의 위험성과 현장 특수성 인식

참여자들은 수중구조 활동이 일반적인 육상 구조활동과 차별화되는 고유의 특수한 환경적 제약과 고위험성을 내포하고 있다고 인식하였다. 특히 수중환경은 저시정, 저수온, 방향감각 상실 등의 극단적인 위험 요인이 상존하며, 이는 구조대원 개인의 안전을 넘어 팀 전체의 안전에 직접적인 영향을 미친다고 설명하였다.

“빛이 차단된 제한된 시야에서 고립감과 폐쇄, 공포, 차가운 수온에서의 과호흡 등 여러 가지 심리적 요인이 신체반응을 변화시킬 수 있어요. 특히 인간은 공포를 느끼면 그곳을 탈출 하고자 하는데 그게 바로 급상승이거든요 급상승을 하는 구조대원이나 그 팀원을 끌고 내려오려는 팀원이나 모두가 위험해집니다.”
-참여자 P1-

“수심 한 15m 정도 되는 바닥에 도착 했는데 시야가 10cm도 안 나와 손목에 있는 다이빙 컴퓨터가 안 보여요. 이리저리 더듬다가 팀원 손을 잡았는데 막 난리를 치는 거예요 패닉이 온 거죠. 노트를 꺼내서 괜찮아? 올라갈래? 했더니 시간이 지나더니 괜찮다 하더라구요. 정말 불빛도 안 보이고 위, 아래 좌우 구분이 안가요. 암흑도 이런 암흑이 없어요.”

-참여자 P5-

“내수면이나 댐 같은 경우는 수몰 지역이 좀 많아요. 마을 전체를 수몰 시켰기 때문에 드럼통, 나무 다양한 것들이 많고 또 어업을 하시는 분들도 있어서 그물도 많고 생각지도 못한 장애물들이 정말 많아요 그물이나 어떤 장애물에 걸리면 상당히 위험한 상황이 됩니다.”

-참여자 P6-

3. 수중구조 역량의 복합적 구성요소

참여자들은 수중구조 역량을 단순히 물에 입수할 수 있는 신체적 능력이나 단순 자격증 취득 여부로 재단할 수 없으며, 극한의 수중환경에서 안전하고 효율적으로 임무를 완수하기 위해 요구되는 기술들을 강조하였다.

특히 참여자들은 부력 조절 능력을 수중 구조의 가장 근원적인 기반 역량으로 꼽았는데, 안정적인 부력 유지가 선행되어야만 시야 확보와 효과적인 수색이 가능하기 때문이다.

이와 함께 수중 상황에 따른 기체관리 능력은 유효 수색 시간 확보와 대원 안전사고 예방의 필수 요소로 제시되었으며, 수색 기술과 비상상황 대응 능력 역시 구조활동

핵심 역량으로 인식되었다. 아울러 수중 구조는 단독이 아닌 철저한 팀단위 활동이므로, 수신호 등을 통한 의사소통 능력의 중요성을 강조하였다.

“호흡량의 차이는 개개인마다 있지만 기체관리를 잘해야하는 이유는 팀 전체의 수색시간이 짧아지고, 호흡이 일정하지 않으면 과호흡이 옵니다. 과호흡이 오면 감압병도 발생할 수 있고 당황을 해서 물 위로 도망치듯 올라갈려고 해요. 이건 구조대상자를 구조하러 들어갔다가 동료 챙기기 바쁜 상황이거든요.” -참여자 P1-

“우리 지역 수중구조 현장에 갔는데 입수는 계속 했는데 찾지를 못하고 다음날에 제가 찾았어요. 그 이유는 앞전 사람들이 들어가는 흉내만 낸 거예요 물밖에 있는 사람들은 물 속 상황을 모르는 거죠. 무서운 거예요 입수하고 시간만 버티다 올라온 거예요. 수색에 대한 이해도와 팀별 훈련만 잘 됐다면 들어갔으면 바로 찾았을 겁니다.” -참여자 P3-

“가장 중요한 요소는 부력이예요. 부력이 돼야지만 우리가 수색할 때 부유물을 일으키지 않고 옆에 있는 동료를 보고 의사소통을 하거든요. 그리고 킥이 돼야지 수색도 원활히 합니다. 가장 필수로는 부력, 킥, 비상상황 공유라고 생각을 합니다.” -참여자 P6-

“아무래도 수중구조는 부력조절을 해야 수색이 진행이 돼요. 그리고 의사소통이 중요해요. 의사소통만 되도 무슨 문제가 생겼을 때 즉각적으로 조치를 하던지 할텐데 제가 하는 수신호를 못 알아들으면 정말 답답하고 대처하지 못하는 상황이 생깁니다.” -참여자 P7-

4. 공용장비 운영에 방식에 따른 관리의 한계성

참여자들은 고가의 수중구조 장비가 개인지급이 아닌 공용장비 형태로 운영됨에 따라, 장비 관리에 대한 책임성이 분산되고 체계적인 유지관리가 저해되고 있다고 지적하였다. 장비를 공용으로 사용하는 과정에서 사용 이력과 정비 주체가 불명확해져, 사용 후 세척, 건조, 보관 등 가장 기본적인 정비 마저 소홀히 다루어지는 악순환이 반복된다고 진술하였다.

또한 일부 대원들의 경우 수난 장비의 특성과 정밀한 관리 기법에 대한 이해가 부족하여 장비 손상이나 성능 저하를 유발하고 있으며, 이는 결국 현장 활동 시 대원의 안전을 직접적으로 위협하는 요인이 된다. 참여자들은 공용 운영 체계가 장비에 대한 주인의식과 책임감을 저하시킨다고 보았으며, 실제 일부 관서에서 개인 장비를 지급한

이후 장비 점검 및 유지관리가 체계화된 사례를 제시하였다.

따라서 수중 구조의 효율성과 안전성 확보를 위해 슈트 및 호흡기 등 핵심 장비의 개인지급 체계 전환이 시급함을 강력히 피력하였다.

“우리 장비이동 가방에 젖은 거 접어서 넣지도 않고 막 집어 넣고 호흡기들은 사용했으면 건조를 시켜야하는데 툭 던져놓고 이게 개인장비였으면 금이야 옥이야 엄청 소중히 사용했을 건데 제꺼가 아니잖아요 수난 장비 관리를 열심히 한다고 해서 월급이 더 나오고 승진이 되는 게 아니잖아요. 그러니깐 장비 관리 열심히 하는 직원이 없어요. 저는 이렇게 생각해요 개인지급은 어려운 게 아니거든요 우리 방화복은 1인당 2벌씩 지급을 해주잖아요 그 예산이면 충분히 슈트 1벌 구조대원 개인지급도 가능하다고 봐요 최소한 다른장비보다 슈트와 호흡기 정도는 필수로 개인장비 지급이 필요하다고 생각합니다.”

-참여자 P3-

“호흡기의 경우 창고에 걸어놓거나 보관하는 장소가 안 나오면 장비들이 하중을 받지 않게 차곡차곡 쌓아놓는데 정리하면 사용한 다음 사람이 툭 던져놓고 가져갈 땐 호스를 쪽 당겨서 2단계가 떨어져서 충격이 가해지고 그러니까. 웨트슈트, 슈즈의 경우는 잘 말려야하는데 덜 마른 거 집어넣어서 곰팡이 피게 하고 그런 건 문제예요 이걸 해결하려면 개인지급 해서 개인꺼는 개인이 관리하게 해야 합니다. ”

-참여자 P5-

“소방 전체적으로 봤을 때 수중구조 장비는 공용으로 사용하기 때문에 관리가 잘 안돼요. 잠수 장비에 대해서 잘 알고 있는 직원들이 없기 때문에 어떻게 관리를 해야하는지 어떻게 사용해야하는지 모릅니다. 그래서 우리부서는 작년부터 팀당 4명 정도 선발을 해서 개인장비를 지급을 했습니다. 개인으로 지급하다 보니 사용 전·후 장비 상태를 직접 확인하게 되고, 문제가 발생했을 때 즉각적인 조치와 관리가 가능해졌습니다. 또한 장비 팀도 이 사항들을 알아서 예산 범위내에서 정비도 보내고 있습니다.”

-참여자 P6-

5. 수중구조 장비 전문성 취약 및 운용 교육의 부재

참여자들은 장비 관리 부실의 원인이 단순한 대원 개인의 일탈이나 예산 부족에만 기인하는 것이 아니라, 장비 메커니즘에 대한 이해 부족과 체계적인 전문 교육의 부재에서 비롯된다고 인식하였다. 첨단·고가의 수중 장비는 단순 조작법을 넘어 장비의 목적,

한계성, 예방 점검을 이해해야 하고 호흡기, 슈트 등 소모품 교체 주기까지 완벽히 숙지해야 안전한 현장 활동이 가능하다.

그러나 장비가 도입 및 보급되는 과정에서 현장 대원을 대상으로 한 충분한 기술 교육이 생략되어, 대원들이 장비의 정확한 성능과 한계치를 모른 채 현장에 투입되는 모순적 상황이 발생하고 있다.

특히 소모품 교체나 경정비 등 현장 안전과 직결되는 기초 정비 교육 기회가 극히 제한적임을 지적하였다. 아울러 장비 구매 심의 및 보급 과정에서 실제 수증 구조 전문가의 의견이 배제되거나, 납품 이후 제작·공급사의 사후 운용 교육이 단절되어 장비가 사장되는 문제를 제기하였다. 이에 따라 참여자들은 장비 보급 시 반드시 사용 목적, 유지관리 프로토콜을 포함한 전문 교육 프로그램이 제도적으로 병행되어야 한다고 보았다.

“훈련이나 현장활동을 하면 목ossil이나 손목ossil은 소모품이라 손상될 수 있는 품목이라 필수로 여분의 장비를 챙겨야하거든요. 관리를 잘 해도 손상이 되고 노후가 되면 찢어져요. 그런데 장비의 개념자체가 부족하다 보니깐 그러는 거 같아요. 흔히들 아는 사람들이 봤을 땐 당연한 건데 모른다는 건 알려주는 사람이 없거나 교육을 못 받아 지식이 부족한 거죠.”
-참여자 P1-

“장비 관리는 교육이 필요한데 소모품 교체라던지 호스라인 교체 이런 건 테크니컬다이빙 교육에선 해주는데 교육 자체가 부족하죠. 1년에 우리 소방서에 한명 갈까 말까하고... 그러다보니 호스에서 공기누출 되는데 사용해서 제가 소방서 와서 고친 경우도 있어요 호스 교체, 오리ng 교체, 씰교체 이런 거는 기본으로 할 줄 알아야해요 씰의 누수로 인한 침수는 저체온증과 관련되고 호흡기 공기 누출은 공기고갈 및 생명과도 관련이 있어요. 그 이상으로 요구하는 부분은 우리가 아닌 전문 수리 업체에 맡기고 있어요.” -참여자 P4-

“장비 도입 때부터가 문제예요. 장비 심의에 들어가시는 분들이 모두 전문가일 수는 없어요. 규격서 작성할 때 우리가 작성한 거랑 납품할 때 다른 게 나오는데 아무도 몰라요. 예를 들어 A제품을 올렸는데 B제품이 들어온 겁니다 이름은 같은데 가격이 B제품이 A제품 2개, 3개 살 수 있는 가격이니깐... 사용방법도 다르고 사용방법 이걸 우리가 찾아볼 게 아니고 당연히 납품한 곳에서 서비스로 돌아다니면서 장비 설명을 꼭 해줘야하는 부분인데 전혀 그런 게 안 되니까. 구조대원들이 모를 수밖에 없어요. 본부에서도 납품 할 때 업체들 부르고 교육하거나 교육자료 제공을 해줘야하는데 이런 부분에 대해서 아무도 얘기를 안 해요... 그냥 사용방법을 모르니깐 참고에 두는 거예요”
-참여자 P5-

”사전에 장비 배분을 할 때 교육이 되고 나오는 게 아니라 본부에서 일괄적으로 배부를 하다보니 받는 사람들조차도 왜 이걸 쓰는지 모르고 사용할 줄 모르니 창고에 쓰지도 않고, 제 생각에는 본부에서 지급을 할 때 납품 업체라던지 심의위원에서 납품의뢰한 직원 이라든지 목적과 사용 방법, 유지관리 교육을 해주고 배부를 해던지 또는 문서, 영상으로 교육이 필요할 거 같습니다. 아는 선배들은 있지만 소방서마다 있는 게 아니거든요 운이 좋아 잘 아는 선배 만나면 다행인 거고 모르면 막 쓰는 겁니다.“ -참여자 P7-

6. 역량 유지를 위한 연속적·반복적 훈련의 당위성

참여자들은 수중구조 역량이 단기성 교육 이수나 일회성 자격 취득만으로 동결되는 것이 아니며, 역동적인 수중 환경에 끊임없이 신체를 적응시키는 지속적인 수준 유지 과정이 필수적이라고 진술하였다.

정기적인 수중 적응 훈련이 단절될 경우 급격한 자신감 저하로 이어져 실제 현장 대응력의 공백을 초래하기 때문이다. 지속적인 수준 유지 훈련을 통해 대원들은 다양한 가상 환경을 경험하게 되며, 이러한 현장 경험의 축적만이 예측 불허한 수중 위험 요인을 직관적으로 판단하고 통제할 수 있는 유일한 대안이라고 인식하였다.

“수중구조는 제 동료에 대한 믿음성부터 시작입니다. 그 믿음을 얻기 위해서는 엄청난 훈련양이 필요해요. 내 장비를 어떻게 몸과 일치를 시키는지, 어떤 의사소통을 해야 하는지 등을 해야 해요. 인간은 몸으로 익힌 거는 몸이 기억해요 호흡량의 조절, 부력유지, 장비 결함이 생겼을 때 어떤 행동들을 하는지를 훈련을 통해서 데이터베이스를 쌓고 서로를 믿고 그 믿음성부터 시작이죠.” -참여자 P1-

“경험이 없는 사람은 불안함을 느끼고 현장을 벗어나려하고 하는데 그것을 극복하는 방법은 꾸준한 수준유지 훈련입니다. 현장은 내수면 시야가 10cm 이런 곳인데 처음 느끼면 공포심이 생겨요. 우리 팀원은 처음에는 5m, 10m 수영장에서 해본 게 다인데 현장에 들어가라고 하니 한 번도 들어가 본 적이 없어서 무섭다 두렵다 그래서 저희는 가상으로 훈련들을 했어요. 마스크를 가린다던지, 장애물을 놓는다던지 제가 근무하는 곳 대원들이 지금은 현장에서 부력도 조절 하고 우리에게 주어진 임무를 수행할 수 있도록 훈련이 돼있어요” -참여자 P2-

“수준유지 훈련은 월 4회 최소 1일주에 1회는 해야 해요. 정말 못해도 월 2회는 해야 합니다. 근무시간에는 이론, 육상 연습 등을 할 수 있지만 수중은 무조건 물에 들어가봐야 합니다.

제가 처음 왔을 때 수중구조 대응이 되는 직원이 팀당 1명 또는 없었어요 하지만 출장 여비나 훈련 계획을 세워 지속적으로 부력유지, 팀다이빙, 릴, 수색방법 훈련을 하니 이제 30m권에도 팀당 4명 정도는 투입이 가능하게 됐습니다. 우리가 아닌 소방 전체가 이렇게 되려면 반복적인 훈련이 정말 필요하지만 예산이나 직원들 인식문제로 할 수 없는 실정이에요”
-참여자 P6-

7. 훈련 인프라 및 예산 지원의 제도적 한계

참여자들은 수중구조 역량 강화를 위한 정기적 반복 훈련의 필요성을 절감하고 있었으나, 일선의 열악한 훈련 인프라와 제도적 지원 한계가 걸림돌이 되고 있다고 지적하였다. 특히 수중구조 안전한 현장활동을 위한 정당한 훈련임에도 불구하고 수영장 입장료, 유류비, 식비 등 필요한 소요 예산 지원이 전무하여 구조대원의 사비(私費)를 부담해야 하는 기형적 구조가 지속되고 있으며, 이는 대원들의 자발적인 훈련 참여를 위축시키는 결정적 요인으로 작용하고 있다. 아울러 훈련 전용 수중 시설의 절대적 부족과 시·도 본부별, 소방서별 지원 편차로 인한 대원 간 역량 양극화 현상을 우려하였다.

“제가 근무했던 지난 관서는 교통비, 식비, 수영장 입장료 지원이 전혀 없었어요 다 개인적인 비용을 지불해서 평가준비, 훈련을 했었어요. 하지만 지금 관서는 훈련 예산 지원을 월 3회 까지 지원을 해주기로 했어요 그러니 개인 비용이 들 때는 참여 안하던 직원들도 금전적 지원이 나오니깐 훈련을 적극적으로 하게 됐어요. 우리팀 사람들은 이제 지원이 없어도 저한테 시간 내달라고 알려달라고 해요 지금 지원해주는 부서에 감사함을 느낍니다.” -참여자 P3-

“구조대원들이 월 1회는 해야 한다고 생각하는데 구조대 15명 정도 1인당 1식비, 시설사용료 포함 하면 10만 원 정도인데 150만원씩 12개월이면 2천만 원이 안되는데 소방에 이런 훈련 예산이 없는 게 너무 안타까워요 그러다보니 개인 돈을 투자해야하고, 열심히 하고 싶어도 못하는 상황이 되는 거죠. 가끔은 개인돈 써가면서 하는 사람들이 눈치 보이기도 해요”
-참여자 P7-

“본부 담당자, 소방서 담당자가 누구냐에 따라 다른데 무한 반복이에요. 훈련비 지원 해 달라 하면 돈이 없대요. 이런 근거로 가져오면 꼭 해야 하는 건 아니지 않냐 그래요. 또 우리 지역의 경우 수영장이 하나인데 또 공사를 해서 훈련할 곳이 없어요. 제가 알고 있는 어느 지역은 본부에서 몇천만 원을 수영장에 선지급을 해서 1년간 자유롭게 사용하

라고 한 지역도 있어요. 그 지역은 역량이 엄청 올라가고 있어요 여건만 되면 저희는 의지를 가지고 할 준비가 됐습니다 본부나 소방서 담당자 분들도 분명 예산 확보 가능한 부분일텐데 조금 신경 써줬으면 합니다.”
-참여자 P8-

8. 형식적 교육체계와 현장 대응의 괴리

현행 소방의 수중구조 교육 내용과 인명구조사 2급 자격 제도가 실제 복잡한 수중 구조 현장에서 요구되는 실전적 역량을 충분히 투영하지 못하고 있다는 인식이 강하게 나타났다.

현재의 자격 취득 중심 제도는 표면적인 잠수 기술 습득에는 일부 기여할 수 있으나, 가시거리가 제로에 가깝고 장애물이 산재한 야외 내수면 환경에서의 실제 대처 능력과는 상당한 괴리가 존재한다. 특히 역량 형성에 절대적인 연속적 반복 숙달메커니즘을 배제한 채 단기 주입식 교육과 합격률 위주의 평가에 치중되어 있어, 자격증 취득이 곧 현장 대응력 확보로 이어지지 못하는 구조적 모순을 겪고 있다.

8.1 인명구조사 2급 제도의 실효성 한계

참여자들은 현행 인명구조사 2급 자격이 수중구조의 가장 기초적인 입문 프로토콜에 불과할 뿐, 실제 현장 대응에 필요한 고도의 전문성을 담보하기에는 역부족이라고 평가하였다. 특히 현행 평가가 통제된 수영장 환경에만 국한되어 있어, 실제 자연 내수면의 위험성과 특수성을 전혀 반영하지 못하는 한계가 있다.

“인명구조사 2급을 막 취득한 대원은 물에 대한 적응력 뿐입니다. 그 이상은 바라면 안돼요. 물에 자기 적응하기 바쁘기 때문에 그러면 호흡이 가빠지고 호흡이 가빠지면 부력유지도 어렵고 그로 인해 킁을 차면서 바닥 부유물을 일으킬거고, 그럼 수색에 가장 큰 환경인 시야 확보도 안 되기 때문에 2급은 딱 민간에서 오픈워터 수준이에요.”
-참여자 P1-

“실제로 인명구조사 2급을 취득한 대원이 내수면 구조상황이 발생 했는데 들어가질 않았어요. 왜냐하면 본인은 수영장만 들어가봤고 이런 현장은 들어가보질 않았대요. 분명히 인명구조사 2급은 있는데 5m 이상 수심에 들어가본 적이 없고, 저수지에도 처음이라 무섭다는 겁니다. 2급을 취득하고 나서 별도의 전문적인 교육을 모두가 받을 수 있는 제도가 있어야 합니다.”
-참여자 P2-

“민간에서 하는 자격증도 구조 즉 레스큐는 어드밴스 윗단계입니다. 통상 오픈워터, 어드밴스, 레스큐, 마스터 과정을 밟는데 우린 오픈워터도 못 미치는 사람에게 자격을 주고 그 자격으로 구조를 하라는 겁니다. 최소한 우리 현장이랑 맞는 저시정 환경이나 드라이 슈트는 평가를 봐서 기본적 스킬은 하고 구조대원이 돼야죠. 2급이 있으면 뭐해요 수중 구조에서 1부터 다시 알려줘야 하는데...”

-참여자 P3-

“인명구조사 2급은 오픈워터 다이버보다 낮은 평가입니다. 사람을 구하는 자격증은 절대 쉽게 주면 안되는데 청에서는 합격률을 높이려고 낮이도를 점점 낮추려고 해요. 우리 평가표를 민간 다이버한테 보여주면 이 수준이 사람을 구한다고? 놀랄 겁니다. 이제 오픈워터 정도 수준의 구조대원보다 민간인이 우리보다 더 안전하게 하고 잘 구조할 겁니다. 자기몸도 제대로 못 가누는 수중 능력인데 어떻게 우리 저시정 환경에 들어가서 사람을 구해요 정말 위험한 건데, 결국은 이 문제에 대한 피해는 국민들이 볼 거란 말이죠. 사람들은 그래요 왜 점점 어렵게 만드냐고 하지만 당연한 거예요 이게 우리 점수 채우려고 자격증 따는 게 아니고 정말 사람을 구하고 나를 안전하게 하기 위해서 하는 거면 훈련하고 역량 강화하고 그 수준이 되도록 만드는 게 구조대원의 책임이자 역할인 거예요.”

-참여자 P5-

“오히려 혹을 하나 더 달고 물에 들어가는 거예요. 물 속에서 계속 초조하고 불안한 눈빛이 보여서 제가 더 임무에 집중을 못하고 창기게 되는 거예요. 운이 좋아 구조도 하고 안전하게 나왔지 더 큰 위험을 만들 수 있는 상황들을 겪어보니 이런 사람들은 충분히 준비가 되지 않은 상태에서 물속으로 들어오면 안돼요. 정말 인명사고가 대원들한테도 날 수 있는 부분이에요.”

-참여자 P7-

8.2 반복 숙달을 반영하지 못하는 교육 한계

수중구조 역량은 단기간의 교육만으로 형성되기 어려우며, 지속적인 수준유지 훈련과 반복적인 경험 축적이 필수적이다. 그러나 현재 일선 구조대원들이 이행하는 법정 교육 훈련이나 소방학교 및 외부 위탁 교육 체계는 정해진 단기간 내에만 집중적으로 운영되는 형식을 취하고 있어, 교육 종료 이후 역량을 지속적·안정적으로 유지하는 데 한계가 명확하게 있다.

“구조대원은 연 40시간 훈련을 하게 되어있는데 물에서 하는 훈련은 해빙기, 동계수난,

하계수난 12월 중 3월을 특별구조을 하죠. 그런데 실직적으로 물에 들어가는 시간을 보면 1년에 3번 들어간다는 겁니다. 그것도 1회 들어가면 1시간 정도 그럼 1년에 총 3시간 물에서 훈련하는데 누가 봐도 현장대응이 어려운 실정이죠. 특히나 저희 같은 강사들도 적응하는 시간이 필요한데 오픈워터, 어드밴스 정도의 자격을 갖춘 사람들은 말도 안되는 거죠. 몸만 적시다 오는 거예요 그래서 주기적인 수준유지 훈련을 해줘야 해요.” -참여자 P2-

“우리 조직을 대체할 만한 민간 조직은 없어요 우리가 구조 전문가고 대한민국 멤버원이에요. 그 전문가 집단에서 1년에 2번 해서 임무 수행은 말이 안되요. 법적으로 강제로라도 해서 최소 월 2회는 수영장이든 어디든 해줘야해요. 그리고 분기에 1번은 꼭 내수면을 해야 해요. 직접적인 현장은 내수면이고 그 현장에 경험을 했냐 안했냐가 커요 그래야 대응이 되겠죠. 운전이랑 비슷해요. 운전을 많이 한 사람은 오랜만에 해도 괜찮아요. 근데 초보 운전자가 6개월 운전 안하다가 너 운전해 이러면 부드럽게 잘할 순 없잖아요.” -참여자 P3-

“수중구조 역량강화를 하기 위해서는 2주일 정도는 물에 살다시피 해야해요. 하루에 3번 4번 다이빙은 해야지 꾸준히 능력이 올라가요 또 올라간 능력은 쉽게 내려오지 않아요. 그래서 연속성이 상당히 중요해요. 부력 잡는 감만 잡는데만 1주일 걸리는데 1주일 교육과정이면 그 외로 개인기술, 킥, 비상절차, 팀스킬 얻어갈 수 있는 게 한정적이에요.” -참여자 P4-

“1년 정기 훈련 2번 내지 3번이에요 거기에서도 훈련시간이 4시간 이상이 되어야 여비가 나오는데 밥 먹는 시간, 장비 준비, 철수 단계 제외하면 실제로 교육시간이 2시간 미만입니다. 훈련은 한번이 아니라 지속적으로 해야 수준이 올라오는데 몇 개월에 한번 하면 당연히 감을 익히는 것도 불가하고 오랜만에 들어가면 훈련이 아니라 몸 담갔다 나오기 바빠요.” -참여자 P8-

8.3 도제식 현장 실무 경험 전수 체계의 부재

참여자들은 수중 구조의 진정한 노하우가 규격화된 교과서나 일반 민간 교육 과정이 아닌, 수많은 현장 사투를 거친 선배 베테랑들의 도제식 경험 전수를 통해 계승되어야 한다고 인식하였다.

그러나 조직 내 지휘관의 수중 전문성 결여와 전문 교관 인력 부족으로 인해 후배 대원들을 자체 양성하는 과정이 어렵다고 하였다.

“밖에서 하는 강사분들도 많아요. 하지만 거기서는 현장을 배우진 않아요. 교수법 티칭, 마케팅 이런 걸 알려주지 우리가 실질적으로 하는 현장이랑은 많이 달라요. 그래서 1급 인명구조사 분들이 교육을 하면 경력도 오래됐을 거고 부력, 스킬, 비상절차 행동으로 보여주기 때문에 신뢰도도 높고 이론적 교육도 하겠지만 현장 중심의 교육을 하더라고요. 우리가 필요한 건 보여주기가 아닌 실질적 현장 대응을 위한 경험치를 쌓는 겁니다.”
-참여자 P3-

“우리 관서의 경우 모든 팀을 내가 교육 했어요. 그 이유는 수중구조분야에 대해 경험치를 가지고 있는 팀장들이 없어요. 그래서 비번날 제가 교육을 하고 시간이 지나니깐 교육을 받았던 분들 역량이 올라와 이제는 제가 안 할 정도가 됐어요 여기까지 오는데 시간이 정말 많이 걸렸어요.”
-참여자 P5-

“교육을 하기 위해서는 수중 업무 분야에 경험과 지식이 많은 사람이 해야하는데 실제로는 팀장, 지휘에 계신 분들은 수중에 대해 몰라요. 그렇다면 수중에 대해 능력이 좋은 사람들한테 의견을 듣고 교육을 맡기고 해야하는데 그렇지 못하고 있어요. 실제로 물에 들어가지 않더라도 팀장급 이상은 VXR이라던지 가상의 교육이라도 필수로 수료하고 교육을 해야 할 것 같아요.”
-참여자 P7-

9. 첨단장비 기반 수색체계의 전환

참여자들은 과거 아무런 수중 정보 없이 오직 대원이 투입하여 촉각에 의존해 수색 하던 무모한 방식에서 벗어나, 현대의 수중구조는 첨단 과학 장비를 활용해 사전에 수중 지형과 위험 요소를 입체적으로 스캔한 뒤 대원을 정밀 투입하는 기술 기반 안전 수색체계로 패러다임이 진화하고 있다고 인식하였다.

소나(Sonar), 수중 드론(ROV), 다방향 수중 카메라 등의 도입은 저시정이나 광범위한 수색 구역에서의 수색 효율성을 향상시켰으며, 대원의 불필요한 반복 잠수를 자제하고 안전을 담보하는 핵심 장비로 사용된다고 하였다. 다만, 참여자들은 이러한 첨단 장비가 구조대원을 대체하는 수단이 아니라, 구조대원의 안전 사고를 막고 수색 효율을 극대화하는 보조적 수단임을 명확히 정의하였다.

“수중드론으로 저수지에서 낚시하다가 얼음 밑으로 사람이 빠져서 사라졌는데 찾았어요. 아이스다이빙 환경을 경험해본 사람이 없어서 부담스러웠는데 장비가 있으니깐 먼저 드론이 수중 속 허공에 떠있는 구조대상자를 찾은 거죠. 중요한 건 결국은 사람이 들어가서 인양해야 해요. 장비에 의존할 순 없어요.”
-참여자 P5-

“댐 같은 경우는 수몰 지역이 많아요. 예상치 못한 장애물이 엄청 많은데 실제 다이버가 들어가기 전 드론으로 먼저 1차 탐색을 하고 2차로 안전확인이 되면 구조대원이 투입을 하고 있습니다.”
-참여자 P6-

“저수지에 사람이 빠졌는데 시야가 나오지 않아 뭘 할 수가 없는 현상이었어요. 다방형 카메라로 내렸는데 바닥이 빨이라 전혀 보이지 않았어요. 그때 특수대응단이 와서 소나로 수색을 했는데 수심 17m에 딱 사람의 모습이 있는 겁니다. 그래서 그 지점에 다시 카메라로 집어넣어보니 사람의 손 형태가 보일 듯 말 듯 희미하게 보였어요. 며칠동안 못 찾던 구조대상자를 장비로 찾은 거죠 평생에 딱 1번을 쓰더라도 그 1번을 쓰기 위해서 우린 장비를 쓰는 거니깐 구조대원들도 안전하게 구조할 수 있었어요.”
-참여자 P8-

10. 수중구조 전문성에 대한 조직문화 및 인식 개선

참여자들은 수중구조 역량 강화가 단순히 개인의 노력이나 교육훈련 부재를 넘어 조직문화의 근본적인 체질 개선과 구성원들의 인식 변화가 병행되어야만 실효성을 거둘 수 있다고 인식하였다. 최근 소방 조직 내 젊은 세대를 중심으로 가치관이 변화하고 있으며, 과거 사명감과 무조건적인 희생에만 의존하는 방식으로는 역량 강화를 유도하기 어렵다는 것이다. 합리적인 보상 체계를 정착시켜 대원들에게 지속적인 동기부여를 해야 하고, 지휘관들의 안전관리와 지원에 필요한 인식전환과 역할 재정립이 과제로 지적 되었다.

“직원들을 움직일 수 있는 건 결국 돈과 보상이예요. 우리는 소방공무원으로 직장인이지만 봉사단체는 아니거든요. MZ세대 직원들이 다 그런 건 아니지만 시대가 바뀌고 있어요. 사명감으로 하는 시대는 아니예요. 결국 훈련 하면 돈 주고, 자격증 따면 수당 주고, 구조 잘 해오면 포상 주고 적극 행정하자고 얘기 말고 이런 쪽으로 생각을 해줘야 구조대원들도 계속 할 것 같아요.”
-참여자 P3-

“우리의 지휘관 인식이 바뀌어야 해요. 일단 소방은 소방관인데도 위험한 걸 싫어해요. 순직사례나 이런 걸 얘기 하면서 위험 요소를 굳이 만들어야 하나 그러는데 지금 이런 상황들이 더 위험한 상황들이에요. 우리는 늘 큰 게 하나 터져야 바뀌어요 인식은 제가 바꿀 수 없어요.”
-참여자 P4-

“의지가 없는 사람이 정말 큰 문제입니다. 누가 봐도 A는 훈련이 필요하고 교육이 필요한데 본인이 판단해서 난 할 필요가 없다. 굳이 왜? 라고 생각을 해버리면 강제로 시킬 수도 없고 내쫓을 수도 없고 그러다보니 하는 사람만 계속 할 수 밖에 없어요. 제가 안 하면 누가해요? 하지만 지금은 소수가 그렇고 인식이 바뀌고 있어요 젊은 직원들 열심히 하는 친구들 많아요.”
-참여자 P7-

“수중구조 변화를 가져가려면 일단 지휘관부터 생각을 바꿔야해요. 대충 빨리 빨리 하고 끝내가 아니라 똑같은 3시간 4시간을 해도 영양가 있는 훈련이 되도록 해야해요. 우린느 훈련을 하지만 지휘관분들은 밖에서 가만히 있거든요 그럼 4시간동안 서있거나 앉아있어요 지루하죠... 빨리 가서 수육 먹을 생각만 하고 계시고 지휘관분들은 물에 들어오라는 게 아니에요 보건안전팀 같은 부서에서 사례 교육을 통해 이런 게 위험요인이구나 이정도만 알고 계시면 돼요. 판단은 현장대원들이 하니까요.”
-참여자 P8-

11. 전문인력 유지의 구조적 한계

참여자들은 현행 인사운영 체계는 정기적인 순환보직을 중심으로 이루어지고 있어 수중구조 분야에서 전문성을 갖춘 인력이 지속적으로 유지되기 어려운 구조적 한계가 있다고 설명하였다. 참여자들은 수년간 함께 훈련하며 형성된 팀워크와 상호신뢰가 인사이동으로 인해 단절되는 경우가 반복되고 있으며, 이로 인해 구조대원이 전출될 경우 남은 인력이 다시 신규 대원을 교육하고 적응시키는 과정을 반복해야 한다고 진술 하였다. 특히 수중구조 역량 향상을 위해서는 지속적으로 성장할 수 있는 환경이 조성 되어야 하며 역량개발 지원체계가 필요하다고 인식하였다.

“수중구조는 하루아침에 되는 게 아니에요. 예로 매일 같이 먹고 자고 한 막내가 4년을 저랑 같이 있었어요. 우리는 눈빛만 봐도 현장에 뭐가 필요한지, 현장에 어떻게 행동해야 하는지 다 알아요. 현장에서 버벅거림 없이 톱니바퀴 굴러가듯 서로 믿고 의지하고 몸이

움직이는 거예요. 하지만 지금 우리 실정은요 키워 놓으면 딴 곳 가고, 또 키우면 딴 곳 가고 최소한 인사이동 한팀이 2년은 유지를 해야해요. 그렇지 않으면 팀이나 조직 발전이 아니라 제자리에 머무는 거예요.”
-참여자 P5-

“구조대원 한명을 수중구조 현장대응이 가능하게까지는 최소 6개월 정도 걸립니다. 우리 소방은 6개월마다 인사가 있어요. 그러다보니 다 만들어놓으면 그 인원이 다른 곳으로 가고 다시 시작해야 해요. 육상에서 하는 구조는 평상시 훈련이 가능해서 충분히 팀워크를 키울 수 있어요. 본부에서 잠수 가능한 구조대원들은 예외를 뒀서 해당 기관에 대응할 대원이 없으면 확보가 될 때까지 더 생활할 수 있게 인사 기준을 적용시키는 것도 좋은 것 같아요. 남아 있는 대원들은 늘 불안하고 혼자 들어갈 수밖에 없는 상황들도 생길 거예요.”
-참여자 P6-

“소방은 우리가 바꿀 수 있는 게 아니에요 위에서 바뀌어야 해요. 그렇다면 우리가 할 수 있는 건 남아있는 사람을 잘 챙기는 거예요. 각 팀당 개인장비 지급하고, 수준을 올리려는 대원들이 있으면 적극 지원을 해줘야 해요. 그런 사람들이 많아져야 우리가 믿고 의지할 동료, 가르침을 줄 수 있는 동료가 되는 겁니다. 많은 교육 특정인원이라고 시기 하지 말고 하려는 사람만이라도 교육, 장비 범위 내에서 장기과제로 최대한 지원을 해줘야 해요.”
-참여자 P3-

V 결론 및 제언

1. 결 론

본 연구는 현장 구조대원을 대상으로 심층 인터뷰를 실시하여 수중구조 역량 강화에 영향을 미치는 다차원적 요인을 탐색하고, 이를 바탕으로 교육·장비·조직문화·인사제도 측면의 개선 방향을 도출하고자 하였다. 연구 결과를 종합한 주요 결론은 다음과 같다.

첫째, 수중구조 역량의 복합성과 내적동기 : 수중구조 역량은 단순한 잠수 기술이나 자격증 취득 여부로 판단할 수 없으며, 기술적 숙련(부력 및 기체관리, 킥 기술), 심리적 안정성, 팀 단위 의사소통 능력이 통합된 복합 역량이다. 현장 대원들은 자신과 동료의 생존, 그리고 팀 전체의 안전을 위해 사비까지 지출하며 수준 유지에 힘쓰는 등 강한 내적동기와 사명감을 공유하고 있었다.

둘째, 현행 교육체계 및 인명구조사 제도의 한계 : 현재의 인명구조사 2급 자격제도는 통제된 수영장 환경 위주로 평가가 이루어져 저시정, 저수온, 장애물이 산재한 실제 야외 내수면 환경과의 괴리가 매우 크다. 또한 연속성 없는 단기 주입식 교육과 합격률 위주의 평가 체계는 현장 대응력으로 이어지지 못하고 있어 실무 중심의 제도 개편이 시급하다.

셋째, 반복 숙달 훈련의 단절과 인프라 부족 : 수중구조 역량은 지속적으로 신체를 적응시켜야 하는 휘발성이 강한 능력이지만, 현행 법정 특별구조 훈련(연 40시간)중 수중 훈련은 연 2~3회(총 3시간 내외)에 불과해 감각을 유지하기조차 어려운 실정이다. 더욱이 수영장 사용료, 실비 등 훈련 예산 지원이 전무하거나 시·도별 편차가 심해 대원들의 자발적 참여를 위축시키고 있다.

넷째, 공용장비 운용에 따른 책임성 저하 : 고가의 수중 장비를 공용으로 관리하면서 세척·건조·보관 등 기초 정비 소홀, 장비 손상 시 책임 소재 불분명 등의 악순환이 반복되고 있다. 이는 현장 활동 시 대원의 안전을 직접 위협하는 요인으로 작용하고 있다.

다섯째, 인사 운영체계와 전문인력 유지의 상충 : 소방의 정기적인 순환보직 체계는 장기간의 훈련을 통해 구축된 팀워크와 수중구조 전문성의 연속성을 단절시키는 구조적 한계를 안고 있다. 어렵게 양성한 전문대원의 전출은 남은 팀의 현장 대응력 공백과 안전사고 위험을 가중시키고 있다.

여섯째, 첨단장비 기반 수색 체계 전환: 소나(SONAR), 수중 드론(ROV), 다방향 수중 카메라 등 첨단 과학 장비의 도입은 저시정 환경에서의 수색 효율성을 극대화하고 대원의 위험 노출을 줄이는 핵심 보조 수단으로 정착하고 있다.

2. 제언

2.1 교육 및 평가 체계 개선

1) 전국 소방학교 [수중구조 초급] 교육과정 개설

신규 및 경험이 적은 대원들이 균일한 현장 대응능력을 갖추고 안전사고를 예방할 수 있도록 표준화된 기준의 [수중구조 초급과정] 개설을 제안한다. 표준화된 과정은 소방학교 별 편차를 줄이고 현장 적응 중심의 실무 노하우를 습득하는 표준 프로토콜 역할을 할 수 있는 기준들이 있어야 효과를 극대화 시킬 수 있을 것이다. 잠수이론, 기체관리, 부력, 킥, 팀 의사소통, 수중 수색 기초 과정은 필수 교과목 선정이 되어야 한다.

2) 인명구조사 2급 실무 중심 평가표 개선 및 교육 연계

실제 구조현장과의 괴리를 해소하기 위해 평가 장비를 기존 습식잠수복에서 건식잠수복 체계로 전면 전환해야 한다. 평가 항목 또한 건식잠수복의 고유 특성을 반영하여, 수심 변화에 따른 슈트 내에 압착 해제 능력, 배기 밸브를 통한 공기 배출 능력, 비상 상황 시 인플레이터 호스의 신속한 건식 잠수복 결합 및 분리 능력 등을 신설·개정해야 한다. 아울러 자격 평가 기준 변화에 맞춰 중앙 및 시·도 소방학교 교육과정에 건식잠수복 운용 실습을 필수 교과로 편성해야 한다.

2.2 예산 확보 및 인프라 지원

1) 연간 체계적 수준 유지 훈련 계획 및 행정 지원

수중 적응력과 팀 수준 유지를 위해 최소 월 1회 이상의 정기적인 수중구조 훈련 여건이 보장되어야 한다. 단순히 훈련 횟수를 늘리는 것에 그치지 않고, 수영장 내 기본 기술 숙달부터 분기별 자연 내수면 적응훈련 및 저수온 적응훈련까지 이어지는 연간 정기 훈련 로드맵<표 8>을 제도화해야 한다. 또한 이를 뒷받침할 수 있도록 수영장 사용료, 출장여비(식비, 교통비), 초과근무수당 등 훈련 예산의 전폭적인 행정적 지원이 수반되어야 한다.

월	훈련 내용
1월	이론 교육 및 수영장 개인역량 체크
2월	개인 부력, 킥, 비상조치 훈련(수영장)
3월	내수면 적응 훈련
4월	의사소통 및 팀워크 훈련(수영장)
5월	본부 주관 지역별 종합 훈련(내수면)
6월	상반기 팀워크 종합 훈련(본부 주관)
7월	하계 수난 구조 훈련
8월	수중 수색 이론 및 수중 부력유지 훈련(수영장)
9월	수중 수색 기술 복합 훈련(내수면)
10월	잠수 계획 수립을 바탕으로 한 계획 잠수(내수면)
11월	하반기 팀워크 종합훈련(본부 주관)
12월	찬물(저수온) 적응 훈련(내수면)

〈표 8〉 세부 계획의 예시

2) 개인 및 첨단 구조장비 지급 확대와 유지관리 예산 편성

장비 관리의 책임성을 강화하고 대원 체형 및 숙련도 차이에 대응하기 위해, 수난구조대뿐만 아니라 일반 구조대 대원에게도 건식잠수복(1인 1벌) 및 호흡기 등 핵심 장비의 개인 지급 체계로의 전환이 시급하다.

소방장비 분류 규정에 따른 내용연수(5년)를 고려하여 정기적인 교체 및 오버홀(정비)

예산을 독립적으로 편성해야 한다. 이와 함께 현장 안전 확보를 위해 소나, 수중 드론, 다방향 카메라 중 최소 1종 이상의 필수 첨단 장비를 모든 관서에 도입할 수 있는 재정적 지원이 필요하다.

2.3 인사 및 조직문화 개선

1) 수중구조 전문인력 유지를 위한 인사 기준 수립(전문직위제 도입)

수중구조 분야의 팀워크 단절과 전문 대원 유출을 막기 위해 인사 운영 제도의 예외적 기준 마련을 제안한다. 잠수 역량을 갖춘 구조대원에 대해서는 최소 2년 이상 동일 팀을 유지하도록 보장하고, 해당 관서 내 대체 대원이 확보될 때까지 전출을 유예하는 전문직위제 또는 특례 기준을 적용해야 한다.

2) 합리적 보상 체계 확립 및 지휘관 인식 전환

과거의 무조건적인 희생과 사명감에만 의존하는 방식에서 벗어나, 기술 숙달 및 자격 취득에 따른 위험수당 가산, 포상 확대 등 합리적인 보상 체계를 정착시켜 지속적인 내적 동기를 부여해야 한다. 또한 지휘관(팀장급이상)을 대상으로 수중구조의 특수성과 위험 요인에 대한 가상 교육(VXR 등) 및 사례 교육을 의무화하여 현장 대원의 판단을 존중하고 안전 확보 중심의 훈련을 적극 지원하는 조직문화로 개선되어야 한다.

참고 문헌

▶ 학술지 및 단행본

- 강신영, (2010), 수중작업에 있어서 극한 환경의 잠수 활동 기준 검토, 한국마린엔지니어링학회지 제34권 제5호, 735-742.
- 김기진, (2001), 스쿠버다이빙시 잠수시간에 따른 생리적 반응의 비교, 한국생활환경학회지 제8권 203호, 256-262.
- 김영천, (2006), 질적연구방법론 I: bricoleur, 아카데미프레스.
- 박상규, (2007), 스쿠버 다이버의 사고 예방을 위한 교육과정 개선 및 활성화 방안, 한국사회체육학회지 제30호, 165-175.
- 박찬석, (2021). 수난구조활동 중 소방공무원 순직사고의 원인과 대응방안에 관한 연구: 4M분석기법을 중심으로, 한국재난정보학회논문집 제17권 4호710-721.
- 서동오, 이연경, 최준식, (2006). 공포의 생성과 소멸:파블로프 공포 조건화의 뇌회로를 중심으로. 한국심리학회지 제18권 1호, 1-19.
- 신경림, (2004), 질적연구방법론, 서울 이화여자대학교 출판부.
- 오주용, 권석만, (2011), 심리적수용이 신체적 불안 반응에 대한 두려움에 미치는 영향. 한국심리학회지 제30권 4호, 1003-1026.
- 전재인, (2022), 수난 구조 활동에서의 급상승이 활성산소 증가에 미치는 영향, 문화기술융합학회지, 제8권 5호, 541-546
- 전재인, (2022), 수난 구조 활동에서의 급상승이 코르티솔 및 인체증상에 미치는 영향, 문화기술융합학회지, 제 8권 3호, 99-104
- 전재인, (2023), 로프를 이용한 수중수색 방법이 인명구조 시간에 미치는 영향, 문화기술융합학회논문지, 제9권 5호, 159-165.
- 전재인, 공하성, (2020), 수중수색 시 수심에 따른 공기소모량의 변화 분석. 문화기술 융합학회논문지, 제6권 1호, 433-439.
- 정철민, 양기근, (2015), 효율적 내수면 안전관리: 수난구조 및 수상안전을 중심으로, 한국콘텐츠학회논문지, 제15권 3호, 102-113.
- 조용환, (1999), 질적연구 : 방법과 사례, 서울 교육과학사.

▶ 학위논문

1. 강일식, (2014), 내수면 수난사고 대응 방안에 관한 연구: 한강을 중심으로, 서울 시립대학교 도시과학대학원.
2. 고광형, (2013), 수영선수에게 경쟁상태 불안감이 경기력에 미치는 영향, 인하대학교 교육대학원 석사학위논문.
3. 김광진, (2007), 수난 구조에 있어서 수몰지점 탐색에 관한 연구 : 한강을 중심으로, 서울시립대학교 도시과학대학원.
4. 김성길, (2006), 무 감압한계 잠수환경에서의 반복잠수가 혈액 성분 및 생리적 반응에 미치는 영향 45, 한국해양대학교 해양관리기술 대학원 석사학위논문.
5. 김승철, (2004), 스쿠버다이빙 시 수심 차이에 따른 생리적 변화에 관한 연구, 인제대학교 교육대학원 석사학위논문.
6. 김진태, (2016), 소방공무원 공·사상자의 사고 사례별 위험 예방에 관한 연구 : 119구조대원 중심으로, 강원대학교 산업과학 대학원 공학석사 학위논문.
7. 전재인, (2021), 수난 구조상황에서의 급상승이 구조대원 인제 안전에 미치는 영향, 우석대학교 일반대학원.
8. 정근남, (2017), 소방수난구조 교육시스템의 현황과 개선방향, 한국해양대학교 공학석사 학위논문.
9. 차수강, (2002), 민간 잠수인에서 발생한 감압병 408례에 대한 역학적 분석, 영남대학교 석사학위 논문.
10. 차수강, (2008), 수산물 차취 잠수작업자의 감압병 증상 발현율과 관련 요인, 영남대학교대학원 박사학위논문.

▶ 국외 문헌

1. Braun, V., & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology*, 3(2), 77-101
2. Creswell, J. W. (2013). *Qualitative Inquiry and Research Design: Choosing Among Five Approaches* (3rd ed.). Thousand Oaks, CA: SAGE Publications.
3. Firefighter Close Calls. (2018). 6 Fire Rescue Divers Killed in the Line of Duty During Water Rescue.
4. Guest, G., Bunce, A., & Johnson, L. (2006). How many interviews are enough? An experiment with data saturation and variability. *Field Methods*, 18(1), 59-82.
5. National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH). (2005). Volunteer Fire Fighter Dies During Dive Rescue Operations Training at Lake—New Hampshire (Report No. F2004-11). CDC/NIOSH.
6. National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH). (2018). Career Captain Dies During a Water Rescue Dive Incident—North Carolina (Report No. F2016-09). CDC/NIOSH.
7. National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH). (2021). Career Firefighter/SCUBA Diver Drowns While Searching for Civilian in an Industrialized River—Illinois (Report No. F2018-09). CDC.
8. Time Magazine. (2018). Former Thai Navy SEAL Dies During Cave Rescue Mission.

▶ 기타자료

1. 강원소방학교, (2022), 2022년 전문교육 과정 인명구조사 1급
2. 강원소방학교, (2025), 2025년 전문교육과정 인명구조사 2급
3. 공공안전잠수 PSD
4. 김병권, (2019), 잠수의학, 수증과학회
4. 법제처 국가법령 정보센터
5. 소방청 통계연보(2025)
6. 수중다방향 4CH 카메라 사용자 매뉴얼
7. 수중드론 사용자 매뉴얼
8. 수중음파탐기지 사용자 매뉴얼
9. 순직소방관 추모백서(2022)
10. 웨어워터 페르덱스 사용자 매뉴얼
11. 중앙119구조본부, (2024), 동계수난구조론
12. 중앙소방학교, (2018), 전문인명구조사 수난구조분야
13. 중앙소방학교, (2019), 인명구조사 1급
14. 중앙소방학교, (2022), 2022년 인명구조사 2급 실기평가표 개정(최종본)
15. 한정민, (2020.6.22.), 트림(Trim), 소방방재신문

