

# the scene

JOURNAL  
OF **COAST**  
**CRIMINAL SCENE**  
INVESTIGATION

해양과학수사저널  
**Vol. 3** 2020

해양경찰 과학수사

**그것이 알고싶다**

**DNA**

바다의 법곤충학 해양착생생물

**Chromatogram**

유지문 판정기법

**Bloodstain**

선박추진기 혈흔 검출 연구

수중과학수사

**Underwater Forensic**

**PROFILE**

Investigation

프로파일 수사



# COAST CRIMINAL SCENE



칠흑 같은 바닷속.  
도저히 알 수 없을 것 같은 미세한 흔적.  
하지만 해양과학수사요원의  
매서운 눈을 피해갈 수는 없다.  
오늘도 해양과학수사는 내일을 향해 흐른다.



Since **1953**



**발행일** 2020년 12월  
**발행처** 해양경찰청  
**발행인** 김홍희  
**편 집** 장준태, 김형섭, 박혜진, 이응혁, 김성곤  
**주 소** 인천 연수구 해돋이로 130  
**전 화** 032-835-2356  
**홈페이지** www.kcg.go.kr  
**디자인·인쇄** 디자인 예스 032-859-2014

해양과학수사저널 'the scene'는 한국간행물  
 윤리위원회의 윤리강령 및 실천요강을 준수합니다.  
 저널에 대한 저작권은 해양경찰청에 있으며  
 저널의 내용은 해양경찰청의 공식의견과  
 다를 수 있습니다.

## Cover Story



“..... 그런데 말입니다...”  
 <그것이 알고 싶다>와 동의어가 된 김상중.  
 그가 말하는 과학수사와 현실은?  
 그것이 알고 싶다면 ‘스타 in 해경’으로!



## Project

### 스타 In 해경

08 해양경찰 과학수사 그것이 알고 싶다

### 테마플러스

14 파리 유충으로 변사자의 사망시간을 추정한다!  
 바다는 그런거 없지?

22 油지문 전문감식기관

30 선박추진기에 묻은 혈흔검출 연구

쉽 제1회 해양경찰청 주관 어린이 독후감 경진대회 대상

38 해녀 할머니의 소원

### 테마칼럼

40 해난사고 원인규명 통합분석 시스템 및 충돌 손상기반 재현 시스템

48 해양경찰의 프로파일 수사 강화

54 단파자외선 前처리 照射기술을 활용한 식물성 기름지문 현출 기법 소개



# Contents

해양과학수사저널  
Vol. 3 2020



## Focus

사이(間) 경계를 넘어

62 해양과학수사의 선봉장  
남해청 과학수사를 가다

70 외로이 어두운 물속에서  
15년만에 가족의 품 속으로...

74 해군 군사경찰단 수증과학수사 사례

## Zoom In

바다를 알다

82 해양경찰 CSI 전 세계와 함께하다

86 과거에서 미래까지, 신원확인 기법의 발전

90 KCG News





# Project



스타 In 해경 08

테마플러스 14

심 38

테마칼럼 40

# 그것이 알고싶다

해양경찰 과학수사  
그것이 알고 싶다

해양경찰  
과학수사  
팀에서  
활동하는  
과학수사  
팀원입니다.

20.11.20.





김상중씨는 강력 범죄사건을 주로 다루는 SBS의 <그것이 알고 싶다> 프로그램을 오랜기간 진행하며 다양한 사례를 시청자들에게 소개했다. 특유의 카리스마 있는 형사 역할을 하며 중년 탐정이라는 별명을 갖고 있다.

과학수사의 현주소와 방향성을 객관적으로 소개해 줄 것을 기대하며 인터뷰를 진행했다. 삼십분가량 이어진 배우 김상중씨와의 대화는 유쾌하면서도 심도 있는 메시지가 담겨 있었다.



김상중씨 반갑습니다, 해양과학수사저널  
인터뷰에 응해 주셔서 매우 기쁩니다.  
간단한 소개 부탁드립니다.

**김상중** 반갑습니다. 배우 김상중입니다. 해양과학수사 저널 게스트로 초청해 주셔서 무척이나 감개무량하고 영광스럽다는 생각이 듭니다. 저는 현재 다양한 방송활동을 하고 있으며, SBS '그것이 알고 싶다'를 진행하면서 미궁에 빠진 다양한 범죄 정보를 제공해 주는 메신저 역할을 하고 있습니다.





‘그것이 알고 싶다’는 어떤 프로그램인지 다시 한번 말씀해 주세요.

**김상중** 끈기와 집념의 프로그램입니다. 사회적으로 해결해야 할 문제나 시청자들이 궁금해하는 부분을 대신 해결해 주는 프로그램이죠, 제 생각에 그것이 알고 싶다는 과학수사와 운명적인 공통점이 있습니다. 그건 둘다 해결을 위한 끝없는 물음표를 던진다는 것이죠. 아마 그 과정이 있었기 때문에 ‘그것이 알고 싶다’라는 프로그램이 지금처럼 많은 시청자들에게 사랑받고 있다고 생각합니다.



‘그것이 알고 싶다’ 진행을 맡은 지 얼마나 되셨습니까?

**김상중** 2007년에 시작했으니까, 올해로 벌써 13년 된 것 같네요.



13년 동안 프로그램을 진행하셨다니 정말 대단하십니다.

**김상중** ‘그것이 알고 싶다’는 우리가 부조리하다고 느끼는 사회 문제를 짚어보기 위해 1992년에 시작했고, 예전부터 사회적으로 예민한 부분들을 방송했었죠. 사회 고발이나 불편한 시사문제를 들춰낸다는 이유로 취재도 어렵고 방송 진행도 어려워서 언제 없어질지 모르는 프로그램이었다고 합니다. 저는 진행을 맡은 후 초반만 하더라도 여타 시사 프로그램처럼 생각했지만 내가 살아가는 공동체의 사회현상과 내 주위의 범죄현상을 다루다 보니 조금씩 사명감을 갖고 방송에 임하고 있는 저를 발견하기도 했죠.

‘그것이 알고 싶다’ 진행을 맡은 13년의 기간은 결코 쉽지 않은 않았던 것은 분명합니다.





**긴 시간 그것이 알고 싶다와 함께하면서 힘든 순간이 많았을 텐데, 어느 순간이 가장 힘들었나요?**

**김상중** 제가 주로 소개하는 사건은 치밀하고 계획적이며, 오랜기간 미궁에 빠져 해결이 안된 사건이 많습니다. 일상에서 경험할 수 없는 범죄행각을 듣고 말하다 보면 저도 사람인지라 분노하게 됩니다. 그리고 보도된 사건의 범인이 검거되지 않고 계속 미제사건으로 남아 있을 때는 방송의 한계를 절감하여 힘들기도 합니다. 그러나 극복하는 방법은 따로 없습니다. 그저 매 순간 최선을 다해 방송하면 저를 통해 누군가의 억울함을 풀어줬다는 성취감과 사

명감이 부담감 보다 크기 때문에 잘 이겨내고 있죠 (웃음)



**가장 보람을 느끼는 순간은 있을텐데, 언제 인가요?**

**김상중** 프로그램을 통해 사건이 재조명되고, 미제로 남겨지거나 공소시효가 얼마 남지 않은 범인이 검거됐다는 소식을 접했을 때가 가장 보람을 느끼고 제가 하는 일의 가장 큰 장점인 것 같습니다.



**프로그램에서 많은 범죄사건을 다뤘는데, 그 중 가장 기억에 남는 사건은 무엇인가요?**

**김상중** 보통 일년에 40건 이상의 범죄사건을 소개했는데 살인, 강간, 강도 등 경악스러운 사건이 많습니다. 제 기억에 남아 있는 사건은 전주 여대생 사건, 엽기토끼와 신발장 사건, 홍천강 괴담, 청테이프 살인사건, 맨홀 변사 사건 등 다 말할 수 없을 정도로 많은 사건이 있지만, 그 중에 가장 기억에 남는 것이 있다면 최근 재 조명된 화성일대 연쇄살인 사건입니다. 동원된 전담경찰관은 305명이었고, 수사 대상자만 2만명이 넘는 기록을 갖고 있습니다. 사건 발생 당시 이춘재가 피우다 버린 담배꽂초와 정액 샘플, 머리 카락을 확보했지만 당시 과학적 분석 장비가 없어서 범인은 밝혀내지 못했었죠. 하지만 이춘재 자백에 기초해 다시 한번 사건 현장과 같은 상황을 복기하고 진실을 추적하는 상황에서 신원 확인, 유류품 조사 등 과학수사 전반에 걸쳐 사건을 해결하는 모습을 볼 수도 있었습니다.



**프로그램 속 과학수사에 대해 좀 더 구체적으로 설명해 주세요.**

**김상중** 매년 과학수사 기술이 발전되고 있다고 느낍니다. 모두가 잘 아는 영화 <살인의 추억>의 실제 사건인 화성 연쇄살인사건만 떠올려도 쉽게 알 수 있죠. 저는 과학수사 전문가는 아니고(미소)... 과학수사를 보다 발전시키고 정교한 연구를 하는 것은 전문가들의 몫이겠죠. 다만 저는 그런 연구결과 또는 과학수사 변천사에 대해 시청자들에게 소개하고 있고, 저로 인해 많은 사람들이 과학수사에 대해 관심을 갖고 격려를 해준다면 좋겠다는 생각입니다. 제가 방송을 통해 사회와 과학수사 간 연결고리 역할을 하고 있다고 생각하니 뿌듯하네요.



## 해양경찰 과학수사와 관련된 사건도 있었나요?

**김상중** ‘그것이 알고 싶다’ 제작진은 해양경찰과 함께 몇 번의 촬영을 했었고, 지금 생각 나는 사건은 두가지 정도가 있습니다. 첫 번째 사건은 올해 5월에 방송된 보험금을 돌려싼 여수 차량 추락사건입니다.

여수 차량 추락사건의 경우 여수 밤바다에서 일어난 사건이었죠. 차에서 남편이 내린 사이 차량이 바다로 추락했고 차에 타고 있던 아내만 익사한 사건이었습니다. 이후 남편 직업이 보험설계사인 것과 아내의 사망보험금이 17억 원이 넘는 금액이라는 점에서 진실이 궁금했습니다. 제작진은 직접 그날 상황을 되짚어 보기 위해 비슷한 조건의 바람과 물때를 이용해 실험을 진행하기도 했습니다.

두 번째 사건은 강화도 선착장에서 발견된 여자의 손이 기억납니다. 인위적으로 잘린 손목의 단면을 볼 때 분명한 토막살인 사건이었고, 이미 오랜 시간 바다에 있던지라 피해자의 지문도 남아 있지 않았었죠. 해양경찰이 신원확인을 위해 수십 번의 실패 끝에 속지문을 찾아 피해자 신원을 확보하였고, 피해자 주변을 탐문하면서 집요하게 범인을 추적하는 장면은 매우 인상적이었습니다.

해양에서 사건 증거물을 찾고 실마리를 풀어가거나 피해자의 죽음을 분석한다는 건 매우 어려운 일이라는 것을 방송을 통해 알게 되었고 모두가 공감하는 부분이라 생각합니다. 특히 수중에서 발생한 사건은 일반 범죄와 다르게 DNA 채취, 혈흔 분석, 지문 확보 등 어려움이 많을 거라 판단되고, 바다의 특수성을 고려해 종합적인 과학수사를 해야할 것으로 보여 집니다.



그것이 알고 싶다 “밀물에 떠오른 손”





과학수사를 보다 발전시키고 정교한 연구를 하는 것은 전문가들의 몫이겠죠.

저로 인해 많은 사람들이 과학수사에 대해 관심을 갖고 격려를 해준다면 좋겠다는 생각입니다.



앞으로 이루고 싶은 목표가 있다면 무엇인가요?

**CSI 김상중** 힘 달는 날까지 ‘그것이 알고 싶다’와 함께하는 것입니다. 지금의 저를 있게 해준 프로그램이죠. 앞으로도 방송과 함께 사회적 변화에 대한 해결책을 찾는 메신저 역할을 하고 싶은게 저의 목표입니다.



마지막으로 하고 싶은 말씀이 있다면?

**CSI 김상중** 경찰특공대장역, 변호사역, 최근 나쁜 녀석들의 오타쿠 형사, 시사 프로그램 그것이 알고 싶다를 하며, 간접적으로나마 과학수사가 범죄 현장에서 무슨 역할을 하며 무엇을 필요로 하는지 경험했고 이해하기 어려운 미스터리한 사건들을 스토리텔링 방식으로 시청자들과 공유해 왔습니다. 그리고 중요사건의 실마리를 풀 수 있는 것은 결국 과학수사라는 생각이 들었습니다. 완성도 높은 과학수사 기법을 확보해 저 같은 일반 시민이 감동하고 신뢰 할 수 있는 해양경찰 과학수사가 되면 좋겠습니다.

해양경찰청 그리고 해양과학수사 저널 구독자분들 모두의 건투를 바라며 항상 행복하시고, 배우 김상중을 많이 사랑해 주십시오. 감사합니다.

“파리 유충으로 변사자의  
사망시간을 추정한다!  
바다는 그런거 없지?”

해양경찰연구센터 DNA분석실



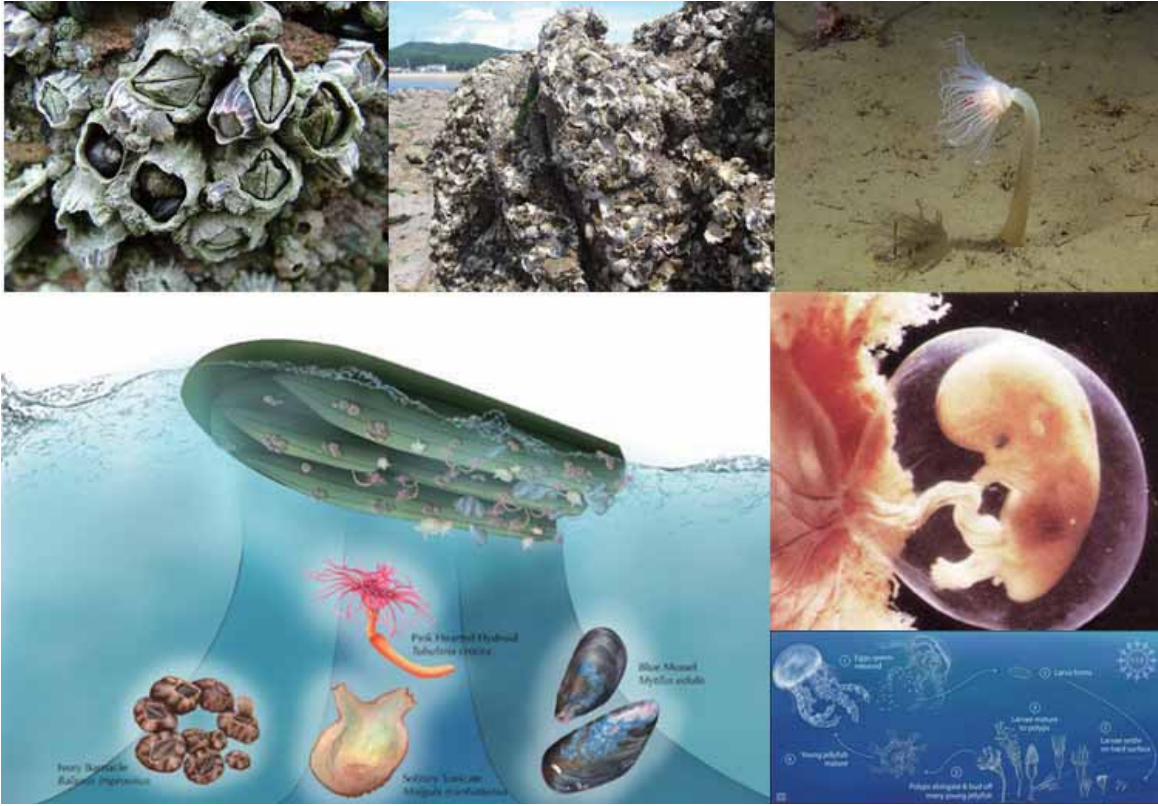


### 바다의 법곤충학 해양착생생물

1235년 중국 송나라 송자(宋慈)가 저술한 <세원집록>에 따르면 ‘농부의 낮에 유난히 파리들이 몰려든 것을 확인하여 살인자로 지목하고 자백을 받았다’는 기록이 나온다. 이미 10세기부터 곤충을 이용해 법과학에 이용한 것이다. 이렇게 축적된 경험과 자료들은 13세기에 이르러 법곤충학의 기틀과 과학의 한 분야로 발전하였으며, 곤충의 생활사, 성장 크기를 계산해 사망 이후 시간에 관한 기준도 만들었다.

1894년 프랑스 법의학자 메그닌은 동물부패 과정과 곤충의 연관성을 부패실험으로 증명했다. 국내에도 법곤충학 연구가 활발히 진행되면서 사망시간 추정에 활용하고 있다. 그러나 해양경찰의 활동영역인 바다는 곤충이 없는 공간으로, 매년 700여구의 변사자가 발견되더라도 곤충을 이용한 사망시간 추정이 불가능하다. 바다의 과학수사기법은 항상 육상보다 없거나 느리거나 개발을 안한다. 정말 극복할 방법이 없는 것인가?





일정한 기질에 붙어사는 생물

착생생물인 김, 미역, 굴, 다시마, 멍게 등은 어업인들에게 중요한 소득원이기도 하다. 해안가에 위치한 원자력·화력발전소의 냉각기관에 착생해 냉각효율을 감소시키거나 선박에 붙어 하중과 마찰력을 증가시켜 경제적 손실을 주기도 한다.

선박의 경우 전체면적의 5%가 착생하면 연료소비가 10% 증가하고, 50% 이상이 착생하면 연료소비는 40% 증가한다는 연구결과도 있다. 어느 기질이 해양에 노출되면 해양착생생물이 착생하기 시작한다. 노출된 후 1분이 경과되면 박테리아와 규조류들 기질에 붙기 시작하며, 1주일이 되면 해조류의 포자들이 착생하며, 2~3주 경과되면 따개비류들이 붙는다. 또 이런 착생생물은 시간에 따라 성장하게 되는데 이를 데이터화 할 경우 더 정확한 시간 추정이 가능하다.

해양착생생물을 이용한 과학수사기법의 축적된 연구 자료는 많지 않고, 국내 해양환경과 차이가 커 현장

에서 사용하기에는 한계점이 크다. 해양경찰연구센터는 해양에 특화된 과학수사기법을 개발하기 위해 국가 R&D 사업 14억5천만원의 예산을 확보한 뒤 2017년부터 올해까지 4년간 DNA분석실을 구축, 해양착생생물을 이용한 수사기법을 개발했다.

국내 자생하는 해양착생생물을 파악하기 위해 전국 6개 지역(평택, 군산, 여수, 부산, 포항, 속초)에 침지 시험장을 구축하고, 30일 간격으로 규격화된 시편을 침지하여 분석했다. 시편은 증거물의 소재인 플라스틱, 목재, 금속, 섬유를 10cm×10cm 크기로 선정했다. 재질별로 착생생물의 차이점과 수심 2m, 5m의 생물상의 차이도 분석했다. 또한 재현성을 위해 같은 침지시험장을 4년간 유지하면서 지속적으로 출현하는 착생생물을 수집하고, 성장률 및 연중 출현 양상을 분석했다.

### 전국6개지역 침지시험장



### 재질 종류별 해양착생 생물 출현 양상

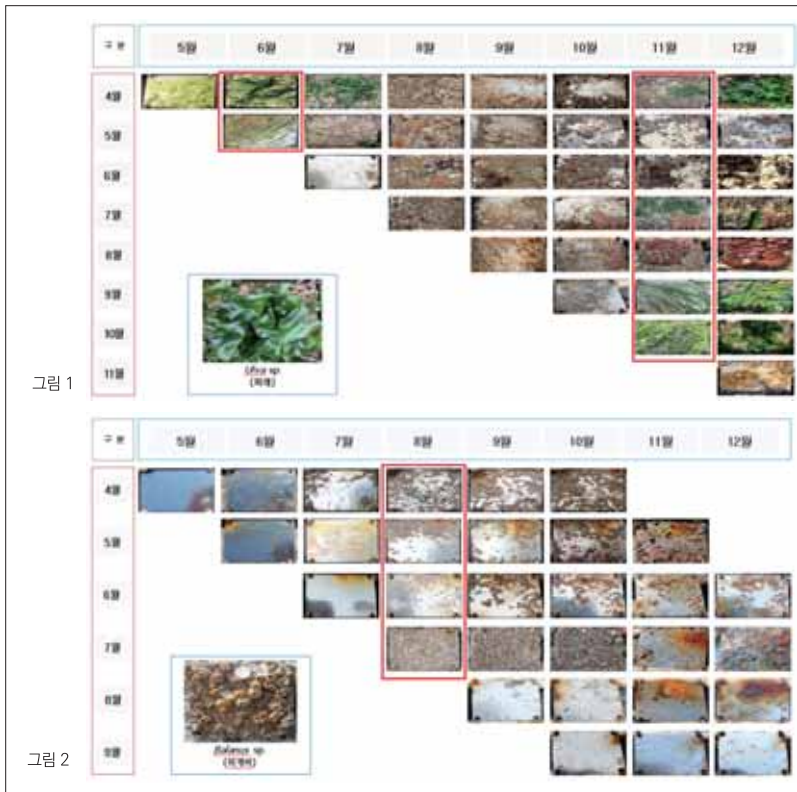
Month Panel	5월	6월	7월	8월	9월	10월
금속						
목재						
섬유						
플라스틱						
Month Panel	11월	12월	1월	2월	3월	4월
금속						
목재						
섬유						
플라스틱						

이렇게 수집된 해양착생생물은 부산에서 7문 7강 9목 11과 15종을 분류했고, 여수 9문 9강 12목 15과 17종, 군산 7문 7강 9목 10과 10종, 평택 7문 7강 10목 12과 14종, 속초 7문 7강 9목 9과 11종, 포항 7문 8강 9목 9과 12종으로 분류했다. 다음 그림은 재질별 및 월별 해양착생생물의 출현 양상과 12개월 동안 시편에 착생한 생물군집의 변화를 나타낸 것이다.

월별 해양착생생물의 출현 양상(아래 그림)을 보면 세로는 시료를 바다에 침지한 시점이고, 가로는 회수하여 분석한 시점이다. 그림 1을 보면 5월에 침지한 패널은 6월에 육안으로 파래가 확인 가능하지만, 6월에 침지한 패널을 7월에 확인한 결과 파래가 출현하지 않았다. 그리고 10월에 침지한 패널에서 출현하였다가 11월은 출현하지 않았다. 그림 2의 경우를 보면 7월에 침지한 패널은 따개비가 출현하지만 6월, 8월에는 출현하지 않았다.

이와 같은 결과로 볼 때 해양착생생물의 출현 정도만으로도 충분히 해양에 투기된 시점의 범위를 줄일 수 있다. 이 같은 연구 성과를 인정받아 2017년 수산과학회 국제학술대회에서 우수포스터상을 수상하기도 했다.

출현한 해양생물 중 한 종의 성장률을 분석하면 출현한 시점보다 더 정확한 시간 추정 가능하다. 시편을 침지하고 30일 후에 관찰한 결과 따개비가 육안으로 관찰이 가능했다. 이 따개비의 월별 성장률은 다음과 같은 그래프로 얻을 수 있다. 삼각따개비의 경우 수온과 밀접한 연관성이 있어 수온이 급격히 증가하는 6월 부터 성장률이 급격히 증가한다. 수온이 감소하는 10월부터는 성장기가 멈췄다가 저수온기는 사멸하는 것을 알 수 있다.



월별 해양착생동물  
출현 양상

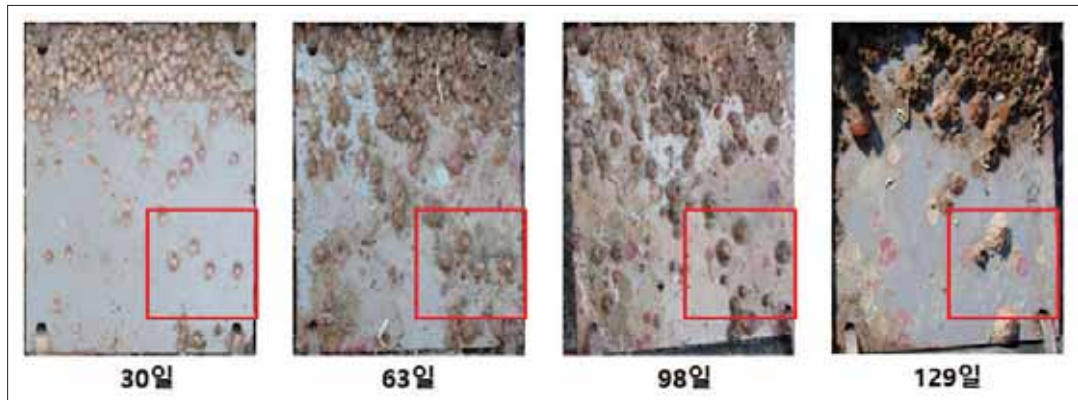
착생생물은 사멸하더라도 그 흔적을 남기기 때문에 추적이 가능하다. 같은 해양생물종이라도 지역적 특성이 다르기 때문에 지역별로 분석하였으며, 이처럼 지역적으로 폭넓게 분석한 사례는 거의 전무하다. 따개비를 이용한 시간추정기법은 순천향대와 공동연구를 진행했으며 2020년 한국법과학회 추계학술대회에서 우수발표상을 수상했다.

시체 부패 과정에 어떤 해양생물이 관여하는지, 또 시간변화에 따른 부패과정은 어떤지를 분석하기 위해 동물실험을 진행했다. 이 동물실험을 위해 순천향대 동물실험윤리위원회(SCH18-0044)의 승인을 받아 실시하였으며, 실험은 부산해양경찰서의 협조로 전용부두에서 2018년 12월부터 2019년 4월까지 진행했다. 돼지 1개체를 안락사한 후 수심 6m 지점에 고정한 뒤 수중CCTV와 함께 수중다이버가 직접 촬영했다.

수중에서 사후 경시 변화를 5단계 나누어 분석한 Zimmerman(2008)의 연구를 참조하였으며, 부패 과정에 출현하는 생물종 리스트를 작성하고, 백골화된 사체의 DNA분석 가능성을 분석했다. 시험기간 동안 수온은 15분마다 측정하고 수온분포는 13.3~13.03°C였다. 부패연구 1일부터 부유물이 덮이기 시작하였으며, 36일 후에는 동물사체가 바닥에서 부유한 모습을 볼 수 있었다. 56일이 경과하자 사체가 팽창해 사체를 고정시킨 줄이 덮이기 시작했다. 77일부터는 귀와 입주변에 피부탈락 현상을 보였다. 그 후 116일에는 사체가 완전분해되기 시작하고, 128일에는 뼈만 잔존하는 것을 알 수 있었다. 부패과정 중에 잎새우가 다수 관찰됐고 이어 보리무룩이 관찰됐다. 잎새우와 보리무룩은 죽은 사체의 유기물을 섭식하는 생물로 이번 연구에서도 확인할 수 있었다.



### 시간변화에 따른 따개비 성장을



돼지의 개체식별은 사람의 신원확인기법과 유사하다. 그러므로 부패된 돼지 사체의 DNA가 분석되면 사람의 DNA분석도 가능하다는 의미가 된다. 수거된 발목허리뼈, 갈비뼈, 척추뼈, 발톱의 DNA를 분석한 결과 발목허리뼈가 2.75ng/ul로 가장 높은 DNA함량을 보였고, 모든 부위에서 개체식별이 가능하다. 사람의 DNA분석기법은 돼지보다 정밀하기 때문에 충분히 가능할 것으로 판단된다.

4년 동안 지속해서 수집한 해양착생생물과 그것을 데이터화해 표준화 하고, 재현성을 검증해 해양에 특화된 수사기법을 연구했다. 이런 노고를 인정받아 2020년 수산과학회 국제학술대회에서 우수 포스터상을 수상했다. 하지만 해양착생생물을 이용한 수사기법은 이제서야 벽돌 한 장을 올린 상태다. 연구환경 제한으로 동물부패와 해양생물의 간섭을 제대로 규명하지 못했고, 다양한 환경에서 부패과정 연구도 미진하다. 현재 6개 지역에서 해양착생생물을 분석했지만 데이터의 정밀함을 위해 더 많은 지역과 더 조밀한 시간 간격의 분석도 필

요하다. 현재 출현한 종은 상업적으로 활용가치가 없어 종 하나 하나의 생활사, 생태적 위치, 특성 등의 데이터가 부족하기 때문에 이 분야 연구가 더 필요한 실정이다.

또한 가장 중요한 것은 재현성이기 때문에 긴 호흡으로 연구를 진행하고, 많은 연구자들이 함께 검증할 필요가 있다.

이번에 축적된 연구자료를 최대한 개방해 연구진입 장벽을 낮춰 많은 연구자들이 참여할 수 있도록 할 생각이다.

언제부터 이 자료를 법곤충학처럼 수사정보로 활용할 수 있을지 한 연구자로서 장담할 수 없지만 본 과제는 그 시작을 알렸다. 어디선가 누군가는 연구센터의 연구원처럼 미련하게 현미경을 수천 번도 더 보고, 전국 해안가를 돌면서 해양생물을 수집하고, 유의미한 결과에 기뻐하며, 산출한 연구를 발표할 것이고 검증을 부탁할 것이다. 이런 일들이 반복되면 해양경찰청만을 위한 수사기법이 탄생될 것이다.

해양작생물을 연구하면서 많은 분들을 만났다. 험한 바다에서 근무하는 해양경찰들을 보면서 내 일이 작은 일임을 느끼기도 했다. 더운 여름날에 냉커피 한 잔 건네주던 경비함정 정장님, 비 오는 날 시료를 회수하고 있는데 잠깐 함정에서 쉬라고 자리를 내어주던 이름 모를 경감님, 추운 날 따뜻한 커피를 주면서 관심을 주던 분, 그리고 거수경례와 가벼운 목례로 지나쳤던 의경 등 모두 지금 생각하면 정말 고마운 사람들이다.

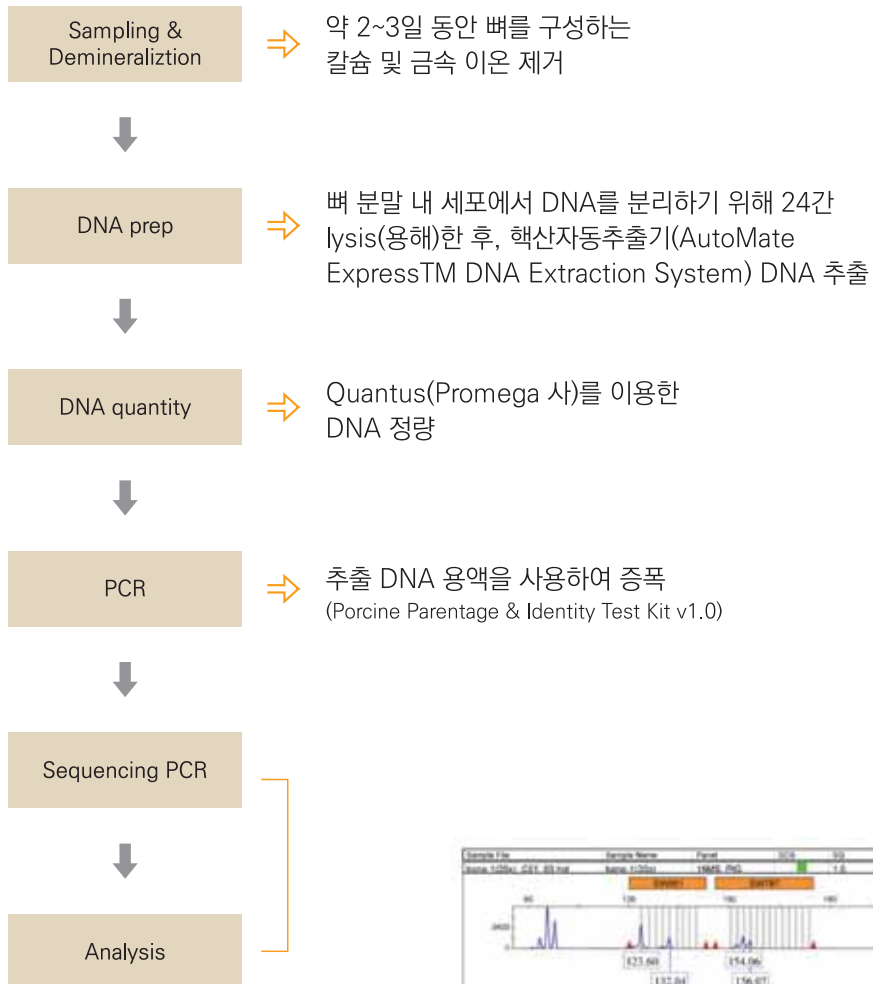
특히 이번 연구를 위해 전용부두를 활용할 수 있도록 도움을 준 모든 분들께 이 지면을 빌어 진심으로 감사 인사드립니다.

#### 순천향대 동물실험윤리위원회의 연구승인서와 해양 시체 부패실험

초기 침수기 (Submerged Fresh)	초기 부유기 (Early Floating)	부유 부패기 (Floating Decay)	부유 고도부패기 (Advanced Floating Decay)	유해 침적기 (Sunken Remains)	
<ul style="list-style-type: none"><li>부패되기 전이며, 침수 후 동물 사체가 뜨면 초기 부유기로 넘어감</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>동물사체가 부유 및 비대해지고, 고정된 부분이 움푹 패임</li><li>조류의 성장이 눈으로 관찰 가능</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>외관이 경미하게 부패되면, 연 조직 분리 및 근육량 손실</li><li>동물사체 외관의 형태는 유지</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>부패가 고도화되며, 두개골을 포함한 뼈가 노출 및 손실됨</li><li>동물사체 외관으로 식별이 어려움</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>케이지 바닥에 가라앉은 상태로 남아 있음</li><li>남은 피부는 수프같은 형태이며, 대부분 케이지 바닥에 뒹로 남아 있음</li></ul>	
					

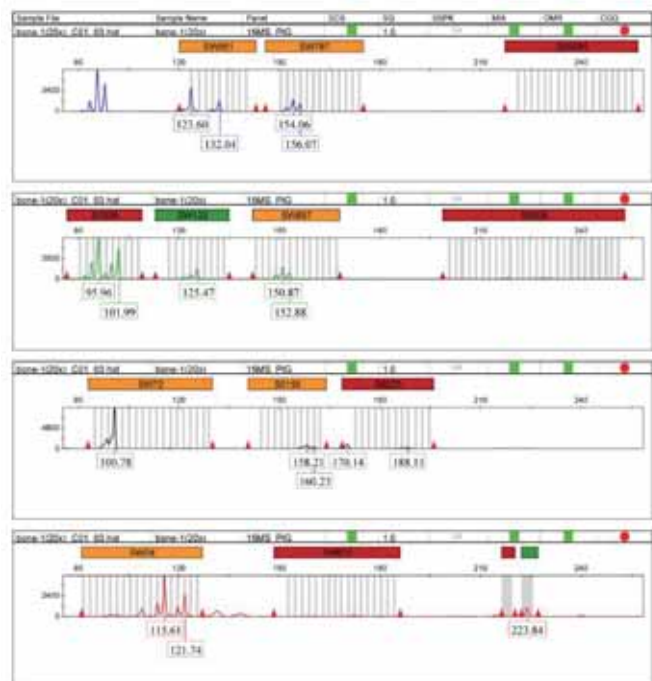
해양환경에 노출된 동물 사체의 부패 변화

## 돼지 사체 DNA분석 과정 및 분석 결과



### Sequencing PCR 및 ABI 3500 Genetic Analyzer 분석

PCR 증폭산물과 SAM solution + Xterminator solution 혼합물을 ABI PRISM 3500 Genetic Analyzer과 Variant Reporter 2를 이용하여 DNA형 분석





## 油지문 전문감식기관

해양경찰연구센터 화학분석연구TF팀







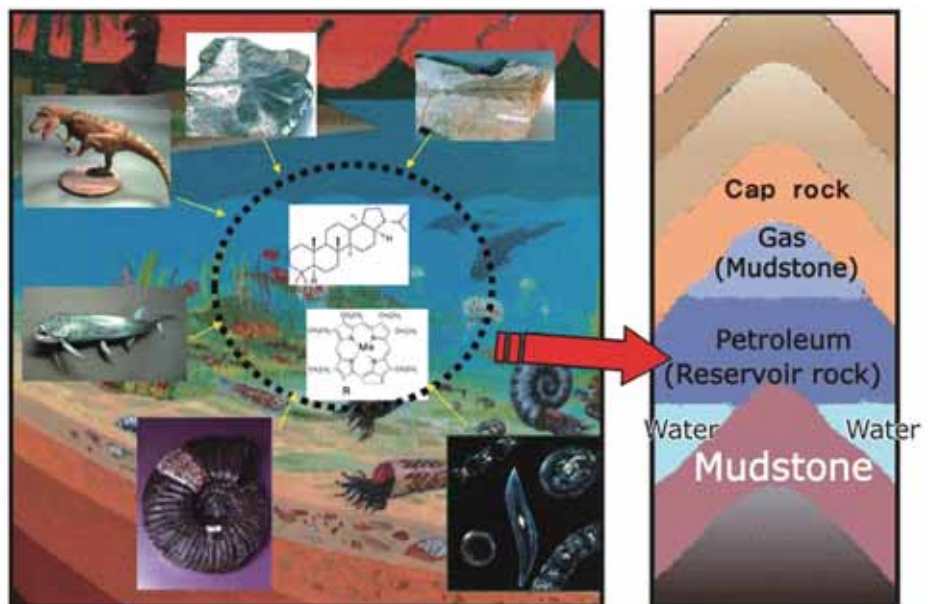
사람마다 지문이 다르듯  
기름도 선박 특성에 따라 성분이  
달라 분석을 통해  
배출 선박을 찾을 수 있다



충남 천안에 위치한 해양경찰연구센터 화학분석연구TF팀은 해양으로 유출된 기름의 원인 규명, 선박 충돌 페인트 감정, 무기산의 성분 및 농도 분석, 기름의 성능시험 등 각종 해양에서 발생하는 사건·사고의 원인 규명을 위한 전문 감식업무를 수행하고 있다.

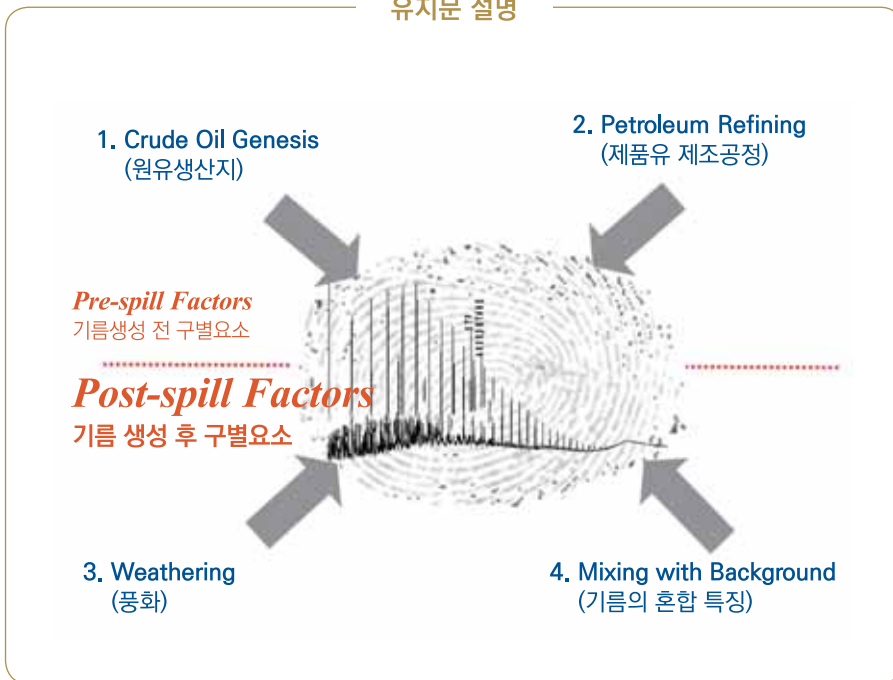
해양경찰연구센터에는 증거물 감식을 위한 증거물분석실, 유출유분석실, 기기분석실이 있으며, 주요 보유 장비는 총 33개로 분석 결과의 공신력을 확보하기 위해 다양한 분석 장비를 활용하고 있다.

또한 해양증거물 감식은 해양환경에 따라 증거물 상태가 쉽게 변화하기 때문에 육상 증거물 감식에 비해 사고 주변 상황의 높은 이해력이 요구된다. 따라서 최신 감식기술 동향 조사 및 유관기관과 지속적인 교류를 하고 있다.



석유의 생성

## 유지문 설명



유지문이란, 마치 사람마다 고유한 지문을 갖고 있는 것처럼 기름이 수많은 화학물질로 이루어져 있으면서 화학적 조성이 모두 다르게 나타나기 때문에 유래된 말이다. 기름은 원유의 생산지에 따라 고유한 특징이 있고 석유제품인 경우 같은 유종이라 할지라도 원유의 특성, 생산 공정, 시기 등에 따라 차이가 발생한다. 생산 시기가 동일한 같은 기름이라도 선박의 연료탱크 내에 남아있는 잔류물의 함량에 따라 구별되는 특징이 있다.

해양경찰은 유지문 감식분야를 1979년도부터 시작했다. 40여 년의 오랜 기간 연구원들이 쌓아온 경험과 연구를 바탕으로 해양에 기름을 버린 선박 등 유출원을 찾아내는 데 결정적 역할을 하고 있다. 우리나라 해양 기름유출 사고 감식에 관한 유일무이한 전문 감식 기관으로써 해양종사자들에게 불법 선저 폐수 배출에 대한 경각심을 갖게 하고 깨끗한 바다를 보존하는 해양경찰의 위상을 드높이고 있는 것이다.

초등학교 시절 한 번쯤 사인펜의 색소를 분리하는 실험을 한 적이 있을 것이다. 이는 크로마토그래피법의 가장 기본적인 방법으로 유지문 분석법 역시 같은 원리가 이용된다. 기체크로마토그래프라는 분석 장비로 기름을 기체화시켜 컬럼이라는 관을 통과하는 물질들의 속도 차를 이용하여 혼합물을 분리하는 방법이다. 해양경찰연구센터는 다양한 종류의 기체크로마토그래프 장비를 이용해 정밀감식을 하고 있다.



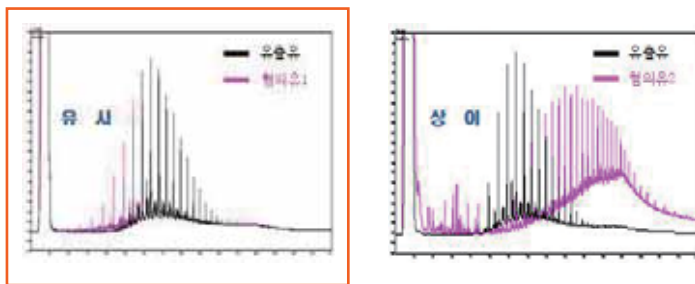


### 유지문 판정기준

유지문 비교감식 절차는 2단계에 걸쳐서 진행된다. 1단계 GC-FID 분석을 통해 유사한지 아닌지를 빠르게 선별한다. 유사하게 분석된 시료들은 2단계 GC-MS 정밀분석을 통해 최종적으로 유사여부를 판단한다. 또한 기름의 종류마다 다양한 형태의 크로마토그램으로 나타나기 때문에 이런 특징을 분석해 해상에 유출된 시료 유종을 추정할 수도 있다.

### 유지문 비교감식 절차

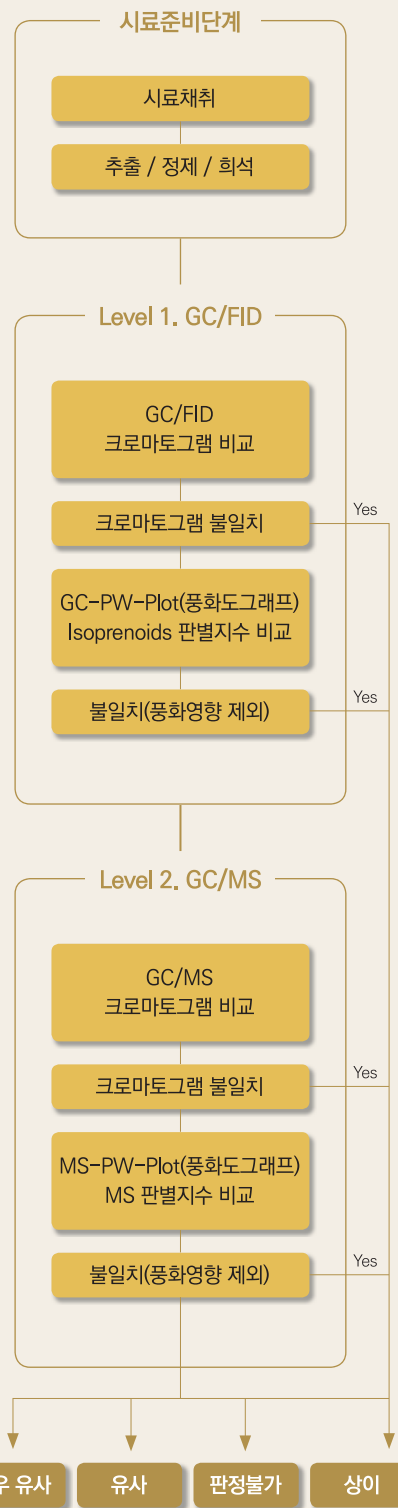
#### 1단계 GC-FID



#### 2단계 GC-MS



### 유지문 비교감식 절차



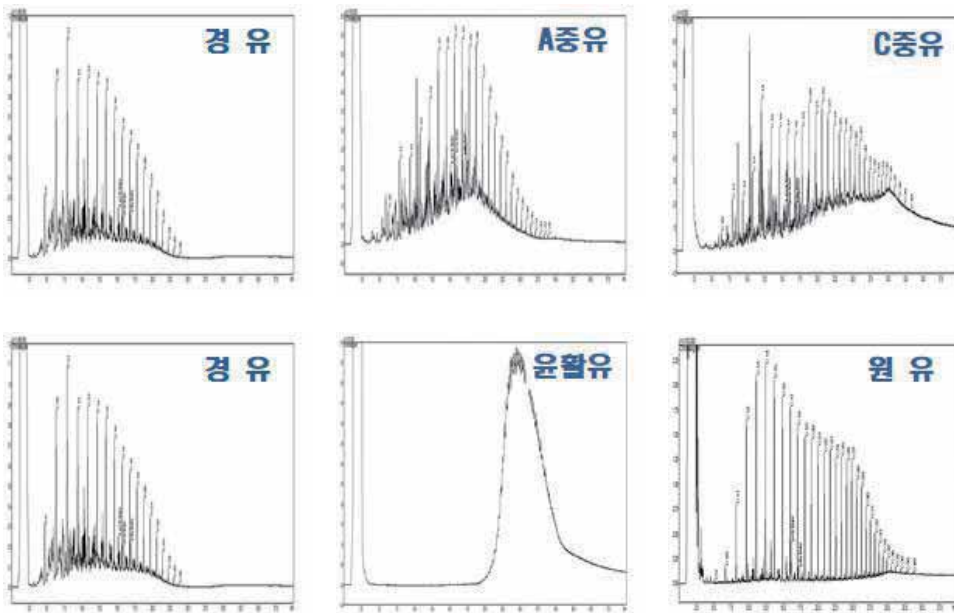
## 유지문 분석 사례

해양에 유출된 기름은 해양생태계에 미치는 영향이 크며 방제도 쉽지 않다. 유출 기름의 해상 유출유와 혐의선박의 시료를 채취하여 동질성 여부를 조사하고, 원인을 규명함으로써 행위자 색출을 지원한다. 이는 방제비용 및 피해사항 등을 규명해 사후 분쟁 소지를 방지하기 위한 과학적 증거자료 확보이기 때문에 매우 중요하다.

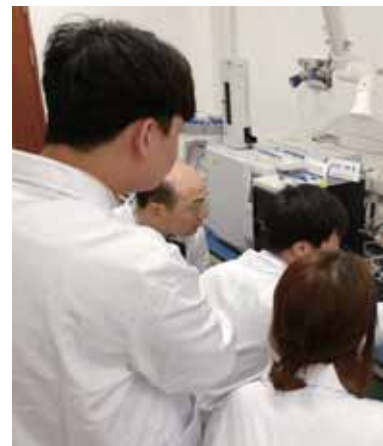
2019년 3월 경북 영덕군 축산항 해상에 얽은 유막이 떠 있다는 신고를 받은 울진해양경찰서는 긴급 방제작업을 실시했다. 원인 조사를 위한 시료 채취도 했으나, 기름 양이 적어 오염원 추적이 어려울 것으로 예상했다. 연구센터의 1차 감식을 통해 유출 기름이 경질유로 확인됐고, 혐의 선박 9척을 조사해 시료를 채취했다.

기름은 해양에 유출되면 증발, 용해, 광분해, 생물분해 등 풍화 요인으로 화학적 조성이 변화하기 때문에 오랫동안 외부에 노출된 기름은 비교감식이 쉽지 않다. 또한 기존의 포화탄화수소 및 그래프 비교 위주의 분석은 그래프가 비슷하게 나타나는 경우가 많다.

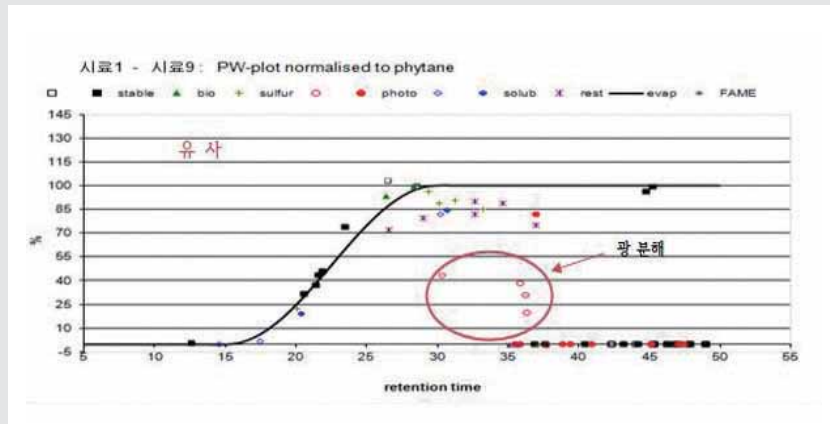
축산항에서 채취한 시료도 상당한 풍화작용으로 분석에 어려움이 많았다. 하지만 연구센터는 통계 기법을 활용한 2차 정밀감식을 통해 선박 OO호 기관실에서 채취한 선저폐수와 유사한 시료임을 밝혀내 사건을 해결할 수 있었다.



〈 기름 종류에 따른 유지문 분석 Data 〉



## 통계기법을 적용한 유지문법



## 언론보도



### 기름에도 흔적 남아...바다에 기름 섞인 폐수 버린 선장 딜미

2019-04-09 13:54 손대성 기자



경북 울진해양경찰서는 9일 바다에 기름이 섞인 폐수를 버린 혐의(해양환경관리법 위반)로 선장 A씨를 조사하고 있다고 밝혔다.

A씨는 지난달 17일 영덕군 축산면 축산항에서 어선 B호(28t급) 엔진 아래 공간에 있던 기름이 섞인 폐수 16ℓ를 바다로 배출한 혐의를 받고 있다.

해경은 항구에 기름이 떠 있다는 신고를 받고 연안구조정과 인력을 동원해 방제했다.

이후 폐쇄회로(CC)TV를 통해 주변에 있던 여러 선박을 상대로 시료를 채취했다.

해경은 B호에서 채취한 폐수와 바다에 유출된 기름 성분이 비슷하다는 해양경찰연구센터 분석을 바탕으로 A씨를 조사해 불법배출 사실을 확인했다.

A씨는 해경 조사에서 "선박을 수리하던 중 스위치를 오작동해 폐수가 유출됐다"고 밝혔다.

박경순 울진해양경찰서장은 "사람마다 지문이 다르듯 기름도 배 특성에 따라 성분이 달라 분석을 통해 배출 선박을 찾을 수 있다"며 "어민 스스로 바다환경 보호를 위해 오염물질을 적법하게 처리해야 한다"고 말했다.







### 지방청 중심! 광역화! 감식업무 역량 강화!

현재 신속한 유지문 분석을 위해 중부·서해·남해·동해지방청 등 지방청 4곳에서 관내 발생하는 기름유출 사고의 감식업무를 수행하고 있다.

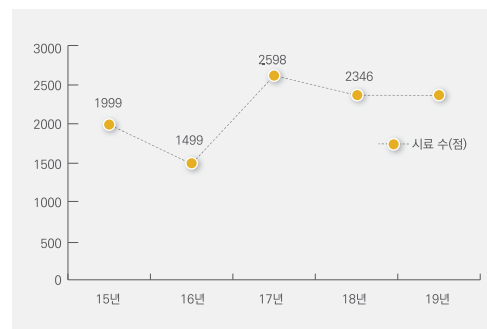
최근 5년간 유지문의 분석 시료 수는 약 1만 점에 이르며, 현재 현장에서 많은 시료가 의뢰될 뿐만 아니라 증거자료로 사용되고 있다.

해양경찰연구센터는 지방청 분석업무의 역량 강화를 위해 매년 분석요원을 대상으로 정기교육을 실시한다. 유지문 관련 최신 기술이나 감식방법 등을 교육하고, 유지문 정확도 시험을 주관하는 등 지방청의 감식능력 관리 및 향상에 일조하고 있다.


해양경찰연구센터는 중요 사고나 높은 수준의 분석이 요구되는 시료 분석의 정확도 향상을 위해 많은 연구를 진행하고 있다. 2016년부터 매년 유럽의 유출유 감식 국제 전문가(OSINet) 회의에 참석하여 전문가들과 의견을 교환하는 한편 최신 감식기술에 대한 동향 파악 및 선진 분석기법을 연구하고 있다.

〈유지문의 분석 시료 수〉

구 분	시료 수(점)
2015년	1,999
2016년	1,499
2017년	2,598
2018년	2,346
2019년	2,345
총 계	10,787





오늘도 현장 사건 해결과  
분석업무 발전을 위해  
분주하게 움직이고 있다. 

최근 몇 년간 유지문 감식은 많은 발전을 이뤘다. 2018년에는 우리나라 시험법에 통계기법을 적용한 유지문기법 표준화를 통해 기름의 풍화요인을 추정해 더 정확한 비교감식이 가능해졌다. 또한 매년 국제 유지문 감식 비교 시험에 참가, 국제적으로 해양경찰연구센터의 감식역량을 꾸준히 인정 받고 있다. 이런 연구결과들은 여러 학회 논문에 게재, 발표하고 있다. 한국 법과학회, 해양환경안전학회에서 우수 발표상 등을 수상하기도 했다.

유지문 분야는 많은 연구와 발전을 거듭하고 있다. 현재도 선박연료유 항함 유량기준 강화에 따른 저유항유의 분석방법 연구와 기름안의 성분들을 더 세분화해 분석하는 방법 등 유지문 감식방법에 관한 많은 연구가 진행되고 있다. 화학분석연구팀은 오늘도 현장 사건 해결과 분석업무 발전을 위해 분주하게 움직이고 있다.

OSINet 참석 사진



## 선박추진기에 묻은 혈흔검출 연구

동해청 과학수사계 - 해양경찰연구센터 공동

해마다 선박 추진기에 의한 인명피해 사고가 증가  
다양한 해양 환경! 시간 경과!  
혈흔 훼손 증거가치 훼손



### 연구방법

선박(어선) 추진기 부식 정도·위치·시간 등을 구분해 혈액을 흘림 방법으로 점적(2~3ml) 후, 선박을 하가해 평균속도(약 6~7kt)로 운항한 다음 혈흔반응 분석 및 DNA시료를 채취하는 방법이다.

### 사전준비

**선박선정** 톤수, 추진기 크기 및 부식 정도가 다른 어선 2척을 선정한다.

선명	톤수	어선종류	재질	진수일자	추진기 크기	추진기 부식정도
행복호	3.47	어장관리선	FRP	'19. 12. 23.	14cm×32cm	부식 30% 진행
남정호	4.78	연안자망	FRP	'20. 12. 9.	16cm×40cm	부식 10% 진행

**혈액채취** 연구의 신뢰성 및 안정성, 혈액채취 용이성 등을 고려, 실험 전날 일회용 멸균주사기(50ml) 이용, 1인당 30ml~40ml, 총 혈액량 110ml~120ml 정도의 혈액을 채취한다.

**혈액보관** 항응고제 성분이 함유된 3ml CBC bottle(BD Vacutainer K2 EDTA 5.4mg Blood Collection Tubes/USA) 이용, 개당 약 2ml~2.5ml, 총 55개로 나눠 냉장(4℃) 보관한다.

**혈흔탐지키트** 헤모글로빈에 반응하는 헤마스틱스(BVDA/ Netherlands, 녹색반응) 및 인체혈흔반응 ABACard(Hema Trace, 붉은색) 키트를 이용해 혈액반응 유무를 확인한다.

**검체채취** 플라스틱 튜브 밀봉 면봉(DNA-free 면봉/HEINZ HERENZ/GERMANY) 또는 스왑 면봉(4N6FLOQwabs/COPAN)을 사용한다.



**혈액탐지시약** 혈액 중 헤모글로빈에 반응하는 LUMISCENE(SIRCHIE, USA)을 이용해 형광(혈액) 반응을 확인한다.

**암실적용** 동해청 과학수사센터 6층 증거물보관실에서 암실 환경을 조성한 뒤 혈액반응 실험을 진행한다.

## 실험진행

**절차 개요** 현장 실험 및 DNA 시료 채취 절차로 진행한다.

선박 상가 → 혈액 점적위치 표시 → 추진기 등 적정부위 혈액점적 → 선박 하가 → 선박 운항 → 선박 상가 → 혈흔반응키트 이용, 반응실험 → 검체(잠재혈흔) 채취 → 밀봉·보관 → 혈액반응시약 검체 채취 및 혈흔반응 실험 → DNA시료 채취

**실험환경** 실험 당일 기상은 수온 20℃, 풍향 북동풍, 풍속 1㎧, 파고 1m, 염도 28.8‰, 습도 60%의 흐린 날씨로, 예비실험을 진행 후, 본 실험을 진행했다.

**실험방법** 조선소 상가대에 실험 참여 선박(행복호 및 남정호)을 상가한 후(상가 소요 시간: 15~20분), 선미 외판 및 추진기(비다공성 강철 재질) 등 적당 8곳을 선정해 흰색 페인트로 표시 후 CBC bottle에 담긴 혈액(2ml~2.5ml×3개)을 점적한다. 그 다음 신속하게 선박을 하가(하가 소요 시간: 5~10분)해 평균 7~8kt로 각 5분, 10분, 15분 동안 운항한다.

구 분	A 조건		B 검증구간	C 부식정도	총계[=(A X B X C)]
총돌위치	2점(선미 및 추진기)	6점	3점	2척	36점
운항시간	3점(5, 10, 15분)				
추가실험	2점 (방향타, 저부핀틀) (5분, 10분, 15분)	6점	-	2척	12점
채취 전용면봉 2개 사용, 반복 채취					48점 = 총 96점

**혈액점적위치** 혈액 점적 위치는 각 선박의 선미 외판 3점(검증구간 포함), 프로펠러 3점(검증구간 포함) 및 인명사고 발생 시 혈액이 비산될 수 있는 부위 Rudder(방향타) 1점, 저부핀틀 1점을 추가로 선정해 총 8곳에 1회용 스포이트(2ml)를 이용해 혈액을 흘림 방식으로 점적한다.

구 분	혈흔위치	비 고
사전 선정	① 선미(1) ② 선미(2) ③ 선미(3) ④ 추진기 날(1) ⑤ 추진기 날(2) ⑥ 추진기 중심 코어(3)	
추가 선정*	⑦ Rudder(방향타) ⑧ 저부핀틀	대조군 확대 실험

**혈흔예비실험** 실험의 신뢰성을 위해 실험 당일 CBC bottle에 담긴 혈액 0.5ml~1ml을 해수 30ml로 희석한 다음 헤마스틱스 및 ABACard 키트를 이용해 혈흔반응 여부를 확인한 결과, 진녹색 및 붉은색 띠(양성) 반응을 확인했다.

**혈흔반응실험** 실험 조건별로 선박을 운항한 다음 각 선박을 상가하여 표시된 혈액점적 위치에 헤마스틱스를 이용 혈액 반응 여부를 확인했고, 헤마스틱스 반응 확인 후, ABACard 면봉을 이용 선미 외판, 추진기 및 Rudder(방향타) 3곳에서 닦는 방법으로 잠재혈흔을 채취한 다음 ABACard 시약을 혼합해 여러번 흔든 후 인혈 반응 여부를 확인했다.

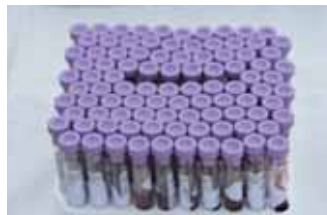
**DNA검체채취** 헤마스틱스 및 ABACard를 이용한 혈액반응실험을 한 다음 동일한 점적 위치에서 멸균 면봉(플라스틱 튜브 밀봉 면봉) 또는 스왑면봉을 이용해 닦는 방법으로 DNA분석용 시료를 채취한다.

**대조검체물** 연구의 통일성 및 신뢰성을 위해 실험 직전 CBCbottle에 담긴 혈액을 이용해 각 공여자의 혈액을 멸균 면봉으로 채취한다.

**형광반응실험** 실험 현장에서 헤마스틱스, ABACard, DNA검체 채취 후 검은색 형료(아크릴 45%, 레이온 30%, 폴리에스터 20%, 폴리우레탄 5% 혼합)를 이용해 선미 외판, 추진기, Rudder(방향타) 등 3곳을 전체적으로 문지르듯이 닦는다. 그 다음 그늘에 완전 건조하여 실험 다음날(7. 10일) 13:00~15:00경 동해청 증거물보관실 6층 암실 조건을 적용, LUMISCENE을 이용한 형광 반응을 확인한다.



실험준비



혈액보관(CBC bottle)



혈흔 반응 예비 실험



헤마스틱스 반응 검사



ABACard 혈흔 반응 검사



혈액 점적 위치



혈액 점적 위치



혈액 점적



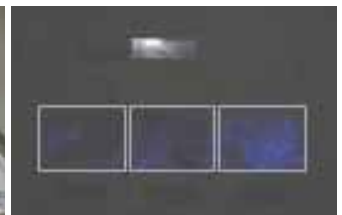
혈액 점적 후 운항



혈흔 반응 검사



암실 환경 조성



형광(루미센) 반응

### 혈흔반응 분석

**헤마스틱스** 실험 참여 선박 행복호 및 남정호를 각 5분, 10분, 15분 동안 해상에서 운항한 다음 각 선박의 혈액점적 위치(선미 외판 3점, 프로펠러 3점, Rudder(방향타) 1점, 저부핀틀 1점)에서 헤마스틱스 이용한 혈액 반응 여부를 확인한 결과, 두 선박의 혈액점적 위치 8점 모두에서 각 5분, 10분, 15분별로 모두 녹색의 양성반응을 확인했다.

< 표1, 헤마스틱스 혈흔 반응 실험 >

(○ 육안 확인 가능, △ 약하게 육안 확인 가능, × 반응 없음)

선명 \ 위치	선미 외판			프로펠러			Rudder(방향타)			저부핀틀		
	5분	10분	15분	5분	10분	15분	5분	10분	15분	5분	10분	15분
행복호	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
남정호	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

**ABAcard** 헤마스틱스를 이용한 혈흔반응을 확인한 다음, ABAcard 키트에 들어 있는 면봉을 이용해 혈액 점적 위치에서 잠재 혈흔을 채취한 후, 같은 키트에 들어 있는 증강 시약을 이용해 혈흔 반응 여부 확인했다. 그 결과, 행복호(3.47톤)의 경우 5분, 10분 운항 후 선미 외판, 추진기 및 Rudder(방향타) 등 3곳 모두에서 양성반응을 확인했다. 15분 운항의 경우 선미 외판, Rudder(방향타) 및 저부핀틀에서는 반응이 확인하나 추진기에서는 약한 반응이 나타났다. 남정호(4.78톤)의 경우 5분, 10분 운항의 경우에는 명확하게 반응을 확인할 수 있으나, 15분 운항의 경우 선미 외판에서는 반응이 확인되나 추진기에서는 전혀 반응이 확인되지 않았다. Rudder(방향타) 및 저부핀틀에서는 약한 반응이 확인됐다.

< 표2, ABAcard 혈흔 반응 실험 >

(○ 육안 확인 가능, △ 약하게 육안 확인 가능, × 반응 없음)

선명 \ 위치	선미 외판			프로펠러			Rudder(방향타)			저부핀틀		
	5분	10분	15분	5분	10분	15분	5분	10분	15분	5분	10분	15분
행복호	○	○	○	○	○	△	○	○	○	○	○	○
남정호	○	○	○	○	○	×	○	○	△	○	○	△

**LUMISCENE** 건조된 형광을 암실에서 LUMISCENE 분무하여 형광 반응을 확인한 결과, 행복호(3.47톤)의 경우 선미외판, 추진기 및 Rudder(방향타) 부위 모두에서 10분 운항까지 형광반응이 관찰됐다. 15분 운항의 경우 형광반응이 약하게 관찰됐다. 남정호(4.78톤)의 경우 선미외판, 추진기 및 Rudder(방향타) 부위에서 5분까지 형광반응이 관찰되나, 10분 운항의 경우 약하게 관찰되고, 15분 경우는 전혀 관찰되지 않았다.



## &lt; 표3, LUMISCENE 혈흔 반응 실험 &gt;

(○ 육안 확인 가능, △ 약하게 육안 확인 가능, × 반응 없음)

선명 \ 위치	선미 외판			프로펠러			Rudder(방향타)		
시간	5분	10분	15분	5분	10분	15분	5분	10분	15분
행복호	○	○	△	○	○	△	○	○	△
남정호	○	△	×	○	△	×	○	△	×

## DNA 분석

**DNA 분석 방법** 혈흔 DNA 검출 연구시료는 다음과 같이 시험했다.

시료명	시험항목	결과값(단위)	시험 해석
가상선박 충돌사고 혈흔	SCSCREENING TEST AutosomI STR	정성분석 (좌위값)	운항시간, 충돌위치에 따른 DNA 검출 한계점 도출

※ 연구센터 분석 결과에 의함

## 수중 증거물 관련 DNA 분석시험 절차

- ① **시료 전처리 후 DNA 추출** [前처리] 혈액반응 확인 및 염분·이물질 등 오염물질 제거  
[DNA 추출] QIAamp Investigator Kit(Qiagen), Automate Express™ 장비 사용
- ② **DNA 정량** 추출된 DNA의 농도와 분해 정도(Degradation Index) 측정을 위한 Quantifiler HP DNA Quantification Kit(Applied Biosystems) 사용
- ③ **추출된 DNA 증폭** GlobalFiler™ PCR Amplification Kit(Applied Biosystems)와 Power Plex Fusion System(Promega) 사용, PCR 증폭
- ④ **DNA형 분석** [전기영동 및 DNA형 분석] 전기영동 및 Short tandem repeats(STR) 분석 증폭된 PCR 산물은 제조사 매뉴얼에 따라 CE 3500 Genetic Analyzer(Applied Biosystems)로 모세관 전기영동 실시. 실험결과는 GeneMapper ID-X v1.4(Applied Biosystems)을 사용, DNA형 분석
- ⑤ **결과 확인 및 해석** 선박 추진기 혈흔에 대한 대조시료와의 비교 및 DNA 검출 한계점 확인

DNA 정량 결과

- 정량 Kit로는 Quantifiler® HP DNA Quantification Kit(Applied Biosystems社)를 사용했으며, 7500 HID(Applied Biosystemsg社) 장비를 이용해 추출된 DNA의 양을 확인했다.
- 시험은 동일한 조건 하에 진행했으며, 시료를 채취하는 과정의 차이(답는 방법, 횟수, 면봉이 가하는 압력 등)는 고려하지 않았다.
- Investigator kit를 사용해 40ul의 DNA를 추출한 결과, 해수에 노출된 혈흔에서는 대부분 낮은 농도의 DNA가 존재하는 것으로 나타났다. 운항시간이 길어질수록 DNA 함량 차이를 보인다. 충돌 위치별 차이는 해수에 마찰이 적은 선미외판에서 DNA 함량이 높았고, 추진기가 회전하는 선박 추진기 부분은 대부분 5pg/ul에 이하였다.

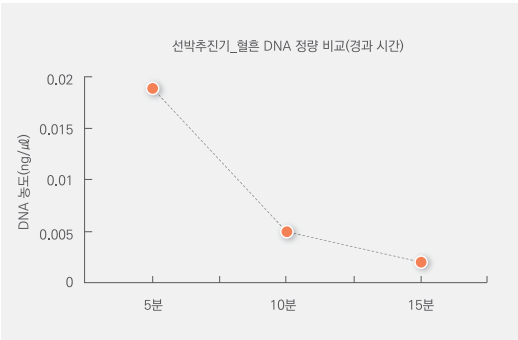


그림 3. 선박추진기 혈흔 DNA 정량 비교 (시간별)

DNA 분석 결과

- 전기영동장치(Genetic Analyzer)를 이용한 유전자 분석은 3500 Genetic Analyzer(Applied Biosystems社)의 기기를 이용했다. 전기영동 후 결과(Raw data)를 분석하기 위한 Genemapper ID-X 소프트웨어 이용 분석 결과는 다음 표와 같다.

수온 20.0℃ / 염분도 28.8 PSU

운항시간		5분 운항							
충돌위치		선미외판			추진기			아래 받침/선체 키	
		1	2	3	4	5	6	7	8
GlobalFiler / PowerPlex	선박 1 (행복호)	37	36	38	40	40	3	35	36
		39	33	16	40	40	12	29	39
	선박 2 (남정호)	36	6	33	15	5	31	7	5
		1	38	25	18	16	34	18	8
	평 균	28.3	28.3	28.0	28.3	25.3	20.0	22.3	22.0
편 차		15.8	13.0	8.3	11.8	15.3	12.9	10.7	15.6

운항시간		10분 운항							
충돌위치		선미외판			추진기			아래 받침/선체 키	
		9	10	11	12	13	14	15	16
GlobalFiler / PowerPlex	선박 1 (행복호)	39	35	40	16	10	14	29	18
		12	39	40	22	2	32	20	10
	선박 2 (남정호)	36	37	40	3	2	14	5	5
		37	35	40	8	6	13	18	13
	평 균	31.0	36.5	40.0	12.3	5.0	18.3	18.0	11.5
편 차		11.0	1.7	0.0	7.3	3.3	7.9	8.6	4.7

&lt; 표 4. 선박추진기 혈흔 DNA형 STR 검출 결과 &gt;

운항시간		15분 운항							
충돌위치		선미외판			추진기			아래 받침/선체 키	
		17	18	19	20	21	22	23	24
GlobalFiler / PowerPlex	선박1 (행복호)	40	40	40	11	1	9	12	13
		40	40	40	8	3	4	14	11
	선박2 (남정호)	35	40	40	1	1	33	9	12
		38	40	40	4	1	18	11	5
	평 균	38.3	40.0	40.0	6.0	1.5	16.0	11.5	10.3
	편 차	2.0	0.0	0.0	3.8	0.9	11.0	1.8	3.1

※ rfu값은 평균 100으로 최소 30까지 검출되는 Peak height를 기재함.

※ 제외한 마커 : GlobalFiler - Y-indel, SE33 / PowerPlex - Penta E, D

- 위 표 4. STR 검출 결과는 20개의 주요 마커(Marker)에서 대립유전자(Allele)의 수를 나타낸다. 반복성(Repeatability), 재현성(Reproducibility)을 위해 동일한 조건의 시료를 2번 반복했다.
- 검사된 STR좌위(CODIS 20 core loci)의 대립유전자 수는 총 40개(성염색체 제외)를 기준으로 18개 이상을 증거력으로 유효한 수준(용의자 특정 가능)으로 정했다. (그 이하는 용의자 추정, 열은 황색 마킹)
- 선박사고 시 충돌할 가능성이 높은 선미외판, 추진기를 대상으로 운항 시간에 따라 DNA 분석 가능성을 비교 분석한 결과, 표와 같이 선미외판에 묻은 혈액의 DNA는 15분이 경과한 후에도 높은 검출량을 보였다. 상대적으로 해수와 물리적 마찰이 높은 선박추진기, 그 주변 혈액 DNA는 시간이 경과할수록 검출량이 줄어드는 것을 확인했다.
- 상단의 그림 2은 선박의 주요 위치에 대한 DNA 검출 정도를 시간별로 나타낸 데이터로서, 선박 후미는 15분 이상, 추진기와 그 외 주변 부분은 5분이 검출 한계로 확인된다.  
[붙임 DNA형 시험결과 참조]

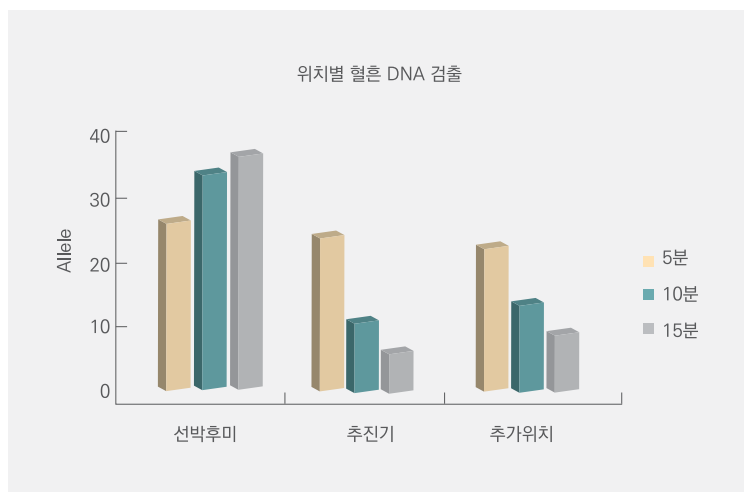


그림 4. 선박추진기 혈흔 DNA 검출 결과 비교



## 연구결과

### 혈흔반응 결과

- 헤모글로빈에 반응하는 헤마스틱스, ABACard, 루미씬(LUMISCENE) 등을 이용한 혈흔 반응 여부를 실험한 결과, 시간 경과, 부식 정도, 마찰력에 따라 혈흔 반응이 약해지는 것을 확인했다. 하지만 헤마스틱스의 경우 15분 동안 선박을 운항한 경우에도 모든 점적 위치에서 혈흔 반응을 확인됐다. ABACard의 경우 상대적으로 부식이 약하고 마찰력이 큰 남정호(선박 2) 추진기를 제외한 나머지 점적 위치에서 혈흔 반응을 확인했다. 루미씬(LUMISCENE)의 경우 행복호의 경우 10분 이상 육안 관찰이 가능하나, 15분 경우 미약하게 반응했고, 남정호 경우 10분 이상 운항한 경우 반응이 없거나 상대적으로 약한 반응을 확인했다.

※ 헤마스틱스(반응 높음) > 아바카드(ABACard)아바카드 > 루미씬(LUMISCENE, 반응 다소 약함)

- 혈흔반응 실험과 관련된 본 연구에서 부식 진행이 강한 특히 선체 틈의 다수에 따라 혈흔반응에 영향을 미친다는 점, 마찰력이 작용하는 정도(선체 위치)에 따라 혈흔 반응이 다르게 나타나는 점, 수온, 염분 등 해수 환경에서도 일정한 시간까지는 혈흔 반응이 나타나는 점을 확인했다.
- 본 연구를 통해 경과 시간, 선체 위치, 부식 정도 및 마찰력에 따라 혈흔반응에 다소 차이가 있음을 확인함과 더불어 이것들은 반비례 관계였다.
- 따라서 추진기 인명사고 직후 일정 시간 선박을 운항한 경우에도 헤마스틱스, ABACard 등을 이용해 현장에서 혈흔 탐지가 가능하므로 증거 수집을 위해 사고 선박을 즉시 운항 정지시키고 헤마스틱스, ABACard 등을 이용한 혈흔반응 여부를 확인할 필요성이 있다.

### DNA 자료 분석 결과

- 본 연구의 DNA 자료 분석 결과, 선체에 남아 있는 침전물 등이 혈흔 채취 시 같이 묻어나와 DNA 추출 저해요인으로 작용하는 것이 확인됐다. 다만 채취된 시료의 운송시간에 따라 DNA에 미치는 영향을 비교 분석한 결과, 즉시 이송한 시료와 우편으로 발송(채취 후 5일)한 시료의 차이는 없는 것으로 확인됐다.

※ 부식정도가 높으면 혈액이 남을 틈이 있어 DNA검출률을 높일 수 있으나, 부식으로 인한 각종 이물질(녹 등)이 묻어나와 DNA 추출에 영향을 미칠 수 있음.

- 해수에 노출된 증거물에서 DNA 검출 및 STR분석이 가능하며, 신원 확인이 가능한 STR분석은 선체 15분 이상, 선박추진기 5분으로, 증거물의 신속한 수집이 필요한 이유다.
- 한편, 선박의 선체에 의한 인명사고의 경우 대부분 사망자가 특정되므로 사고 추정 선박에서(특히 선미 및 추진기 주변에서) 사망자의 DNA 분석 자료 일부라도 확보되면 사고 선박의 특징이 용이하다. 나아가 직접적 증거 가치가 있을 것으로 판단된다. 따라서 선박에 의한 인명사고 발생 시 현장에서 혈흔 등 DNA 시료를 채취하는 것이 매우 중요하다.

대상



제1회 해양경찰청 주관  
어린이 독후감 경진대회

## 해녀 할머니의 소원

이서연

경기 화도초 6학년

울산에서 할머니가 우리와 함께 살기 위해서 오셨다.  
그래서 할머니와 방을 같이 쓰게 되었다.  
할머니는 다 좋은데 잔소리가 너무 많다. 싫었지만 어쩔 수 없었다.  
"할매랑 같이 사니까 억씨로 좀제?"  
나는 마지못해 고개를 끄덕였다. 아마도 내 표정은 쓴 약을 먹은 것 처럼 구겨졌을 거다.

엄마, 아바는 회사에 가기 때문에 집에 오면 할머니가 계셨다.  
"서연이 왔나? 억씨로 좀제? 무슨 봄이 여름 날씨처럼 덥노? 이기 다 환경이 오염돼서 그런거 아이가."  
나는 할머니가 챙겨 준 간식을 먹고 숙제를 했다.  
이번 숙제는 책을 읽고 환경을 위해 내가 실천할 수 있는 다짐을 적는 거였다.  
나는 선생님이 준 (최열 아저씨의 지구촌 환경 이야기)를 펼쳤다.  
"지구촌 환경 이야기라고? 환경 중요하제 나도 환경에 대해 할 말 많은데...,  
환경만 좋으면 물질을 십년은 더 했을 낀데."





할머니가 책 제목을 보고 아는 척을 했다.

나는 대꾸하기 싫어서 연필을 잡았다.

"분리수거를 잘한다."

"분리수거 보다 중요한 게 뭔지 아나?"

바로 쓰레기를 만들지 않는 거다.

할매가 바다에 들어가면 쓰레기가 얼마나 많은지...

힘들게 물에 들어가도 소라, 전복 따기가 하늘에 있는 별따는 것보다 어려웠다 아이가."

할머니가 내가 적은 첫 번째 다짐을 보고 또 참견을 했다. 못 들은 척 책장을 넘겼다. 그런데 하필이면 책 내용이 '바다 속의 쓰레기 산'이었다.

40년 해녀로 살았던 할머니에게 바다는 집과 같았다. 그런 곳에 쓰레기가 넘쳐난다니..., 할머니가 불쌍하게 느껴졌다. 나는 다른 생각을 떨치기 위해 최열 아저씨 이야기에 집중했다.

이 책에는 먹거리와 쓰레기, 물에 대한 이야기가 나온다. 화학첨가물 때문에 제대로 된 먹거리가 없다는 이야기와 쓰레기가 넘쳐 난다는 이야기, 더불어 물 부족에 대해서 이야기 한다.

최열 아저씨는 쓰레기를 만들지 않는 것이 환경을 지키는 거라고 했다.

'뭐야? 할머니 말이 맞잖아!'

나는 주방에서 설거지를 하는 할머니를 쳐다 봤다. 그러고 보니 할머니가 오시고 난 다음부터 우리 집 쓰레기는 눈에 띄게 줄었다.

딱 정량에 맞추어 요리를 하시는 할머니는 음식물 쓰레기를 만들지 않았다. 무엇보다 일회용품이 줄었다. 바쁜 엄마는 설거지가 귀찮아 일회용품을 썼고, 배달 음식도 자주 시켰다. 그러다 보니 자연스럽게 음식물 쓰레기와 일회용품이 넘쳐 났다.

일주일에 한 번 있는 재활용 수거 날에는 엄마, 아바, 나까지 나가서 버려야 할 정도였다. 쓰레기를 더 이상 버릴 곳이 없다며 부르짖는 최열 아저씨가 할머니의 생활 모습을 본다면 기뻐서 덩실덩실 춤을 출 것만 같았다.

할머니가 해녀를 그만 둔 이유가 바다 속 쓰레기 때문이라고 했을 때 속상했다.

쓰레기가 얼마나 많으면 산이라고 표현 했을까? 할머니는 바다를 떠났지만, 바다를 삶의 터전으로 살고 있는 해녀들이 안전하기를 바란다.

이건 어쩌면 할머니의 소원이고, 할머니가 환경을 위해 애쓰는 이유이기도 할 거다. 숙제를 마치며 나는 주먹을 불끈 쥐었다.





## 해난사고 원인규명 통합분석 시스템 및 충돌 손상기반 재현 시스템



### 이상갑

한국해양대학교 조선해양시스템공학부 명예교수  
해양안전기술 대표  
해양경찰청, 남해지방해양경찰청 과학수사 자문위원  
법원 해난사고 분야 특수감정인

### 해난사고의 특성 및 원인규명 시스템

최근 전 세계적으로 e-Navigation, 충돌회피 장치, 자율 운항 등 안전운항을 위하여 많은 노력을 기울이고 있으며, 해양경찰청도 AIS 항적기반의 충돌사고 재현 시스템을 구축하여 사고 원인을 규명하고 있다. 그러나 아직도 운항 경험과 운항 자료에 의존해 해난사고 원인 분석과 규명을 하고 있으나, 소형선박 사고의 경우 항해장비 부재로 증거 확보가 어렵다. 또한 항해장비가 있어도 장비 기록만으로 원인 규명의 정확성과 효율성이 미흡할 경우 심판 결과에 대한 불복과 관련 당사자 간 시비가 빈번해 많은 시간과 경비가 소요된다.

해난사고 특성상 해상의 사고현장 유지가 어렵고 목격자가 부재할 경우가 많다. 또 해난사고의 손상 메커니즘과 침수 및 침몰 과정에 대한 이해도가 부족할 수 있다. 외국에서 다뤘던 대형 해난사고일 경우 해사법원이 국내에 곧 신설되면 신속하고 정확하게 원인을 분석하고 규명해야 할 것이다.

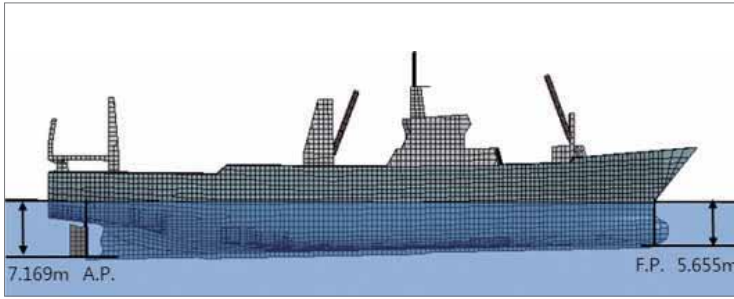
육상의 자동차 충돌사고와 달리 해수에서 운항 중인 선박은 공기보다 밀도가 약 1,000배인 해수에서 부양되어 자유도 운동을 하고, 운항 중일 경우 파도를 생성하고 그 영향도 받는다. 또한 두 물체가 근접할 경우는 수압이 크게 발생하고 두 물체가 스쳐 지나거나 안벽이나 해저에

근접하여 운항할 시에는 압력이 저하된다. 선내에 해수도 침수되는 등 이러한 해수의 선체와의 연성효과(Coupling effect)를 양방향 연성(Two-way coupling)으로 정확히 구현해야 해난사고를 매우 실제적이고 정확하게 구현할 수 있다.

운항 중인 선박은 해수로부터 큰 저항을 받으며 감속과 급정거가 필요한 경우에도 일정 시간 관성에 의해 일정한 속력을 유지하므로 공기 중에서 일반적으로 초기속력을 가하는 것에 반해 해수 중에서는 일정한 추력을 가해야 한다.

그림 1과 같이 유체-구조 연성 해석기법을 사용한 부양 시뮬레이션과 유체정역학적 특성치 계산도 함께 수행해 각 하중상태에 따른 사고 선박의 중심, 부심, 부면심, 선수미 흘수, KMT, GM 및 배수량 등의 유체정역학적인 특성치들을 정확히 추정해 실선 모델링을 검증한다. 또한 황천에서 발생하는 해난사고 경우는사고 당시 해상상태의 불규칙 파랑은 Jonswap, Bretschneider & Mitsuyasu 등의 불규칙 스펙트럼을, 불규칙 강풍은 von Karman 모델 등을 사용해 해일성 파랑과 강풍의 시뮬레이션을 구현하고 스펙트럼과의 비교 검토를 통해 해상상태의 정확성을 검증한다.

그림 1. 사고 발생 전 실선 모델링 검증

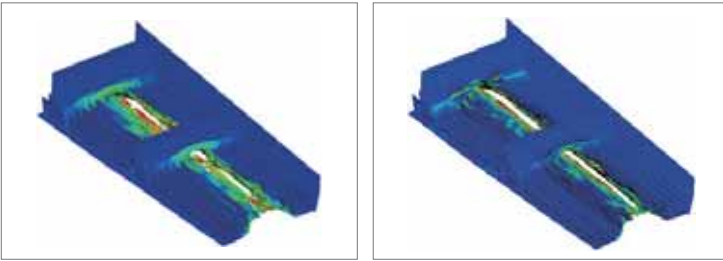


(a) 부양 시뮬레이션

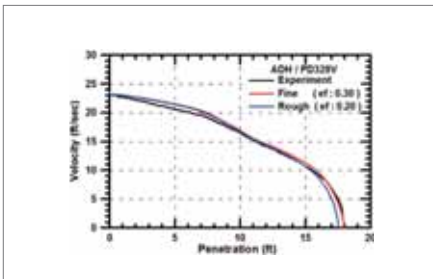
등가 흘수 (m)	6.532		
항목	복원성 계산	특성치 계산	오차
배수량 (톤)	3,550.000	3,549.638	-0.362(-0.01 %)
용적 (m³)	3,463.415	3,463.061	-0.354(-0.01 %)
LCG (선미에서) (m)	32.030	32.041	0.011(0.03 %)
GM(m)	1.129	1.125	-0.004(-0.35 %)
KMT (m)	6.166	6.162	-0.004(-0.06 %)

(b) 복원성 계산과 유체정역학적 특성치 비교

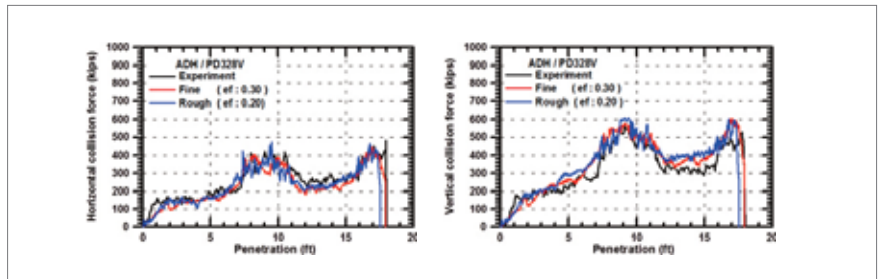
그림 2. 선체구조 재료 파단기준 설정



(a) 거친 격자 및 상세 격자 이중저 모델의 좌초파단



(b) 이중저 모델의 수평이동 속력 응답



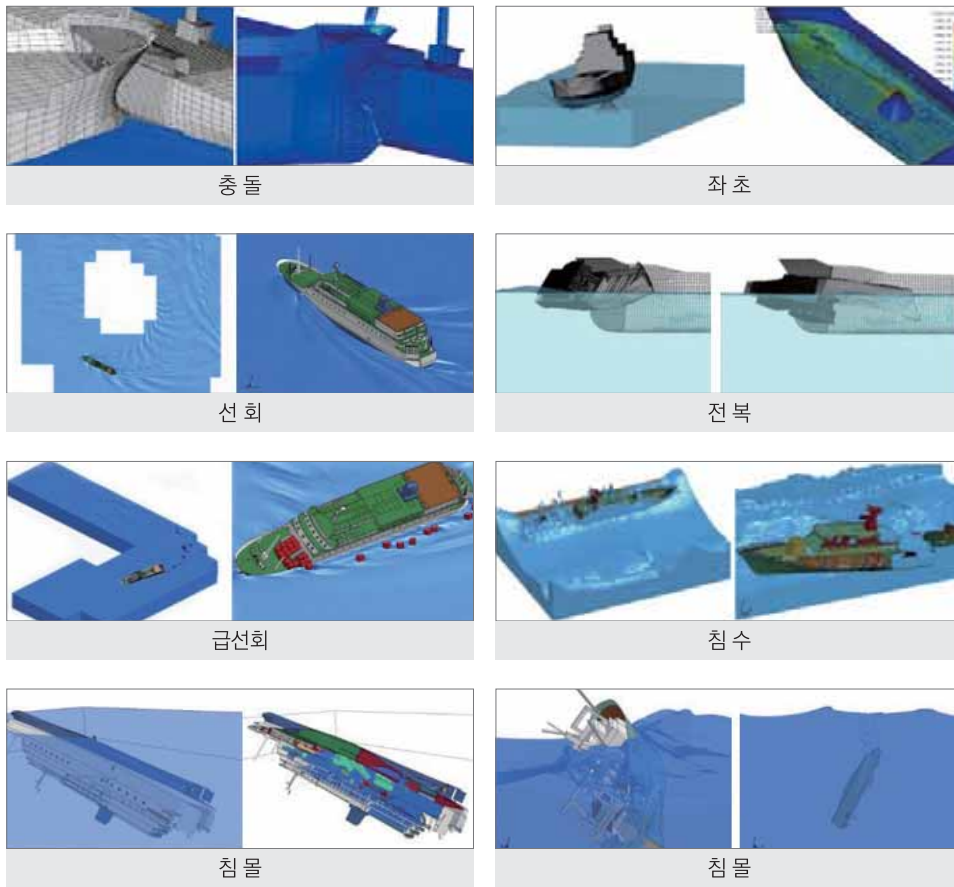
(c) 수평 및 수직 충격력 응답

해난사고 시 선체에 발생하는 대변형과 파단 등의 고도 비선형과 선체 재질의 변형률 속도 영향을 정확히 고려하기 위해 고도 정밀 M&S 시스템을 적용, 선체구조 재질에 따른 파단기준을 정확히 설정해야 한다. 본 시스템은 그림 2와 같이 좌초 이중저 모델(ADH/PD328V)의 두께에 대한 유한요소 격자 크기의 비에 따라 파단기준을 설정한다.

고도 정밀 M&S 시스템의 유체-구조 연성 해석 기법을 적용해 선박을 해수위에 부양시키고 침수시키면서 다양한 해수의 연성효과들을 정확히 적용한다. 그림 3과 같이 충돌, 좌초, 침수, 전복, 침몰, 선회 및 급선회 등 기관손상 문제를 제외한 전 유형별 해난사고의 원인을 통합적으로 분석하는 시스템을 구축하여 적용하고 있다. 현재 국내외에서 유일하게 해수의 연성효과를 적용한 이 시스템을 사용해 해난사고 원인규명 및 구조 안전성 평가를 정확히 수행하고 있다.

고도 정밀 M&S 시스템의 유체-구조 연성 해석 기법을 적용해 선박을 해수위에 부양시키고 침수시키면서 다양한 해수의 연성효과들을 정확히 적용한다. 그림 3과 같이 충돌, 좌초, 침수, 전복, 침몰, 선회 및 급선회 등 기관손상 문제를 제외한 전 유형별 해난사고의 원인을 통합적으로 분석하는 시스템을 구축하여 적용하고 있다. 현재 국내외에서 유일하게 해수의 연성효과를 적용한 이 시스템을 사용해 해난사고 원인규명 및 구조 안전성 평가를 정확히 수행하고 있다.

그림 3. 해난사고 원인규명 통합분석 시스템



### 해난사고 원인규명 통합분석 시스템 적용 사례

이런 통합분석 시스템을 사용해 그동안 수행한 충돌·좌초 해난사고 원인규명 및 구조 안전성 평가 사례 중 일부만 소개한다.

### 해수 중 및 공기 중 실선 충돌·좌초사고 원인분석 및 구조 안전성 평가의 차이점

그림 4(a)는 소형어선이 수직선수부와 구상선수부 대형 화물선들을 가로지르다 조타실 후미와 선측에 충돌되어 침몰된 사례다. 어느 선수부 화물선에 의해 충돌되었는지 분석한 것으로 해수에 부양된 경우와 무중력 상태의 공기 중에서 충돌되는 경우 어선 충돌거동과 손상의 차이점을 살펴본 것이다.

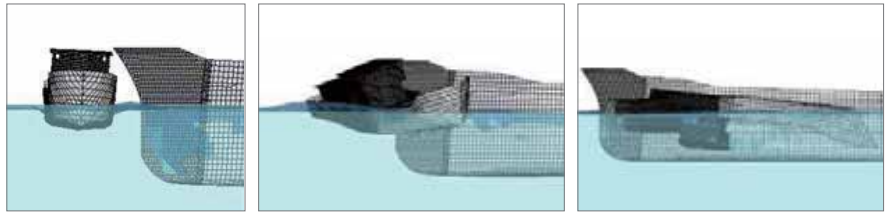
그림 4(b)·(d)와 같이 해수 중 어선 충돌 거동과 손상은 각각 수직선수부와 구상선수부 화물선에 의해 충돌돼도 비슷하고, 실제 어선 손상과도 대체로 잘 일치하고 있음을 알 수 있다. 무중력 상태의 공기 중 어선 충돌 거동과 손상은 그림 5처럼 수직선수부 화물선에 충돌되는 경우 해수에 부양되지 못하므로 아래로 떨어진다. 구상선수부 화물선에 충돌되는 경우는 구상선수부에 부딪쳐 위로 튕겨 올라가는 것을 볼 수 있다. 또한 어선 충돌 손상도 실제 손상과는 달리 매우 비현실적이라는 것을 알 수 있다.



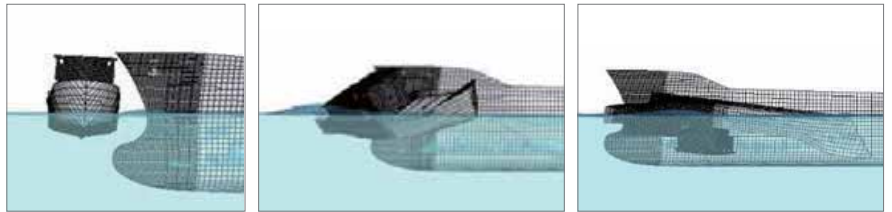
그림 4. 해수 중에서의 충돌 시뮬레이션 거동 손상



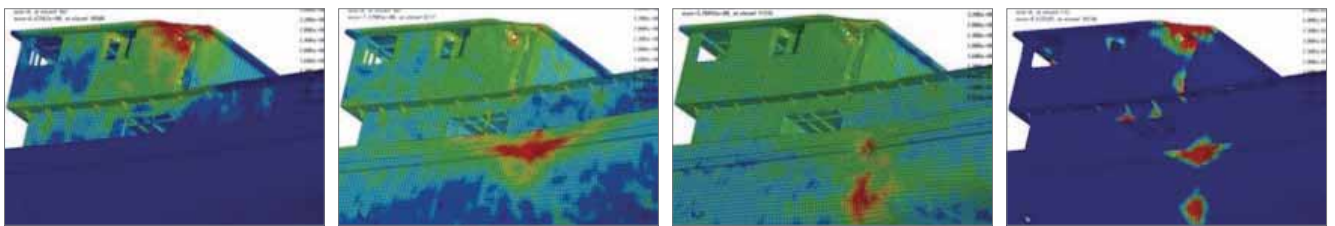
(a) 충돌손상 사진



(b) 수직선수부 화물선과의 충돌 거동

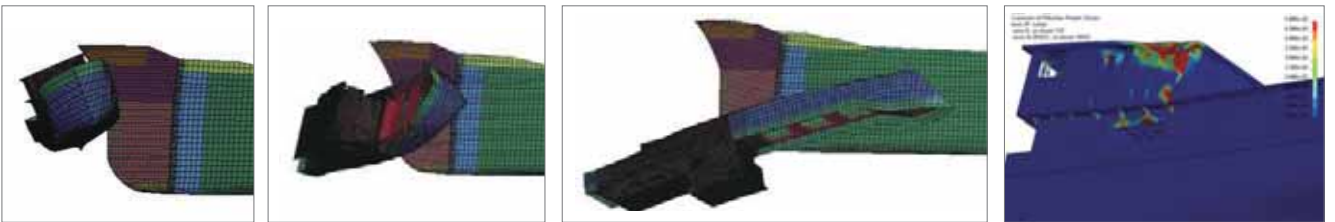


(c) 구상선수부 화물선과의 충돌 거동



(d) 수직 및 구상선수부 화물선과의 충돌 손상 응답

그림 5. 공기 중에서의 충돌 시뮬레이션 거동 손상



(a) 수직선수부 화물선과의 충돌거동 및 손상 응답



(b) 구상선수부 화물선과의 충돌거동 및 손상 응답

그림 6은 원자력방사선 폐기물 운반선(DWT 2,600톤)의 좌초에 대한 구조 안전성 평가를 위해 암초가 선체 종단면에서 선측 3m 떨어져 있는 경우에 대한 해수 중과 무중력 상태 및 평면상 구속된 공기 중의 좌초 시뮬레이션 결과를 비교한 것이다. 해수 중에서는 자중에 의해 부양되고 암초에 부딪치면서 약간 떠오르면서 암초를 중심으로 선회하는 등 좌초 거동과 선저 파단은 실제적이고 정확하게 구현되지만, 공기 중일 경우는 좌초거동이 실제와 달리 매우 비현실적이고 선저 손상도 매우 미미하다는 것을 알 수 있다.

그림 6. 실선 좌초 시뮬레이션 거동 및 선저 손상

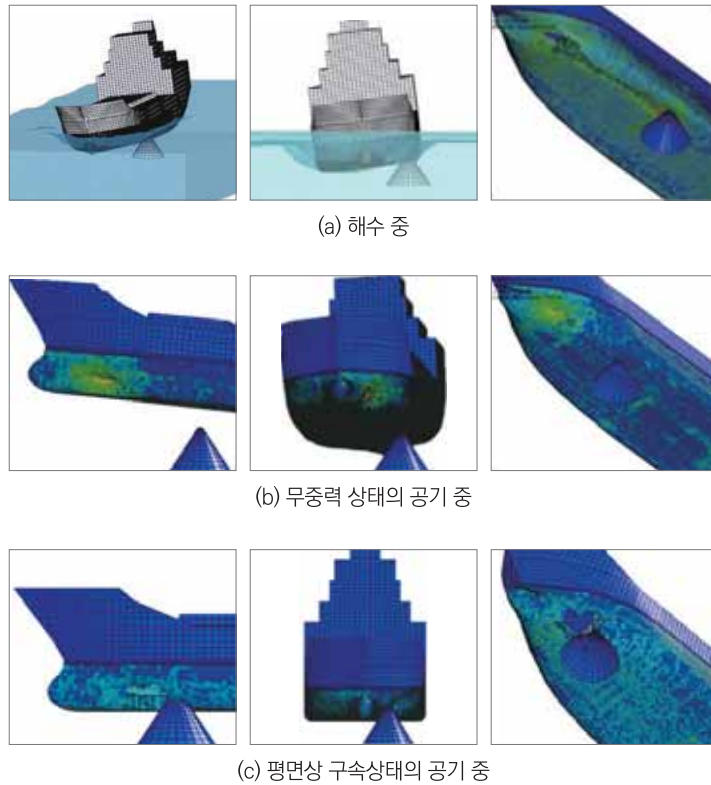
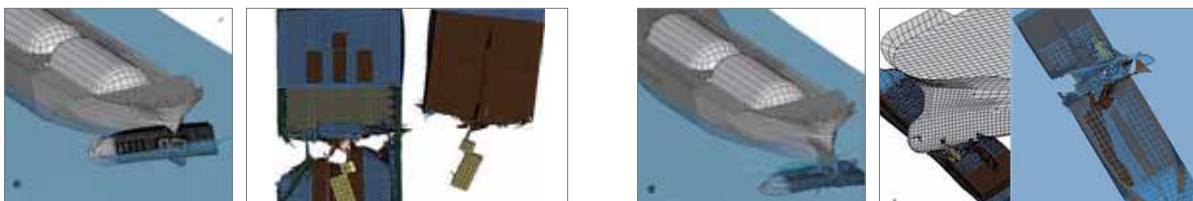


그림 7. 해수에서의 실선 충돌 시뮬레이션 거동 및 파단 손상



(a) 소형어선 및 LPG 운반선의 충돌사고 손상



(b) 정상적으로 바로 부양된 경우

(c) 전복되어 부양된 경우

그림 8. 해수에서의 충돌 시뮬레이션 거동 및 손상

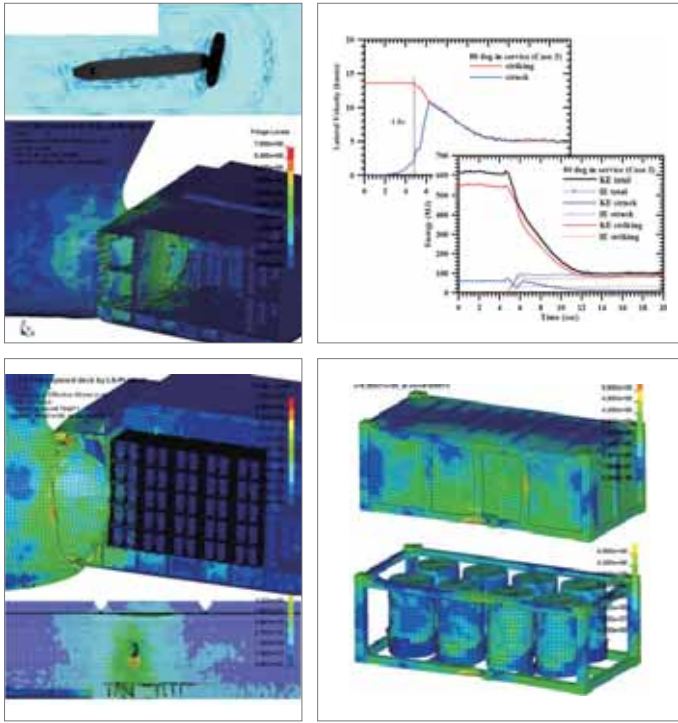
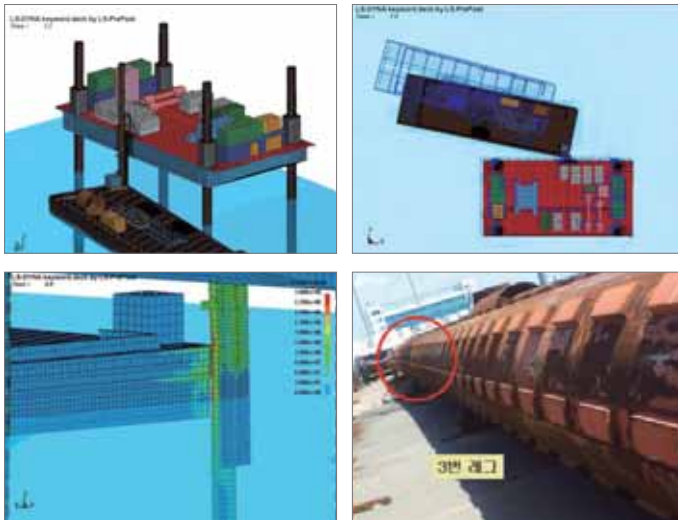


그림 9. 해수에서의 바지선 충돌 시뮬레이션 거동 및 레그 손상



## 해수 중 실선 충돌사고 원인 분석

밤중에 닻자망 어구의 닻줄을 선수갑판 계선주에 걸고 조업 중이던 소형어선이 대형 LPG 운반선에 의해 두 동강이 나 침몰된 충돌사고로 어선이 정상적으로 떠 있었는지, 다른 선박에 충돌된 후 전복된 후 떠 있는 상태에서 충돌되었는지를 규명한 사례이다. 그림 7(a)는 두 선박의 손상 사진이고, 그림 7(b)와 (c)는 해수 중에서 각각 바로 부양된 경우와 전복된 경우에 대한 실선 충돌 시뮬레이션 결과다. 정상적으로 부양된 어선이 충돌된 경우가 실제 손상과 일치하였으며, 사고 원인을 정확하게 규명할 수 있었다.

폐기물 운반선, 드럼과 컨테이너 대형 충돌선에 의한 선측 충돌에 관한 안전성 평가를 해수 중에서 수행한 결과를 보자. 그림 8는 화물창에 드럼과 컨테이너가 유무에 대한 충돌거동과 선측내판의 파단 손상에 대한 결과다. 충돌 속력과 에너지에 대한 응답으로부터 충돌선이 부딪지기 전부터 운반선이 밀려나고 있으며 두 선박의 운동에너지가 해수에 상당한 부분이 소진되는 실제 해수에서 거동을 확인할 수 있다. 드럼과 컨테이너에 손상이 발생하지 않았고, 선측내판의 내충격에 큰 기여를 하였다는 것을 알 수 있었다.

예인 중인 바지선이 SEP 바지선에 접안하던 중 1차로 작업파일에 크게 충돌하고, 2차로 바지선 우현선미 부분이 SEP 바지선의 1번 레그에 가볍게 충돌해 1번과 3번 레그에 손상이 발생한 충돌사고의 사례다. 사고 당시의 해상상태, 해저상태 및 두 바지선의 하중상태 등을 분석해 해수 중 실선 충돌 시뮬레이션을 수행해 그림 9과 같이 충돌손상을 정확히 추정했다. 해저지형에 따른 레그들의 경계조건과 레그와 바지선의 복잡한 연결조건들을 공기 중 충돌 시뮬레이션으로는 실제와 같이 구현할 수 없다.



그림 10은 태풍 피항 시 화물선이 원양어선에 충돌해 선측에 파공이 발생하여 침몰한 사고였다. 손상 사진들을 면밀히 분석, 해수 중 실선 충돌 시뮬레이션을 수행한 결과로서 실제 두 선박의 손상 결과와 일치했다. 화물선의 구상선수부보다 약 1.55m 정도 돌출된 선수루가 원양어선의 데릭포스트에 먼저 충돌하고 패션 플레이트가 원양어선의 케이싱 부위를 눌렀지만 구상선수부가 원양어선의 선측부위에 파공을 발생시킨 것은 화물선이 충돌할 때 원양어선이 해수에 의해 급격히 저항을 받으면서 횡요가 발생하면서 가능한 것이다. 공기 중 충돌 시뮬레이션으로는 이런 충돌거동은 구현할 수 없다.

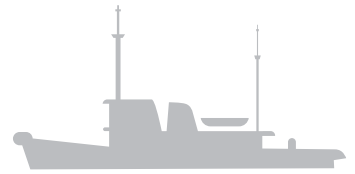
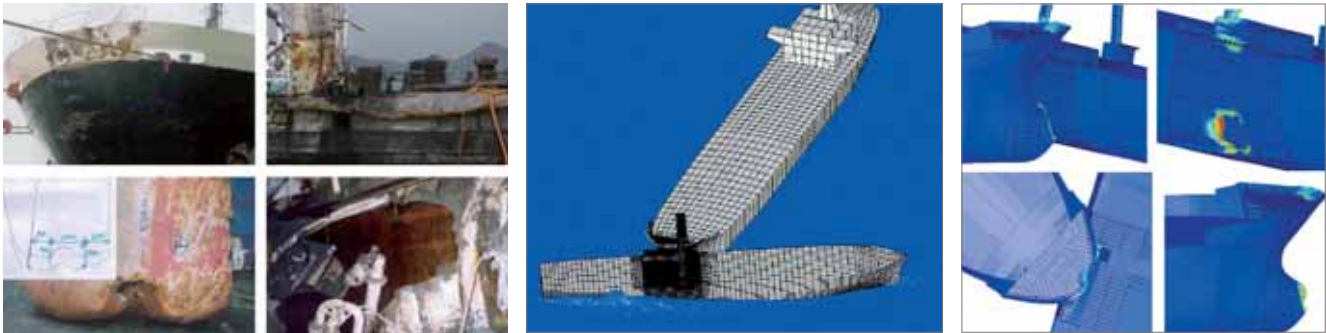


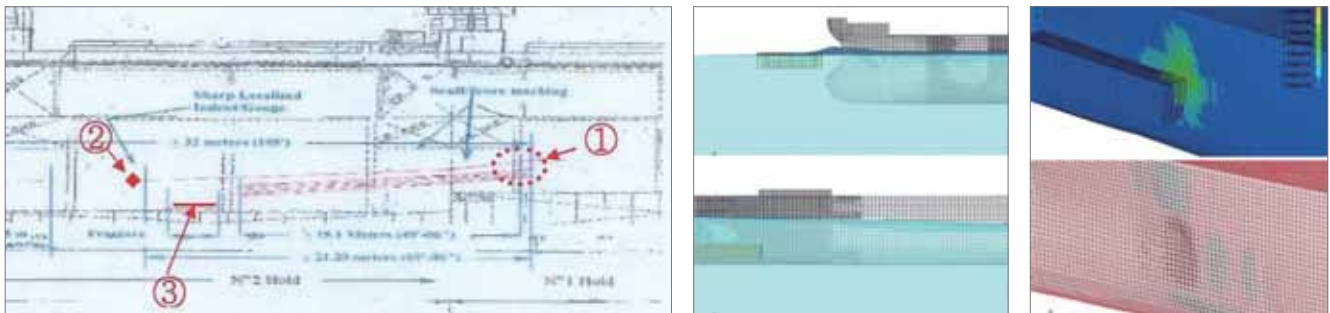
그림 10. 해수에서의 바지선 충돌 시뮬레이션 거동 및 레그 손상



산적화물선의 화물창 선측에 크랙이 발생해 침수가 발생한 해난사고 사례를 보면, 그림 11과 같이 크랙(③)이 발생한 전방에 약간 경사진 타격지점(①)부터 부유체(컨테이너 박스)가 충돌되었는지를 규명한 사례다. 운항 중인 선박의 조파 및 선박 주위 유동에 의한 영향으로 컨테이너 박스가 수면에 떠 있는 경우는 1차 충돌지점에 부딪치지 않았다. 수면 아래에 잠긴 것은 중중심선에서 다소 떨어진 위치에 있을 경우 충돌이 발생하나 바로 가라앉아 2차 충돌지점에 충돌할 가능성은 매우 희박했고 충돌 손상도 미미했다.



그림 11 산적화물선의 손상지점과 부유체와의 충돌 거동 및 손상





## 충돌사고 손상기반 재현 및 생존성 평가 시스템

이상과 같이 해난사고의 근본적 메커니즘을 잘 이해하고 본 해난사고 원인 규명 통합분석 시스템을 정확히 구현하면 기존 분석 시스템의 한계인 선박의 해수에서의 다양한 연성효과를 구현하지 못하던 문제점을 극복할 수 있다. 아울러 정확하고 신뢰성 있는 해난사고 원인 분석과 규명을 할 수 있을 것이다. 이와 더불어 충돌 해난사고 발생 시 현장에서 즉각적인 사고상황 분석은 생명과 재산의 안전성 확보를 위한 골든타임과 직결된다. 본 시스템을 이용한 해수 중 실선 충돌 시뮬레이션의 빅데이터를 기반으로 정확하고 신속한 사고 원인 규명과 생존성 평가를 통한 소요 시간과 경비를 감소시키는 것이 필요하다.

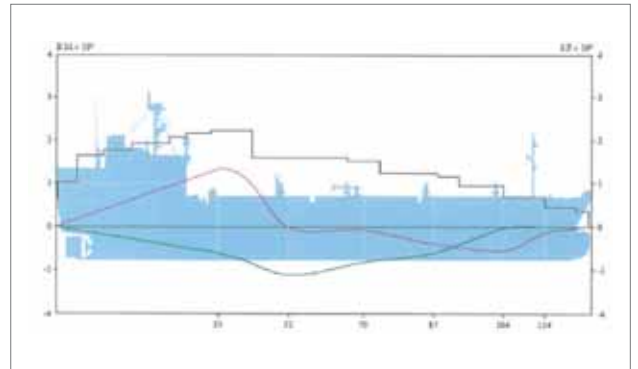
국립과학수사연구원에서는 차량사고 발생 시 원인분석 시스템인 MADYMO(Mathematical Dynamic Models, 네덜란드 응용과학연구소)를 이용해 사고 당시 차량 움직임과 파손상태, 충돌 부위, 탑승자의 신체조건 및 블랙박스 영상 등을 토대로 사고상황의 시뮬레이션 통해 충돌 원인 규명은 물론 보험사기 등 경미한 교통사고로 인한 상해여부를 판별하고 있다. 그러나 충돌 해난사고 원인 규명은 해양경찰청에서 개발한 AIS 항적 기반 재현시스템을 제외하면 원인 규명 가능 시스템이 전무하다. 앞에서 보여준 해난사고 원인의 분석 및 규명 사례에서 볼 수 있듯이 선박 크기와 종류가 다양하고 해상에서 하중조건 또한 다양해 항적만으로 원인을 규명하는 것은 한계가 있다. 충돌사고 손상을 기반으로 한 충돌 각도, 충돌 속도 등을 정확히 구현하는 재현 시스템이 필요하다.

또한 대형 선박들은 그림 12와 같이 안전운항에 필요한 손상 복원성과 종강도를 계산하는 적하지침기(loading computer)가 장착되어 있다. 선급에 승인된 선박의 경우 해난사고 발생 시 긴급 서비스를 제공받을 수 있다. 그러나 손상이 큰 선박일 경우 적하지침기로 생존성 평가를 수행할 수 없거나 선급에 승인된 경우에도 긴급한 경우 이런 평가를 즉시 수행할 수 없다. 선급에 승인되지 않은 선박일 경우는 더욱 어려운 상황에 처하게 될 것이다. 현장에서 긴급한 해난사고 원인 규명이나 판정이 필요한 경우, 국내외 해난사고로 인한 분쟁이 발생한 경우 등 신속하고 정확한 충돌 해난사고의 원인 규명과 생존성 평가를 위한 현장용 손상기반 재현 및

그림 12. 생존성 평가 시스템



(a) 손상 복원성



(b) 종강도

생존성 평가 시스템의 개발이 필요하다.

인공지능에 기반한 이 시스템은 두 선박의 제원과 손상상태를 쉽게 시스템에 인식시켜 1~2분 정도 내에 선박 충돌손상과 경과를 확인할 수 있고 생존성도 평가할 수 있다. 또한 이 시스템을 이용해 예상 가능한 다양한 충돌사고에 대한 선박 손상과 충돌 원인 및 생존성 평가 등을 빠른 시간 내 확인할 수 있다. 나아가 해상운항 사고 예방 및 대응기술 시스템을 고도화하고, 해양경비 안전 가상교육 및 훈련 인프라 구축 시스템으로도 사용되기도 하며, 선박 충돌사고 감정 기술의 고도화에도 크게 도움이 될 것이다. 이런 손상기반 충돌사고 재현 및 생존성 평가 시스템을 개발하기 위해서는 4~5년 정도 시간과 대용량의 컴퓨터 및 전문가들이 필요하다. 다양한 선박의 도면 등 자료가 많이 필요한 만큼 정부 차원의 적극적인 지원이 동반돼야 한다.

## 해양경찰의 프로파일 수사 강화



염건령

한국범죄학연구소 소장





최근 검경 수사권 조정에 대한 갈등이 첨예해지고 있고, 경찰과 검찰의 상호 사법적 견제에 대한 여러 가지 방안들이 구체적으로 논의되고 있다. 특히 1차 수사 개시 및 종결권에 대한 보장을 헌정부의 사법개혁 관련 기본정책으로 진행되고 있다는 점이 범죄수사학자 입장에서는 좋은 방향성이라고 생각한다. 대부분 국가들이 경찰에게는 수사권을, 검찰에는 기소권과 수사에 대한 보장지시권을 보장하고 있는 것과는 다르게 우리 경찰은 이러한 권한이 없는 상황에서 수십 년간 전체 수사의 95% 가량을 담당해왔다.

경찰청과 검찰청의 대립 관계 속에서 해양경찰은 당연히 국가경찰의 또 다른 한 부분으로서 경찰청과 그 행보를 같이할 것으로 보이지만, 과거 여러 가지 우여곡절을 겪는 과정에서 수사 범위와 위상이 많이 위축된 부분이 있기 때문에 이에 대한 적극적 의견 개진이 미진한 상황이다.

그렇다 하더라도 우리나라 2개 국가경찰 가운데 하나인 해양경찰청의 새로운 위상과 격에 맞는 수사와 사법행정을 수행하기 위해 다양한 방식으로 조직의 내부적 결속력을 강화해야 함은 물론 해양범죄수사, 국제범죄수사 등에 대한 경찰청 수준의 과학수사 역량을 확보해야 할 필요성이 있다고 사료된다. 우리 해양경찰청과 경찰청은 수사기법에 대한 교류, 세미나 등을 통해 서로 소통하고 있다. 하지만 해양 관련 범죄의 특수성이 존재하고 있다는 측면에서 해양범죄 전문 프로파일링 시스템이 강화돼야 한다고 생각한다. 여기에는 과학적 기술의 접목을 통한 과학프로파일링(Scientific Profiling)이 중요한 변수가 된다.

이번 글에서는 이에 대한 과학적 프로파일링의 인적 프로파일링(Profiling by Human)에 대한 보완이라는 주제로 의견을 제시하고자 한다.

## 범죄 프로파일링의 개념

범죄 프로파일링이라는 말은 많은 국민들에게 익숙하지만 아직 구체적으로 무슨 뜻인지 아는 사람은 그리 많지 않다. 원어로는 ‘Criminal Profiling’이라고 하며, 크리미널 프로파일링이라고 읽는다. ‘범죄사건에 대해서 윤곽을 그리다’ 정도로 번역될 수 있으며, 이와 같은 원칙적 번역이 프로파일링의 성격을 정확하게 대변한다고 생각한다. 일반인들이 아는 프로파일링은 범죄를 잡아내는 과정이다. 영화나 드라마에서 범죄자를 특정하고 잡아내는 과정들이 시원하게 나오기 때문에 프로파일링을 범죄수사 과정의 전체로 보는 경우가 많다.

실제로 범죄프로파일링은 범죄의 윤곽, 다시 말해서 범위를 좁히는 과정 전체를 의미하는 것이기에 구체적 형태의 모듈이나 시스템, 원칙은 존재하지 않는다. 일부 수사 관련 기관이나 교수요원들이 외국의 수사 프로파일링 시스템을 그대로 들여와 원칙적으로 다 적용되는 것으로 강의하는 경우가 있는데, 이는 범죄 프로파일링의 근본적 개념에 대해 잘 이해하지 못한 실수라고 생각한다.

범죄 프로파일링은 그 형식이나 내용의 제약이 없으며, 수사관 또는 수사기관이 독자적으로 특정 유형의 범죄 사건 수사 및 해결을 위해 모듈이나 시스템을 구축하면 그것이 프로파일링의 하나로 적용되는 것으로 해석한다. 따라서 개별 수사관의 프로파일링 기법이 서로 다를 수 있으며, 수사 부서와 수사 대상에 따라서도 프로파일링, 다시 말해 범죄 사건의 윤곽을 잡는 일은 제각각 다를 수 있다.

예를 들어, 살해사건으로 추정되는 변사사건이 발생하였을 때, 3명의 수사관에게 각각 자기만의 방식으로 프로파일링을 하라고 하면 접근 방법이 모두 다를 수밖에 없다. A라는 수사관은 해당 변사자의 사망 직전 행적에 대한 집중적인 프로파일링을 진행할 수 있다. B라는 수사관은 우선적으로 변사자의 채무관계와 보험가입 관련 기록을 확보하는 데 주력한다. C라는 수사관은 변사자



가 여성이라는 점에 착안하여 주변의 이성관계나 인적 관계에 대한 탐문을 프로파일링 기법으로 사용한다.

사실 변사사건이 발생하면 A, B, C의 기법에 따라 수사팀원을 각각 배당해 동시다발로 진행된다. 하지만 수사관 1명이 사건을 전담해 수사해야 하는 경우 어느 쪽으로 집중해야 하는지에 대한 방향성을 결정하고 이를 기반으로 수사에 나서야 한다. 따라서 프로파일링 방향성은 대단히 중요한 내용일 수밖에 없다. 과거 미국이나 영국이 한 명의 수사관으로 미제사건이나 강력사건을 수사해야 하는 상황에서 방향성을 정하기 위해서는 프로파일링이 중요한 기법일 수밖에 없었다.

지금도 살인사건이나 강력사건 등은 기계나 인공지능이 아닌 인간이 저지르기 때문에 가해자가 누구일지에 대한 추정과 용의자 범위를 축소하는 프로파일링은 신속하고 효과적인 수사 진행을 위한 도우미 역할을 할 수 있다. 프로파일러를 적극적으로 사용하는 미국에서는 범죄심리분석을 중심으로 하는 심리 프로파일러, 물리와 화학 등을 기반으로 과학수사를 전담하는 과학 프로파일러, 디지털 증거자료와 범죄자를 추적하는 디지털 프로파일러, 시신에 대한 검사와 감식을 주로 담당하는 의료 프로파일러 등으로 다양하게 세분화해 개별 프로파일러의 역량을 강화시킴은 물론, 이들이 가진 기법을 자료화하고 체계화 하는데 매진하고 있다.



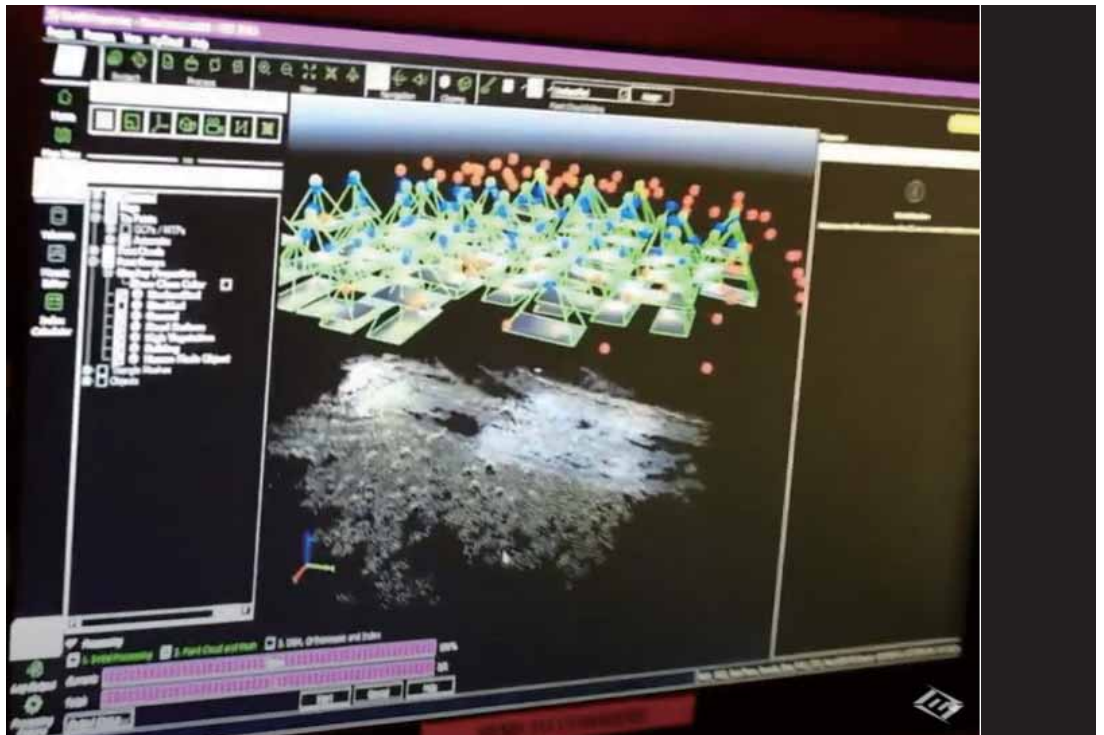
### 인간프로파일러를 돕기 위한 과학적, 기술적 프로파일의 도입

앞에서 프로파일링을 범죄 윤곽을 정확하게 구성하는 활동이라고 했지만 막상 세부 영역으로 들어가면 추상적으로 보일 수도 있다. 범죄수사에 대한 인적 자원으로서 프로파일러 양성과 교육에 대한 부분은 이미 많이 나와 있다. 이러한 고전적 내용보다는 새로운 방식의 디지털 기술을 이용한 프로파일링 과정 강화에 대한 내용이 중요하다고 생각된다.

첫째, 미연방수사국 FBI의 프로파일링 프로세스를 기준으로 해양경찰의 프로파일링 도입과 전문화를 위해 정보수집(Data Collection), 현장의 재구성(Reallocation of Crime Scene), 피해자 분석(Victim Analysis), 범죄 데이터베이스 분석(Criminal Case Data Analysis), 연계성 분석

(Relationship Analysis), 종합분석(Total Analysis), 범죄자 인터뷰(Offender Interviewing), 강력범죄자 조사면담(Prisoner Interrogation), 결과보고서 정리(Writing Report) 등으로 나뉘는 과정에 대한 데이터베이스를 체계적으로 구축해야 한다.

미국의 경우 사건번호 또는 사건의 가해자, 피해자 이름을 중심으로 데이터베이스에 대한 수사관들의 검색이 가능하다. 여기에 발생 기간별 프로파일링 자료 검색, 사건 수법별 자료 검색, 강력범죄 등에 사용된 도구별 검색 등이 가능토록 하고 있다. 우리나라도 이와 관련한 데이터베이스의 구축과정에 예산투입을 통해 이뤄지고 있으나 범죄사건에 대한 프로파일링을 보다 세밀화하여 빅데이터 안에서 단서와 착안 사안을 통한 기존 사례에 대한 정보를 쉽게 확인하고 참고할 수 있도록 해야 한다.





둘째, 프로파일링에서 가장 중요한 현장 재구성성에 대한 과학적 장비와 기법의 도입이 필요하다. 현재 우리나라 현장 재구성은 주로 카메라 촬영이나 비디오 촬영을 통한 평면방식에 의존하고 있다. 물론 이를 컴퓨터 등에 입력해 일종의 3차원 공간을 만들기도 하지만 현장의 생생한 모습을 3차원 이미지로 보는 것과는 차이가 날 수밖에 없다. 미국은 뉴멕시코주 경찰청(New Mexico State Police)이 2010년대 초반 호주에서 개발한 범죄현장 3D 스캐너 사용을 시작했다. 연방경찰기관 상당수가 3D 스캐너와 항공촬영 드론의 복합적 현장 재구성 프로그램을 사용하고 있다.

특히, 수사관이 출동한 현장에서 바로 이미지를 채증해 메인 컴퓨터로 이미지를 전송하기 때문에 바로 범죄현장에 대한 범죄자의 침입, 공격, 도주과정에 대한 쉬운 추정이 가능하며, 선박의 충돌사고나 화재사고 등에 대한 현장상황의 재구성에도 큰 도움이 된다. 최근에는 3D 입체영상을 볼 수 있는 AR기능까지 추가했다. 실사장비를 장착한 상태에서 3D로 구현된 가상현실의 현장 안에서 회의와 다양한 시뮬레이션도 가능하다. 물론 이러한 범죄현장의 재구성을 위한 가상현실 장비는 고가인데다 이를 다룰 수 있는 전문 인력이 필요하다는 현실적 제한이 있다. 하지만 적극적으로 첨단 디지털기술과 가상현실의 접목을 통한 생생한 현장 구성이 가능할 것으로 전망된다.

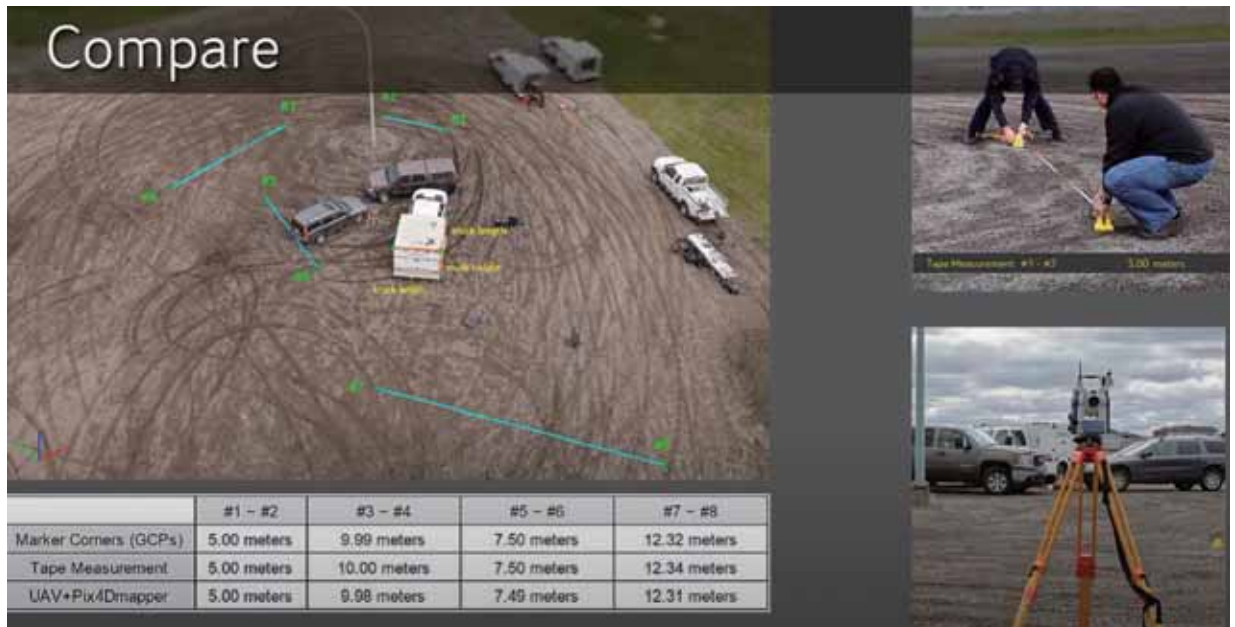
셋째, 저렴한 비용을 이용한 현장 재구성 및 프로파일 수행을 위해서 360도 VR(Virtual Reality) 카메라의 적극 활용도 확대해야 한다. 이미 레저용으로 각광받기 시작한 360도 VR 카메라는 가격이 상당히 저렴해졌을 뿐만 아니라 기존 3대 무선통신사의 서비스 제공을 통해 실시간으로 현장의 360도 영상을 수집, 보관, 분석할 수 있게 됐다. 앞서 말한 것과 같이 현장 프로파일링은 단면으로 보는 것과 360도, 상하좌우, 광범위한 스펙트럼에서 보는 것과 결과적인 면에서 큰 차이를 보일 수 있다.

넷째, 진술이나 조사 대상자가 제공한 음성정보의 진위를 프로파일러 또는 수사관이 심증적으로 해석하는 데 한계가 있다는 점에서 이를 과학적으로 지원 가능한 별도 음성프로파일링 시스템 도입을 진행할 필요가 있다. 음성정보 프로파일링 시스템이란 기존 범죄자 진술자료를 데이터베이스에 입력하고, 음성 특징과 패턴을 범죄자의 성별과 연령, 직업, 지역, 키 등과 연계해 저장 분석하는 것을 말한다. 기존 사건에 거짓을 진술한 부분과 진실을 진술한 부분을 구분해 입력하며, 인공지능(AI)의 학습을 통해 거짓인 부분의 진술이 보이는 특성과 사실을 말하는 부분의 특성을 일종의 코드로 정리하는 과정을 진행한다. 입력되는 진술 음성자료가 늘어나면서 점차적으로 과학적 정확도를 높이는 것이 가능하다.

최근에 공판중심주의가 강화되고, 프로파일러들의 분석이 과학적으로 입증되지 않으면 법정에서 제대로 처벌을 받지 않는 사례들이 나타나고 있다. 때문에 수사과정에서 음성분석 AI 활용을 통한 진술공략 기법을 강화해야 할 필요성이 증대되고 있다. 여기에 생체인식반응을 추가해 AI의 진술분석에 대한 검증력을 높일 수 있다. 예를 들어, 심박수의 변동이나 표정의 변화(안면인식기능 활용), 동공 이동 방향과 동공 이동 속도 등을 추가적 판단자료로 결합하면 좋은 진술 관련 프로파일 구축에 도움이 될 것으로 전망된다. 이미 일부 대학교에서 이와 관련한 연구가 진행 중이며, 해양경찰과 협업을 통한 실제 범죄사건 자료의 입력 및 실험, 자료 축적이 장기적으로 진행되길 바란다.

미국의 경우 FBI(연방수사국)나 DEA(마약수사청), Secret Service(재무성 수사국) 등 다양한 연방경찰기관들(Federal Law Enforcements)이 과학적 프로파일링 시스템을 수립, 활용하고 있다. 또한 프로파일러에게 지리정보, 항공정보, 다양한 첨단기기를 제공하여 과학적 프로파일링 시스템 구축을 위한 실험들이 진행되고 있다.

아무리 많은 수사자료를 수집하고 분석한다 하더라도 이를 통합적으로 보관, 관리, 검색, 활용 가능한 시스템이 없다면 효용성이 없다. 따라서 기존 해양경찰이 수사한 사건 등에 대한 데이터베이스 정리에 더 많은 자원이 투입돼야 한다. 우리나라가 세계 시장을 선도하고 있는 AI나 VR, 드론 등의 기술을 활용해 프로파일링의 과학성을 제고해야 할 것이다.





2020년 경찰청 과학수사  
기법·장비·아이디어 공모전 최우수작



고복찬

대구지방경찰청 과학수사과 경사

## 단파자외선 前처리 照射기술을 활용한 식물성 기름지문 현출 기법 소개

과학수사요원들은 사건 현장에 유류되었긴 하지만 육안으로 정확히 확인이 되지 않는 범인의 잠재지문을 보다 효과적으로 현출하기 위하여 물리적인 방법으로서 머리카락 굵기보다 더 작은 미세분말을 브러시로 도포하거나 액체 상태의 시약 또는 Cyanoacrylate fuming 같은 화학적인 처리 방법을 현장에서 사용하게 된다. 하지만 이러한 다양한 기법들을 적용하기 전 우리는 먼저 지문감식의 대상이 되는 검체의 기본적인 재질이나 보관 상태, 지문이 유류된 시점, 오염 유·무 등 잠재지문 현출에 영향을 줄 수 있는 각종 변수들을 고려하여 과연 어떠한 기법을 사용하는 것이 최선의 방법일까에 대한 질문을 끊임없이 던지고 있다.

우리의 몸에는 체내 분비물을 내보내기 위해 각종 분비선이 분포되어 있다. 특히, 손바닥과 발바닥에는 땀선의 일종인 에크린선이 위치하고 있어 해당 분비선을 통해 무기염과 수용성 유기성분의 혼합물의 형태로 분비물이 배출되게 된다. 그리고 이마를 포함해 신체 전반에 걸쳐 위치하고 있는 피지선에서는 지방과 왁스, 알코올 등의 비수용성 유류물이 분비되고 있다. 이러한 분비물들이 검체의 표면에 지문의 형태로 유류될 경우 우리는 해당 물질에 미세한 분말을 묻히거나 시약 등을 사용해 분비물과의 화학적인 반응을 일으켜 우리 눈에 보이지 않던 지문의 모습을 가시화시켜 기록할 수 있게 된다. 하지만 대다수의 지문들은 날씨에 의한 영향으로 비에 젖기도 하고 일교차에 의해 결로가 형성되기도 하는 등 주변 환경에 쉽게 노출됨으로 인해 지문 감식에 어려움을 겪게 된다는 것을 알 수 있다.

본 연구는 이러한 신체로부터 분비되는 각종 물질들이 특정 기름성분에 오염됨으로써 발생할 수 있는 지문현출의 어려움을 실무적으로 해결해 보고자 실시하게 되었다. 과학수사요원들이 흔히 마주하게 되는 사건들 중 하나가 바로 침입절도이다. 바로 이러한 침입절도 현장 감식에 있어 무엇보다 중요한 것은 침입구에 대한 감식인데, 이는 침입을 시도하게 되는 과정에서 범인의 흔적이 가장 많이 남겨질 수 있기 때문이다. 따라서 일반 주택과 대중식당을 대상으로 한 침입절도 사건에 있어 침입구로 많이 사용되고 있는 주방이라는 공간에 대해 우리는 조금



그림 1. 침입절도 감식 현장



주방문을 부수고 침입을 시도함

주방 쪽 방범창살을 뜯어내고 침입을 시도함  
(주방 샷시 프레임에서 현출한 지문)

그림 2. 용선의 뭉개짐과 떡짐 현상

황새깃털 브러시와 형광분말을 사용하여 금고 외  
부면에 유류된 지문을 현출한 모습

더 관심을 가져볼 필요가 있다. 주방이라는 공간은 본래 음식을 조리하기 위한 목적으로 마련된 곳이다. 따라서 동 장소에는 식용기름 즉, 식물성 기름에 대한 사용이 빈번하다는 것인데 그로 인해 현장에 유류된 범인의 지문 역시 다음 두 가지 형태로 기름에 오염될 수 있음을 이해할 수 있다.

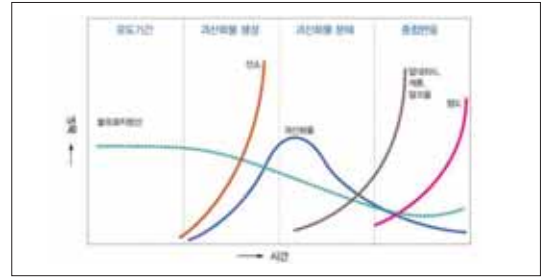
하나는 기름에 오염된 표면을 범인이 접촉함으로써 형성되는 인상지문(덜 말라 있는 페인트 위에 손가락을 대면 지문의 모습이 인상되는 것과 같은 모습)이고 또 하나는 범인의 손에 기름이 묻어 있는 상태에서 물체를 만지게 될 경우 남는 잠재지문의 형태이다. 이 두 가지 형태 모두 일반적으로 우리가 사용하고 있는 브러시를 이용한 분말법이나 시약을 사용하는 액체법으로는 효과적인 채취가 어렵다는 것을 우리는 이미 경험적으로 알고 있다.

즉, 지문에 포함되어 있는 식물성 기름성분이 각종 지문 현출 기법 사용에 부정적인 영향을 미치게 된다는 것인데, 동물성 기름과는 달리 식물성 기름에는 불포화지방산 성분이 다량 함유되어 있어 상온에서 기름이 액체 상태를 유지하게 되고 그러한 기름 성분이 지문에 포함될 경우 용선 자체가 매우 불안정하여 브러시나 각종 액체 상태의 시약을 적용할 때 발생하는 미세압력에 의해 용선이 뭉개지거나 시약과 반응하는 특정 성분들이 압력에 의해 소실되어 결국 지문 현출력이 저하된다는 것이다.

그림 3. 식물성 기름에 오염된 지문 융선을 확대한 모습

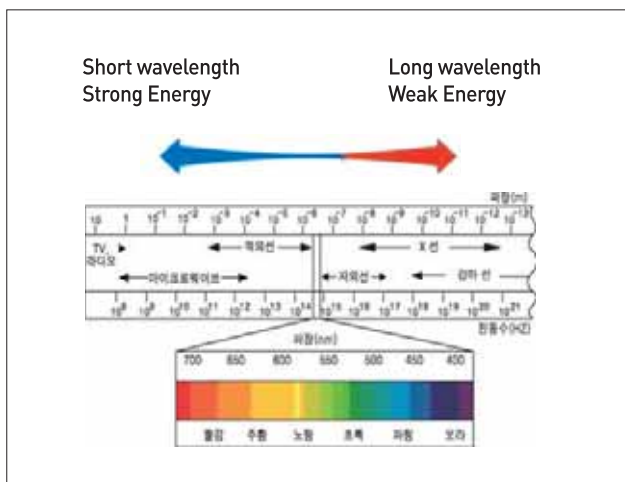


그림 4. 식물성 기름 자동산화 현상에 따른 주요성분의 변화



따라서 본 연구에서는 식물성 기름에 오염된 지문을 현출하기 전 융선에 포함된 기름 성분을 우선적으로 안정화시킬 수 있는 방법에 대한 모색을 실시하게 되었다. 식물성 기름은 공기 중에 노출됨과 동시에 서서히 산화반응이 진행된다. 이러한 자동산화반응은 크게 세 가지 단계로 구분되는데 첫 번째 개시단계에서는 유지(기름) 분자들이 빛에 노출되거나 산소와의 접촉 등으로 인해 활성화되어 분자의 공유결합이 갈라져 유리기(free radical)를 형성하게 된다. 두 번째 전파단계에서는 개시단계에서 생성된 유리기가 공기 중의 산소와 결합하여 페르옥시기(peroxyradical)가 되고, 이 페르옥시기는 유지분자에서 수소를 얻어 히드로페르옥시드(hydroperoxide)가 된다. 이러한 과정이 식물성 기름에 함유된 불포화지방산이 모두 분해될 때까지 연쇄적으로 일어나게 되며, 세 번째 종결단계에서는 연쇄반응을 통해 생성된 유리기들이 서로 중합체를 형성하면서 반응이 종료되게 된다.

그림 5. 파장대로 구분되는 광선의 종류



이때 히드로페르옥시드는 종결단계에서 다시 분해되어 유리기를 생성함으로써 산화반응을 촉진하게 되는 자기촉매적 자동산화를 일으키게 된다. 이러한 자동 산화과정을 거치면서 유지는 알데하이드, 케톤 등 휘발성이 큰 물질이 증가됨으로 인해 비정상적인 냄새와 맛이 나게 되며, 나아가 유리기들의 중합으로 인해 유지의 점도가 증가하는 현상을 보이게 된다. 이때 유리기의 중합으로 인한 유지의 점도 증가현상을 바로 과학수사 기름지문감식에 활용해보고자 하였다.

하지만 중합반응으로 인한 기름의 점도 증가 현상은 적지 않은 시간(유도기간)이 소요되며, 따라서 지문에 포함된 식물성 기름이 보여주는 자동산화반응에 대한 유도기간 자체를 최대한 단축시킬 수 있는 무언가가 필요하다는 것을 알게 되었다. 그것이 바로 본 연구에서 언급하고자 하는 단파자외선(UVC)이라고 하는 광선이다. 일반적으로 가시광선에서부터 자외선 및 이온화 방사선에 이르기까지 모든 광선은 유지나 지방산의 산화를 촉진하며, 그 중에서도 파장이 짧은 광선일수록 산화에 대한 효과가 크다고 알려져 있다. 따라서 본 연구에서는 과학수사 현장에서 기름 성분을 안정화시키는데 활용할 수 있는 여러 파장대의 광선들 중 특히 살균소독기에 사용하고 있는 비교적 에너지의 세기가 강한 단파자외선을 활용하게 되었다.

그림 6. 지문평가기준

Grade	Comments
0	No development
1	No continuous ridges. All discontinuous or dotty
2	One-third of mark continuous ridges (rest no development, dotty)
3	Two-third of mark continuous ridges (rest no development, dotty)
4	Full development Whole mark continuous ridges

실험에서는 불포화지방산 및 포화지방산의 함량에 있어 차이를 보이는 총 5종의 식물성 기름을 선정, 4종은 불포화지방산의 함량이 상대적으로 많은 기름으로 나머지 1종은 대조군으로서 포화지방산의 함량이 매우 높은 기름을 선택하였다. 지문 현출을 위해 사용한 시약은 어두운 비다공성 검체에 유류된 동·식물성 기름에 효과적인 형광염색제로 알려져 있는 Natural Yellow 3을 사용하였다. 지문평가는 아래와 같은 기준으로 실시하였고 단파자외선 조사에는 253.7nm 파장을 가지고 있는 스텐리 살균소독기(SS8W)를 사용하여 다음과 같이 두 가지 실험을 실행해보았다.

하나는 단파자외선 조사처리 유·무에 따른 식물성 기름 지문 현출 결과에 대한 비교이고, 또 하나는 단파자외선 조사처리 시간 증가에 따른 지문현출결과 비교다. 실험 결과 코코넛유에 오염된 지문을 제외하고 나머지 4종의 기름지문에서 모두 단파자외선으로 처리된 지문의 현출력이 훨씬 더 좋음을 확인할 수 있었고 코코넛유에 오염된 지문의 경우 실온에서 이미 안정화된 상태(고체)로 존재하고 있기 때문에 단파자외선을 이용한 조사처리의 효과가 크게 나타나지 않은 것으로 해석된다.

그리고 단파자외선 전처리 조사시간 증가에 따른 결과를 비교해보았을 때 코코넛유를 제외하고 나머지 4종의 기름에서 모두 단파자외선을 처리하지 않은 지문보다 처리한 지문이 더 조사시간의 증가에 따른 지문현출력 향상 효과가 크게 나타나는 것으로 확인되었다. 콩기름과 카놀라유의 경우 1.5시간에서부터 들기름은 0.5시간에서부터 올리브유는 8시간에서부터 3~4점대의 지문점수를 획득할 수 있음을 보였다.

이러한 시간적인 차이는 식물성 기름 안에 포함되어 있는 불포화지방산의 양과 불포화지방산 안에서도 단일불포화지방산과 다중불포화지방산의 함량에 대한 차이에 의해 발생한 것으로 볼 수 있다. 즉, 다중불포화지방산의 함량이 11%밖에 되지 않는 올리브유보다 동 성분이 75%인 들기름의 경우 산화반응에 따른 점도 증가에 필요한 단파자외선 조사 처리 시간이 훨씬 더 짧게 소요되었었다는 것을 알 수 있었다.



그림 7. 단파자외선 전처리 조사 유·무에 따른 지문현출 결과 비교

(Left : room temp, Right : UVC)

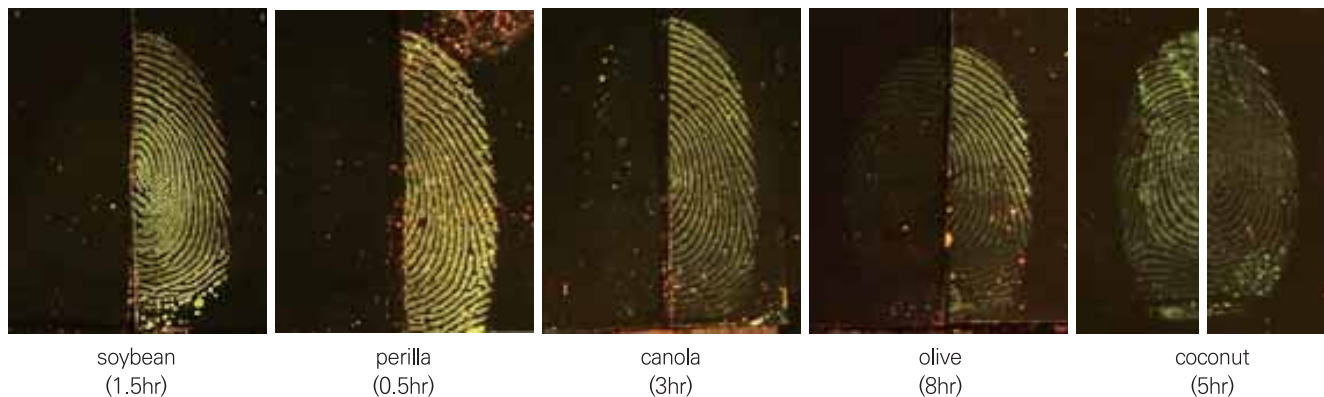


그림 9. 감식현장에서 요원들이 휴대를 하며 사용할 수 있게 만든 휴대용 UVC 조사장비

이렇듯 본 연구를 통해서 식물성 기름성분에 의해 오염된 지문의 경우 우리가 현재 사용하고 있는 분말이나 시약 등을 적용하기 전에 단파자외선과 같은 광선을 이용하여 불안정한 상태에 놓여있는 기름성분을 미리 안정화시켜주는 전처리과정이 반드시 필요하다는 것을 증명할 수 있었고 이를 바탕으로 감식현장에서 이러한 처리가 가능할 수 있게 도와주는 과학수사용 감식장비 개발에 대한 고민을 아래와 같이 간단하게 해볼 수 있게 되었다. 단파자외선은 에너지가 강해 피부나 안구에 직접적으로 노출될 경우 위험할 수 있다.

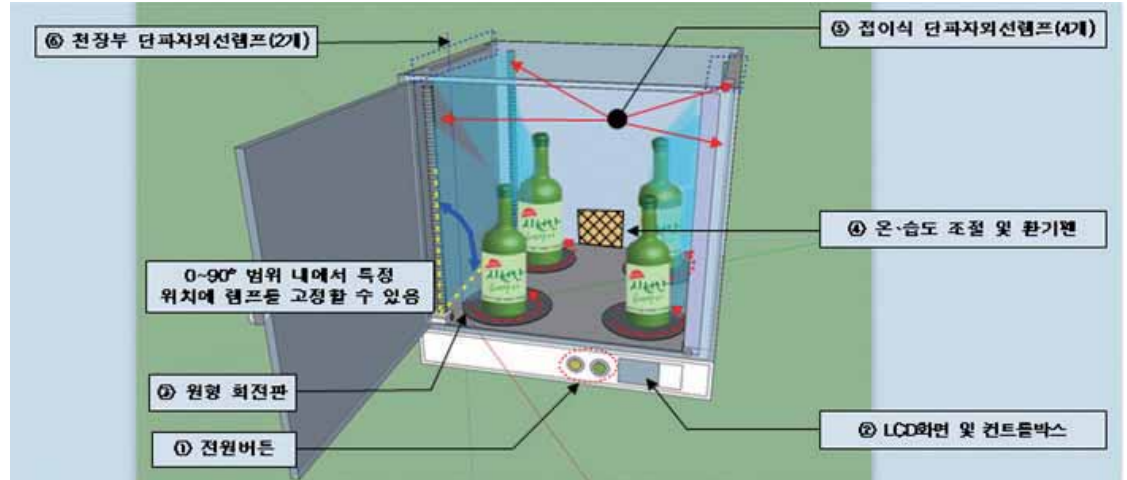


지문 점수가 3점 이상이 되는데 필요한 UVC 조사 시간

fatty acid	soybean oil(1.5hr)	perilla oil(0.5hr)	canola oil(3hr)	olive oil(8hr)	coconut oil(5hr)
monounsaturated	25%	16%	62%	72%	5.8%
polyunsaturated	62%	75%	32%	11%	1.8%

그림 8. 불포화지방산 성분 함량에 따른 단파자외선 조사 시간 차이 비교

그림 10. 현장에서 수거된 증거물들을 처리할 수 있게 제작한 증거분석실용 UVC 조사 챔버



따라서 특정 위치만 조사될 수 있도록 하기 위해 광섬유 구즈넥을 사용하거나 접이식 반사판을 조사장비에 부착하여 원하는 범위만큼 광원을 조사할 수 있게 설계, 사용자에게 노출이 최소화될 수 있는 형태로 디자인하였다.

단파자외선의 특성상 대상 빛이 표면에 닿는 부분에 한해서만 화학적인 작용이 발생하게 된다. 따라서 평면체가 아닌 입체적인 증거물의 경우 대상 검체의 모든 표면을 균일하게 조사해줄 수 있는 형태의 장비가 필요하다. 따라서 챔버 바닥에 수 개의 원형 회전판을 설치하여, 그 위로 증거물을 위치시켜 360도 회전을 시킴으로써 챔버 내 설치된 단파자외선 램프에 의한 빛이 검체의 모든 표면에 균일하게 작용할 수 있도록 설계하였다.

현장에서 발견되는 모든 증거물들은 그것들만의 고유한 사연을 반드시 가지고 있다고 생각한다. 하나의 증거물이 법정에서 어떠한 역할을 하게 되느냐는 바로 그것을 취급하는 과학수사요원들의 관심과 열정에 달려있다고 해도 과언이 아니다. 그러한 관점에서 결코 대단하지는 않지만 현장에서 우리가 겪고 있는 어려움들을 함께 공감하고 해결책에 대한 고민 또한 같이 해보는 것은 굉장한 의미가 있다고 생각한다. 추후 본 연구와 관련된 다양한 실무적인 접근들이 활발하게 이어지길 기대해 본다.







# Focus

## 해양과학수사의 선봉장 남해청 과학수사를 가다

남해지방해양경찰청 과학수사계



오늘도 현장 사건 해결과  
분석업무 발전을 위해  
분주하게 움직이고 있다.



“어? 남해에서 여기까지 오셨어요?”  
부산 관내 감식현장에서 일을 마치고 과수차량에 장비를 챙기고 있을 때였다. 지나가던 어떤 분이 과학수사차량에 붙어 있는 ‘남해지방해양경찰청’ 표식을 보고 놀란 듯 물었다. 아마 ‘남해’를 지역명으로 생각한 모양이다. 지리적인 남해는 부산에서 진도에 이르는 해역을 의미하며 전국 모든 섬의 60%를 차지하고 있다. 만과 반도 및 섬 등이 발달해 해안선이 매우 복잡한 리아시스식 해안을 이루고 있다. 어류 번식과 서식에 적합해 사철 어로가 가능하기 때문에 4계절 내내 해양 사건 사고가 빈번히 일어나는 곳이기도 하다. 남해지방해양경찰청에서 관할하는 남해는 지리적인 ‘남해’와는 조금 차이가 있다. 동해에 속하는 울산지역을 포함하고 지리적 ‘남해’ 중에서도 여수 이서지방은 제외되기 때문이다. 하지만 다른 지방청보다 관찰서가 모여 있어 광역 과학수사 입장에서선 대응하기 쉬운 편이다.

남해지방해양경찰청 내 과학수사계는 2018년 해양경찰청 최초로 광역과학수사 시스템을 구축, 시범운영을 한 뒤 2020년 다른 지방청으로 확대된 광역과학수사의 역할 모델을 제시하였다. 복수담당 지정 시스템으로 365D-24H 빈틈없는 감식 지원체계를 확립했고, 개인별 감식역량 강화를 위해 전문교육 및 자격증을 취득했다.

대부분 해양에서 발생하는 대형 선박사고는 단순히 하나의 감식분야에 국한되지 않는다. 한 개의 사고로 시작해 복잡하게 얽히기도 하고, 사고로 인해 다수의 인명이 다치거나 사망하는 사고로 확대되기도 한다. 그래서 남해해경청 과학수사요원들은 각자 분야에서 전문가로 인정받기 위해 최선을 다하고 있다. 사고 전체를 보고 판단할 수 있는 예리한 눈과 자신이 이 사고에서 무엇을 할 수 있는지 알아서 움직이는 빠른 눈치까지 겸비한 남해청 과학수사 요원을 소개한다.

### 현장에서 더욱 빛나는 베테랑의 노련함

현장감식은 감식을 위한 준비에서부터 시작된다. 사건의 진행상황을 실시간 파악하고 현장 초동조치가 잘 이루어졌는지, 선박의 상태와 감식 가능 여부를 확인하여 효율적인 감식이 이루어질 수 있도록 먼저 진행해야 할 감식팀을 조정하고 해당 인원을 배치한다. 필요시 유관기관과 합동감식을 진행하기도 하며 현장과 감식 일정이 조율되면 세부 감식계획을 세운다. 박일찬 과학수사계장은 1997년 해양경찰에 입문하여 일선 형사로 수많은 사건을 해결하고 수·형사계장을 거친 경력을 바탕으로 이제는 과학수사 감식현장을 진두지휘한다.



## 범죄의 흔적, 화염으로도 태울 수 없다

새까만 재만 남아있는 선박화재현장, 화재의 발화점을 과연 찾을 수 있을까?

“현장에서 답을 찾지 못하면 이 사건은 영원히 원인불명이 된다.”라며 단서를 찾을 때까지 화재현장을 떠나지 않는 화재조사관 박철홍 경위.

해양경찰 화재 사건은 대부분 선박에서 발생한다. 하지만 잣더미가 된 화재선박에서 발화지점을 찾고 원인을 찾는 것은 베테랑 화재조사관이라고 해도 쉬운 일이 아니다.

선박의 특성이나 선박용 기관, 전기설비에 대한 전문지식을 갖추는 것은 물론, 화재 최초 목격자 진술, 화재현장의 전체적인 연소상태와 화재 진행 패턴 등을 분석해 발화지점을 찾고, 화재 원인이 될 수 있는 모든 가능성을 확인하는 집념과 날카로움이 필요하다.

가스나 전기를 사용하는 작업은 없었는지, 선체가 기울어지면서 화재가 발생할 가능성은 없는지 등을 전체적으로 꼼꼼하게 살펴봐야 한다. 특히 기관실은 연료유 등의 유류가 적재돼 있고 배전반, 축전지 등이 보관돼 있어 여러 곳에서 백화현상이나 완전연소패턴이 나타날 수 있기 때문에 여러 가능성을 열어놓고 발화지점을 찾아야 한다.



화재 충돌감식 박철홍 경위



“방화인지 실화인지 화재 사건의 원인을 규명하는 것 또한 아주 작은 단서로 판가름이 나고 대부분 단서들이 화염과 함께 사라지는 경우가 많기 때문에 예리하게 다뤄야 한다”고 말하는 그의 눈빛이 빛났다. 화재감식 전문교육을 받고 화재감식평가기사 자격증을 취득해 관련 지식을 쌓은 그는 “화재 현장의 증거 단서들을 공부하면서 화재현장의 발화지점 특정, 잔해물 더미에서 조그만 단서를 찾는 것이 게임처럼 즐거운 일”이라고 말하는 여유로움도 생길 정도가 됐다.



지문감식 경장 강민혜



지문감식

## 잘 뜯 지문은 정말 예쁘다

“잘 뜯 지문은 정말 예쁘다.” 지문감식을 담당하고 있는 강민혜 경장의 이야기다.

각종 변사사건이 발생한 현장에 직접 출동해 지문을 채취하고, 사건 해결하는 데 큰 역할을 톡톡히 하는 그는 지문감식 분야에서 최고가 되겠다는 포부를 갖고 과학수사 전공 대학원에 진학해 주말마다 부산과 천안을 오가며 일과 학업의 두 마리 토끼를 잡고 있다.

시체는 저마다 사연을 갖고 있다. 자기가 누구라는 말을 해주면 좋은데 모든 것을 정리하고 결정한 일인 듯 몸을 다 뒤져봐도 신분증 비슷한 것조차 볼 수 없는 경우가 대부분이다. 외형이 온전하지 못하고 부패가 진행된 변사체들도 종종 떠오르기 때문에 육지와는 다르게 변사자의 신원을 확인하는 일이 결코 만만치 않다. 그렇기 때문에 강 경장은 시스템으로 신원확인을 하는 것뿐만 아니라, 부패로 인해 지문 채취가 어려운 표피, 진피에서도 지문을 채취해 신원을 확인해 내기도 하고, 수중에서 지문을 현출하기 위해 끊임없이 연구 실험을 진행하기도 하는 등 365일 밤낮없이 현장을 직접 누빈다.



지문감식은 단지 변사자의 신원을 확인하는 것에만 그치지 않는다. 절도현장, 마약사범의 마약을 담은 포장지, 문서를 위조한 종이 등에서도 현장 및 검체에 맞는 적절한 기법을 사용해야 한다. 각종 시약, 광원 등을 활용해 눈에 보이지 않는 잠재지문을 현출·증강시켜 용의자 또는 피의자를 특정해 사건을 해결하는데 필요한 역할을 톡톡히 해내는 그녀는 명실상부 해양경찰 최고의 여성 과학수사요원이다.



디지털포렌식 경사 장국천 &amp; 경장 강석수



### 해양경찰이라 더욱 필요한 디지털포렌식

2008년 해경 최초 디지털 포렌식 장비가 도입된 이래 한 길만 걸어 온 장국천 경사와 해경만의 색을 가진 해양 포렌식을 위해 오늘도 침수 디지털기기에 대한 복원 실험을 하고 있다. 사고선박에 남아 있는 VDR, RADAR, CCTV 장비를 찾고 기록에 대한 디지털포렌식을 진행하기도 하고, 사망 선원들이나 중요 진술인의 휴대폰 모바일포렌식을 진행하여 사건의 실제적 진실에 다가가는 데 큰 역할을 한다. “조그만 단서 하나도 사건의 실마리가 되기 때문에 계속 모니터 화면을 들여다본다고 배가 나온다.”며 투정을 하기도 하는 그들은 선박충돌재현시스템에 필요한 항적을 복원하고 사고 이전 조타실 통신기록과 선원들 대화내용을 완벽하게 분석하고 있다.

첫 도입 당시만 해도 해경수사에 디지털 포렌식이 굳이 필요한가? 디지털 증거는 증거능력이 부족하다는 등의 우려 섞인 목소리도 있었지만, 현장에선 최신 수사기법을 우리도 할 수 있다며 기대에 찬 목소리도 많았다.

장비 도입 후 얼마 지나지 않아 수협 보조금 횡령사건, 산업 기술 유출사건, 선박 충돌 도주사건 등에 디지털 증거가 결정적으로 활용되면서 해경 내부에서도 널리 알려지게 됐다.

지금은 디지털포렌식을 빼놓고는 해양경찰의 과학수사를 논할 수 없다. 해양경찰에서 일어나는 각종 사건사고에 디지털포렌식 요원의 역할이 날로 더해가고 있다. 최근 해양디지털포렌식에 대한 연구를 시작해 수중으로 침수된 디지털 저장매체의 데이터 복구 및 분석 가능 기간을 확인, 해상 사고 및 범죄 관련 디지털 정보를 통한 원인규명을 할 수 있게 됐다. 해양디지털포렌식의 선도적 길을 열고 있는 두 사람의 열정이 엿보인다.





## 선박사고, 초 단위 정밀 분석으로 되짚어 본다

“배는 나의 집이다.”라며 매일 선체의 엔진 소리로 하루를 시작하며 “기름 색깔만 봐도 배가 어떤 상태 인지 알 수 있다”며 호기롭게 말하는 손영남 순경.

그는 해양대학을 졸업하고 실습선을 시작으로 5년 넘게 배와 동고동락하다가 2019년 입사한 1등 기관사이자 과학수사계 새내기 순경이다. 선박 사고가 발생하면 사고 선박의 VDR 및 항해계기로부터 수집한 항적자료를 선박충돌 재현시스템을 활용해 실시간 사고 장면을 재현하면서 정밀 분석한다.

최초 충돌이 일어난 상황부터 좌초 발생 시각과 해점을 특정하고, 선체가 기울어지면서 좌현 또는 우현으로 선회하거나 침몰하는 등 해도상 정지된 화면을 2D와 3D 영상으로 재현한다.

2018년도 남해청에 처음으로 선박충돌재현시스템 장비를 도입하며 해양경찰의 선박충돌감식도 진화하기 시작했다. 선박에 저장된 항적을 20Hz로 내분하고 항적을 실시간으로 재현함으로써 충돌 선박의 사고 시각과 위치를 특정하고 항적에 따른 선박의 움직임을 재현하는 것이 가능해졌기 때문이다.



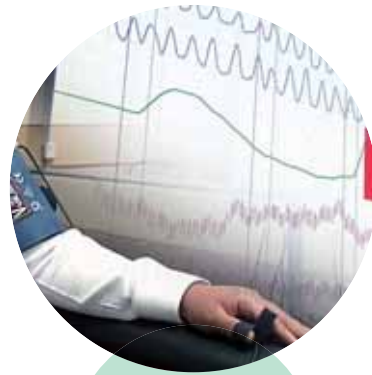
충돌감식 순경 손영남

이것은 법적 처벌 여부 및 과실 여부 등을 증명하는데 단서가 된다. 육상에 교통사고 전문수사관이 있다면, 바다의 선박사고 전문수사관은 이제 손영남 순경이 될 것이다.





폴리그래프 검사 천보곤



폴리그래프

### 허를 찌르는 부드러운 카리스마

뛰어난 언변과 부드러운 목소리로 폴리그래프 검사를 시작하기도 전에 범인의 자백을 끌어내 거짓말탐지기를 무용지물로 만드는 천보곤 경사.

화재 선박이든 충돌 선박이든 사건 관계자들은 자신이 불리한 상황에 대해서는 절대 진실을 말하지 않는다. 자신이 용접 작업 중 또는 전기 작업을 하다가 화재가 발생해도 작업에 대한 내용은 자세히 언급하지 않기 때문에 이에 대한 진실 여부를 확인해야 한다. 다양한 수사방법 중 대중적으로 가장 많이 알려진 과학수사 기술을 묻는다면 바로 ‘거짓말탐지기 검사’라고 할 수 있다. 거짓말에 능숙한 사람이 아무리 다른 사

람이 알아채지 못하게 거짓말을 능숙하게 하고 표정이나 목소리는 잘 통제할 수 있다고 하더라도 심장박동이나 땀이 나는 것을 의지대로 멈추게 할 수 없는 것처럼 자율 신경 반응을 통제할 수 없기에 폴리그래프 검사에서 탄로가 나게 된다.

지금까지 폴리그래프는 폭행, 성범죄 등 피의자가 부인하며 목격자가 없는 범죄에 주로 활용되었지만 점점 더 많은 사건에서 폴리그래프 검사를 요구하는 검사와 판사가 늘어나고 있다. 해경 특성상 관할이 넓어 거짓말탐지 검사를 위해 소속서에서 지방청까지 검사를 위해 오가는 것이 어려웠었는데 출장검사 적합성 검토를 통해 소속서에서도 거짓말 탐지 출장검사를 할 수 있게 됐다. “의뢰 건수가 많이 늘어 앞으로 화재 현장, 선박충돌 현장 목격자 및 용의자도 적용해 활용범위를 점차 더 넓혀 갈 것” 이라고 하는 천보곤 경사에게서 열정이 엿보인다.



## 해양에서 쉽게 훼손되는 수중 증거물을 사수하라!

수중과학수사교육 및 장비 보급을 시작으로 과학수사요원이 수중에서도 과학수사 역할을 톡톡히 해내고 있다. “수중과학수사는 해양경찰 수사의 미래다!”라고 외치며 그 미래를 써나가고 있는 수중감식팀장 정용준 경위.

해상 사고는 육상사고와는 달리 현장 보존이 어렵다. 충돌 시 남아 있던 상대방 페인트 흔적들이 입항하면서 사라져 버리기도 하고, 증거물을 유기 또는 훼손하기 좋은 곳이 바다이기 때문이다. 따라서 해양사고가 발생하면 현장 감식이 기본이지만 여건상 바로 감식을 진행할 수 없는 경우가



수중감식 경위 정용준

예전 수중감식은 선박 충돌흔 채취나 수중 증거물 확보 등에 한정됐지만 최근엔 화재, 변사사건 등 현장감식 여러 분야에 다방면으로 접목시키고 있다. 정 경위는 현장 상황에 맞는 수중감식기법과 장비개발, 실무를 바탕으로 한 수중감식 매뉴얼을 작성하고 개선하는 등 남해청을 넘어 해양경찰 수중과학수사가 우리나라 최고의 기관으로 거듭나기 위해서 노력 중이다. 해양경찰 과학수사의 역사를 논한다면, 빼놓을 수 없는 곳이 바로 남해지방해양경찰청 과학수사계다. 독보적인 수중감식 역량과 기법은 물론 선박 충돌 재현시스템, 해양 디지털포렌식 체계를 구축하는 등 남해해경청 과학수사계는 오늘도 묵묵히 새로운 지평을 열어가고 있다.

많다. 특히 선박이 침몰되기도 하고 증거물을 해중에 투하하기도 하기 때문에 사건사고 현장에 대한 수중감식이 필요하다. 남해청에서 수중감식을 담당하고 있는 정용준 경위는 해양경찰 과학수사요원 최초로 수중과학수사 양성과정 교육을 받음을 시작으로 해군, 교육원 등을 거쳐 공공안전잠수 PSD LV3를 취득했다. 그것으로도 모자라 개인적으로 레스큐, 마스터, 강사 자격증을 취득해 “수중감식 분야에서는 해양경찰이 최고가 될 수밖에 없다.”라는 자부심을 갖고 남해청 관내 수중감식 분야를 통솔하고 있다.





## 외로이 어두운 물속에서 15년만에 가족의 품 속으로...

서해지방해양경찰청 과학수사팀





### 바닷속에서 전해온 실종자의 구조 요청

2020년 9월 24일 점심식사 직후 잠시 휴식을 취하려던 서해청 과학수사계에 여수 묘도동 월내 선착장 인근 수중 바닥에서 차량이 발견됐다는 신고가 접수됐다. 서해청 과학수사요원들은 직감적으로 어려운 현장감식이 될 것을 예감했다. 그곳은 대형선박 통항이 잦은 항로이며, 유속이 빠르기로 유명한 해역이다. 게다가 안전사고 위험이 높고, 현장 주변 통제부터 차량 인양까지 쉽지 않은 곳이기 때문이다. 또한 보통 해상 차량 추락 사건의 경우 사고 직후 주변 목격자에 의한 신고로 추락과정이 비교적 상세히 알려지거나 추락과 발견 사이 시간 간격이 크지 않은 반면, 이번 사건의 경우 수중 바닥에 묻힌 채 발견돼 차량 상태와 추락 경위 등 사건 전모를 추정하기 어려운 상황이었다. 긴장감 속에 어느 때보다 철저한 사전 준비가 요구됐다.

### 인양작업 실시

2020년 9월 24일 오후 1시경 현장(여수시 월내동 월내선착장 앞 15m 수중)에 도착한 과학수사요원들은 수중과학수사 장비를 착용 후 잠수하여 현장 상황을 파악하기 시작했다. 수중에서 차량 상태를 정확히 확인하는 것은 불가능하고, 현장 증거물 수집이 어려운 상황으로 판단, 인양 후 육상에서 정밀감식을 진행하기로 했다. 이번 사건을 처리하면서 여러 난관이 있었지만, 그 중에서도 차량의 육상 인양이 가장 힘들었다. 발견 차량은 펄 속에 묻힌 상태로, 형체를 제대로 알아보기 힘든 지경이었다. 하지만 현장감식을 위해선 더 이상의 파손 없이 차량을 육상으로 인양해야 하기에 더욱 신중을 기했다.







### 모습을 드러낸 차량

인양을 시작한 지 약 4시간이 지난 오후 5시쯤 흰색 트라제XG 차량이 수면으로 모습을 드러냈다. 큰 파손 없이 육상으로 인양된 차량은 부식이 매우 심했다. 외부에는 다량의 따개비와 내부에는 펄이 유입된 상태로 차대변호조차 확인되지 않는 상태였다. 한 눈에도 추락한 지 상당한 시간이 흐른 것으로 보였다.

과연 이 차량은 어떤 사연으로 바다 한가운데에, 그것도 형체를 알아볼 수 없는 상태로 발견된 것일까? 과학수사요원들은 차분히 감식 준비를 했다

### 백골이 되어 발견된 변사자

감식이 시작된 지 약 30분 정도 지났을까. 차량과 증거물이 훼손되지 않도록 조심스럽게 펄을 제거해 나가던 중 차량 내부를 뒤덮은 펄 속에서 의복 등 유류품 9점(라이터, 소주병, 음악 테이프, 명함 등)을 수거했지만 신원을 특정할 만한 자료는 발견되지 않았다.

잠시 후, 펄 속에서 사람의 두개골이 발견됐다. 단순히 차량만 버려진 사건이길 바랐던 과학수사요원들은 안타까운 심정으로 조금씩 펄을 씻어내면서 손끝 감각에 의지해 나머지 유골을 찾기 시작했다.

결국 총 25점\*의 유골을 발견했고 복원작업을 실시했다. 또한 차량 보조석 글로브 박스에서 자동차보험가입증명서를 발견했다. 물로 씻고 드라이기로 건조한 후 계약자가 주○○씨임을 확인할 수 있었다.







### 신원 확인

이제 신원을 알아내는 과정이 남았다. 국립과학수사연구원에 유골의 DNA가 저장, 관리되고 있다면 신원을 알아낼 수도 있지만, 감정결과까지 걸릴 시간을 생각하면 다른 방법을 모색해야 했다. 변사체가 백골 상태라면 이미 많은 시간이 흘렀을 것이라고 추정은 되지만, 사건과 관련된 작은 단서라도 찾으려면 서둘러야 했다. 어느덧 밤이 깊었지만 아직 끝난 것이 아니었다. 이제 유골 25점에 대한 객체 분류 작업을 해야 했다. 객체 분류 작업이란 흩어져 있는 유골을 온전한 사람의 형태로 맞추는 작업이다. 이 작업으로 신장 178cm의 1인 유골이라고 특정할 수 있었지만, 혹시 또 다른 사람의 유골이 포함되어 있을 가능성을 배제할 수 없었다.

따라서 국과원에 25점의 유골 DNA 감정의뢰와 함께 수집한 현장 증거를 기초로 실종아동 등 프로파일링시스템을 이용해 신원을 확인하기로 했다.

### 15년간의 힘든 기다림을 마치고

유골의 신원은 차량에서 발견된 보험계약서의 주○○(남성)씨였다. 주씨의 아버지는 2005년 4월에 가출신고를 했고, 신고내용과 현재까지 수집한 증거자료가 일치했기 때문이다. 또한, 국과수 DNA 감정결과 밝혀진 유골과 아버지의 DNA 감정결과(친자관계가 성립될 확률이 99.9999%)로 신원을 최종 확인했다.

본 사건은 변사자가 15년이라는 긴시간 동안 바닷속 차량 내부에 실종된 사건으로, 목격자나 CCTV 기록, 차량 블랙박스 등 당시 상황을 추정할 수 있는 정보가 전혀 없었다. 차량 추락 경위, 변사자 사망 원인 등 사건의 실체를 정확히 밝혀내는 것이 매우 힘든 경우로 죽음과 관련된 미세한 증거라도 찾기 위해 다른 어떤 사건보다 신중하고 철저한 감식을 한 사건이었다.

서해청 과학수사요원들은 차갑고 어두운 바닷속에서 15년동안 외로웠을 변사자를 생각하니 가슴 한편이 시려왔다. 아들을 애타게 찾던 아버지와 가족의 품으로 유골이나마 돌아간 것을 다행으로 생각하며 사건을 마무리했다.

## 해군 군사경찰단 수중과학수사 사례

2016년 8월 16일 오전 8시30분, 엄청난 굉음과 함께 폭발음이 주변을 덮쳤다. 소리의 근원지를 찾아보니 수리 중인 70톤급 선박에서 폭발한 것으로 확인됐다. 폭발 선박 주변은 가스로 추정되는 냄새가 진동했다.



신현구

해양과학수사센터 대위



실종추정 구역(약 5,000㎡)에서  
10명 1개 조 편성, 다이버 간 1m  
유지 해저면까지 스킨다이빙 실시



수중무인탐사기



- 37.5×28.9×22.3cm
- 6.1kg(콘솔 16kg)
- 사용수심 / 300m
- 소나/카메라 동시운용
- 다양한 로봇 팔 운용

## 수중수색 실시

즉시 인명구조 및 원인분석을 위해 SSU, UDT 등 다이빙이 가능한 특수부대원 100여 명을 소집해 즉각 대규모 수중수색에 돌입했다. 수색구조 장소는 약 5,000㎡로 축구경기장보다 조금 작은 범위로 구획했다. 사고 장소 수심은 약 10~15미터 내외여서 스쿠버가 아닌 스킨다이빙 형태로 수색을 실시했다.

## 수중무인탐사기 ROV 투입

실종자 수색 약 4시간이 지났지만 실종자와 소지품으로 추정되는 물건 등 위치를 추정할 단서조차 발견되지 않자 상부는 비상시 작전용으로 사용하는 수중무인탐사기 ROV 투입을 결정했다. 수중무인탐사기 ROV는 음파탐지(SONAR)와 수중카메라 기능을 갖춘 장비로 투입한 지 몇 분이 채 지나지 않아 수중무인탐사기 카메라 영상에 실종자를 발견하는 성과를 냈다.

## 수중현장감식요원 투입

수중무인탐사기(ROV)가 파악한 실종자 위치를 바탕으로 해군 수중 현장감식요원은 수중무인탐사기 통신라인을 따라 천천히 하강했다. 물체가 탐지된 구역의 수심은 약 11미터였고, 진흙으로 구성된 해저면 특성상 시야는 30센티미터 이내로 한치 앞도 보이지 않는 어두운 상태였다.



수중무인탐사기 ROV 수색모습

▶ ROV 영상자료를 추출한 결과, 물체가 탐지된 구역의 시야는 약 1m미만으로 확인

해군 수중현장감식요원은 실종자 신체의 얼굴과 찰과상, 열상 등 주요 부위 촬영에 성공했다. 채증을 끝낸 뒤 해중에서 마커부이(Marker Buoy, 위치송신장치)를 수면 위로 쏘아 올렸다. 대기 중인 보조다이버는 수중용 들것과 리프트백(Rift Bag/부력조절 지원장비)을 지참, 마커부이 라인을 따라 하강한 뒤 사전에 약속된 축\*신호로 소통하면서 무사히 실종자를 인양했다.

\* 축(觸)신호 : 시야가 좋지 않을 때 다이버 간 소통 방법으로 손, 어깨 등 신체를 잡아 주무르는 형식으로 의사소통을 진행 한다 (2회-OK 응답 / 3회-작업시작 / 4회-작업종료/상승 등)



## 감식 결과

폭발사고 원인 규명과 정확한 감식결과와 신뢰도 확보를 위해 해군군사경찰단, 국방부조사본부, 국립과학수사연구원, 한국가스안전공사 등이 참여하는 민관합동 현장감식팀을 구성했다.

합동 현장감식팀은 제일 먼저 감식관 안전을 확보하기 위해 사고 잠수정을 상가하여 감식확인했다. 그 결과 선박 내부에 그을음이 거의 발견되지 않은 점, 수중현장감식팀의 실종자 수색 과정과 인양 결과 등을 바탕으로 폭발 사실을 규명했다. 폭발사고 지침에 따라 함정 실내 가스를 매집했는데 상가 완료 이후에도 지속적으로 가스가 누출됐다. 가스성분은 혼합가연성 가스(수소, 메탄, 이산화탄소 등)로 확인됐다.

사고 선박 안의 축전지 계통에서 지속적인 가스누출이 확인된 점을 바탕으로 조사한 결과, 사고 함정 전/후부 축전지실 및 기관실 보조배터리에서 발생한 수소가스가 외부로 배출되지 않고 장기간 실내로 유입·축적됐으며, 이때 공기가 여러 가스와 결합하면서 혼합가연성 가스가 된 상태에서 전원계통 스위치 작동 시 발생한 스파크에 의해 점화 폭발된 것으로 최종 추정했다.

### 축전지에서 발생한 수소가스와 폭발의 관계

한국산업안전보건공단(축전지 취급에 관한 기술지침)에 따르면 축전지 특성상 전해액 속 물의 전기분해 결과로 수소와 산소가스가 발생하며, 이들 가스 혼합물에 점화원이 접촉되면 폭발 가능성 존재한다.

축전지는 완전 충전에 가까워지면서 많은 가스가 생성돼 폭발 위험이 크게 증가하고, 수소와 산소 가스가 2대1로 혼합될 경우 폭발 위험이 매우 커진다. 특히 방전 시에도 내부 열로 인해 황산과 물로 이루어진 전해액에서 증기가 발생하면서 폭발할 수도 있다. 또한 외부 배선, 내·외부 연결부, 전지 구성의 결함 등은 주요 점화원인으로 작용할 수도 있다. 따라서 항상 환기가 잘되는 환경을 유지하고 배기밸브 등 강제 환기조건을 충족시켜야 하며, 수소농도와 환기시스템 고장을 탐지하기 위한 경보시스템을 구비해야 한다.



축전지 가스 누출 점검



수소가스 누출에 따른 축전지실 폭발사례



해역별 수중데이터 축적



ROV의 소나와 영상을 동시 활용한 수색훈련 모습

## 사고 이후 변화

해군 군사경찰은 이 사건 이후 시야가 확보되지 않는 수중에서 음파탐지 기능이 장착된 ROV를 이용해 수중 사체를 수색하는 등 장비를 활용한 수중탐색기법의 필요성을 느끼고 2018년 ROV장비를 추가 도입했다. 또한 ROV 운용능력 확보와 발전을 위해 자체 운용요원을 연 4회 정기적으로 훈련시키고 있으며, 군항지역을 포함한 국내 주요 해역별 수중 데이터를 축적하고 있다.

수중에서 발견된 사체나 증거물 채증 후 사체와 증거물 인양 임무수행 시 2인 이상의 다이버 간 사전 팀워크 향상의 필요성을 인식하고 연 2회 수중과학수사요원 양성·기본과정(2018년 이후 해양경찰 11명 참가 및 수료)을 개최한다. 분기 1회 이상 워크숍 및 세미나 등 합동훈련도 실시하고 있다.

특히 워크숍·세미나와 합동훈련 경우 해양과학수사센터 내 수중과학수사 상설 요원(5명)을 포함해 각 해역에서 근무 중인 비상설 요원(19명)도 반드시 연 1회 이상 참가토록 해 수중과학수사 능력의 상향 평준화를 도모하고 있다.



민·관·군 호한기 수중감식 합동훈련

마지막으로 위 사례와 같이 광범위한 수중수색이 필요함에도 ROV 장비 사용이 불가능할 때를 대비한 다이빙 특수부대원이나 해경, 소방의 구조, 특공대 등의 인적 자원 네트워크를 적극 활용한 수중수색도 필요하다고 판단해 호한기 합동 훈련을 기획하고 수중폭발물 상황을 가정한 대테러 훈련도 참여하고 있다.

수중 현장감식은 수중환경의 특성에 따라 육상 현장감식과 다르게 감식 요원의 안전문제가 매우 중요하다. 예를 들어 무감압 한계시간을 초과하는 수중수색이나 질소마취와 같은 잠수병에 노출된 수중과학수사요원의 안전에 대한 대비가 반드시 필요한 것이다. 현장감식이 이뤄지는 수사현장이 자칫 우리 요원의 사고현장으로 이어질 수 있기 때문에 구급차나 비상 다이버 등의 준비가 필수적이다

해군 군사경찰단은 안타까운 폭발사고를 통해 우리의 소중한 전우를 잃게 되었고, 사고현장에서 과학수사 임무를 수행하는 또 다른 전우의 불상사를 예방하기 위한 세부절차와 노력의 필요성을 인식하는 계기가 됐다. 최신 장비 도입과 지속적인 제도 개선이 뒷받침된 상황에서 실체적 진실을 추구하는 과학수사가 실시되어야 할 것이다.











# Zoom In

바다를 알다 82

과학수사 서프라이즈 86

KCG News 90



## 해양경찰 CSI 전 세계와 함께하다



국내 최대 규모 CSI학술행사로 2015년부터 매년 개최, 국내·외 과학수사 관계자가 다수 참가하는 최신 CSIT렌드 교류의 장

2020년 10월 22~24일 인천 송도컨벤시아에서 경찰청 및 CSI학회가 주관하는 국제 CSI 컨퍼런스가 열렸다.

경찰, 검찰, 국과수, 국방부 등 국내 CSI 관계자들과 과학수사에 관심 있는 학생 등 1600여 명이 참여했고, 해외에서도 미국, 호주, 싱가포르, 브라질, 인도네시아, 필리핀, 콜롬비아, 라트비아 등 52개 국가 810명이 참석했다. 이번 행사는 코로나19로 인해 온라인 생중계로 진행된 비대면 행사임에도 불구하고 뜨거운 호응을 얻었다.

해양경찰은 처음으로 이 행사에 참여해 최신 해양특화 과학수사 기법을 발표했다.





◀ 1일차는 개막식을 시작으로 OJ Simpson, John F. Kennedy 암살사건 재조사 등에 참여한 세계적 권위의 법과학자 Henry Lee의 기초강연과 함께 세계적인 전문가의 초청강연과 표창원 전 국회의원 등 국내 전문가와 패널 토의가 진행됐다.

▼ 2, 3일차는 분야별 과학수사 세미나를 실시했다. 해양경찰 과학수사는 2일차 법공학 분야에서 '해양 사고 분석을 위한 선박충돌 재현시스템 수사 활용 사례'라는 주제로 세미나를 진행했다.



### 유일한 해양 과학수사 분야 사례 발표

해양경찰청은 2일차 법공학 분야 세미나에서 선박충돌재현시스템을 활용한 '선박항적 정밀분석을 통한 해양특화 과학수사 기법' 수사 활용 사례'라는 주제로 남해지방해양경찰청 과학수사계 박철홍 경위가 발표했다.

'선박충돌 재현시스템'은 해양경찰에서 대형 인명사고의 개연성이 높은 해상 선박충돌 사고의 원인 파악을 위해 2014년부터 2019까지 R&D사업을 통해 최초 개발했다. 현재 남해지방 해양경찰청 등 3개 지방청에서 실제 사건에 사용되고 있으며, 이날 발표에서는 이 시스템의 특성 및 실제 활용사례, 향후 개발계획 등을 소개했다.

CCTV와 현장의 증거물로 사건을 재구성하는 일반적인 과학수사와 달리 과학적 시스템을 활용한 선박충돌 상황재현과정에 대한 생소함 및 해양 과학수사의 고도화된 기법에 온라인 참가자들의 반응이 뜨거웠다.

시스템 개발과정, 법적 증거능력 확보 등 다수의 질문이 이어지는 등 발표는 성공적이었다. 해양경찰청은 향후 매년 행사에 참가할 예정이며 해양특화 과학수사 기법 연구에 최선을 다할 계획이다.





### 선박 충돌 재현시스템

선박 충돌 재현시스템은 2014년부터 2017년까지 해양경찰청에서 진행한 R&D 성과물로 선박 충돌사고 시 정확한 원인 규명을 위한 시스템 개발을 위해 한국해양과학기술원 부설 선박해양플랜트연구소에서 연구과제를 수행했다.

선박 충돌 재현 및 위험도와 피항 가능성을 평가하는 프로그램과 조종모델 기반 선박 충돌 재현 및 회피 시뮬레이션을 개발했다. 1차 사업은 선박 충돌 재현을 위해 AIS, V-pass 기반 항적데이터를 이용했으나, AIS, V-pass를 장착하지 않은 소형선박의 충돌사고 원인 규명을 위해 2019년부터 2022년까지는 2차 사업으로 소형선박 레이더 추적데이터를 이용한 선박 충돌 재현시스템 R&D가 진행 중이다.

현재 1차 사업 결과물을 전국 3개 지방청에 배치, 운영 중이며 결과물을 순차 배치하여 전국 5개 지방청으로 확대 운영할 예정이다.



## 컨퍼런스 발표내용

본 시스템은 항적데이터를 기반으로 충돌을 재현해 사고를 분석하지만, 예인선의 예인줄에 이끌려 움직이는 부선의 경우 항적을 갖고 있지 않기 때문에 선박 충돌 재현시스템으로 충돌사고를 재현할 수가 없다(그림1). 그러나 부선의 경우 예인줄의 일정한 간격을 두고 끌려가게 되므로 이러한 데이터를 반영한 항적을 입력하면 예인선과 부선의 이동 모습을 확인할 수 있다. 사고선박이 예인줄에 걸려 이동이 제한된 상태(그림2)에서 뒤이어 오는 부선과 충돌한 것을 확인할 수 있다.(그림3)

선단을 구성하여 조업하는 선박의 경우(그림4) 본선이 그물을 끌어주고 등선 한 척이 그 선박을 중심으로 일정한 간격을 두고 등글게 둘러싸서 어군을 포위하며 운반선 2~3척이 어획물을 운반하는 역할을 한다. 최초 항해하는 선박 2척이 충돌한 것으로 보면 양측 선박이 충돌에 대한 책임과 과실이 있는 것으로 보이지만 주변 선박 전체의 항적을 보면 2개의 선망선단이 조업을 하는 형태이며, 이때 직접적으로 조업에 참가하지 않는 운반선은 조업선이 아닌 항해하는 선박으로 보게 된다.

조업 참가 여부가 중요한 이유는 해사안전법 제76조 선박의 통항방법 및 선박 사이의 책무에 따라 항해하는 선박은 그물을 끌고 조업을 하는 어선의 진로를 피해야 하기 때문이다. 이러한 책무에 따라 두 선박의 과실 여부가 달라지게 되고 충돌 당시 조업 중이었다는 것을 항적 분석을 통해 입증하는 것은 사건 해결의 중요한 열쇠이다. 초록색으로 표시된 항적을 보면(그림5) 충돌 선박이 중앙의 선박을 중심으로 선회하는 것을 알 수 있으며, 그물을 끌고 있는 전형적인 선망 조업의 형태로 볼 수 있다.

반면 적색으로 표시된 항적을 보면 조업하고 있는 자신의 선단선과는 상관없이 항해하는 운반선으로 보인다. 자신의 조업구역에 들어오는 것을 제지하기 위해서 빠른 속력으로 이동하는 과정에서 충돌한 것으로 볼 수 있다. 검찰에 제출한 이 항적분석 결과를 토대로 가해선박과 피해선박이 특정되고 피해선박은 무혐의로 풀려난 사례였다.



그림1 부선 항적 미입력 화면

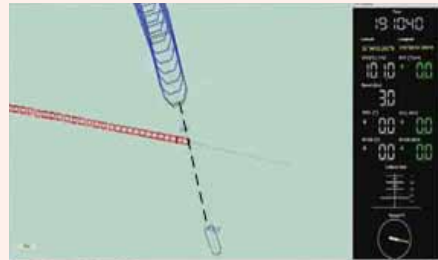


그림2 예인줄에 걸린 선박(적색)

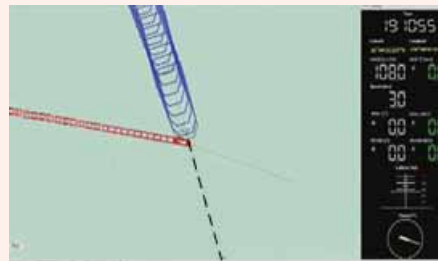


그림3 부선(청색)과 충돌하는 모습

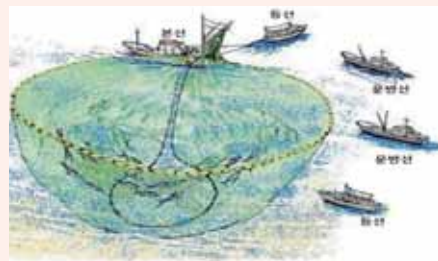


그림4 조업 선단 그림



그림5 조업 중인 선박(초록색)과 항해중인 선박(적색)의 충돌

## 과거에서 미래까지, 신원확인 기법의 발전



김성곤

해양경찰청 과학수사팀

### 베르틸롱 측정법

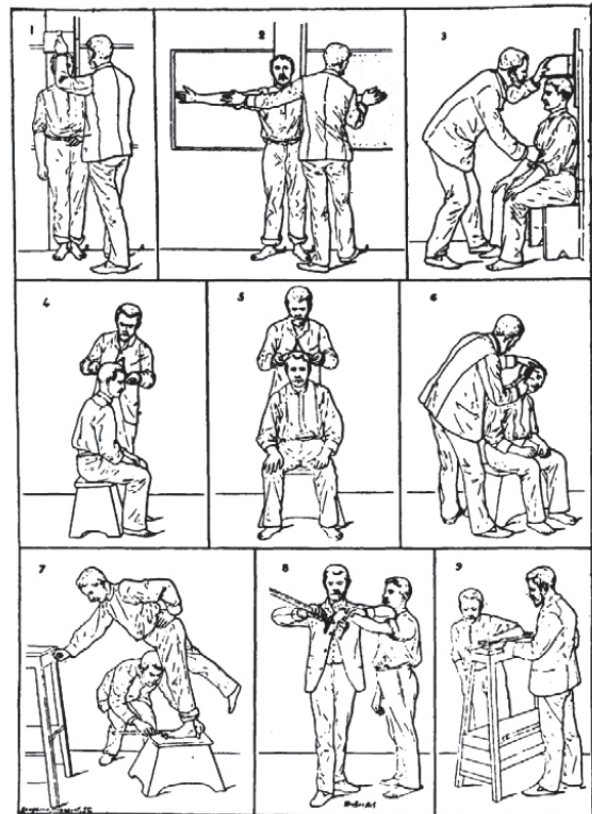
1820년대 법과학자 알퐁스 베르틸롱(Alphonse Bertillon)은 “세상에 똑같은 신체 치수를 지닌 사람은 없다”라는 확신으로 개인마다 지닌 독특한 신체 특징을 이용해 더욱 정교한 범죄자 신원 식별 시스템을 개발했다.

이는 죄수의 키, 왼쪽 팔꿈치에서 중지 끝까지의 길이, 머리둘레, 귀의 길이 등을 측정하는 방법이었다. 측정 부위를 다양하게 구분했는데, 두 사람이 같은 치수를 지닐 확률은 2억 8천6백만분의 1에 불과했다.

베르틸롱 측정법, 다른 이름으로 베르틸로나주(Bertillonage)는 영국에서 최초로 채택했다. 시작 첫해부터 상습 범죄자 3백 명의 신원을 밝혀내는 성과를 이뤘고, 이 시스템은 전 세계 범죄 수사기관으로 퍼져 나갔다.

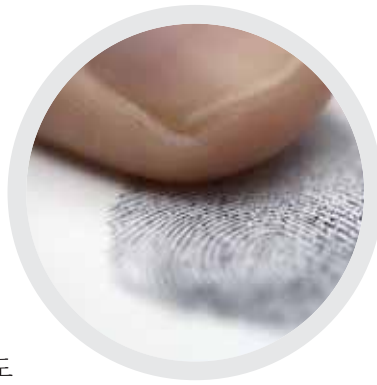
하지만, 외모는 시간이 지나면 변하고 비슷한 외형을 가지거나 수업을 기르는 등의 여러가지 변수가 존재하는 한계가 있어 점차 지문을 이용한 신원확인 방법으로 대체됐다.

### SIGNALEMENT ANTHROPOMÉTRIQUE



## 지문 감식

지금까지 두 사람 지문이 동일한 사례는 보고된 적이 없다. 임신 24주쯤이면 지문이 거의 완성돼 그 패턴이 평생 변하지 않으며, 일란성 쌍둥이라도 지문은 서로 다르다.

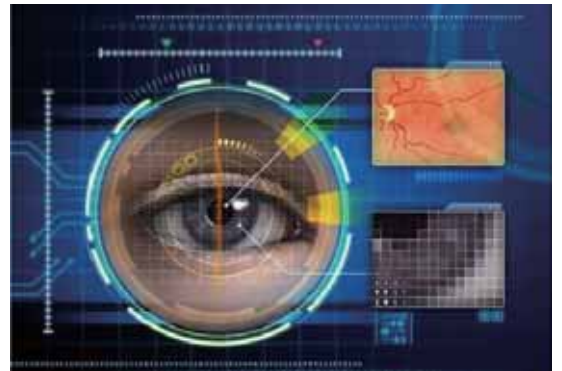


스코틀랜드의 헨리 폴즈(Henry Faulds)는 일본에서 선교 의사로 활동하던 중 일본 도자기공이 자신의 작품에 지문으로 서명을 하는 것을 보고 지문에 흥미를 갖게 되었고, 지속적인 연구 끝에 1880년 지문과 관련된 역사상 첫 번째 논문을 소개했다. 『네이처(Nature)』는 ‘손에 난 피부의 골’에 대해 주제로 지문채취 방법과 범죄자 신원확인 관련 활용법을 소개했다. 지문감정은 지문의 융선이 중단되는 ‘끝점’과 선이 나뉘는 ‘분기점’ 특징점을 추출해 쌍방의 특징점 위치와 방향을 비교하고 동일성을 찾는 방식으로 이루어진다. 대표적 지문 감정법은 크게 2가지로 영국의 에드워드 리처드 헨리가 개발한 ‘헨리식’과 독일 함부르크 룯셀이 1903년 개발한 ‘함부르크식’이 있다. 현재 전 세계적으로 ‘함부르크식’을 가장 많은 국가에서 사용하고 있으며, 우리나라도 함부르크식을 도입해 매년 2만 건 이상의 지문감정을 실시하고 있다. ‘헨리식 지문법’은 1901년 영국 런던 경찰국이 가장 많은 국가에서 사용하고 있으며 1902년에는 미국 뉴욕 시민안전국이 도입해 지금까지 범죄자 지문 감정에 활용하고 있다.

## 홍채 인식

지문 인식에 이어 등장한 신원확인 시스템으로, 사람마다 고유한 특성을 가진 안구 홍채 정보를 이용해 사람을 인식하는 기술 또는 그런 인증 체계를 일컫는다. 사람의 홍채는 생후 18개월 이후 완성된 뒤 평생 변하지 않는 특성을 지니고 있다. 홍채는 내측연(內側緣 : 동공연) 가까이에 융기된 원형의 홍채 패턴으로 구분된다. 홍채 인식은 사람마다 각기 다른 홍채의 특성을 정보화해 개인 신원을 확인하는 기술로 응용한 것으로 홍채의 모양과 색깔, 망막 모세혈관의 형태 등을 분석해 사람을 식별하는 방식이다.

모바일기기에서 이용하는 홍채인식 방법은 홍채를 이미지화한 뒤에 인식 알고리즘이 홍채의 명암 패턴을 영역별로 분석해 개인 고유의 홍채 코드를 생성한다. 삼성핸드폰 갤럭시는 과거 홍채 인식 서비스를 제공했지만, 최근 홍채 해킹 가능성과 안경 착용 시 정확도가 떨어지는 등 문제점이 발생해 갤럭시 S10부터 제거되기도 했다.







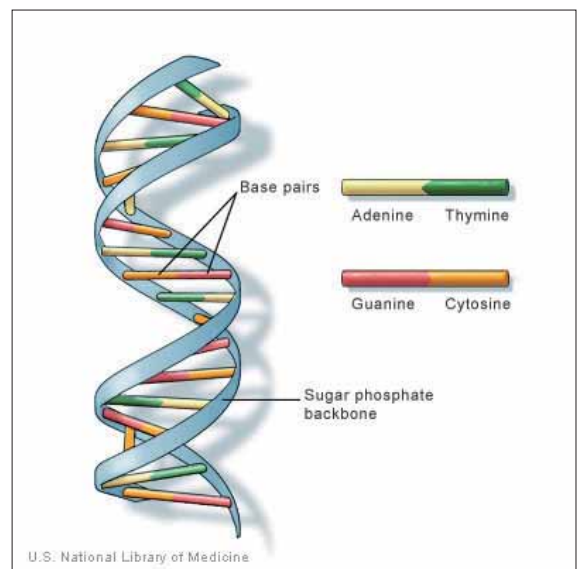
### 수퍼임포즈

수퍼임포즈(superimposition method)법은 법의학 용어로 주검의 골격 사진을 찍어서 그것과 행방불명자의 인체 사진을 밀착 비교, 대조해 신원을 확인하는 방법이다. 1935년 영국에서 신원 확인을 위해 수퍼임포즈 감정 기법이 세계 최초로 사용됐다. 당시 시체의 두개골과 생전의 사진을 감정하여 동일인임을 확인했다. 이후 신원 확인 방법으로 가치가 인정돼 영국뿐만 아니라 세계적인 법의학적 감정 방법으로 활용되고 있다. 우리나라는 1985년 처음으로 도입했으며, 그해 제주도에서 발생한 시체유기 사건에서 수퍼임포즈법을 이용해 신원 확인에 성공한 첫 사례가 있다. 이후 삼풍백화점 붕괴참사, 화성연쇄살인사건 등 국내 주요 사건에서 결정적 역할을 하며 신원 확인의 중요한 방법으로 인정받고 있다.

### 유전자감식 'DNA'

DNA는 deoxyribonucleic acid를 줄인 말로, 우리말로 '디옥시리보핵산'이라 부른다. 개개인에 따라 다양성을 갖는 DNA는 그 종류에 따라 STR(short,tandem,repeat), VNTR(variable number of tandem repeat) 등으로 구분되는데, 이런 부위를 분석하는 행위를 유전자감식(DNA typing, DNA profiling, DNA fingerprinting)이라 한다. DNA는 두 선형 중합체 사슬이 서로 반대 방향으로 뻗어나가면서 공통의 축 둘레를 오른쪽으로 감은 이중나선 구조로 신원을 구분하는 방법이다.

작은 DNA에서도 매우 큰 정보량을 얻을 수 있으며 개인마다 서로 다른 특징으로 신원을 특정할 수 있다. 유전자 감식정보는 각종 사건 사고의 신원 확인, 범죄현장 혈흔이나 정액 등 유전자형을 비교, 분석하는 법의학적인 목적으로 사용이 가능하다. 개인의 유전자형 보관으로 사고사한 사체의 식별, 미아 및 이산가족 찾기 등의 목적에 활용될 수 있으며 모든 사람은 부모로부터 각각 23개씩의 염색체를 이어받기 때문에 부모와 자식 간의 혈연관계를 밝혀내는 데도 유용하다. 1985년 영국에서 유전자 감식의 발상이 처음 시작되었고, 우리나라는 1991년 도입한 후 유죄 확정된 범죄자의 DNA 시료를 채취해 등록, 관리하고 있다. 유전자 검사는 2019년도 기준 20만 건으로 매년 증가 추세다.



## 미래의 신원확인 방법 빅데이터와 결합한 인공지능



### 안면인식 기술로 '포스트 코로나' 역할 톡톡

코로나 바이러스는 안면인식 기술의 발전을 더욱 촉진하고 있다. 코로나 확산을 막기 위해 확진자 경로 예측 시스템에 안면인식 기술이 활용되기 시작한 것이다. 개인의 사생활 침해라는 이유로 개발에 한계가 있었던 안면인식 기술에 코로나는 디지털 감시 체계의 명분을 제공한 셈이다. CCTV 영상을 통해 코로나19 의심자를 숙아내고, 격리시키는 과정에서 마스크를 착용해도 개인을 식별할 수 있는 첨단 기술까지 개발됐다. 또한 범죄자 신원 파악과 추적, 불법행위 색출과 사회통제 수단 등 안면인식 기술을 전방위적으로 활용할 수 있다.

안면인식 기술로 군중 속 테러범, 성범죄자 등 고위험군 범죄자를 검거하거나 실시간 위치 파악, 실종 어린이 찾기 등 순기능과 반대로 인권침해라는 역기능이 공존하는 상황이다.

중국은 안면인식 기술을 활용하기 위해 30억 개의 얼굴인식 데이터를 확보했으며, 중국의 도시 '선전'과 '충칭'에서는 700만 픽셀 해상도 카메라를 설치해 교통신호 등을 위반한 보행자의 사진을 캡처하고, 안면인식과 빅데이터 기술을 이용해 무단횡단자를 식별해 벌금을 자동으로 부과하고 있다.

대한민국 역시 신원확인이 가능한 AI 기술을 연구하고 있으며, 향후 범죄예측 시스템, CCTV 영상분석, ATM 영상분석, 보행형태 분석을 통한 개인별 데이터를 구축할 예정이다. 또한 이미지 인식, 객체 인식, 텍스트 인식, 의료 영상분석 등 다양한 AI 기술 플랫폼 개발, 활용이 멀지 않았다.

### '범죄자 신원확인' 프로그램으로 영화 속 이야기가 현실로!

영화 속 장면이 현실화되고 있다. 2002년 개봉한 영화 <마이내리티 리포트>는 앞으로 일어날 살인 사건을 예언한다. 영화 속 이야기처럼 현실에서 인공지능(AI)이 범인의 신원을 밝히는 수사관으로 대체되고 있다. 영국에서는 '국가 데이터 분석 시스템(NDAS)'란 범죄 예측 프로그램을 개발하고 있다. 시민들의 나이, 범죄나 구금 기록, 사건 첩보, 경찰 출동 기록 등 범죄 예측에 활용할 수 있는 1,400개 지표의 빅데이터로 '잠재적인 범죄자 신원확인'하는 프로그램이다. 인공지능의 '딥러닝(심층학습)' 기능을 활용해 미래 범죄자를 특정하고 범죄자·피해자를 찾아내는 것이다.

딥러닝을 통해 과거 기록들을 AI 빅데이터와 연동해 범죄자 신원확인, 범죄 유형, 발생 장소, 시기 예측을 다양한 지표로 생산한다. 딥러닝 기술의 특성상 투입되는 데이터와 시간이 더 많아질수록 더 나은 분석 결과를 내놓게 된다.

또한 미국 전역에서 활용되는 프레드폴(PredPol)이라는 프로그램은 최근 1~5년간 범죄 유형과 발생 시각, 위치 등의 데이터를 분석해 앞으로 12시간 이내에 범죄 발생 가능성이 큰 범죄자와 해당 지역을 알려주는 프로그램이다. 프로그램의 예측에 따라 경찰은 어느 지역을 집중적으로 순찰해야 하는지를 알 수 있게 되고, 미국 시카고의 경우 '프레드폴'을 적용한 이후 강력사건 검거율이 30% 이상 증가하기도 했다.



KCG News

## 해양경찰, 2020국민안전발명챌린지 대상 수상

해양경찰청과 함께 경찰청, 소방청, 특허청 등 4개 기관이 주관하는 제3회 국민안전 발명챌린지 시상식이 2020년 11월 11일 국회 의원회관에서 개최 되었다. 해경·경찰·소방청 소속 공무원 대상으로 한 재난·치안 분야에서 즉시 현장적용 가능한 발명 아이디어 공모전으로 총 763건의 아이디어가 공모되어 1차 서면심사, 2차 대면심사를 거쳐 최종 27건이 선정되었다. 영예의 대상은 압박식 생기는 문제점과 지혈시간을 확인하기 어려웠던 점을 개선, 시간기록(타이머), 한국인 체형을 고려하여 더 빠르고 안전하게 응급처치가 가능케 한 서해지방해양경찰청 소속 황순중 경사가 발명한 “다이얼 방식 지혈대”가 차지하였다.

또한 서해지방해양경찰청 김준수 경장의 ‘올인원(All in One) 멸균 면봉’과 태안해양경찰서 강정구 경사의 “방수 정강이 보호 스타킹” 이 은상을 차지하는 등 해양안전에 위한 다양한 발명품이 입상하였다.





## 과학수사기법 국제학술대회 우수 연구 선정



해양경찰 연구센터에서 수행 중인 “해양착생생물을 이용한 해양투기시간 추정기법 연구”가 2020 한국수산과학회 국제학술대회에서 우수 연구 성과로 선정되었다. 수상한 연구과제는 장소와 시기 등 바다 환경의 다양성을 기반으로 해양생물 출현 양상이 다를 가능성에서 착안, 동·서·남해를 6개 해역으로 구분하여 시험장을 구축, 금속과 목재, 섬유, 플라스틱 등 다양한 재료의 가상 증거물을 바다에 담귀 30일 간격으로 약 3년(‘17년 ~ ‘19년)에 걸쳐 추적 실험했다.

그 결과 바다 속에 잠겨 있던 실험 대상물질에 지역별로 다른 해양착생생물이 출현했으며, 지역 특이종도 발견했다. 앞으로 연구 성과가 해양분야 수사 현장에 효과를 크게 발휘할 수 있도록 추가 분석을 진행해 나갈 계획이라고 했다.

## “내 손 잡아” 목숨 걸고 구조 손길 내민 ‘바다의 의인’ 선정

해양경찰청은 바다에서 위기에 처해 구조의 손길을 기다리는 간절한 이들에게 남다른 희생정신으로 손을 내민 어선 선장 3명과 2개 단체를 ‘바다의 의인’으로 선정했다.

‘바다 의인상’은 해양에서 발생한 각종 사고로부터 인명을 구조해 사회적 귀감이 되는 사람이나 단체를 발굴함으로써 그 공로를 기리고 민간의 자발적인 해양 구조 활동 참여를 제고하기 위해 제정한 상으로 올해 3회를 맞았다.

개인수상은 침수하는 낚시어선의 승객과 선원 총 9명을 구조한 정병오(56세) 화성호 선장, 해상에서 어선이 전복되자 해양경찰과 합동 구조로 승선원 10명중 7명을 구조한 지의경(57세) 정일호 선장, 해상에서 어선에 화재가 발생하자 자신의 어선을 이용 승선원 7명을 구조하고 예인을 실시한 이창민(56세) 나라호 선장 등 3명이며, 단체수상은 제주도 범섬 인근바다에서 다이버 3명을 해양경찰과 수색해 3시간 만에 구조한 ‘리솜 퍼시픽 마리나’와, 2014년부터 해양경찰의 수색·구조에 동참해 왔으며, 수색 구조역량 강화를 위해 수시로 훈련을 실시한 공이 인정된 ‘해양구조협회 경남서부지부’이 영예를 안았다. 수상인에게는 상장과 함께 기념패, ‘바다의 의인’ 선박 부착용 동판 등이 시상됐다.



## 제2회 증거수집 역량강화 CONTEST

2020년 11월 4일 '제2회 증거수집 역량강화 CONTEST'가 열려 열린 경연이 펼쳐진 가운데 영예의 1위는 울산해양경찰서 1009함이 차지했다. 이날 참여자들은 외국어선 불법조업, 해양오염, 밀수 등 해양범죄 단속현장에서 증거 확보 방법과 수집된 증거의 수사활용 우수사례 8건을 2시간에 걸쳐 보여줬다. 콘테스트는 코로나19로 인해 대면·비대면(온라인 영상 중계) 융합 발표회로 진행됐다. 평가위원 10명이 증거수집 난이도, 사법처리 활용 등 6개 항목을 평가, 최종 5건을 선발했다.



## 해양경찰 서부정비창 신설사업 추진

해양경찰은 총사업비 2,000여억 원을 투입해 목포 신항 허사도 일대 10만 9천여㎡ 부지에 대형함정 3척과 중·소형 경비함정 12척을 동시 수용, 수리할 수 있는 서부정비창을 2024년 준공 목표로 추진 중이다.

현재 기본설계 용역을 마무리하고 총사업비 증액 등을 통해 턴키로 발주할 예정이다. 전남지역 중소산업체와 협업 사업을 진행하면서 장기침체에 빠진 지역 조선산업 활성화와 일자리 창출에도 기여할 것으로 기대된다.



## 해양경찰관이 쓴 어린이 해양안전동화

통영해양경찰서 김은하 경위가 해양사고의 위험에서 우리 아이들을 지킬 교육적이고 재미있는 '해양안전동화'를 출간했다. 15년간 해양경찰로 근무해 온 저자가 아이들에게 꼭 알려주고 싶은 해양안전 상식을 어린이 눈높이에 맞춰 이해하기 쉬운 동화로 쓴 것이다. 또한 해양안전동화 판매 수익금 일부는 해양종사자를 위해 사용될 예정이다.



살고자 하면  
입을 것 이요  
죽고자 하면  
벗을 것 이다

이순신



해양경찰청  
KOREA COAST GUARD



# the scene

해양과학수사저널 Vol. 3 2020



인천광역시 연수구 해돋이로 130(송도동 3-8)

대표전화 032-835-2000 홈페이지 [www.kcg.go.kr](http://www.kcg.go.kr)