



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

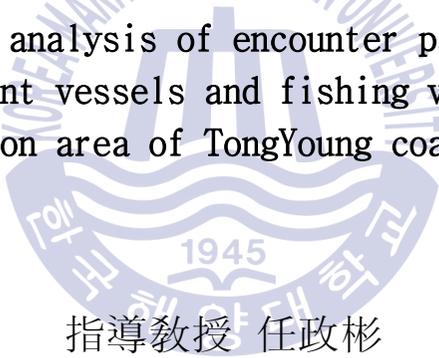
이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

工學碩士 學位論文

상선과 어선의 조우패턴 분석에 관한 연구
-통영연안 VTS 관제구역을 중심으로-

A study on the analysis of encounter patterns between
merchant vessels and fishing vessels
-Focused on area of TongYoung coastal VTS-

The seal of Tongyeong Maritime University is a circular emblem. It features a central figure of a person standing on a base, with a book open below. The year '1945' is inscribed in the center. The outer ring of the seal contains the university's name in Korean: '통영해양대학교' at the top and '1945' at the bottom.

指導教授 任政彬

2018年 8月

韓國海洋大學校 大學院

海上交通學科

林 勤 營

본 논문을 임근영의 공학석사 학위논문으로 인준함.



위원장 이 춘 기 (인)

위원 공 길 영 (인)

위원 임 정 빈 (인)

2018년 08월

한국해양대학교 대학원

목 차

List of Tables	v
List of Figures	vi
Abstract	vii
1. 연구 배경	1
2. 연구방법	
2.1 연구절차	2
2.2 VTS 개요	2
2.2.1 우리나라 해양교통관제 시스템(VTS)	2
2.2.2 우리나라 VTS의 인원 및 시설, 장비현황	11
2.3 연구 대상 해역	15
2.3.1 연구 대상 해역 특성	15
2.3.2 연구 대상 해역 선박 통항량	17
2.3.3 연구 대상 해역 선박 이동경로	18
2.3.4 연구 대상 해역 선박 사고현황	19
2.3.5 연구 대상 해역 선박 이동경로	22
3. 실험 및 결과	
3.1 실험방법	27
3.2 실험결과	28
3.2.1 상선 통항패턴	29
3.2.2 멸치권현망 통항패턴	31
3.2.3 낚시어선 통항패턴	33
3.2.4 대형선망어선 통항패턴	35
3.2.5 유자망어선 통항패턴	37

3.3 실험결과 분석	38
3.3.1 상선 간 조우패턴 분석	38
3.3.2 상선과 멸치권현망어선 간 조우패턴 분석	40
3.3.3 상선과 낚시어선 간 조우패턴 분석	42
3.3.4 상선과 대형선망어선 간 조우패턴 분석	44
3.3.5 상선과 유자망어선 간 조우패턴 분석	46
4. 결론	48
참고문헌	49



List of Tables

Table 1	항만VTS와 연안VTS 특성 비교	10
Table 2	통영연안VTS 2017년 선박통항량	17
Table 3	통영해경서 관할해역 내 최근3년간 해양사고 선종별	19
Table 4	통영해경서 관할해역 내 최근3년간 해양사고 원인별	20
Table 5	해상교통량 측정 기준	27



List of Figures

Fig. 1 우리나라 VTS 현황	12
Fig. 2 통영연안VTS 관제 구역도	15
Fig. 3 통영연안VTS 월평균 통항선박 이동경로	18
Fig. 4 통영연안VTS 비어선 이동경로	22
Fig. 5 통영연안VTS 어선 및 비어선 이동경로	23
Fig. 6 통영연안VTS 내 멸치권현망 집단조업 현황	25
Fig. 7 상선 이동 항적, 2018년 3월 15일	29
Fig. 8 상선 1일 평균 이동 경로, 2017년 통계	29
Fig. 9 멸치권현망 어선 이동항적, 2018년 2월 4일	31
Fig. 10 멸치권현망 어선 평균 이동 경로, 2017년 통계	31
Fig. 11 낚시어선 이동항적, 2017년 9월 15일	33
Fig. 12 낚시어선 평균 이동경로, 2017년 통계	33
Fig. 13 대형선망어선 이동항적, 2018년 4월 3일	35
Fig. 14 대형선망어선 평균 이동경로, 2017년 통계	35
Fig. 15 유자망어선 이동항적, 2017년	37
Fig. 16 상선 간 조우 패턴에 따른 연구결과 분석	38
Fig. 17 상선과 멸치권현망어선 조우 패턴에 따른 연구결과 분석 ..	40
Fig. 18 상선과 낚시어선 조우 패턴에 따른 연구결과 분석	42
Fig. 19 상선과 대형선망어선 조우 패턴에 따른 연구결과 분석	44
Fig. 20 상선과 유자망 어선 조우 패턴에 따른 연구결과 분석	46

A study on the analysis of encounter patterns between
merchant vessels and fishing vessels
-Focused on area of TongYoung coastal VTS-

Im, Geun Young

Major in Vessel Traffic Service
Department of Maritime Traffic information
Graduate School of Korea Maritime and Ocean University
Busan, Korea

Abstract

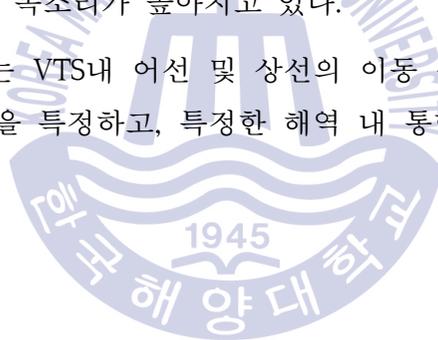
The purpose of this study is to analyze the encounter patterns between merchant ships and fishing vessels. The study area is set as TongYoung coastal vts control area. It is an area suitable for study because the number of fishing boats in the area is the largest in Korean territorial sea. To analyze the traffic pattern, traffic data for 365 days in 2017 was collected and was based on AIS signal. I got the result that the number of fishing boats groups with certain patterns were four in the area. The encounter pattern between each of the four groups and merchant ships were analyzed. As a result, the areas which has specific encounter pattern between each fishing boat group and merchant ships were found. And one of several area which each fishing boats has encounter pattern with merchant ships were matched. The area is also the most heavy traffic area of merchant ships. This study would be helpful for preventing from marine accidents.

1. 연구 배경

최근 3 년간 선박사고 통계자료에 따르면 전체 선박 사고 중 어선과 관련된 사고가 약 70 퍼센트를 차지하고 있다. 이러한 어선 충돌사고의 가장 큰 문제점은 대부분의 어선은 소형선박으로서 충돌사고가 발생하게 되면 구조 활동의 제약으로 많은 인명피해로 이어지고 있다는 것이다. 선박 통항량이 증가하고 해상 교통 환경이 복잡해짐으로써 어선충돌사고의 위험성이 높아지고 있는 현 시점에서 다양한 측면에서의 충돌사고 방지를 위한 연구가 필요하다

이의 일환으로 최근 항만 및 연안 해역에서의 잦은 어선충돌사고로 인해 적극적이고 집중적인 교통관제의 필요성이 제기되고 있고, VTS 관제 장비의 첨단화에 따른 양질의 정보서비스 욕구가 지속적으로 증가하고 있어, 어선관리를 위한 대책 마련에 대한 목소리가 높아지고 있다.

따라서 본 연구에서는 VTS내 어선 및 상선의 이동 특성을 분석하여 관제구역 내 사고 위험 구역을 특정하고, 특정한 해역 내 통항 선박의 통항 패턴 분석을 목적으로 한다.



2. 연구방법

2.1 연구 절차

본 연구는 어선충돌사고의 원인에 대한 연구를 다양한 시각에서 수행하고자 한다. 연구 과정은 두 단계로 이루어져있다.

1. VTS구역 내 어선의 통항패턴을 분석하고 어선과 비어선간 충돌의 위험이 존재하는 해역을 찾기 위하여 AIS와 V-PASS를 통해 항해 데이터를 수집한다. 수집된 데이터를 어선과 비어선으로 분류하여 통영연안 VTS 관제구역 내 일정 기간 동안의 선박 동향을 추출하여 해상교통흐름을 파악하고 어선과 비어선간 사고를 분석한다.

2. 어선과 비어선간 조우되는 해역을 찾고 어선 조업 형태에 따른 어선 이동 특성 및 조업 해역 특성을 파악 후 상선과의 사고발생을 피하기 위한 방법을 연구하였다.

2.2 VTS 개요

2.2.1 우리나라 해양교통관제 시스템(VTS)

VTS의 정의

VTS는 Vessel Traffic Services 또는 Vessel Traffic System의 준말로, 선박교통관리제도이다. 국제해사기구(IMO)와 국제항로표지협회(IALA)에서는 선박교통관리제도(VTS)를 “선박통항의 안전과 효율을 증진시키고 환경을 보호하기 위해 책임 있는 당국(Competent Authority)이 실행하는 서비스” 라고 정의하고, 이 서비스는 “통항하는 선박과 상호 작용할 수 있는 능력을 갖추어야 하고, VTS구역 내에서 진행되는 선박통항상황에 대응할 수 있어야 한다.” 고 규정하고 있다.

VTS는 1948년 영국에서 처음 설치된 이후, 교통흐름의 효율성 증대 및 해양 사고의 감소에 대한 유효성을 인정받아 현재까지 세계 각국에서 다양한 형태로 발전하고 있으며, 그 정의 또한 국가마다 조금씩 차이를 보이고 있다. 미국의 경우 ‘선박교통의 안전과 효율성을 향상시키고, 환경을 보호하기 위해 미국 연안경비대에 의해 이행되는 서비스’ 라고 정의하고 있으며, 독일의 경우 ‘선박으로부터 야기될 수 있는 충돌 및 좌초사고의 예방, 교통흐름 통제와 해양환경에 대한 위협을 예방하기 위해 제공되는 정보의 집합체’ 라고 정의하고 있다.

우리나라의 경우 해양경찰청 해상교통관제센터에서는 해상교통관제시스템(Vessel Traffic Service System, 이하 VTS라 칭함)을 다음과 같이 설명하고 있다.

레이더, VHF, AIS 등을 이용하여 선박의 위치를 탐지하고 선박과 통신할 수 있는 설비를 이용하여 항만 또는 연안해역의 선박교통안전과 효율성을 확보하고 해양환경을 보호하기 위하여 관제구역 내 통항선박의 동정을 관찰하고 이에 필요한 정보를 제공하는 정보교환체제를 말한다.

이와 더불어 SOLAS 제 5장 제 12규칙을 살펴보면 “VTS는 해상에서의 인명의 안전, 항해의 안전과 효율에 기여하고, 해상교통이 야기할 수 있는 유해한 환경으로부터 해양환경, 인접해안, 작업장 및 연안 해상설비를 보호하는 데 기여한다.” 라고 규정하고 있다.

VTS의 목적

VTS는 1940년대 영국 Isle of Mand에 최초로 설립된 이 후 현재까지 항행원조시설(Aids to Navigation)로써 통항선박 감시 및 조정, 항행정보 및 주변 교통상황 전달을 통해 해상 교통 혼잡을 억제시키고, 해양사고를 감소시키는 데에 이바지해왔다.

IMO Resolution A.857(20) 규칙에서는 VTS의 Guideline을 제시하고 있으며, 여기서 설명하는 VTS의 목적은 다음과 같다.

- 항해의 안전과 효율 증진
- 해상에서의 인명 안전 증진
- 해양환경 보호 증진

이와 같은 목적을 가진 VTS는 해상에서 통항하는 선박들에게 항행정보를 제공하여 선박의 안전성을 증대시키고 있으며, 해상 레저 산업을 발전시키고, 또한 해양 환경을 보존하는 데에도 큰 공헌을 하고 있다. 이처럼 VTS는 선박 교통량이 밀집해 있는 연안 해역 및 항만의 입구에서 정확한 통항상태를 수집, 파악하는 것을 통해 사고 발생 개연성을 예방하고, 각각의 사고가 대형 사고로 발전 되는 것을 방지한다.

VTS의 기능

VTS는 일반적으로 VTS 구역 내의 주변상황, 교통현황을 적시에 제공하여 선박의 항해의사결정을 지원하며, 특히 시정제한, 기상악화 시에 선박의 항해 안전지원을 위한 정보의 제공과 VTS 구역 내에서 위험상황의 전개 및 교통의 안전하고 효율적인 이동을 위하여 해상교통지원서비스를 제공하며, 선박보고 부담 최소화 및 VTS 효과 극대화를 위해 정보수집, 평가 및 원활한 자료 제공의 기능을 수행한다. VTS는 레이더와 VHF 음성통신을 통하여 선박을 탐지 및 식별하며 필요시 VHF 음성통신을 이용하여 선박과 교신한다.

VTS의 초기 역할은 선박의 안전운항을 위한 정보제공에 국한 되었으나 1980년대 이후 항로의 효율성 제고를 위해 항법준수 감시기능 및 해양환경 보호기능을 추가하여 적극적인 통항관제로 그 역할과 기능이 커져가고 있다.

VTS의 기능은 VTS 당국의 정책의지 또는 목표에 따라 VTS의 구성요소를 어떻게 구성하는가에 따라 다양하게 구현된다. IMO는 해상교통관제 시스템의 기능을 정보제공서비스(Information Service: INS), 교통관리 서비스(Traffic Organization Service: TOS), 항해원조 서비스(Navigational Assistance Service: NAS)의 세 가지로 크게 구분 짓고 있다.

정보서비스(INS)는 선내의 의사결정과정을 돕기 위해 필수 정보를 적시에 제공한다. 이 서비스 유형은 교통상황 이미지를 유지하고 교통과 상호작용을 하며 끊임없이 변하는 교통 상황에 대응하는 것을 포함한다. INS는 선내의 결정과정을 돕기 위하여 선박의 위치, 교통 정체, 선박의 항행의도, 도착항과 같은 기본정보와 VTS 구역 내 절차의 변경사항과 기상 또는 항행통보, 교통상황 전반에 관한 정보를 제공하는 서비스이다. 이러한 정보서비스는 정해진 시간에 전체적으로 또는 개별적으로 VTS가 일방적인 통보에 의해 시행하는 것이 특징이다. 그러나 INS는 선내의 의사 결정과정에 직접적으로 참여하지는 않는다.

교통관리서비스(TOS)는 안전하고 효율적인 교통 움직임을 제공하고, 가능한 교통위험상황을 식별하고 관리한다. TOS는 선내의 의사결정 과정을 돕기 위해 필수 정보를 적시에 제공하고, 조언이나 지시 또는 명령을 내려 움직임을 감독할 수 있다. VTS 구역 내에서 위험한 통항상황을 예방하고 안전하면서도 효율적인 통항흐름을 유지하기 위하여 제공하는 서비스를 말한다. 따라서 통항흐름을 사전에 계획하는 것에 주력하게 되며, 혼잡한 교통상황이나 특정 선박의 이동이 다른 선박의 항행에 지장을 초래할 때 특히 유용한 서비스이다. 선박들 간의 이동 우선순위, 항로의 할당, 위치보고, 속력제한 등을 규정하는 절차를 사전에 확립하여 운영하는 서비스를 일컫는다. 이러한 절차에 따라 VTS 센터가 발령하는 지시(Instruction)는 결과 지향적이어야 하며, 그것의 세부집행은 선박에게 위임하여야 한다. 개별선박의 항행계획에 의거하여 각 선박과 VTS센터 간 동의를 이루어져야하고 이렇게 서로 사전에 약속된 항행계획들은 서비스와 관련하여 중요한 정보가 된다.

항행원조서비스(NAS)는 INS나 TOS에 더하여 제공될 수 있다. 이것은 선내의 항해 의사결정을 돕는 시스템이고, 선박이 요구하거나 VTS가 필요하다고 판단되는 경우에 제공된다. NAS는 특별히 항행이 어려운 수역이나 상황에서 선박의 항해자가 항해관련 의사결정을 효과적으로 할 수 있도록 돕는 서비스로 그 결과를 확인하는 것을 포함한다. 여기서의 정보는 개별선박의 침로 및 속도, 항로 및 변침점과의 상대적 위치, 주위 통항선박에 대한 선명, 위치, 항해의도와 필요한 경우 경보를 발령하는 것을 포함한다. 선박이 요청하거나 VTS센터가 필

요하다고 판단한 경우 개별적으로 제공하게 되는데, 본선과 VTS가 모두 항행원조서비스 규정에 동의하는 것이 중요하다. 선박이 항행원조서비스를 수락하여야 하고, 항행원조의 시작과 끝을 명확하게 정해야 한다. 이러한 VTS의 기본적인 기능을 바탕으로, VTS센터와 선박간의 관계의 성격에 따라 소극적 관계와 적극적 관계로 분류할 수 있다. 소극적 관계의 경우 통항분리대 등이 설치된 항로에서의 통항감시 등에 그 기능을 제한하는 것이 일반적이며, VTS센터의 주요한 업무는 선박통항정보를 제공하는 것이다. 따라서 소극적 관계에서는 본선의 선장과 도선사가 항행과 관련하여 전반적인 결정권을 갖게 된다. 이러한 소극적 관계를 실시하는 VTS의 목적은 선박의 통항과 관련된 정보, 즉 선박의 이동상황, 시정상태, 교통상황, 수로정보, 항행장애물, 소형어선군의 활동 등에 관한 정보를 제공하여 선박의 안전한 항해를 돕는 것이다. 영국의 DOVER 해협에서 제공되는 VTS가 전형적인 예이다.

적극적 관계는 항행정보를 제공하는 것에 그 기능을 한정하지 않고, 사전계획에 의하여 선박의 이동에 직접 관여하는 제도이다. 따라서 VTS센터의 임무가 상당한 정도로 확대되는데, 특정항로를 따라 선박이 이동할 것을 강제적으로 요구하고, 속도를 지정하거나, 정박지를 할당하고 선박의 구체적인 움직임을 적절한 지시와 절차에 의해 조정하게 된다. 적극적 관계가 성공하기 위한 전제조건은 VTS센터와 선박간의 즉각적이고도 지속적인 커뮤니케이션이 원활하게 보장되어야 한다는 점에 주의하여야 한다. 이러한 유형은 미국이나 유럽의 주요 항만에서 성공적으로 운영되고 있는 중이다.

VTS는 위와 같은 기본적인 기능 이외에도 활용하기에 따라서는 광범위한 서비스를 제공할 수 있다. 예를 들어 항만운영과 관련하여 도선 및 예선업무를 지원할 수 있음은 물론, 선박의 이동 및 화물정보의 교환을 통해 출입국, 세관, 검역 등의 업무의 효율성을 향상시킬 수 있다. 비상시 수색 및 구조 업무는 물론 각종 해양사고의 처리에 주요한 역할을 할 수 있다.

VTS의 기본 구성요소

해상교통관제시스템(VTS)의 기본 구성요소로는 육상의 VTS 센터, 해상의 선

박들, 그리고 이들을 서로 조직하는 운영규칙 등이 있다.

VTS 센터는 선박의 존재를 탐지하는 Radar시스템, 선박과 통신을 하기 위한 통신수단과 경비정 또는 비행정 등 선박의 이동을 감시하고 통제할 수 있는 장비와 설비를 갖추어야 한다. 또한, 이러한 장비와 설비를 운영할 수 있도록 특별히 훈련된 인력을 배치해야 한다.

VTS에 참여하는 선박들 또한 항해장비와 통신수단을 구비하는 것을 통해 항해에 필요한 정보를 VTS 센터 및 타선박과 송·수신한다. 최초로 VTS센터와의 교신을 함으로써 VTS에 비로소 참여하게 되고, 이때 본선에 관한 기본정보를 제공함으로써 VTS 센터를 통해 같은 시간대에 참여하는 모든 선박들과 관계를 맺게 된다. 이 후 단순히 정해진 통과지점에서 위치보고만 운영하는 VTS 구역도 있지만, VTS 센터의 항행지시를 따라야 하는 등 보다 적극적인 참여를 요구하는 VTS 구역이 늘어나고 있다.

VTS를 운영하고자 하는 당국은 우선 VTS 구역을 명확히 설정하여야 하고 이 구역에서 원활하게 VTS가 가능하도록 운영규칙을 제정하여 공표하여야 한다. 운영규칙에는 위치보고지점, 사용 VHF주파수, 이용항로, 속도제한, 항행금지구역, 정박지, 특정지역에서 특정선박(위험물운반선, 예인선 등)이 따라야하는 항행규칙 등을 포함하는 것이 일반적이다. 운영규칙을 제정할 때에는 당해 해역의 지리 및 수로적 특성, 이용선박의 선종 및 입·출항 규모 등을 우선적으로 고려하여야 한다, 이들 선박의 통항이 야기할 수 있는 해양환경오염피해를 미리 예측 및 평가하는 것을 통해 이를 줄일 수 있도록 안정성을 강조하는 것은 물론, 항만의 본래 기능인 효율적인 물류수송을 저해하지 않도록 적절한 균형점을 찾아야 할 것이다. 또한 운영규칙을 제정할 때 각 VTS 구역의 특정 상황에 적합하도록 어느 정도 변용하여 운영할 수 있으나, 전체 VTS에서 적용하고 있는 일반적인 원칙을 크게 벗어나지 않도록 제정해야한다.

VTS의 효율적이고 원활한 운영을 도모하기 위하여, 위에서 설명한 VTS의 3가지 기본요소 이외에도 여러 가지를 들 수 있지만, 여기서는 도선사에 대한 간단한 언급을 하고자 한다. 일반적으로 도선사는 특정 VTS 구역에 관한 전문

적인 지식을 바탕으로 본선에 보다 직접적으로 안전 항해를 위한 도움을 제공하는 역할을 한다.

따라서 이러한 도선사의 기본적인 기능은 장기간 동안 확립된 안정적인 것으로써, VTS와의 상호 협조를 통하여 VTS 운영의 효율성 향상에 기여하게 된다. 뿐만 아니라, 선박이 제반 VTS의 운영규칙을 이해하고 준수하도록 하는데 중요한 역할을 한다.

위에서 언급한 VTS의 기본 구성요소 이외에도, VTS에는 수많은 이용자들이 있다는 것을 유념할 필요가 있다. 선박의 경우만 하더라도 어선, 레저보트 등은 물론이고, 해경정, 군함 등 다양한 선박이 동일한 수역을 공동으로 이용한다.

VTS에서 수집하여 제공하는 정보가 질적인 면과 양적인 면에서 고루 향상되면서 이것을 활용하고자 하는 수많은 잠재적 VTS 이용자들이 증가하고 있다. 부두, 운영회사, 선박대리점, 지방자치단체, 세관, 검역소, 출입국사무소, 도선 및 예선, 선박수리회사, 급수·급유·통신 등 다양한 부대서비스 업체, 수색 및 구조, 소방, 오염사고 예방 및 처리, 타 항만 당국, 보안업무 관련기관, PSC 및 선박검사기관, 해양안전심판원 및 관련기관 등 수많은 이용수요를 창출할 수 있다는 것에 주목하여야 할 것이다.

VTS의 주요 업무

해상교통관제시스템(VTS)은 입·출항 선박 및 운항 선박에 대한 해상교통상황을 파악하고, 항로이탈, 위험구역 접근 및 충돌 위험 등으로부터 해양사고를 예방하기 위하여 선박교통관제를 실시한다. 또한 선박운항현황, 도선, 예인선 운항계획 등 해상교통정보와 항만시설, 정박지 등 항만의 운영정보를 필요선박에 제공하며, 또한 안전 운항에 필수적인 조류, 조석, 해상기상 등 항행안전정보도 제공한다. 그리고 해양사고 및 비상상황이 발생했을 경우 신속한 초동조치 및 전파를 실시한다.

우리나라의 항만VTS와 연안VTS

현재 우리나라의 해상교통관제시스템은 주요 무역항인 포항, 부산, 인천등을 포함한 15개의 항만VTS와 진도, 여수, 통영 4개의 연안 VTS를 설치 및 운영하고 있다.

항만VTS와 연안VTS에 대하여 IMO Resolution A.857(20)에서는 “항만 VTS와 연안 VTS는 명확한 구별이 필요하다. 항만 VTS는 주로 항구 또는 항만까지의 선박 통항에 관련된 것이고, 반면에 연안 VTS는 주로 그 구역을 통과하는 선박에 관한 것이다. 또한 어떤 VTS는 두 개를 통합할 수도 있다. 서비스의 종류와 레벨은 두 종류에 따라 달라질 수 있다. 항만 VTS는 보통 항행지원서비스와 통항관리서비스가 제공되고, 반면에 연안 VTS는 보통 정보제공서비스만 주어진다.”라고 기술하고 있다.

하지만 우리나라의 경우, 해사안전법과 선박의 입항 및 출항 등에 관한 법률 등에서 항만VTS와 연안VTS에 대한 명확한 정의를 내리고 있지는 않다. 아래 Table 1은 우리나라 항만VTS와 연안VTS에 대해 비교하여 정리한 것이다.

우리나라의 VTS의 운영 주체를 살펴보면, 종래에는 항만 VTS는 지방해양수산청 항만물류과 소속이었고, 연안VTS는 지방해양경찰청 해상안전과 소속으로 전체 VTS업무의 운영주체가 이원화되어 있었으나 2014년 11월 VTS 업무가 해양경찰청으로 통합되었다. 법적 근거로서 연안 VTS와 항만 VTS는 해사안전법과 선박의 입항 및 출항 등에 관한 법률을 근거로 하고 있다.

TABLE 1. 항만VTS와 연안VTS 특성 비교

구분	항만VTS	연안VTS
운영주체	해양경찰청 해상교통관제과	
법적근거	해사안전법 제 36조 선박의 입항 및 출항 등에 관한 법률 19조	
관제구역	항만 및 교통안전 특정해역	연안해역~영해
관제유형	-지정항로 및 도선사승선 -정박지 부두로 이동 -저속운항 및 위험도 낮음	-다양한 선종 및 어선조업 -목적지불명 복잡한 운항패턴 -고속운항 및 위험도 높음
관제절차	관찰확인→정보제공→조언권고→지시	
관제인력	해양수산(50%), 통신(50%)	항해(95%), 통신(5%)
주요기능	물류증진	통항안전
지원기능	항만질서유지	해상보안, 해상치안

관제구역은 연안VTS는 연안 해역에서 영해 부근을 항만VTS는 항만과 교통안전 특정해역 등 항만시설 운영의 극대화를 위하여 무역항을 위주로 운영 중이다. 관제 유형을 살펴보면 연안의 경우 다양한 선종의 운항과 어선 조업 등 복잡한 선박 운항 패턴을 보이며, 선박의 고속운항에 따른 위험성이 높은 반면, 항만의 경우 지정항로를 따라 정박지 및 부두로 이동하는 비교적 단순한 운항 패턴으로 도선사의 승선 등으로 비교적 위험성이 낮은 편이다. 관제사의 구성 비율을 살펴보면 연안VTS는 항해직렬이 95%, 통신직렬이 5%, 항만VTS는 해양수산직렬과 방송통신직렬이 50%의 비율로 구성되어 있다. 인사관리 측면에서 보면 항만VTS에서는 해상교통관제사로 채용되면, 타 부서로 이동 없이 관제사로서 계속 근무하지만, 연안VTS의 경우에는 해상교통관제사의 자격기준을 만족

하는 현직 경찰관으로 다수 구성되고, 일정 기간이 되면 합정 등 타 부서 순환 근무를 하고 있다. 또한 연안VTS는 해상보안 및 수색구조, 해상치안, 질서유지 등의 업무를 지원하고, 항만VTS는 항만 내 질서유지를 동시에 수행하고 있다.

2.2.2 우리나라의 VTS의 인원 및 시설, 장비현황

현재 우리나라의 해상교통관제시스템은 93년 1월 포항항에 처음으로 도입된 이후 진도, 여수, 통영, 경인 세 곳의 연안 VTS와 부산, 인천 등 15개 주요 무역항에 항만 VTS를 포함하여 현재까지 총 19개의 해상교통관제시스템을 설치하여 운영하고 있다. 우리나라의 해상교통관제시스템의 설치현황은 다음 Fig. 1와 같다.



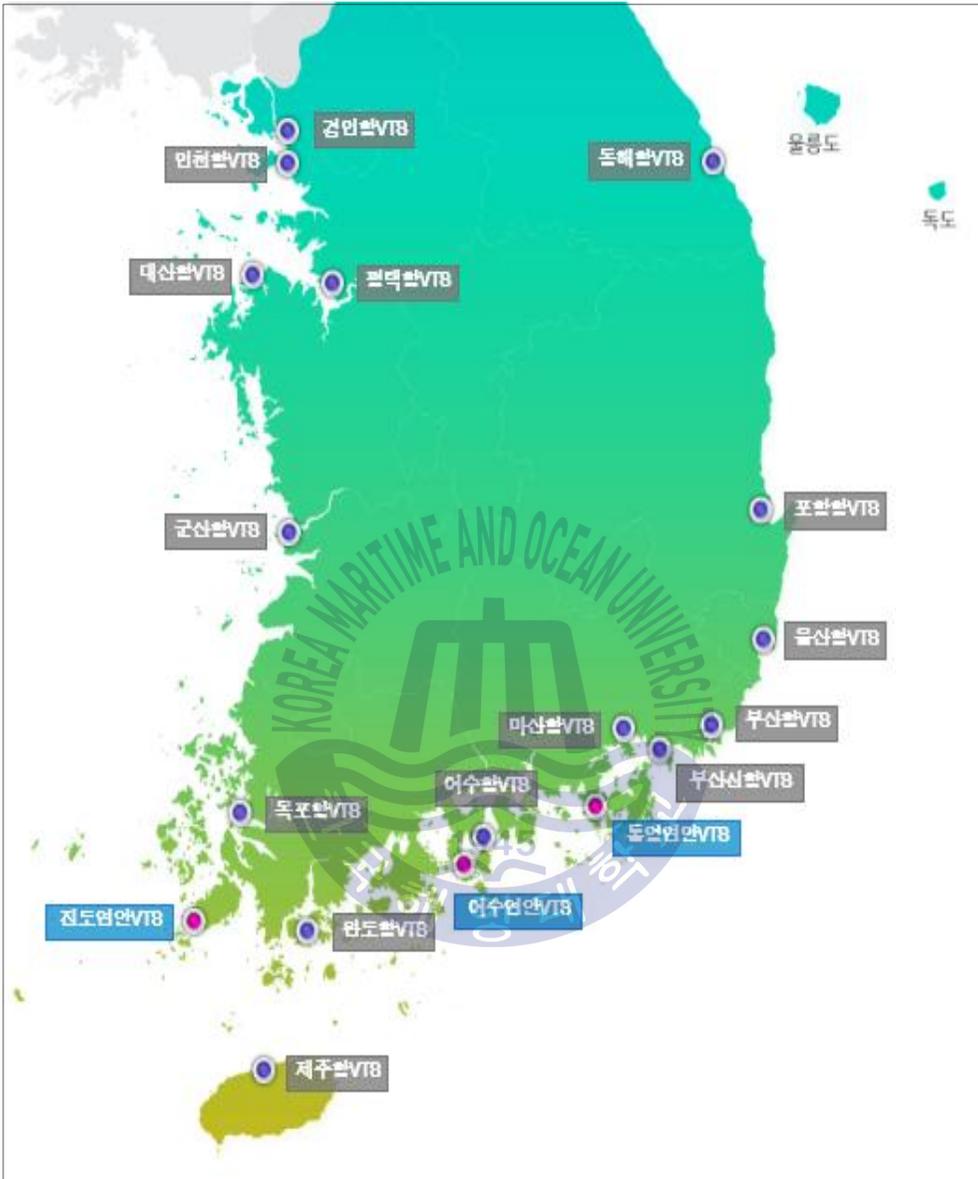


Fig 1. 우리나라 VTS 현황

우리나라 해상교통관제센터의 인원 현황

우리나라에서는 체계적이고 안전한 선박통항관리를 통해 해양사고 예방과 항만운영의 효율성을 높이기 위해 부산 등 운영 중인 20개 해상교통관제센터에 460명(일반직 365, 경찰직 65)의 관제사가 레이더(RADAR), 선박자동식별장치(AIS)등 총 12종의 1,063대 첨단 관제 장비를 활용하여 24시간, 연중 무휴로 관제업무를 수행하고 있다.

해상교통관제 시스템의 구성 시설 현황

효율적이고 체계적인 해상교통상황 파악 및 다양한 해양사고를 예방하기 위하여 항만 운영정보를 필요선박에게 적절히 제공하고, 해양사고 및 비상상황발생이 발생한 경우 신속한 초동조치를 위하여 우리나라 해상교통관제 시스템은 해상교통관제센터, 레이더 사이트, 중계소의 시설로 나뉘어 해상교통관제업무를 실시하고 있다. 구성 시설 현황은 3가지로 다음과 같다.

1. 해상교통관제센터(VTS Center) : 선박교통의 안전 및 효율성을 증진하고 해양환경을 보호하기 위하여 레이더, VHF, AIS 등 첨단 과학장비를 이용하여 24시간 선박의 움직임을 살피며 안전하게 항만을 출입할 수 있도록 안내하는 곳이다.
2. 레이더 사이트(Radar Site) : 관제구역에서 운항 중인 선박을 추적, 감시하는 레이더 장비와 통신, 기상, CCTV, 철탑 등 각종 장비들이 설치된 무인기지국소로 모든 정보는 VTS센터의 경보통합처리장치에 전송된다.
3. 중계소 : 원거리 또는 네트워크 통달 거리를 벗어난 무인기지국소의 레이더, 기상, 방향탐지기 등의 정보를 VTS 센터에 전송하기 위한 무인중계국소로 주로 마이크로웨이브시스템이 설치, 운영되고 있다.

해상교통관제시스템의 구성 장비 현황

해상교통의 체계적이고 효율적인 관리를 통한 해양사고 예방 및 해양환경 보호를 목적으로 실시간 항행안전정보제공을 위해 우리나라 해상교통관제시스템은 레이더(RADAR), 선박자동식별장치(AIS)등 총 12종의 1,063대 첨단 관제 장비를 설치 및 운용하고 있으나, 중요 장비 9종을 아래에 소개한다.

1. VTS 운영콘솔(VTS Operator Console) : 해상교통관제사가 전자해도에 표출되는 모든정보(레이더 영상, AIS정보, 기상, 방향탐지 등)와 경보통합장치의 통합정보를 화면에 전시하여 관제구역에서 선박의 이동상황 감시 및 통제하는 시스템이다.
2. 초단파 무선통신장비(VHF System) : 150Mhz 대역의 주파를 이용하여 선박과 VTS 센터 간 음성 및 데이터를 교신하기 위한 무선통신 장치이다.
3. 선박자동식별장치(AIS: Automatic Identification System) : 선박의 선명, 제원 등 선박정보와 선박위치, 속력, 방위 등 운항정보 및 흘수, 도착정보, 안전 메시지 등 항행정보를 무선 데이터 통신을 통하여 선박 대 선박 간, 선박 대 육상 간에 자동으로 송수신하는 시스템
4. 초단파방향탐지장비(VHF/DF System) : VTS 센터, 선박 간에 이루어지는 VHF 교신신호를 수신하여 선박 위치 정보를 제공하는 장비로, 해당 선박과의 VHF 교신 시 방향표시선이 운영콘솔 모니터 화면에 표시된다.
5. 경보통합처리장치(Warning and Integration device) : 해상의 모든 관제 또는 추적대상 선박에 관한 정보를 수집하고 통합하여 각종 해양사고 방지를 위한 경보발령 및 감시하기 위한 장치이다.
6. 기상장비(Weather System) : 해상의 풍향, 풍속, 습도, 기압, 시정 등 각종 기상정보를 수집하여 VTS 운영콘솔에 전시하는 장비
7. 기록장치(Recording device) : VTS 시스템에서 공유되는 모든 정보(레이더 영상, VHF 교신음성 등)를 실시간으로 수집, 저장하는 장치

8. CCTV System : 관제구역에서 레이더 음영구간 등에 운항하는 선박을 화상으로 감시하거나, VTS 센터, 무인기지국소 등의 주요시설에 대해 외부 침입을 감시하기 위한 장비
9. 무정전 전원장치(UPS: Uninterruptible Power Supply) : 고가의 해상교통관제 장비에 안정적인 전력을 공급하고 정전사태 발생 및 전원설비 고장 시 비상전원을 공급하여 주는 장치

2.3 연구 대상 해역

2.3.1 연구 대상 해역 특성

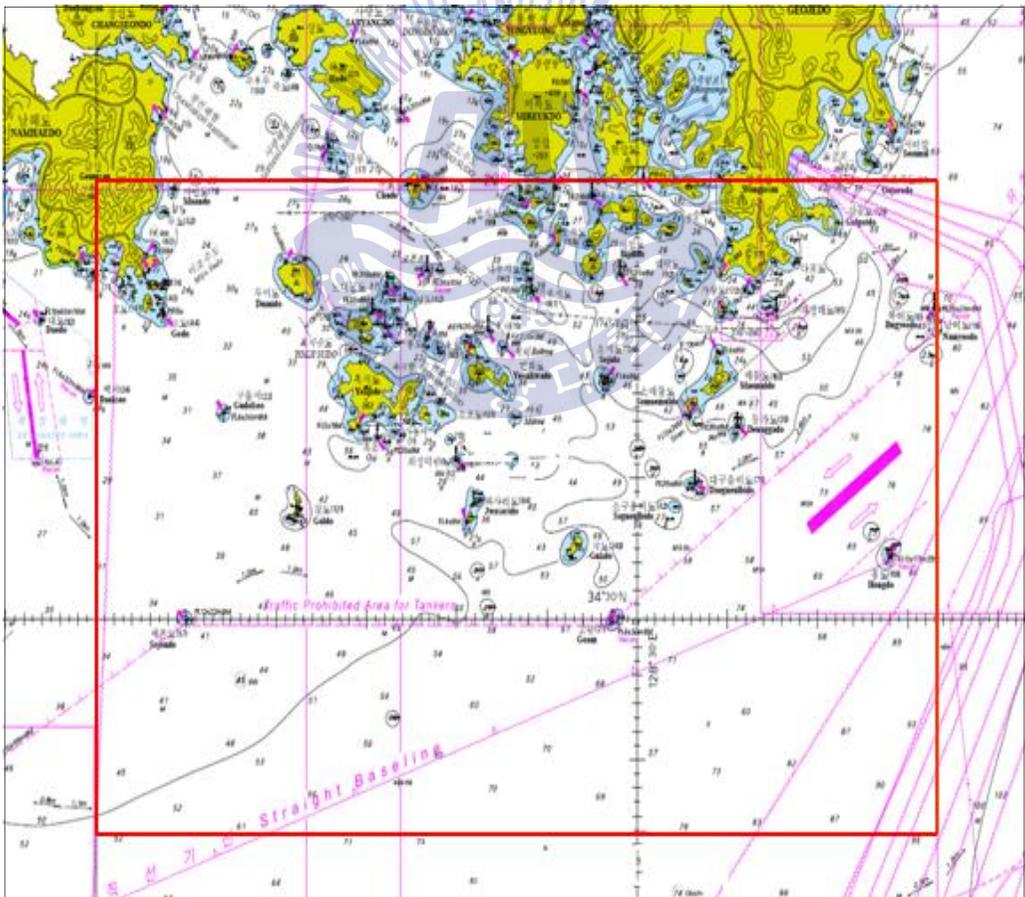


Fig. 2 통영연안VTS 관제 구역도

Fig.2은 통영연안VTS 관제구역으로 본 연구의 대상 해역이며, 특성은 다음과 같다.

1. 관제구역은 동서로 39마일의 해역과 남북으로 22마일에 이르는 해역이며 총 관제면적은 2,942km² 로 부산시 면적의 4배에 해당하는 상당히 넓은 해역이다.

2. 통영연안VTS 관제구역은 대한민국의 동해와 남해를 연결하는 주요항로를 포함하며 여수, 광양, 부산, 진해를 입항하는 선박의 주요 통항로가 되고 있다.

3. 흉도TSS가 존재하고 다수의 상선이 이곳으로 통항하는 동시에 흉도TSS는 다수 어선들이 조업을 하거나 횡단을 하는 해역이기 때문에 사고 위험성이 상당히 높다.

4. 육지도 및 매물도 북방에 다수의 소형 상선 및 연안 항행 예인선이 통항을 하는 권고항로가 있고 이 해역은 어선의 주요 입출항 항로이다.

5. 18여척의 여객선이 육지도, 매물도 등 여러 섬을 항해하고 있으며, 장사도 및 의도를 항해하는 67여척의 유람선이 있다.

6. 전국등록어선의 16%가 통영 해양경찰서에 등록되어있고 이는 전국 해양경찰서 기준 가장 높은 수치이다. 수많은 어선이 집단조업을 하고 있어 인근해역을 통항하는 선박 안전에 가장 큰 위해요소가 되고 있다.

7. 봄철 기후 변화에 따른 농무가 빈번히 발생하여 선박 통항에 위험을 초래한다.

2.3.2 연구 대상 해역 선박 통항량

Table 2 통영연안 VTS 2017년 선박통항량 (단위: 척)

	화물선	위험물 운반선	예인선	여객선	유선	기타	총계
1월	4,450	2,527	573	1,747	683	9,620	19,660
2월	3,820	2,003	533	1,360	723	8,165	16,604
3월	4,585	2,291	588	1,979	1,101	9,481	20,025
4월	4,268	2,024	558	1,884	1,552	7,194	17,420
5월	4,365	2,099	761	2,103	1,911	9,035	20,274
6월	4,289	2,041	622	1,511	1,173	9,063	18,699
7월	4,500	2,261	591	1,527	1,139	10,812	20,830
8월	4,349	2,237	475	2,151	1,546	11,695	22,453
9월	4,396	1,998	420	1,534	836	9,636	18,820
10월	4,243	2,046	376	1,717	1,241	9,741	10,364
11월	4,094	2,085	473	1,535	943	9,552	9,682
12월	4,370	2,291	487	1,274	619	9,630	9,671
평균	4,310	2,158	538	1,693	1,122	9,468	17,042

Table 2에는 2017년도 통영연안 VTS관제구역 선박 통항량을 나타낸다. Table 2를 통해 다음과 같은 사항을 알 수 있다.

1. 월 평균 17,042척의 선박이 통항하였으며, 일평균 약 560여척의 선박이 통항한다.
2. 통계 중 가장 많은 선박수를 차지하는 기타는 어선이 대다수를 차지하고 있다.

3. 관제대상이 아닌 어선이 VTS 관제구역내에서 365일 24시간 조업을 하기 때문에 관제업무에 가장 큰 걸림돌이라고 할 수 있다.

2.3.3 연구 대상 해역 선박 이동경로

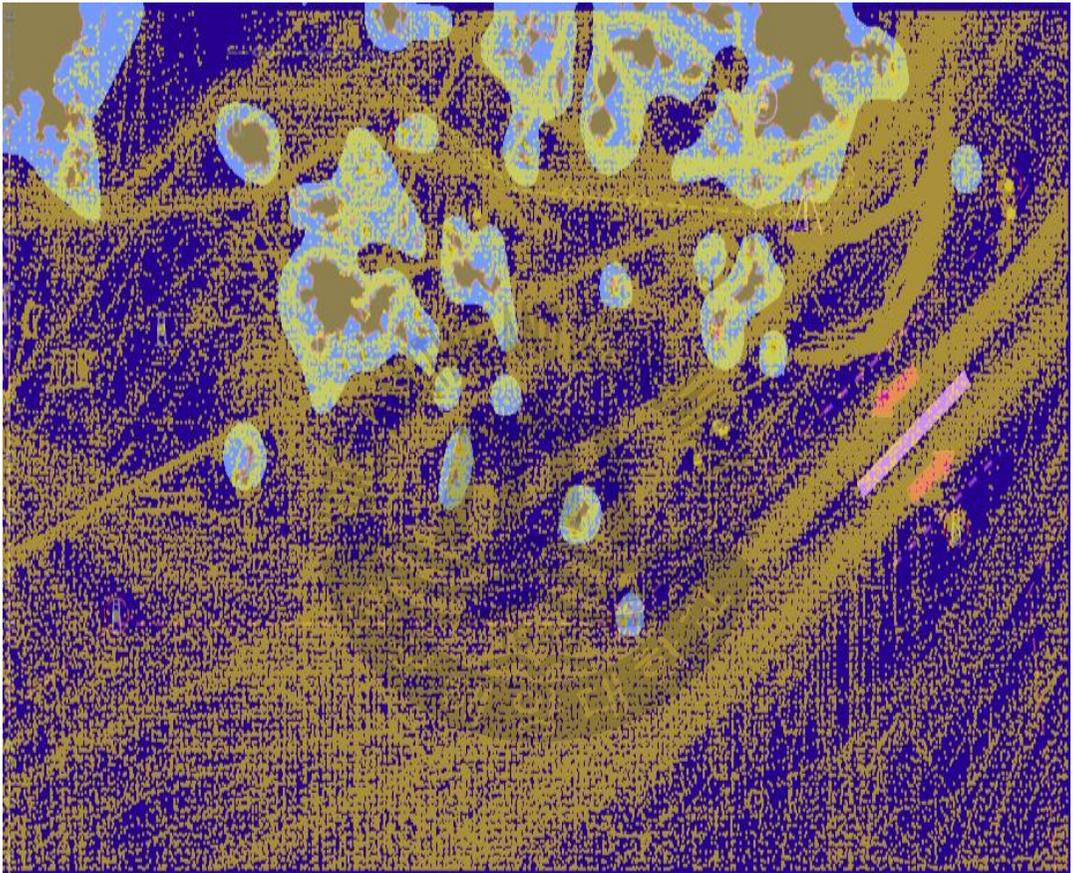


Fig. 3 통영연안VTS 월평균 통항선박 이동경로

Fig. 3는 통영연안VTS의 월평균 통항선박의 이동경로를 항적으로 나타낸 것이다. 지도상 노랑색은 육지, 파랑색은 바다를 나타내며 노랑 점선은 선박의 항적을 나타낸다. Fig. 3을 통해 다음과 같은 사항을 알 수 있다.

1. 홍도TSS를 통항하는 선박과 육지도 매물도 북쪽 권고항로를 통항하는 선박이 다수임을 알 수 있다.

2. 일정패턴을 유지하지 않고 일정하지 않은 항로로 항해하는 선박이 상당수라는 점이 다른 항만 VTS의 교통흐름과 상이한 점이다. 이는 사고를 유발하고 관제업무에 함에 있어 예측 가능한 범위에서 벗어나기 때문에 관제사의 피로를 상당히 높이는 결과를 초래한다.

2.3.4 연구 대상 해역 선박 사고 현황

Table 3 통영해경서 관할해역 내 최근3년간 해양사고 선종별, 출처:통영해경서, 단위: 회

선종 연도	계	어선	낚시 어선	모터 보트	예부 선	화물선 유조선	요트	고무 보트	여객 선	유도선	기타
'17년	313	182	31	42	9	9	12	9	2	1	16
'16년	193	133	15	11	7	7	1	4	5	2	8
'15년	200	145	16	8	6	5	4	1	2	4	9
총계 (%)	706 (100)	460 (65.2)	62 (8.8)	61 (8.6)	22 (3.1)	21 (3.0)	17 (2.4)	14 (2.0)	9 (1.2)	7 (1.0)	33 (4.7)

Table3는 2015년부터 2017년까지 통영연안 VTS 관제구역이 있는 통영해경서 관할 해역에서 발생한 해양사고를 선종별로 나타낸 것이다. Table3를 통해 다음 사항을 알 수 있다.

1. 어선의 사고가 전체사고의 65.2%를 차지한다.
2. 다중 이용 선박인 낚시어선의 사고 발생률이 8.8%를 차지한다.
3. 비관제대상인 어선과 낚시어선 사고 발생률 합이 74%로 실제 통항선박의 대다수가 관제센터의 안전관리를 전혀 받지 못하고 있다.

Table 4 통영해경서 관할해역 내 최근 3년간 해양사고 원인별, 출처:통영해경서

유형 연도	계	기관 손상	충돌 /접촉	안전 저해	좌초	침수	운항 저해	추진 기 손상	화재	키 손상	침몰	전복	기타
'17년	313	118	44	29	20	15	31	14	7	9	2	8	16
'16년	193	65	24	18	23	10	9	12	12	6	10	3	1
'15년	200	62	41	11	10	24	7	9	7	2	5	3	19
총계 (%)	706 (100)	245 (34.7)	109 (15.4)	58 (8.2)	53 (7.5)	49 (6.9)	47 (6.7)	35 (5.0)	26 (3.7)	17 (2.4)	17 (2.4)	14 (2.0)	36 (5.1)

Table4는 2015년부터 2017년까지 통영연안 VTS 관제구역이 있는 통영해경서 관할 해역에서 발생한 해양사고를 원인별로 나타낸 것이다. Table4를 통해 다음 사항을 알 수 있다.

1. 기관 고장 사고의 경우는 인명, 재산 피해로 직접 연결되는 경우가 극히 드물고 해상교통관제 관점에서 예방 할 수 있는 사고가 아니다.

2. 5대해양사고 (충돌, 침수, 화재, 좌초, 전복)의 비율이 236척으로 전체 사고의 33.4%를 차지하는 것을 알 수 있다. 기관고장을 제외하면 전체 사고의 51%를 차지한다.

위에 언급한 Table. 3, 4에서 통영연안VTS 관제구역 내 해양사고의 74%가 어선사고이고 해양사고의 50%이상을 VTS에서 예방이 가능함을 알 수 있다. 그러나 해양사고 예방활동 및 안전의식 증가에도 불구하고 어선과 레저선박의 정비 불량 및 운항부주의 등으로 인하여 사고는 지속적으로 증가추세를 보인다.



2.3.5 연구 대상 해역 선박 이동경로

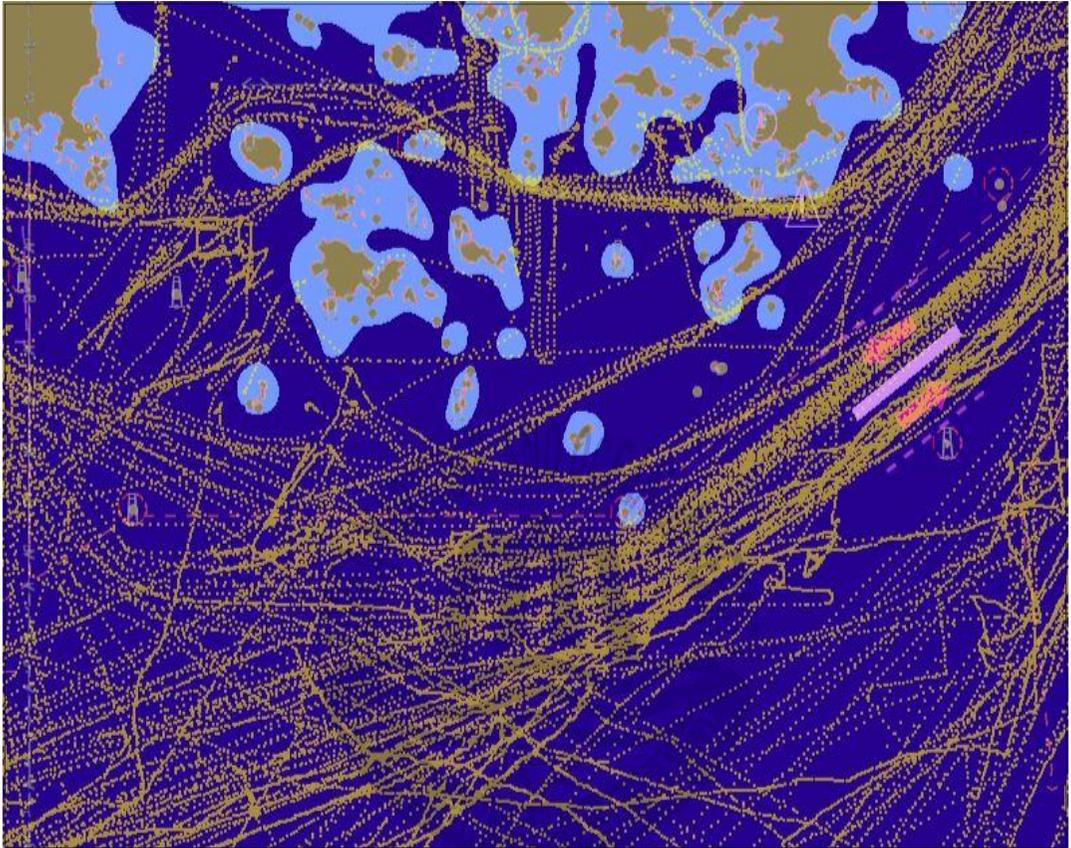


Fig. 4 통영연안VTS 비어선 이동경로, 조사기준일 2018년 3월 15일

Fig. 4는 나타난 비어선의 항적을 나타낸 것이다. 비어선의 대다수는 상선이다. 육지는 노란색, 바다는 파란색, 선박의 항적은 노랑점선으로 표시되었다. Fig.4를 통해 다음과 같은 특징을 알 수 있다.

1. 대다수가 상선인 비어선은 일정한 패턴을 유지한다.
2. 비어선은 홍도 TSS와 연안 권고항로로 집중적으로 통항한다.
3. 홍도 TSS를 통항하는 다수의 선박과 여수항 광양항을 진출입하는 다수 선박들이 관제구역 남측에서 교차한다.

4. 3에 언급된 해역은 관제 시 선박의 조우가 가장 빈번하게 발생하는 해역으로 사고 위험성이 매우 높은 해역이다.

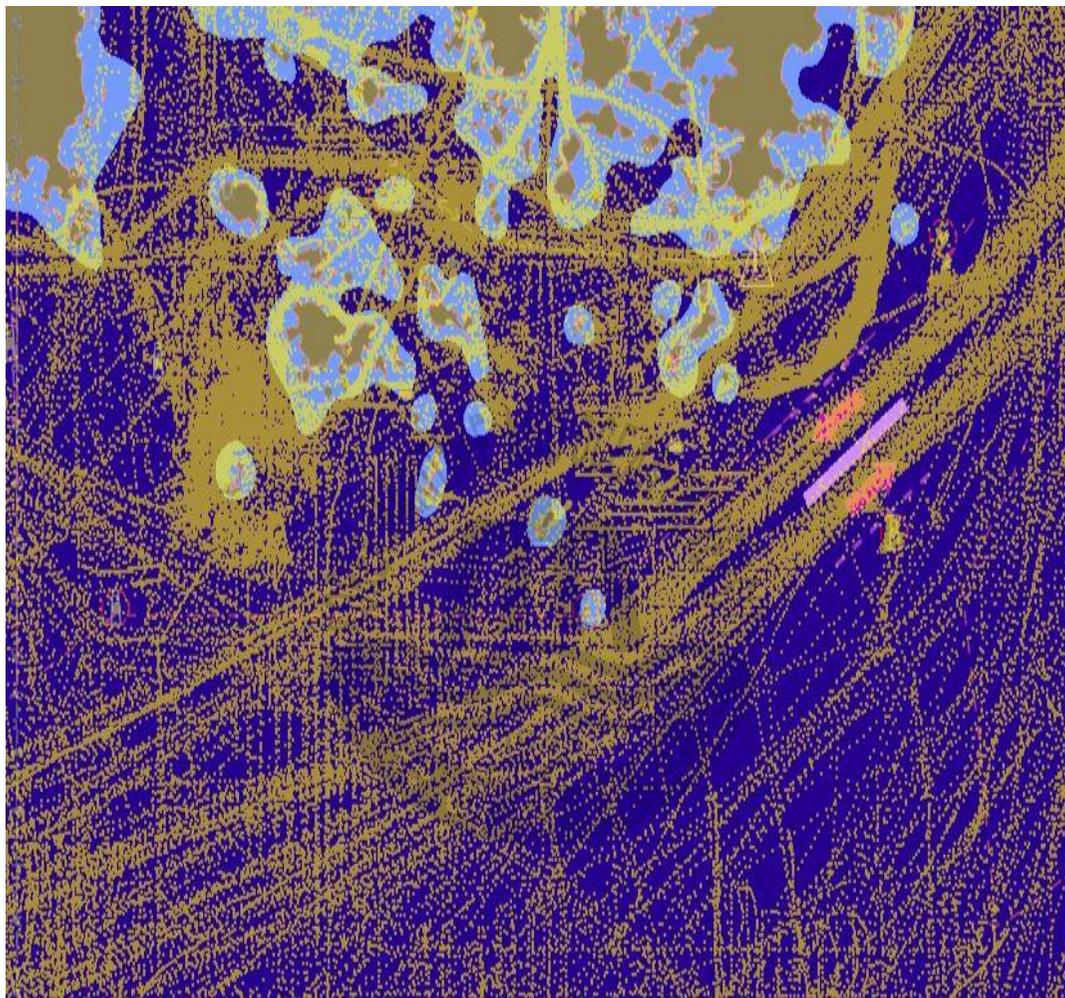


Fig. 5 통영연안VTS 어선 및 비어선 이동경로, 조사기준일 2018년 3월 15일

Fig. 5는 나타난 비어선과 어선의 항적을 나타낸 것이다. 육지는 노란색, 바다는 파란색, 비어선과 어선의 항적은 동일하게 노랑점선으로 표시되었다. Fig.4를 통해 다음과 같은 특징을 알 수 있다.

1. 통영연안VTS 관제구역내에는 하루 300여척의 어선이 집단으로 조업 및 이동을 하고, 동해로 향해하는 다수의 중국어선과 제주 부산을 이동하는 대형선

망어선이 다수를 이루고 있어 사고발생위험이 매우 높은 해역이다.

2. 특히, 관제구역 남동측 해역은 365일 내내 낚시어선의 주요 조업지로 이용되는 해역으로 TSS를 통항하는 다수의 상선과 조업지로 이동하는 낚시어선 간 조우가 매우 빈번한 장소이다.

3. 남북방향으로 일정한 패턴을 이루어 조업하는 것이 조망어선의 특징으로 잦은 변침과 변속으로 통항 상선에게 큰 혼란을 야기한다.

4. 상선의 이동경로인 Fig. 4와 어선의 이동 및 조업경로가 포함된 Fig. 5를 비교해보면, 어선의 이동 및 조업활동이 교통흐름에 큰 영향을 미친다는 것을 알 수 있다.



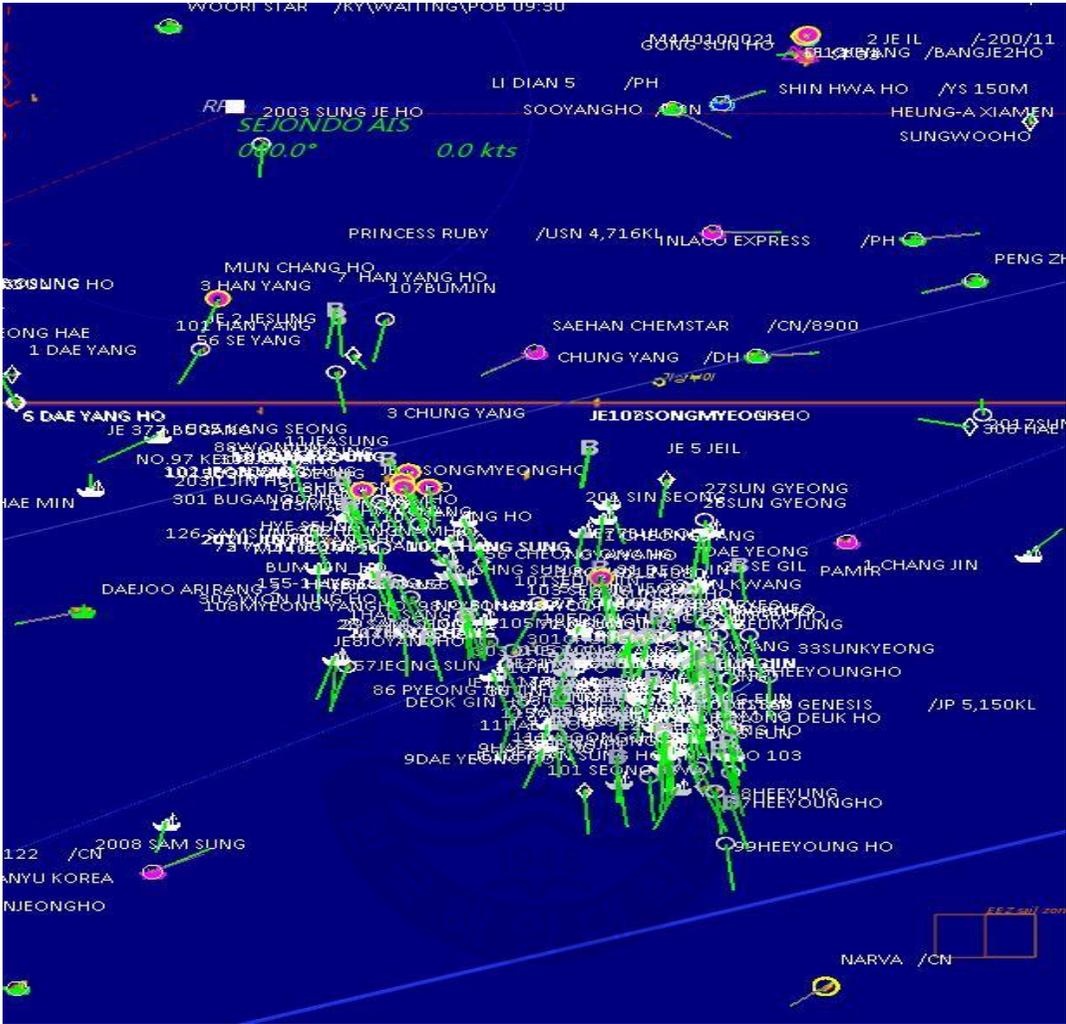


Fig. 6 통영연안VTS 내 멀치권현망 집단조업 현황

Fig. 6에서는 멀치권현망이 관제 구역 인근에서 집단 조업하는 것을 볼 수 있다. 물표는 AIS 정보이며 선명이 표시되어 있다. 선박의 코스와 헤딩을 나타내고 있다. Fig. 6에서는 다음 특징을 볼 수 있다.

1. 금어기인 4월~6월를 제외한 1년 중 9개월 간 이러한 집단 조업이 지속적으로 이루어져 인근 통항 상선의 통항에 크게 방해가 되고 있어 어선 간 충돌 등의 안전사고가 빈번히 발생하고 있다.
2. 인근 통항 선박들에게 미리 정보를 제공하여 우회통항토록 하고 있으나

이를 따르지 않고 어선군 사이를 가로지르는 선박은 사실상 관제가 불가능한 실정이다.

3. Fig. 6에 나타난 멸치권현망 외 다른 종류의 어선들이 집단으로 조업 및 이동을 함에 따라 본 연구에서는 어선 종류 별 이동 패턴을 분석하고자 한다.



3. 실험 및 결과

3.1 실험 방법

선박의 항적과 같은 항해 데이터를 이용하여 해상교통흐름을 분석하기 위하여 통영연안 VTS 관제구역 내에 통항하는 어선과 상선의 해상교통패턴을 비교하였다. AIS와 V-PASS를 통하여 선박의 항해 자료를 수집하여 어선과 상선으로 분류하였고, V-PASS 정보를 통하여 대상 어선의 어업 형태를 파악하였다. 또한 항적 데이터를 추출하고 그 기준은 Table 5과 같다.

Table 5 해상교통량 측정 기준

분류	기준	기간
어선	-AIS 설치 선박으로 Class-B 타입 선박 -AIS 미설치 선박으로 V-PASS 등록 어선	2017년 1월~12월
상선	-AIS 설치선박으로 Class-A 타입 선박	

AIS는 통신방식에 따라 CLASS-A, CLASS-B 2종류 등급으로 나뉜다. 이중 CLASS-B는 어선 및 여객선에 주로 설치가 되어있다. 이 중 여객선의 운항 횟수는 어선 이동척수에 비해 극소수이다. 상선 중 CLASS-B를 설치한 극소수의 선박도 패턴연구에 있어 큰 영향이 없어 고려하지 않았다.

3.2 실험 결과

2017년 1년간 통영연안VTS 관제구역 내 선박 항적 데이터를 산출하였고, 이를 상선과 어선으로 나누었다. 다음과 같은 통항패턴을 갖는다.

1. 어선의 단기간 데이터를 분석한 경우 특정한 이동패턴을 발견하지 못하였으나, 어선의 1년간 데이터를 종합하여 분석해본 결과 특정한 업종의 어선에서 일정한 이동 패턴이 발생함을 알 수 있었다.

2. 특정한 이동 패턴을 갖는 어선 업종에는 멸치권현망, 낚시어선, 대형선망, 유자망이 있다. 이 어선종류 외 어선은 집단 조업을 하지 않는 등의 이유로 일정한 이동 패턴을 갖지 않는다.

3. 각각 어선의 1년간 이동패턴을 분석한 결과 각 종류의 어선은 1년 내내 조업을 하지 않고, 특정한 시기에 조업을 한다.

4. 날씨 및 어장의 유무에 따라 조업이 이루어지지 않거나 극소수의 어선의 출항으로 특정한 이동 패턴이 나타나지 않은 날의 데이터는 데이터 수집에서 제외하였다.

5. 상선의 경우 1년 365일 통항패턴이 유지되는 것을 확인하였다.

아래는 실험결과이다.

3.2.1 상선 통항패턴

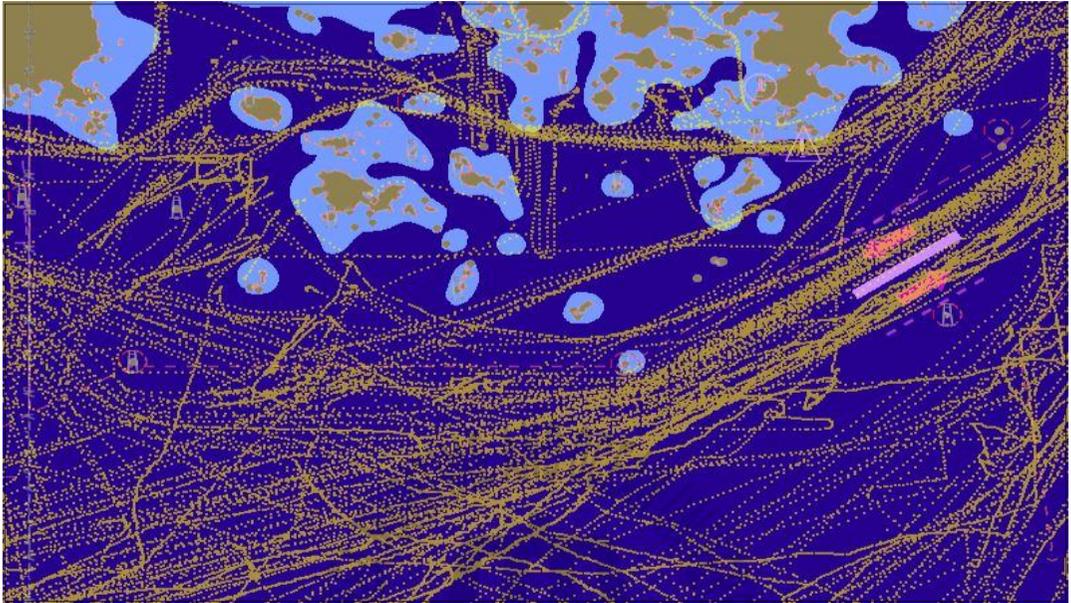


Fig. 7 상선 이동 항적, 2017년 3월 15일

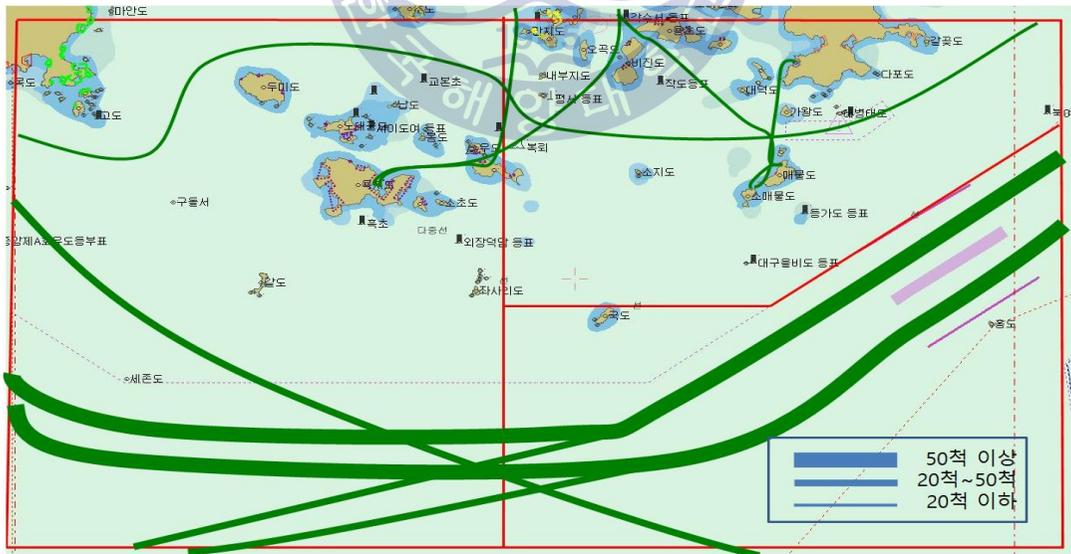


Fig. 8 상선 1일 평균 이동 경로, 2017년 통계

첫 번째 실험은 상선의 통항패턴이다.

실험조건은 다음과 같다.

1. Fig. 7은 2017년 3월 15일 하루 동안 상선의 이동형태를 분석한 그림이다.
2. Fig. 7 그림의 노랑부분은 육지 및 섬이고 파랑부분은 바다를 나타내며 노랑점선은 상선의 항적을 나타낸 것이다.
3. Fig. 8은 2017년 1월부터 12월까지 자료를 통해 하루 평균 상선의 이동패턴을 평균적으로 표시한 것이다.
4. 항적을 통항 척수에 따라 각기 다른 굵기로 3가지로 분류하였고 50척 이상, 20이상 50척이하, 20척 이하로 구분하였다.
5. 2017년 365일 중 기상특보로 인해 상선의 통항이 현저히 적은 날을 제외한 날의 통항 패턴을 분석하였다.
6. 일평균 상선 선박 통항 항적은 VIEW FINDER 프로그램을 사용하였고, 프로그램에서 얻은 선박 항적정보를 이용하여 평균 항적을 수기로 작성하였다.

첫 번째 실험에서 다음과 같은 특성을 발견하였다.

1. 홍도 통항분리수역으로 다수의 상선이 밀집하여 통항을 한다.
2. 여수, 광양항으로 입,출항하는 선박과 홍도 통항분리수역을 통항하는 선박이 관계구역 남쪽에서 조우를 한다.
3. 연안을 통항하는 소형 선박은 주로 연안 항로대를 따라 항해한다.
4. 연안 항로대를 따라 동서방향으로 항해하는 소형선박과 육지도, 매물도를 향해 입출항하는 남북으로 항해하는 여객선이 조우관계를 형성하여 충돌위험성이 높은 해역이 있다.

3.2.2 멀치권현망 통향패턴

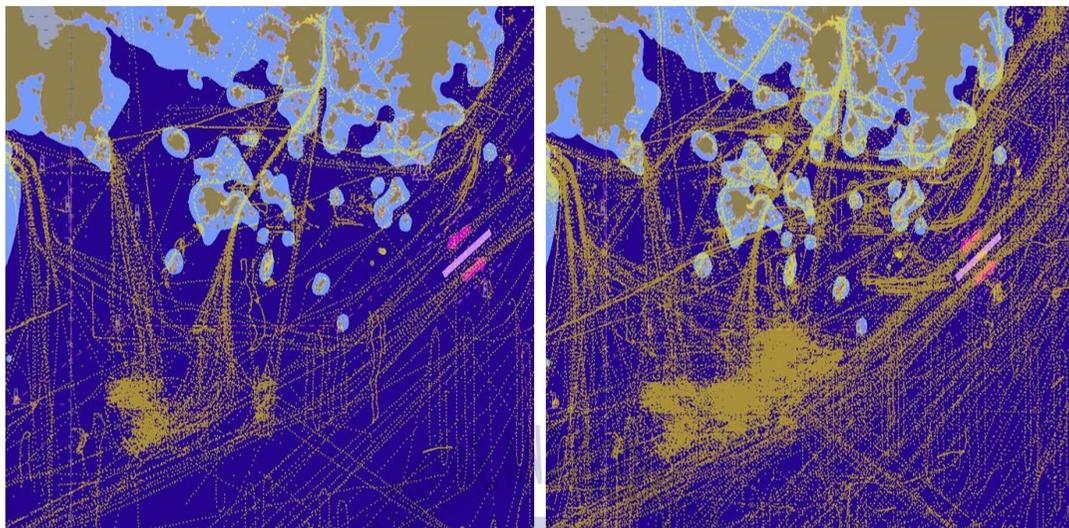


Fig. 9 멀치권현망 어선 이동향적, 2018년 2월 4일

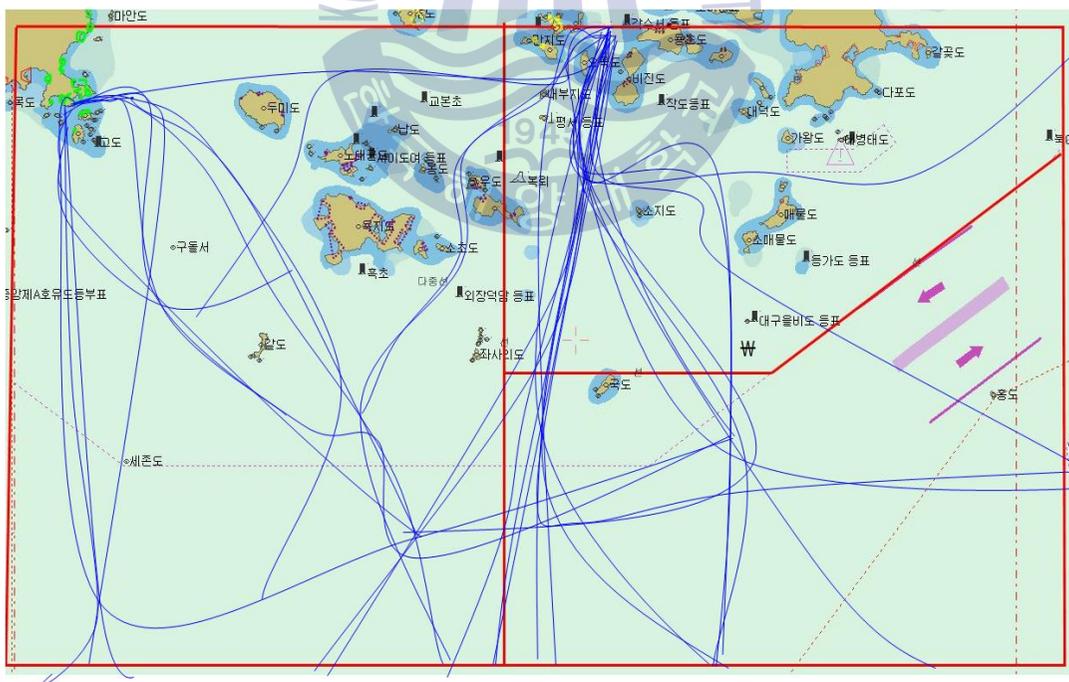


Fig. 10 멀치권현망 어선 평균 이동 경로, 2017년 통계

두 번째 실험은 멸치권현망 어선의 통항패턴이다.

실험조건은 다음과 같다.

1. Fig. 9은 2017년 5월 15일 하루 동안 멸치권현망의 이동형태를 분석한 그림이다.

2. Fig. 9은 그림의 노랑부분은 육지 및 섬이고 파랑부분은 바다를 나타내며 노랑점선은 이동 선박의 항적을 나타낸 것이다.

3. Fig. 10은 1년간 멸치권현망 출항 시 집단 이동하는 멸치권현망의 모든 항적을 표시한 그림이다. 파랑 실선은 1일 멸치권현망의 이동항적을 나타낸다.

4. 2017년 중 멸치권현망 어선 금어기인 4월~6월을 제외하고, 1년간 멸치권현망 어선 출항 시 집단 이동하는 멸치권현망 선단의 모든 항적을 표시하였다.

5. VIEW FINDER 시스템을 통해 선박 항적을 관찰하였고, V-PASS 정보를 통해 해당 선박이 멸치권현망 어선임을 특정하였다. 50척 이상의 멸치권현망이 이동하는 경우에만 패턴을 분석하였고 집단 이동을 하지 않는 소수의 경우는 통계에서 제외하였다.

두 번째 실험에서 다음과 같은 특성을 발견하였다.

1. 시험해역 내 멸치권현망은 통영항 및 남해 미조항 두 군데에서 출항을 한다.

2. 멸치권현망 출항 시 국도를 향해 남진하는 경우가 80%를 차지한다.

3. 멸치권현망 어선군 조업지의 75%가 관제구역 안쪽이다.

4. 멸치권현망이 출항 전 어탐을 위한 선박이 미리 출항하여 어구를 탐지하고 이후에 어선이 집단으로 출항을 한다. 어탐선의 이동경로를 미리 파악하면 어선의 이동 경로를 미리 예측 할 수 있다.

5. 어군의 이동에 따라 어선군의 이동 경로가 달라져 이동경로를 특정할 수 없으나 어선군 출항 시 공통적으로 통항하는 해역을 확인하였다. 이 해역은 소형상선의 주요 통항로이기 때문에 사고의 위험성이 상당히 높다.

3.2.3 낚시어선 통항패턴

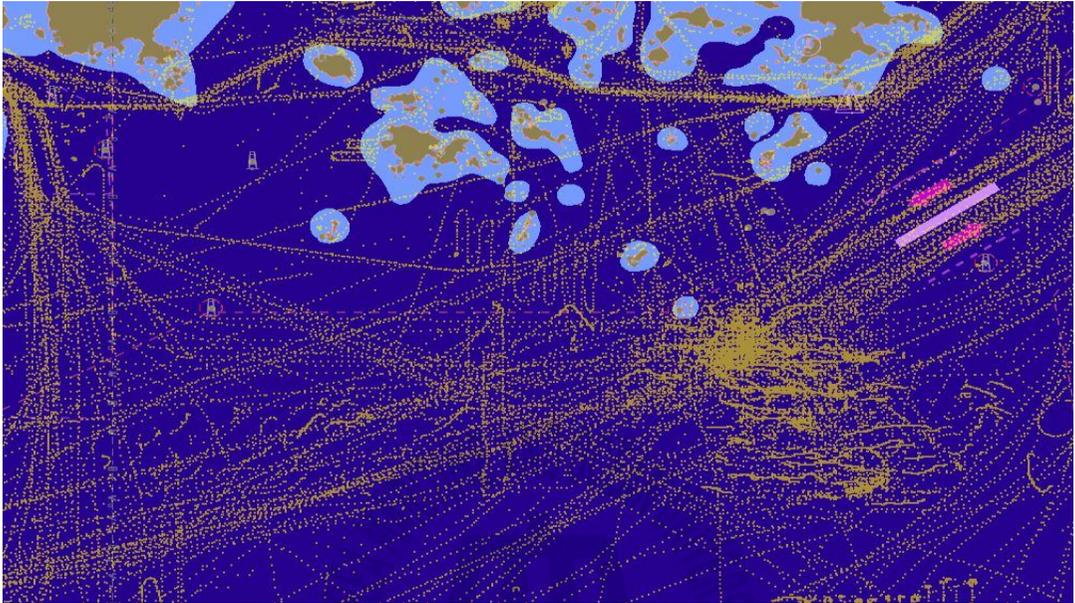


Fig. 11 낚시어선 이동항적, 2017년 9월 15일

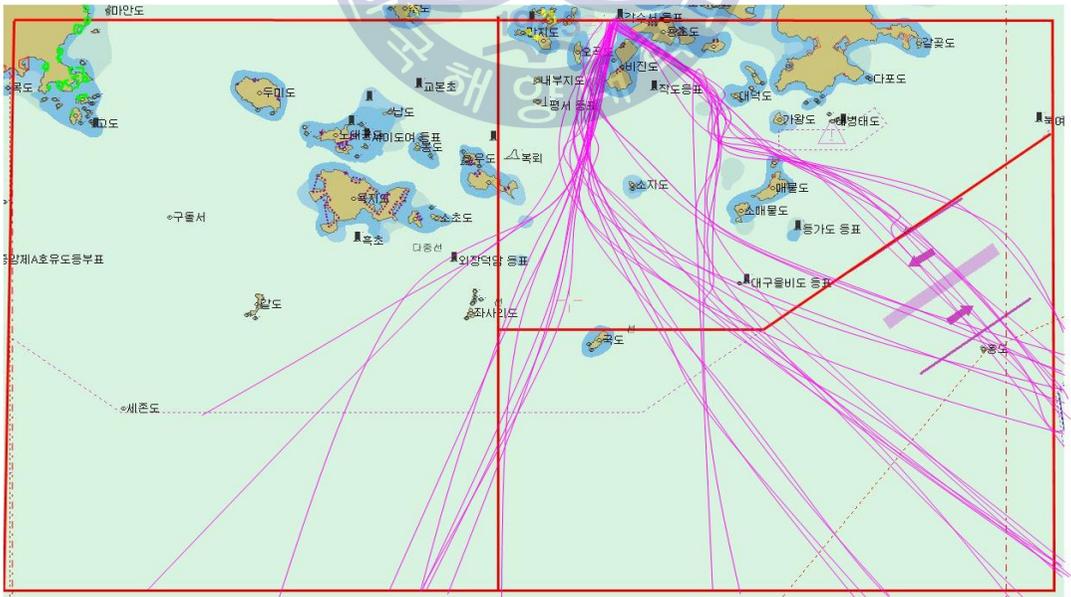


Fig. 12 낚시어선 평균 이동경로, 2017년 통계

세 번째 실험은 낚시어선의 통항패턴이다.

실험조건은 다음과 같다.

1. Fig. 11은 2017년 9월 15일 하루 동안 낚시어선의 이동형태를 분석한 그림이다.

2. Fig. 11은 그림의 노랑부분은 육지 및 섬이고 파랑부분은 바다를 나타내며 노랑점선은 이동 선박의 항적을 나타낸 것이다.

3. Fig. 12는 1년간 낚시 어선 출항 시 집단 이동하는 낚시어선의 모든 항적을 표시한 그림이다. 붉은 실선은 1일 낚시어선의 이동항적을 나타낸다.

4. VIEW FINDER 시스템을 통해 선박 항적을 관찰하였고, V-PASS 정보를 통해 해당 선박이 낚시어선임을 특정하였다.

세 번째 실험에서 다음과 같은 특성을 발견하였다.

1. 낚시어선은 1년 중 같은 시기에 같은 해역으로 이동하는 특성을 지닌다.

2. 관제구역 동측으로 이동한 경우가 전체의 80%를 차지한다.

3. 동측으로 이동하는 경우 홍도 통항분리수역 및 홍도 통항분리수역 진출입로를 횡단한다.

4. 낚시어선의 이동속도는 20노트를 상회하기 때문에 관제 시 낚시어선의 이동에 집중하여야 한다.

5. 각각 낚시어선은 개별 조업을 하지만 이동 시간 및 조업지가 동일하여 인근 통항선박의 통항에 크게 영향을 끼친다.

3.2.4 대형선망어선 통항패턴

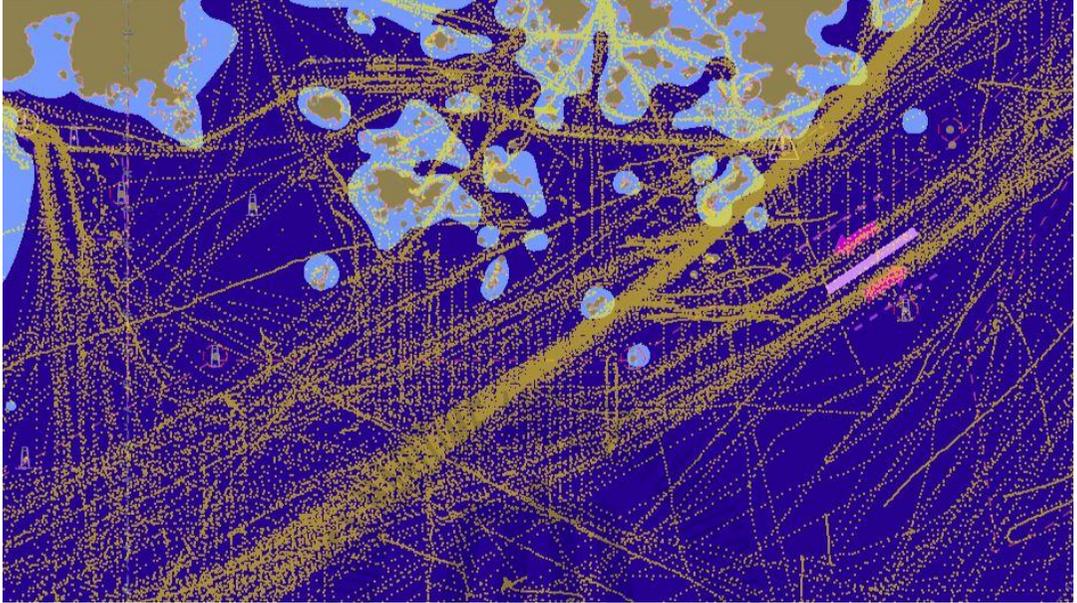


Fig. 13 대형선망어선 이동항적, 2018년 4월 3일

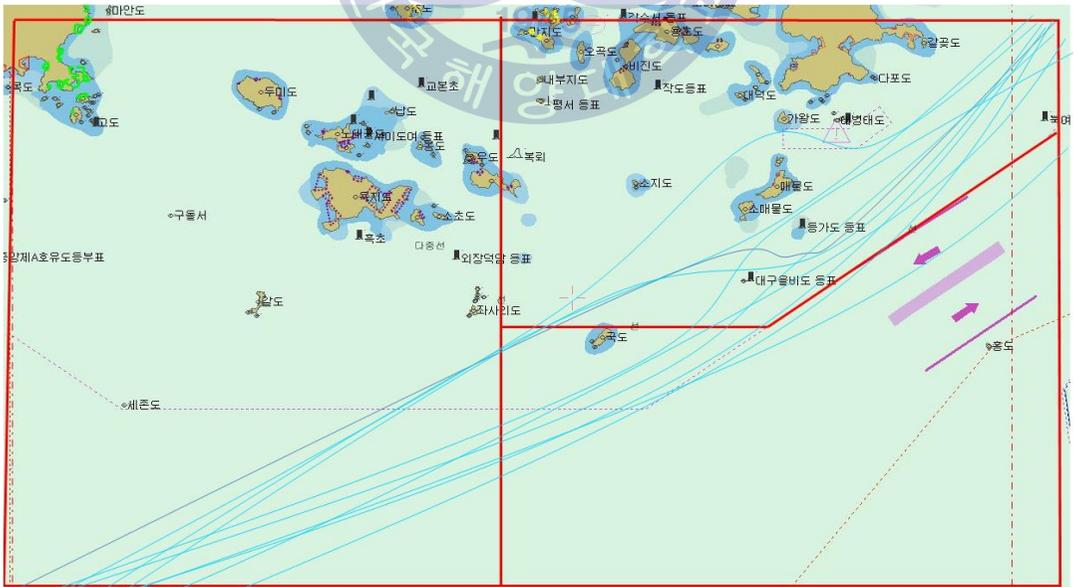


Fig. 14 대형선망어선 평균 이동경로, 2017년 통계

네 번째 실험은 대형선망어선의 통항패턴이다.

실험조건은 다음과 같다.

1. Fig. 13은 2017년 4월 3일 하루 동안 대형선망어선의 이동형태를 분석한 그림이다.

2. Fig. 13은 그림의 노랑부분은 육지 및 섬이고 파랑부분은 바다를 나타내며 노랑점선은 이동 선박의 항적을 나타낸 것이다.

3. Fig. 14는 1년간 대형선망 이동 시 어선의 모든 항적을 표시한 그림이다. 하늘색 실선은 한 개 실선이 1일 대형선망의 이동항적을 나타낸다. 2017년 1년간 대형선망어선은 통영연안VTS 관계구역을 24번 통항하였고 이를 모두 표시하였다

4. VIEW FINDER 시스템을 통해 선박 항적을 관찰하였고, V-PASS 정보를 통해 해당 선박이 대형선망임을 특정하였다.

네 번째 실험에서 다음과 같은 특성을 발견하였다.

1. 대형선망은 한 달에 한번 제주와 부산을 이동한다.

2. 2017년 대형선망의 이동 항로는 이전 해 보다 연안에 근접하여 있다. 이는 해양경찰에서 상선의 안전통항을 위해 대형선망의 이동경로를 홍도통항분리수역 안쪽으로 권고한 결과이다.

3. 대형선망의 이동 항로는 동서 방향으로 이동하는 상선과 같은 패턴을 보인다.

4. 24번 모든 경우에 일정한 항로를 이용하였기 때문에, 진입 이전부터 인근 선박 대상 안전관리가 가능하다.

3.2.5 유자망어선 통항패턴

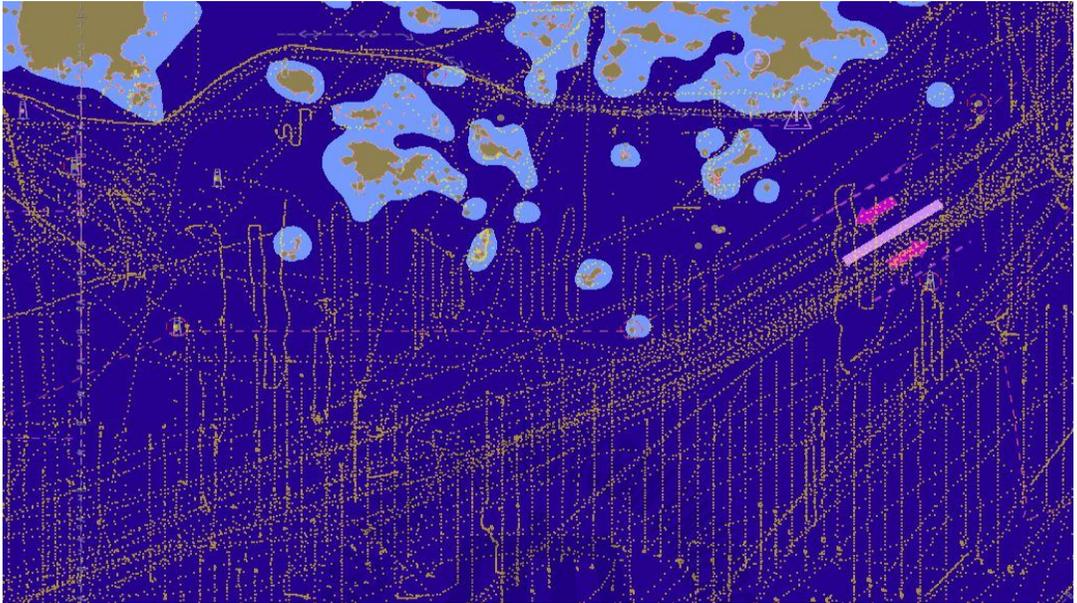


Fig. 15 유자망어선 이동항적, 2017년 2월 18일

실험조건은 다음과 같다.

1. Fig. 15은 2017년 2월 18일 하루 동안 유자망 어선의 조업형태를 분석한 그림이다.
2. Fig. 15은 그림의 노랑부분은 육지 및 섬이고 파랑부분은 바다를 나타내며 노랑점선은 이동 선박의 항적을 나타낸 것이다.
3. VIEW FINDER 시스템을 통해 선박 항적을 관찰하였고, V-PASS 정보를 통해 해당 선박이 유자망임을 특정하였다.

다섯 번째 실험에서 다음과 같은 특성을 발견하였다.

1. 유자망 어선은 집단 이동 패턴을 보이지는 않으나, 조업 및 사용하는 어구 특성 상 조업 시 동일하게 움직이는 조업패턴을 보인다.
2. 'z' 자 형태로 수 십 여척이 동시에 움직이며 계속된 변침으로 인근 통

항 선박에게 혼란을 야기 시킨다.

3. 조업형태에 대해 인근 선박에게 정보를 제공함으로써 안전관리가 가능하다.

3.3 실험결과 분석

1년 내내 일정한 패턴을 갖는 상선의 이동과는 다르게 어선은 어선종류별 각각의 고유 이동 패턴을 갖는다. 상선의 이동 패턴을 분석하고, 상선과 어선 조우 시 통항패턴을 어선 종류 별로 나누어 상선 대 멸치권현망, 상선 대 낚시어선, 상선 대 대형선망, 상선 대 유자망, 총 4가지로 분석하였다.

3.3.1 상선 간 조우패턴 분석

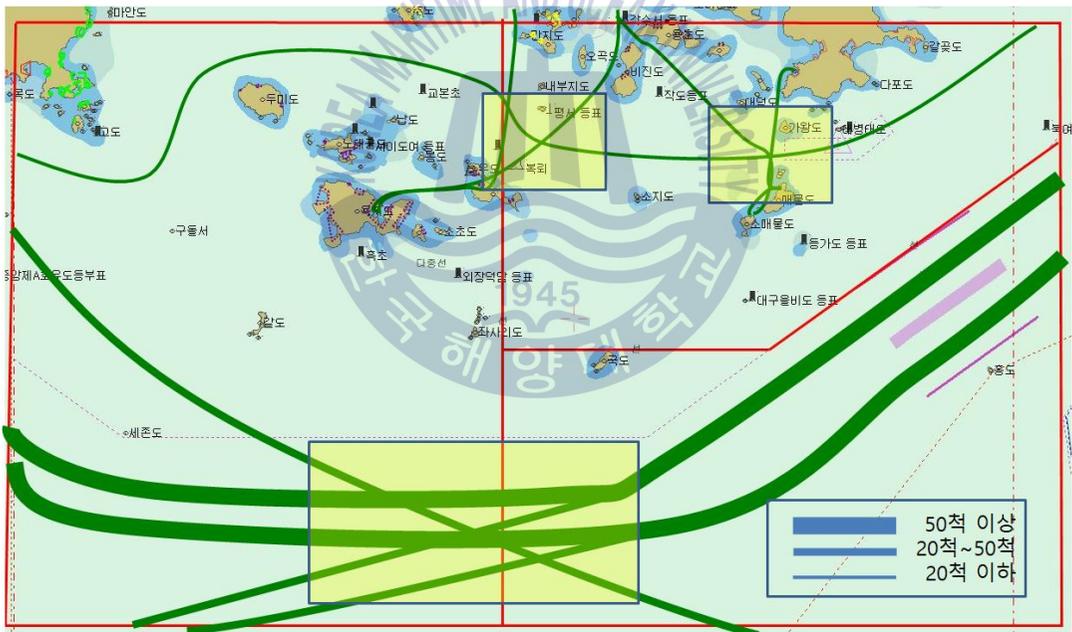


Fig. 16 상선 간 조우 패턴에 따른 연구결과 분석

첫 번째로 상선 간 조우패턴이다. Fig. 16은 실험해역인 통영연안VTS 관제구역을 나타내는 해도이다. 노랑색으로 표시된 것이 육지와 섬이고 파랑색으로 표시된 것이 바다이다. 2017년 1월부터 12월까지 365일 통항 선박을 분석하였고, 통항 선박 이동경로를 척수별로 3가지로 구분하였다. 패턴을 이루지 않는

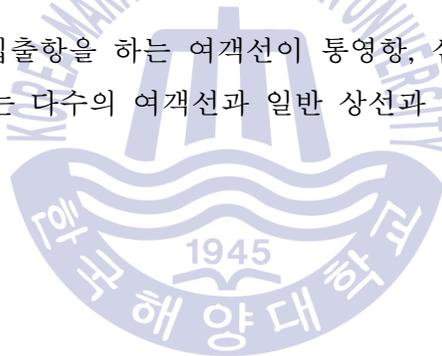
소수의 선박 및 기관고장등의 기타 사유로 인해 패턴을 벗어나는 소수의 경우는 제외 하였다. 다음은 상선 간 조우패턴 연구결과이다.

1. 기상 특보 발효 등의 이유로 통항 선박이 현저히 적은 날을 제외한 2017년 1년간 상선 통항 항적 통계를 보았을 때, 총 3개의 해역에서 상선이 밀집되는 것을 알 수 있다.

2. 관제구역의 남방 해역, 좌사리도 남방해역에는 하루 평균 200여척의 상선이 조우관계를 이룬다. 이 해역은 흉도 TSS로 집중되는 다수 상선과 여수 광양항을 입항하는 다수의 상선이 한곳에서 만나는 해역이다.

3. 여수로 입항하는 하루 평균 70여척의 유류운반선이 유조선 통항금지 구역 외측을 따라 항해함에 따라 다수 선박이 같은 항로에 집중된다. 이는 상선 간 동일한 조우패턴을 만드는데 있어 큰 요소 중 하나이다.

4. 하루 평균 60회 입출항을 하는 여객선이 통영항, 삼덕항, 저구항에서 출항하여 남북으로 항해하는 다수의 여객선과 일반 상선과 조우관계가 형성되어 조우관계를 형성한다.



3.3.2 상선과 멸치권현망어선 간 조우패턴 분석

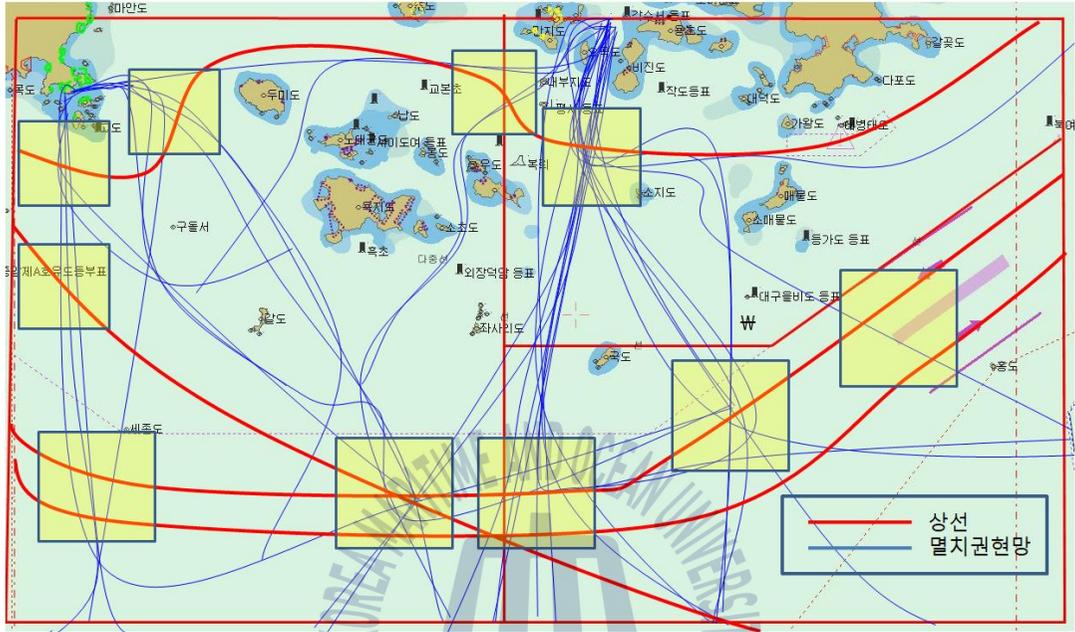


Fig. 17 상선과 멸치권현망어선 조우 패턴에 따른 연구결과 분석

두 번째로 상선과 멸치권현망 간 조우패턴이다. Fig. 17은 실험해역인 통영연안VTS 관제구역을 나타내는 해도이다. 노랑색으로 표시된 것이 육지와 섬이고 파랑색으로 표시된 것이 해상이다. 파랑색으로 표시된 하나의 실선은 멸치권현망 선단이 하루 동안 움직인 평균값이다. 2017년 1월부터 12월까지 365일 중 멸치권현망의 이동 경로를 분석하였다. 다음은 상선 간 조우패턴 연구결과이다.

1. 상선과 멸치권현망이 조우하는 해역이 10군데이다. 그 중 4군데인 통영항 및 미조항 앞 해상은 시기와 관계없이 1년 내내 상선과 조우하는 해역이므로 집중 관제가 필요하다. 나머지 6군데 해역은 시기별로 조우 해역이 달라지므로 시기별 집중 관제 해역을 특정하여 관제를 실시하여야 한다.

2. 멸치권현망은 멸치 어구에 따라 시기별로 조업지가 바뀌지만 이동경로와 조우 패턴은 일정하게 유지되므로 시기에 따른 상선과 조우관계를 예측할 수 있다.

3. 멸치권현망은 평균 새벽 4~5시 사이에 출항하여 일몰 전에 입항을 한다. 동시간대에 관제구역에 진입하는 선박에게 미리 어선 출항 정보를 제공하여 위에 표시된 해역의 통항을 피하도록 피항 항로를 설정하게 하는 방법이 최선의 방법이다.

5. 상선 간 조우관계가 집중되는 관제구역 남측, 좌사리도 남방해역에 멸치권현망의 이동이 잦은 것을 알 수 있으며, 상선 간 조우 관계가 형성되는 이 해역에 어선의 이동이 동시에 이루어지기 때문에 이를 해결하기 위해 상선의 항로계획에 관제사가 개입하는 것이 필수이다.



3.3.3 상선과 낚시어선 간 조우패턴 분석

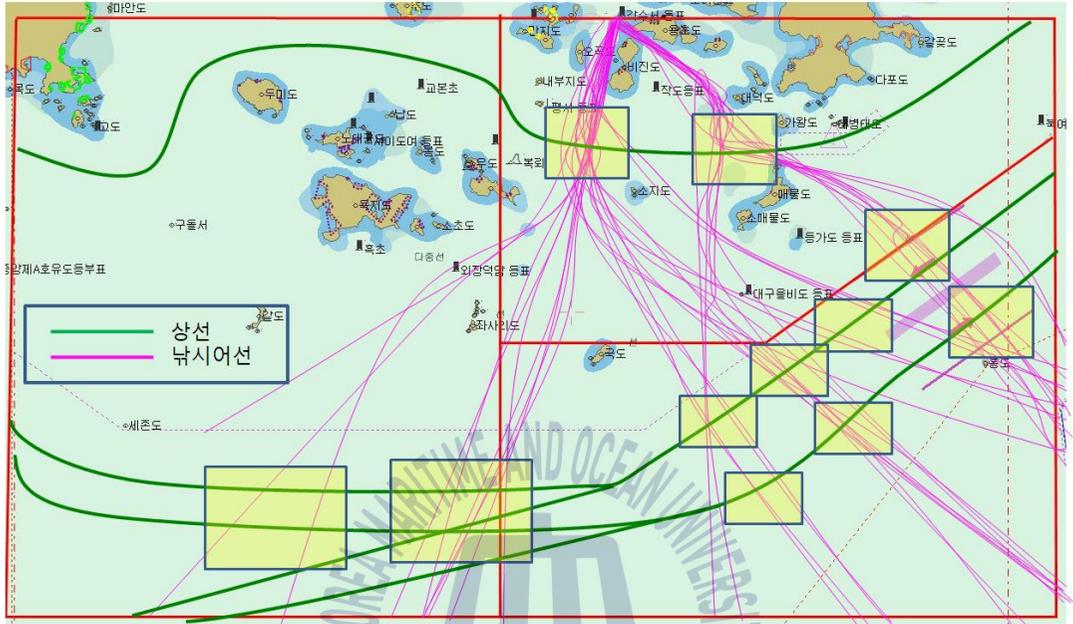


Fig. 18 상선과 낚시어선 조우 패턴에 따른 연구결과 분석

세 번째로 상선과 낚시어선 간 조우패턴이다. Fig. 18은 실험해역인 통영연안 VTS 관제구역을 나타내는 해도이다. 노랑색으로 표시된 것이 육지와 섬이고 파랑색으로 표시된 것이 해상이다. 녹색으로 표시된 실선은 상선의 2017년 한해 평균 이동경로이고, 보라색으로 표시된 하나의 실선은 낚시어선 선단이 하루 동안 움직인 평균값이다. 2017년 1월부터 12월까지 365일 중 낚시어선의 이동 경로를 분석하였다. 다음은 상선과 낚시어선 간 조우패턴 연구결과이다.

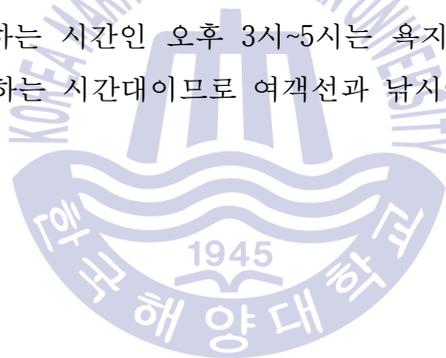
1. 낚시어선이 상선과 조우하는 주요 해역은 총 12군데이다. 그 중 7군데가 관제구역의 동측에 위치하고 있고 이곳은 홍도통항분리수역이 위치한 해역으로 다수 상선의 주요 통항로이다. 통영연안VTS를 동서로 향하는 대다수의 상선이 홍도 통항분리수역을 향해가기 때문에 낚시어선이 이동하는 시간에 상당한 사고의 위험이 따른다.

2. 낚시어선과 상선의 조우 해역 12군데 중 통영항 출입로에 위치한 2군데 해역은 시기 및 조업지 위치와 관계없이 낚시어선 출항 시 반드시 상선과 조우 관계가 형성이 되는 해역이다.

3. 좌사리도 남측 해역에 위치한 2군데의 해역은 통영연안VTS내 상선의 최대 통항해역이다. 여수항으로 향하는 다수 상선과 동서방향으로 향하는 다수 상선이 조우관계를 형성하고 남북으로 이동하는 낚시어선이 동시에 조우관계를 형성하여 상당한 위험성이 존재하는 해역이다.

4. 낚시어선은 오후3시~5시에 통영항에서 출항하여 조업지로 이동하며 새벽5시~7시에 통영항으로 입항을 한다. 조업지는 매일 유사하며 시기별로 어종에 따라 변화가 있지만 같은 시기에 같은 장소로 이동하는 특성을 보이기 때문에 이를 예측하여 상선에게 미리 정보를 제공할 수 있다.

5. 낚시어선이 출항하는 시간인 오후 3시~5시는 욕지도 매물도 등을 향하는 다수의 여객선이 운항하는 시간대이므로 여객선과 낚시어선간의 조우관계 형성이 잦다.



3.3.4 상선과 대형선망어선 간 조우패턴 분석

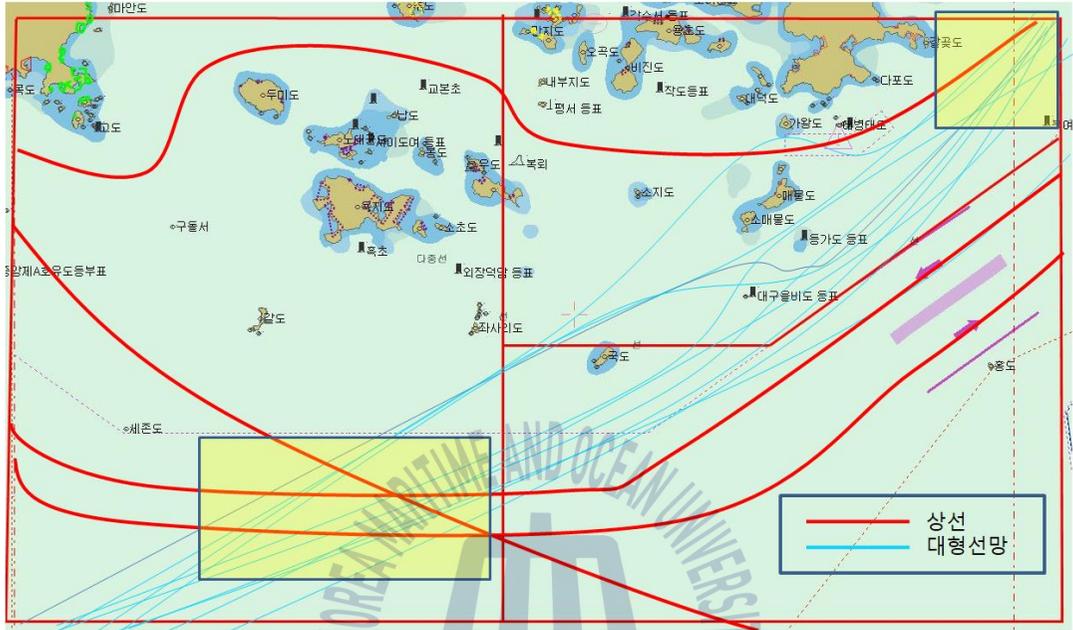


Fig. 19 상선과 대형선망어선 조우 패턴에 따른 연구결과 분석

네 번째로 상선과 대형선망 간 조우패턴이다. Fig. 19은 실험해역인 통영연안 VTS 관제구역을 나타내는 해도이다. 노랑색으로 표시된 것이 육지와 섬이고 파랑색으로 표시된 것이 해상이다. 빨간색 실선은 상선의 2017년 평균 이동경로이고, 하늘색으로 표시된 하나의 실선은 대형선망 선단이 하루 동안 움직인 평균값이다. 2017년 1월부터 12월까지 365일 중 대형선망어선의 이동 경로를 분석하였다. 다음은 상선과 대형선망어선 간 조우패턴 연구결과이다.

1. 대형선망과 상선이 조우하는 주요해역은 2군데이다. 연안항로대를 이용하는 소형상선과 조우하는 해역이 동북쪽에 위치하고 있고, 좌사리도 남측해역에 한군데가 위치한다.

2. 조우 주요해역 2군데 중 좌사리도 남측에 위치한 해역은 동서로 향하는 상선과 여수항을 출입항 하는 선박이 상호 조우관계를 형성하는 주요 통항로이다. 이 해역에 200여척 이상의 대형선망이 동 시간에 통항을 함으로써 상당한

위험이 존재한다.

2. 2016년 이전까지 대형선망은 홍도 통항분리수역으로 이동하여 대형 상선과 조우관계를 형성하였으나, 안전한 상선의 통항로를 확보하기 위한 해양경찰의 계도를 통해 연안 해역으로 대형선망어선의 항행을 유도하였다. 대형선망은 2017년 이후부터 연안으로 항행을 하게 되었고, 이에 따라 소형 상선과 조우관계를 형성하게 되었다.



3.3.5 상선과 유자망어선 간 조우패턴 분석

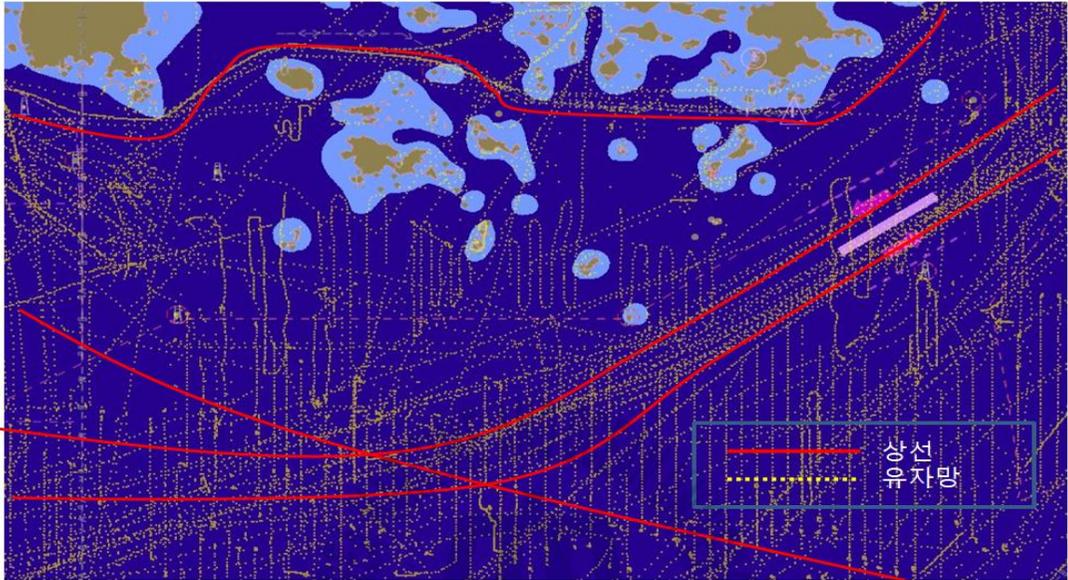


Fig. 20 상선과 유자망 어선 조우 패턴에 따른 연구결과 분석

다섯 번째로 상선과 유자망간의 조우패턴이다. Fig. 20은 실험해역인 통영연안VTS 관제구역을 나타내는 해도이다. 노랑색으로 표시된 것이 육지와 섬이고 파랑색으로 표시된 것이 해상이다. 빨간색 실선은 상선의 2017년 평균 이동경로이고, 노랑색 점선은 유자망어선이 하루 동안 움직인 이동경로이다.

다음은 상선과 유자망 어선 간 조우패턴 연구결과이다.

1. 유자망은 일정한 이동패턴을 보이지 않고 조업 특성상 개별적인 작업을 하는 것이 특징이나, 그물망 등의 어구의 특성에 따라 인근 유자망과 상호 합의하에 이동하는 것이 특징이다.

2. 이에 따라 Fig.20에서와 같이 유자망은 다수의 선박이 동시에 남북으로 이동하며 조업을 하게 된다. 유자망의 조업 형태를 이해하지 못한 상선이 유자망과 조우 시, 유자망이 남북으로 지속적으로 회두하여 선박의 의도를 파악하기 힘든 경우가 많다.

3. 유자망 어선이 사용하는 그물은 무겁지 아니하여 투망 후 가라앉는 시간이 오래 걸린다. 현장에서는 투망중인 유자망어선의 선미 방향으로부터 최소 1마일 이상의 거리를 유지할 것을 권고하고 있다.

4. 특정한 해역에서 특정한 시간에 조우하는 다른 종류의 어선과 다르게 유자망은 넓은 지역에 분포되어 있고 이동 시간도 어선마다 다르기 때문에 이동 패턴보다는 조업형태 패턴에 따른 상선의 안전관리가 필요하다.



4. 결론

본 논문에서는 상선과 어선의 조우 패턴을 연구하였다. 1년간 상선의 이동형태를 분석한 결과 상선은 365일 같은 이동패턴을 보였다. 그러나 어선의 경우 시기, 어업 특성, 어장의 위치 등에 따라 어선 종류별로 각각 특정한 이동패턴을 갖는 것을 확인하였다. 그리고 다양한 종류의 어선 중 이동 패턴이 뚜렷한 어선을 4개로 분류한 후 각각의 이동패턴을 분석하였고, 분석된 4개 종류 어선과 상선과의 조우 패턴을 분석하였다.

분석 결과, 각 어선별로 상선과 조우하는 해역이 특정되었다. 상선과 각 어선이 조우하는 해역은 어선 종류 별로 상이하다. 그러나 4가지 경우에 모두 상선과 조우하는 공통된 해역이 있다. 공통된 해역은 관제구역의 남측 해역인 좌사리도 남방 해역이다. 동서로 향하는 상선과 광양 여수항으로 입출항하는 다수의 상선이 교행관계를 형성하는 상선 교통밀집지역인 이 해역이 집단 이동 및 조업을 하는 4가지 종류 어선 모두의 주요 통행로로 사용되는 해역이다. 이 해역이 사고위험성이 상당히 높다는 결과를 도출해 내었다. 본 논문의 연구결과는 연구해역인 통영연안VTS 관제구역 내에서 사고를 미연에 방지하는데 기여할 것으로 생각된다.

참고문헌

- 해양수산부, 2018. 해양수산통계시스템
- 통영연안VTS, 2018. VOC 운영콘솔 (C-SCOPE)
- 기충일, 2009. 해상교통관제 운영 효율화를 위한 인력관리 개선방안 - 인천항을 중심으로
- 김기복, 2009. 우리나라 VTS 제도의 입법론적 연구
- 김정호, 2016. 해상교통관제사의 직무스트레스와 상황인식이 관제 인적과실에 미치는 영향
- 김진희, 2009. 해상교통관제제도의 개선방안
- 류한기, 2009. 해상교통관제의 발전방안에 관한 연구
- 문범식, 2003. 연안해역의 해상교통관제 방안에 관한 연구
- 박성호, 2006. 부산항 VTS의 효율적인 운영방안에 관한 연구
- 오지현, 2015. VTS 관제구역 내 어선충돌사고 원인 분석에 관한 연구
- 우계춘, 2015. 해양사고방지를 위한 VTS 운영 효율성 제고에 관한 연구
- 이치경, 2008. 국제법상 광역 해상교통관제의 도입에 관한 연구
- 최정연, 2015. 어선해양사고 예방을 위한 E-NAVIGATION 필요장비 및 서비스에 관한 연구