

# 평택항 교통안전특정해역 설정에 관한 연구

유상록\* · 김득봉\*\* · 정재용\*\*†

\* 국민안전처 해상교통관제센터, \*\* 목포해양대학교

## A Study on the Establishment of Specific Traffic Safety Areas at Pyeongtaek Port

Sang-Lok Yoo\* · Deug-Bong Kim\*\* · Jae-Yong Jeong\*\*†

\* Vessel Traffic Services, Ministry of Public Safety and Security, Korea

\*\* Mokpo National Maritime University, Mokpo 58628, Korea

**요 약** : 본 연구는 평택항을 통항하는 선박의 항해 안전을 확보하기 위해 교통안전특정해역 설정의 필요성을 정량적인 데이터로 제시하고자 하였다. 연구 비교 대상 6개 항만과 평택항과의 안개 일수, 도선 거리, 대형선 입항 척수, 조업 어선 척수를 비교 분석하였다. 연구 결과 평택항은 잦은 시계 제한의 영향을 받는 역 조건의 가운데 부산, 부산신항, 울산, 포항항보다 약 3.5~6배 더 긴 도선 구간을 항해해야 한다. 특히 어장이 형성되는 5~7월에는 통항로에 위치한 35척의 조업 어선을 피하기 위해 대형선이 역주행하는 상황이 발생하여 상대선박과의 충돌 위험을 갖는 교통 환경임을 확인하였다. 따라서 평택항 접근수역에 교통안전특정해역으로 설정한다면, 대형선이 조업 어선보다 법적 우위를 갖게 되므로 통항 안전성을 확보할 수 있을 것으로 판단된다.

**핵심용어** : 평택항, 교통안전특정해역, 안개 일수, 도선 거리, 대형선, 조업 어선

**Abstract** : This study expresses the necessity of recognizing Pyeongtaek Port as a specific traffic safety area to ensure the safety of the vessels that navigate there using quantitative data. The number of foggy days, pilotage distance, the number of large vessels and the number of fishing vessels that traveled between Pyeongtaek Port and 6 ports chosen as comparative study objects were compared and analyzed. The results showed that Pyeongtaek Port was more frequently affected by restricted visibility. With these perverse conditions, Pyeongtaek Port has a longer pilotage distance than Busan, Busan Newport, Ulsan or Pohang Ports by as much as 3.5-6 times. Especially from May to July, when fisheries were most functional, large vessels were required to navigate in an opposite direction to avoid 35 fishing vessels that were observed, creating an increased possibility for collisions among vessels. Therefore, the navigational safety of Pyeongtaek Port should be further secured by defining the approaching waters as specific traffic safety areas, giving large vessels legal priority over fishing vessels.

**Key Words** : Pyeongtaek port, Specific traffic safety area, Foggy days, Pilotage distance, Large vessels, Fishing vessels

### 1. 서론

평택항은 1996년 3대 국책항만 및 5대 국책개발사업에 선정된 이래 지속적인 부두 확충 및 대 중국 교역량의 급속한 증가를 보이며, 수도권과 중부권의 중심항으로 수행하고 있다. 단기간 내 급속한 항만성장을 이룬 결과 지난 10년 전에 비해 선석은 약 3.2배 증가하였으며, 항만개발계획에 따라 총 92선석을 2030년까지 개발할 예정이다. 이러한 항만 규모

의 증가와 더불어 선박 입·출항 및 화물 처리 실적 또한 지속 증가하고 있다(Kim et al., 2016).

하지만 항만의 항로 폭, 정박지 규모 등 선박 통항을 지원하는 기반 시설의 개발은 상대적으로 부족하여 선박 통항 안전의 저해 요소로 작용하고 있다.

평택항에 관한 선행연구를 살펴보면, Lee and Lee(2014)는 장래 부족한 정박지 문제를 해결하고자 평택항에 증가될 선박의 입항 척수를 예측하여, 기존 정박지의 확장 방안을 모색하여 항만 효율성을 제고하고자 하였다. 한편, Yoon et al. (2015)과 Kim et al.(2016)은 평택항 접근수역에서 조업하는 어선들을 대형선 통항 안전의 위해 요소로 판단하여 접근수

\* First Author : yoosangrok82@naver.com, 061-555-2550

† Corresponding Author : jyjong@mmu.ac.kr, 061-240-7175

## 평택항 교통안전특정해역 설정에 관한 연구

역에 항로 설정 또는 교통안전특정해역을 제안하였지만, 조업 어선에 대한 정량적인 분석과 타 항만과의 비교 분석은 미흡했다.

평택항 접근수역은 대형선이 어구를 회피하고자 불가피한 변침으로 인해서 다른 통항 선박과의 충돌 위험이 높은 곳이어서 선장이 직접 조선하기 쉽지 않고, 도선사들에게도 위험 부담이 높은 해역으로 알려져 있다(Yoon et al., 2015). 교통안전특정해역에서는 해사안전법에 따라 어망 또는 선박 통항에 영향을 주는 어구를 설치하거나 양식 어업을 할 수 없다(Kim and Park, 2003). 따라서 대형선의 원활한 운항과 대형사고 예방을 위해서는 교통안전특정해역 설정이 시급하다.

따라서 본 연구는 항로가 아직 설정되지 않은 평택항 접근수역에 교통안전특정해역 설정의 필요성을 연구하고자 한다. 특히, 대형선의 안전에 위험이 되는 조업 어선을 타항만과 비교 분석하는데 초점을 두고, 자연 환경, 항로의 여건 등과의 고찰을 통해 교통안전특정해역의 필요성을 제시하여 통항 선박의 안전 운항을 확보하고자 한다.

## 2. 연구 비교 대상 선정 및 연구 방법

교통안전특정해역은 해사안전법에 따라 해상교통량이 아주 많은 해역 또는 대형선 등의 통항이 잦은 해역에 대형 해양사고가 발생할 우려가 있는 해역에 설정할 수 있다. 교통안전특정해역은 인천항과 광양항은 1989년에 제정되었고, 부산항은 1991년에 제정되는 등 현재 5개 항만의 접근수역에 설정되어 있다.

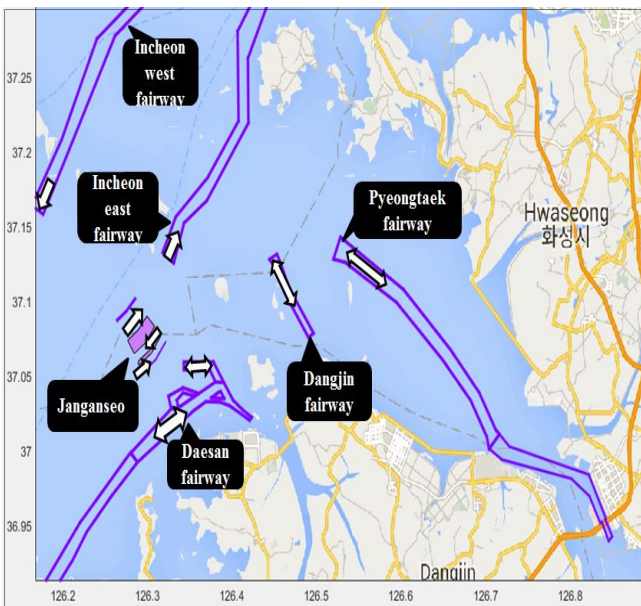


Fig. 1. Study area.

Fig. 1과 같이 장안서 통항분리수역에서 기존 평택항 항로까지 약 12해리 구간은 항로가 설정되어 있지 않다.

### 2.1 연구 비교 대상 선정

Table 1은 우리 나라 31개 항만의 2015년 기준 입항 선박 척수 순으로 조사한 것이다(SPIDC, 2015). 부산항은 부산신항과 접근수역이 다르므로 구분하여 추가 조사하였다(BPA, 2015). 분석 결과, 입항 척수가 많은 항만은 부산항이며, 다음으로 울산, 광양, 인천, 평택, 목포, 마산항 순이며, 특히, 평택항은 총톤수 기준으로 6번째로 나타났다. 평택항과 목포항은 입항 척수가 약 9,500여척으로 비슷하지만, 총톤수를 고려하면 목포항은 선박 1척당 총톤수가 4,338톤인 반면, 평택항은 14,864톤, 부산신항은 46,651톤 인 것을 알 수 있다.

Table 1. Number of inbound vessels and gross tonnage according to the ports

Port	Number of vessels	Gross tonnage	Percent of gross tonnage (%)
Busan	35,039	217,065,744	11.2
Ulsan	25,705	216,051,513	11.1
Gwangyang	24,117	351,594,407	18.1
Incheon	18,766	189,093,493	9.7
Pyeongtaek	9,688	144,004,241	7.4
Mokpo	9,481	41,137,865	2.1
Busan Newport	8,434	393,456,693	20.2
Masan	7,925	41,743,959	2.1
Daesan	7,560	64,750,132	3.3
Pohang	6,722	56,295,915	2.9
Yeosu	6,291	58,458,769	3.0
Gunsan	4,267	43,301,456	2.2
Jinhae	4,257	6,393,908	0.3
Donghae	4,033	25,040,398	1.3
Jeju	3,489	33,544,224	1.7
Gohyun	2,962	7,423,561	0.4
Okpo	2,898	5,339,639	0.3
Wando	1,757	779,872	0.0
Samcheonpo	1,509	8,895,306	0.5
Samcheok	1,399	4,175,084	0.2
Tongyeong	1,372	553,650	0.0
Okgye	1,131	4,580,126	0.2
Seogwipo	700	793,676	0.0
Janghang	503	497,582	0.0
Gyeongin	458	1,151,277	0.1
Hadong	409	7,810,078	0.4
Taeon	361	7,376,147	0.4
Boryeong	320	7,887,761	0.4
Sokcho	217	180,523	0.0
Hosan	100	4,958,077	0.3
Jangseungpo	23	5,164	0.0
Total	191,893	1,944,340,240	100.0

따라서, 본 연구에서는 현재 교통안전특정해역으로 설정되어 있는 부산·울산·광양·인천·포항항, 그리고 평택항보다는 해상교통량은 적지만 총톤수가 많은 부산신항을 추가하여 6개 항만을 평택항과의 비교 연구 대상 항만으로 선정하였다. 그 외 다른 항만은 총톤수 비율이 4% 이하로 상대적으로 작아 본 연구에서는 제외하였다.

**2.2 위해 요소 식별**

Lee and Kim(2013)과 Lee et al.(2016)은 해상교통 전문가 집단의 설문 조사를 통해 16가지 이상의 해상교통 환경 위험 요소 중에서 상대 중요도가 가장 높은 위험 요소를 안개로 인한 시정제한과 어선 통항량으로 도출하였다. Table 2는 Lee and Kim(2013)이 자연 조건의 위해 요소 사이의 상대적 중요도를 도출한 것으로 시계 제한이 49.5%로 풍속, 파고, 조류에 비해 2.3~3.6배 더 상대적으로 중요한 것을 알 수 있다.

Table 2. Relative importance between risk factors (Lee and Kim, 2013)

Natural condition	Relative importance between risk factors
Wind	13.7%
Visibility restrictions	49.5%
Waves	20.8%
Water Movements	16.0%

이러한 선행연구를 바탕으로 각 항만의 안개 일수와 대형선 통항 안전에 위험이 되는 조업 어선, 그리고 도선 구간 거리를 비교 분석하였다. 또한 대형선의 장래 통항 척수를 예측하여 제도적 방안을 마련하는데 기초 자료로 활용하고자 한다. 다만, 장래 수요에 대한 완벽한 추정에는 불가능하며 특히, 장기 예측은 단기 예측보다 정확도가 떨어져 수요 예측이 크게 빗나갈 가능성이 존재한다. 따라서 시계열 분석은 단기 예측 정확도가 높아 많이 사용하는 분석 기법으로 5년 정도를 예측하였다.

**2.3 대형선 예측 연구 방법**

대형선 예측은 각 항만의 20년간의 월별 데이터를 수집하여 시계열 분석을 실시하였다. 시계열 분석에는 대표적으로 자기회귀통합이동평균 모형(Autoregressive Integrated Moving Average Model, ARIMA)과 지수평활 모형(Exponential Smoothing Model, ESM)이 있다. 이들은 시간의 흐름에 나타난 데이터의 패턴을 파악하여 그 패턴이 미래에도 계속 적용되는 가정에서 예측하는 방법으로 전통적 회귀분석 보다 높은 정확성을 가지고 있어 근대적 시계열 분석의 주를 이루고 있다(Frechling, 2002).

시계열 자료는 Fig. 2와 같이 추세와 계절성 존재 여부에 따라 적합한 최종 모형을 선택하여 예측 값을 산출한다. 계절성이 있는 데이터는 단순계절 모형, Winters 가법, Winters 승법, 계절 ARIMA(p,d,q)(P,D,Q)s 모형으로 나타낼 수 있으며, 계절성이 없는 데이터는 비계절 ARIMA(p,d,q) 또는 단순 모형으로 식별할 수 있다.

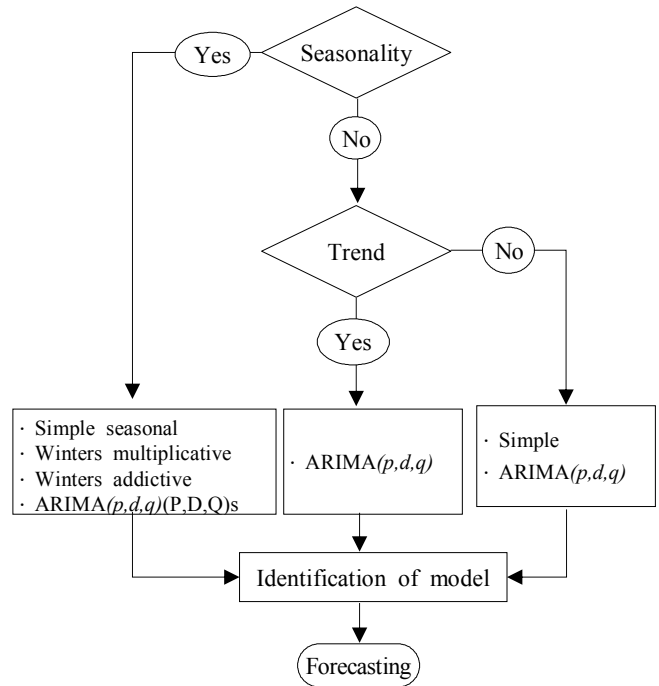


Fig. 2. Procedure of time series analysis.

**2.4 조업 어선 분석 연구 방법**

조업 어선 분석은 각 항만의 교통안전특정해역과 주 항로로 분류하여 실시하였다. 조업 어선 분석을 위해 2014년 1월 1일부터 12월 31일까지 1년간의 어선위치발신장치(V-PASS) 데이터를 이용하였다. Fig. 3은 조업 어선 데이터 추출을 위한 연구 흐름을 나타낸 것이다. 먼저, V-PASS를 통해 수집된 데이터를 월별로 분류하였다. 그리고 각 항만의 교통안전특정해역과 주 항로에서 조업하는 어선을 추출하기 위해 속력 1 knots 미만 선박 위치를 추출한 후, 조업 어선 척수와 조업 시간을 분석하였다(Yoo et al., 2016).

각 항만의 조류 속력을 고려하면, 항만별 조업 어선 추출을 위한 기준 속력이 달라져야 할 것이며 또한, 어업별 조업 형태(투망, 예망, 양망 등)에 따라 조업 어선에 대한 기준 속력이 다를 것이다. 이에 대한 모든 조건을 고려할 수 없으므로, 본 연구에서는 가장 엄격한 기준으로 1 knots를 적용하여 분석하였으며, 2 knots, 3 knots 등으로 기준 속력을 완화할수록 조업 어선 척수는 더 많아질 것으로 판단된다.

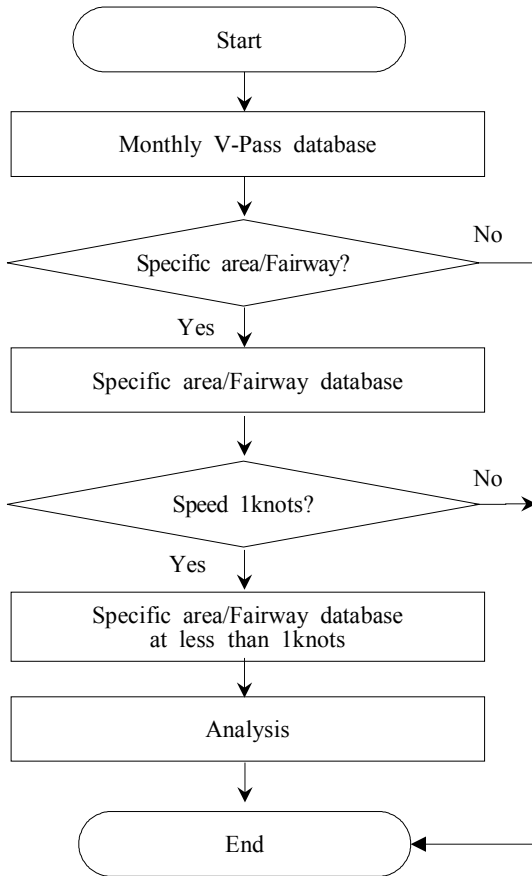


Fig. 3. Procedure for the calculating number of fishing vessels.

### 3. 교통안전특정해역 지정을 위한 검토

#### 3.1 안개 일수

각 항만의 안개 일수 산출을 위해 1996년부터 2015년까지의 20년간의 기상 자료를 수집하였다. 평택항은 기상대가 없어 가까운 서산 지역의 안개 일수를 수집하였고, 광양항은 여수 지역을 조사하였다. 연평균 안개 일수가 높은 지역은 Fig. 4와 같이 인천이 연평균 47일로 제일 많고, 다음은 평택항 접근수역인 서산이 42일로 많았다. 여수는 연평균 20일, 부산 10일, 울산 4일, 포항 3일로 나타났다. 서해안 지역이 남해안과 동해안 지역에 비해 연평균 안개 일수가 훨씬 많은 것을 알 수 있다.

Lee and Kim(2013)가 해상교통 전문가 집단의 설문 조사를 통해 밝힌 위험요소 중에서 안개의 상대 중요도가 가장 높은 점을 고려하면, 평택항은 잦은 안개로 통항이 쉽지 않은 것을 시사한다. 또한, 해사안전법 시행규칙 제31조에 따른 시계 제한으로 통제된 선박들이 출항 통제 해제 후 교통량이 폭주하여 통항 안전에 위협을 야기할 수 있다.

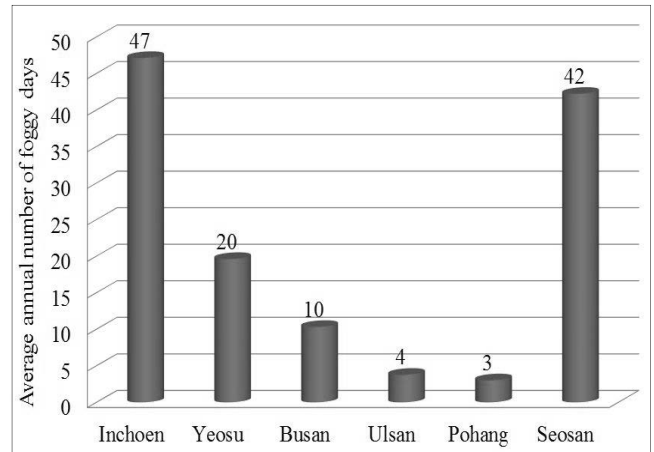


Fig. 4. Average annual number of foggy days.

#### 3.2 도선 거리

각 항만의 접근수역에서부터 부두까지의 운항거리를 알기 위해 Table 3과 같이 도선 구간을 비교하였다. 인천항이 장안서 도선점에서 북항까지 32.5해리로 가장 길었다. 다음은 평택항이 28.4해리, 광양항 19.4해리로 나타났다. 부산·부산신항·울산·포항항은 5~8해리로 상대적으로 도선 구간이 짧은 것을 알 수 있다.

Table 3. Comparison of distance from pilot station to berth

Pilotage district	Distance
Incheon (Janganseong p/s to North harbor)	32.5nautical mile
Gwangyang (No.3 p/s to Ulchon Hysco)	19.4nautical mile
Busan (No.1 p/s to North harbor)	4.7nautical mile
Busan Newport (Gadeok p/s to Newport)	6.5nautical mile
Ulsan (No.1 p/s to Main harbor)	7.9nautical mile
Pohang (No.1 p/s to Newport)	6.6nautical mile
Pyeongtaek (Janganseong p/s to Pyeongtaek port)	28.4nautical mile

Table 4는 2013년 기준 도선 서비스를 받은 선박의 척당 평균 도선 시간을 나타낸다(Kang, 2016). 부산·부산신항·울산·포항항은 한 시간 미만이었으며, 도선 구간이 비교적 긴 인천·광양·평택항은 한 시간 이상인 것으로 나타났다. 특히, 평택항은 부산·울산·포항항보다 2.1~2.8배 더 긴 구간을 도선 해야하는 것으로 나타났다.

Table 4. Average pilotage hours by pilot district (As of 2013)

Pilotage district	Average pilotage hours (hour)
Incheon	1.75
Gwangyang	1.47
Busan	0.78
Busan Newport	0.78
Ulsan	0.68
Pohang	0.90
Pyeongtaek	1.92

3.3 대형선 예측

각 항만의 장래 대형선 입항 척수를 예측 비교하였다. 해사안전법 제2조에 따라 대형선은 200 m 이상 선박을 의미한다. 선박길이 200 m는 항만 및 어항 설계기준에 따라 화물선 기준으로 약 40,000 DWT 이다(MOF, 2014).

$$GT = 0.529 \times DWT \quad (1)$$

여기서, GT : 총톤수, DWT : 재화중량톤수

40,000 DWT는 식(1)을 적용하여 20,000 GT 이상의 선박을 대형선으로 가정하였다. 1996년 1월부터 2015년 12월까지 20년간 월별로 20,000 G/T 이상의 입항 척수를 항만운영정보시스템(Port-MIS)에서 수집한 후, 시계열 분석을 실시하였다. 반복 시행 착오를 거쳐 각 항만별 적합한 예측 모형을 도출한 후, 장래 5년 후 대형선 입항 척수를 예측하였다.

1) 모형의 적합도

Table 5는 평택항의 대형선 예측을 사례로 ARIMA와 ESM에 대한 적합도를 검증하기 위해서 Ljung-Box 통계량을 분석하였다. Winters 가법 모형의 p값이 유의수준 5%보다 낮게 나타났고, ARIMA(0,1,11)(1,0,1)<sub>12</sub>는 유의수준 5%보다 크게 나타났다. 따라서 백색 잡음이 독립적으로 존재하는 ARIMA(0,1,11)(1,0,1)<sub>12</sub>를 평택항의 대형선 예측 모형으로 식별할 수 있다. 또한, ARIMA(0,1,11)(1,0,1)<sub>12</sub>는 98.2%의 높은 설명력을 보이고 있으며, 예측 모형으로서 적합하다고 할 수 있다.

Table 5. Model verification at Pyeongtaek port

Model	R <sup>2</sup>	Ljung-Box Q-statistics		
		value	DF	p
Winters additive model	0.983	54.883	15	.000
ARIMA(0,1,11)(1,0,1) <sub>12</sub>	0.982	14.545	14	.410

2) 예측 검증

Table 6은 식별한 모형의 예측력을 알아보기 위해 평택항의 2016년 1월부터 9월까지의 최근 관측값과 ARIMA를 통한 예측값 사이의 정확도를 오차의 백분율로 표시하기 위해 평균절대백분위오차(Mean Absolute Percentage Error, MAPE)를 적용하였다. 관측값과 예측값을 식(2)를 통해 비교한 결과, 예측값이 관측값으로부터 평균 5.9% 벗어나 모형의 정확성은 매우 높다고 할 수 있다.

Table 6. Comparison of observation & prediction at Pyeongtaek port

Date	Observation	ARIMA(0,1,11)(1,0,1) <sub>12</sub>	
		Prediction	Absolute percent error
Jan. 2016	209	202.0	3.4 %
Feb. 2016	159	174.8	9.9 %
Mar. 2016	208	203.6	2.1 %
Apr. 2016	200	198.4	0.8 %
May. 2016	212	202.1	4.7 %
Jun. 2016	182	194.6	6.9 %
Jul. 2016	197	203.6	3.3 %
Aug. 2016	166	197.3	18.9 %
Sep. 2016	192	198.6	3.4 %
MAPE		5.9 %	

$$MAPE = \frac{100}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{y_i - \hat{y}_i}{y_i} \right| \quad (2)$$

여기서, y<sub>i</sub> : 관측값,  $\hat{y}_i$  : 예측값, n : 관측 개수

Fig. 5는 평택항을 사례로 최적 모형인 ARIMA를 적용하여 장래 5년간 대형선 척수를 예측한 것이다. 평택항의 대형선은 점진적 증가 추세를 보이는 것을 알 수 있다.

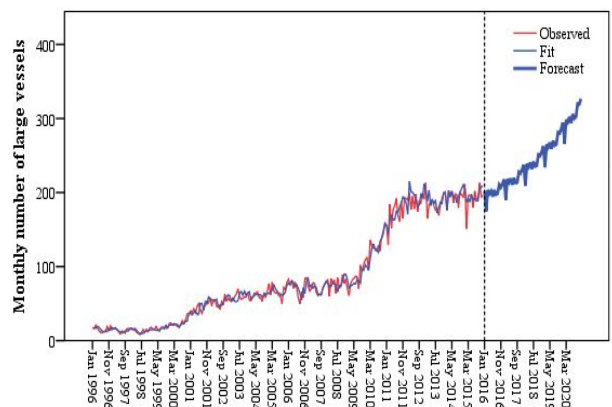


Fig. 5. Forecasting of large vessels at Pyeongtaek port.

이와 같은 절차로 각 항만의 최적 모형은 Table 7과 같이 도출하였으며, 장래 5년간 대형선을 Fig. 6과 같이 예측하였다.

Table 7. Fit model of large vessels according to each port

Port	Fit model of large vessels
Incheon	Winters additive model
Gwangyang	Winters multiplicative model
Busan	Simple seasonal model
Busan Newport	ARIMA(0,1,0)(0,1,1) <sub>12</sub>
Ulsan	Winters additive model
Pohang	Winters additive model
Pyeongtaek	ARIMA(0,1,11)(1,0,1) <sub>12</sub>

각 항만의 도출된 예측 모형은 단순계절, Winters 가법, Winters 승법, 계절 ARIMA(p,d,q)(P,D,Q)<sub>s</sub>으로 나타나 대형선의 입항 척수는 Fig. 2에서와 같이 계절성을 갖는 데이터인 것을 알 수 있다.

부산신항은 2006년 개장 이후 대형선의 입항 척수가 급속도로 증가하여 전국 항만 중에서 가장 많은 관측치를 보였으며, 이러한 추세와 계절성을 반영하여 장래에도 입항 척수가 많아질 것으로 나타났다. 반면, 부산항은 부산신항의 개장으로 2006년 이후 감소 추이를 보이고 있으며, 특히 최근 2013년부터 3년간의 대형선 입항 척수가 1996년보다 적은 관측치를 보이고 있다. 따라서 먼 과거에 관측된 값들보다 최근에 가까운 관측값에 더 많은 가중치를 부여하는 ESM 특성상 부산항의 장래 대형선 입항 척수는 계절적 반복 형태를 보이며 변화가 없을 것으로 예측되었다.

광양항은 매년 약 150척씩 증가하는 양상을 보이며, 그 외 울산·포항·평택항은 매년 소폭 증가하는 것으로 예측되었다. 특히, 평택항은 장래 5년 후, 부산신항·광양항에 이어서 3번째로 대형선 입항 척수가 많은 항만이 될 것으로 예측되었으며, 부산·울산항보다 많을 것으로 나타났다.

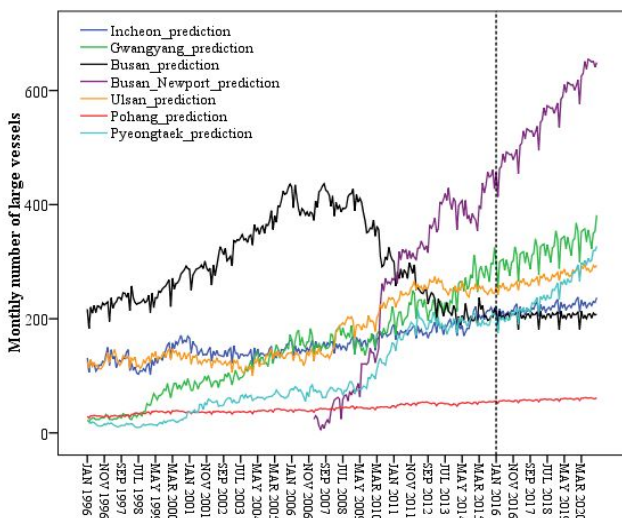


Fig. 6. Forecasting of large vessels using time series analysis.

### 3.4 조업 어선 분석

각 항만의 조업 어선 현황을 파악하기 위해 고시로 지정된 주 항로와 교통안전특정해역으로 구분하여 분석하였다. 교통안전특정해역으로 설정되지 않은 평택항은 Yoon et al. (2015) 연구를 반영하여 설정하였으며, 부산신항은 부산신항 해상교통관제구역을 반영하여 주 항로 밖으로 설정하였다.

Table 8은 각 항만의 월별 조업 어선 척수를 주 항로와 교통안전특정해역으로 구분하여 산출한 것이다. 주 항로에서의 조업 어선 척수를 분석한 결과, 부산항은 주 항로 면적이 2.3 km<sup>2</sup>으로 가장 좁고, 1일 평균 조업 어선이 0.6척으로 가장 적은 반면, 평택항은 주 항로 면적이 40.2 km<sup>2</sup>으로 가장 넓고, 1일 평균 조업 어선이 13.8척으로 가장 많은 것으로 나타났다. 인천·광양·부산신항·포항항은 1일 평균 5척 미만이 조업하는 것으로 나타났다. 주 항로의 단위 면적당 조업 어선 척수로 분석하면, 포항항이 1.02척/km<sup>2</sup>으로 가장 많고, 광양항 0.50척/km<sup>2</sup>, 평택항 0.34척/km<sup>2</sup> 순으로 분석되었다.

교통안전특정해역에서의 조업 어선 척수를 분석한 결과, 포항항은 면적이 717.8 km<sup>2</sup>으로 가장 넓고, 1일 평균 조업 어선이 95.6척으로 가장 많은 것으로 나타났다. 부산신항은 1일 평균 92.3척, 울산항 38.1척, 광양항 35.6척, 부산항 34.2척, 인천항 11.2척, 평택항 9.3척 순으로 조업하는 것으로 나타났다.

한편, 부산·부산신항·울산·포항항의 교통안전특정해역은 대형선이 통항하는 주 통항 경로대 외의 훨씬 넓은 범위(148.3~717.8 km<sup>2</sup>)로 설정되어 조업 어선 척수가 많이 포함된 것으로 나타났다. 즉, 이들 항만의 교통안전특정해역은 평택항보다 약 2~10배 이상의 면적까지 설정되어 있고, 주 통항 경로대 외에서 조업하는 어선까지 포함되어 평택항보다 훨씬 많은 척수를 나타내지만, 단위 면적당 조업 어선 척수로 분석하면, 0.13~0.23척/km<sup>2</sup>으로 비슷한 밀도를 보이고 있어 평택항의 조업 척수가 적은 것이 아닌 것으로 분석된다.

부록에 있는 Fig. A-1부터 Fig. A-12는 2014년 5월 한달간의 AIS와 V-PASS를 이용하여 상선과 조업 어선의 항적 밀집 분포도를 제시한 것이다. 0.1해리 간격으로 격자를 구성하여 항적 수에 따른 색깔의 단계적 차이를 적용하였다. 부산항과 울산항의 교통안전특정해역은 부록 Fig. A-6과 Fig. A-10에서와 같이 넓은 타원형으로 설정되어 있고, 부산신항과 포항항은 부록 Fig. A-8과 Fig. A-12에서와 같이 넓은 다각형으로 설정되어 있어 주 통항 경로대 외에서 조업하는 어선이 많이 포함되었다.

평택항 보다 단위 면적 당 조업 어선 척수가 약 2배 많은 광양항은 부록 Fig. A-4와 같이 입항로 부근에 조업 어선이 많이 분포하고 있지만, 입항로에 위치한 암초 때문에 대형선은 부록 Fig. A-3과 같이 통항하지 않으므로 조업 어선으로 인한 대형선의 항행 위험은 평택항 보다 상대적으로 덜할 것으로 보인다. 인천항의 교통안전특정해역은 입항로와

Table 8. Average daily number of fishing vessels and density in the main fairway and traffic safety specific area according to each port

Month	Main fairway							Traffic safety specific area						
	In-cheon	Gwang-yang	Busan	Busan Newport	Ulsan	Pohang	Pyeong-taek	In-cheon	Gwang-yang	Busan	Busan Newport	Ulsan	Pohang	Pyeong-taek
Jan	0.6	2.6	1.0	4.7	1.0	1.2	2.5	3.1	29.5	41.6	82.8	59.7	70.0	1.5
Feb	0.5	2.1	0.3	2.8	1.3	1.7	1.4	2.8	15.0	33.1	69.1	33.9	65.1	2.7
Mar	1.8	1.4	0.3	2.0	1.6	3.6	5.4	7.4	13.1	47.7	92.3	39.9	102.1	9.1
Apr	2.0	1.7	0.3	1.8	0.6	3.8	11.3	15.3	19.3	39.0	61.3	25.2	110.1	12.4
May	8.0	1.6	0.5	2.1	1.2	6.7	23.0	24.8	27.3	33.3	69.8	31.5	103.0	14.3
Jun	9.5	1.8	0.7	2.6	3.1	6.0	19.3	22.0	42.8	35.9	73.2	31.4	88.3	16.3
Jul	2.6	4.1	0.8	8.4	2.4	8.1	9.5	10.4	52.1	27.1	96.2	34.9	89.1	8.4
Aug	2.9	4.4	0.9	2.4	3.0	6.3	20.0	8.1	56.4	21.5	62.1	31.3	89.0	8.5
Sep	6.1	5.2	0.5	9.6	2.5	3.0	31.6	12.0	55.1	27.7	106.0	34.4	99.3	13.3
Oct	3.7	5.0	1.1	4.8	0.7	3.5	26.3	13.8	42.2	27.7	100.8	28.8	139.1	13.4
Nov	1.4	4.6	0.5	3.7	2.0	1.7	12.7	10.3	31.2	45.4	149.6	49.8	100.0	9.2
Dec	0.9	4.8	0.7	12.9	5.4	1.1	2.9	3.9	43.2	29.8	144.8	57.1	92.2	2.9
Average	3.3	3.3	0.6	4.8	2.0	3.9	13.8	11.2	35.6	34.2	92.3	38.1	95.6	9.3
Area (km <sup>2</sup> )	20.6	6.6	2.3	15.3	7.3	3.8	40.2	74.4	127.8	148.3	524.2	298.0	717.8	68.4
Density (vessel /km <sup>2</sup> )	0.16	0.50	0.27	0.32	0.28	1.02	0.34	0.15	0.28	0.23	0.18	0.13	0.13	0.14

Table 9. Average daily hours of fishing operation in the main fairway and traffic safety specific area according to each port (unit : hour)

Month	Main fairway							Traffic safety specific area						
	In-cheon	Gwang-yang	Busan	Busan Newport	Ulsan	Pohang	Pyeong-taek	In-cheon	Gwang-yang	Busan	Busan Newport	Ulsan	Pohang	Pyeong-taek
Jan	0.2	1.5	0.7	2.5	0.3	1.1	1.4	2.7	2.4	3.3	4.9	3.6	3.8	1.6
Feb	2.5	1.7	2.1	1.2	0.5	1.9	0.8	2.4	2.4	4.0	5.2	2.3	3.7	2.2
Mar	0.6	2.2	0.6	0.9	1.8	1.0	1.4	3.8	2.9	2.9	5.8	2.7	4.1	3.9
Apr	0.8	1.0	0.3	1.4	1.4	1.6	1.8	4.5	2.5	3.0	4.5	2.9	4.2	4.5
May	1.2	1.2	0.7	2.2	0.9	1.6	1.7	3.4	2.7	3.6	4.9	2.8	4.0	3.9
Jun	1.5	1.2	0.1	1.8	1.1	2.2	1.9	2.2	4.4	3.7	4.8	2.9	4.3	3.0
Jul	2.5	2.7	0.4	1.3	1.3	2.2	2.4	2.9	4.0	3.3	5.9	3.2	4.5	2.4
Aug	1.2	2.4	1.6	0.3	3.4	0.9	2.4	3.6	3.1	2.6	4.5	3.0	5.0	2.5
Sep	2.2	1.8	0.3	0.8	0.9	1.0	2.9	3.0	2.9	2.3	5.7	3.0	4.0	3.9
Oct	1.1	1.9	0.5	2.7	1.3	1.8	1.9	2.7	3.0	2.7	4.6	2.5	4.6	2.6
Nov	0.4	1.0	0.4	2.3	0.5	0.8	2.4	3.2	2.6	2.3	4.7	2.8	3.5	2.6
Dec	0.1	1.2	0.6	1.2	1.5	2.6	0.9	1.5	2.1	2.3	3.8	3.0	3.4	2.4
Average	1.2	1.7	0.7	1.6	1.2	1.6	1.8	3.0	2.9	3.0	5.0	2.9	4.1	2.9

## 평택항 교통안전특정해역 설정에 관한 연구

출항로가 구분 설정되어 있어 대형선이 조업 어선을 회피하기 위해 반대편에서 마주오는 통항 선박과의 대형 충돌 위험 가능성은 상대적으로 적을 것으로 사료된다.

Table 9는 각 항만의 주 항로와 교통안전특정해역에서 조업한 시간을 나타낸 것이다. 주 항로에서의 조업 시간을 분석한 결과, 부산항이 1일 평균 0.7시간으로 가장 짧은 반면, 평택항은 1.8시간으로 가장 긴 것으로 나타났다. 교통안전특정해역에서의 조업 시간을 분석한 결과, 부산신항이 1일 평균 5.0시간으로 가장 긴 것으로 나타났으며, 인천·광양·부산·울산·평택항은 3.0시간 이내로 나타났다. 각 항만 교통안전특정해역의 조업 시간이 주 항로 보다 약 2.4배 더 긴 것으로 분석되었다. 주 항로에서는 대형선 등 해상교통량이 밀집되는 곳이므로 관할 관청의 지도, 단속이 엄격하기에 항계 밖에 설정된 교통안전특정해역에서의 조업 시간이 상대적으로 길게 나타난 것으로 분석된다.

### 3.5 평택항 교통안전특정해역 지정이 필요한 이유

평택항은 잦은 시계 제한의 역 조건 가운데 부산·울산·포항항보다 약 3.5~6배 더 긴 도선 구간을 2.1~2.8배 더 긴 시간을 항해해야 한다. 또한, 항해 중 통항로에 위치한 조업 어선을 피하기 위해 마주오는 선박과의 충돌 상황의 위험성이 늘 상존한다.

특히 평택항은 Table 10과 같이 교통안전특정해역으로 설정할 해역의 1일 최대 조업 어선은 5월과 7월에 35척으로 나

타나 대형선의 통항 안전에 위험이 되는 것을 알 수 있다. Fig. 7은 교통안전특정해역으로 설정할 범위에 2014년 5월 한달 간 조업 어선의 위치를 샘플로 나타낸 것이다. 장안서 통항분리수역 입항로 부근에 조업 어선이 다수 분포하는 것을 볼 수 있다. 입항하는 대형선이 이 해역에서 조업하는 어선을 회피하고자 불가피한 변침으로 출항하는 대형선과의 충돌 위험이 높은 것을 알 수 있다.

Table 10. Monthly maximum number of fishing vessels at Pyeongtaek port

Month	Main fairway	Traffic safety specific area
Jan	7.0	9.0
Feb	5.0	6.0
Mar	12.0	18.0
Apr	26.0	20.0
May	59.0	41.0
Jun	45.0	40.0
Jul	31.0	36.0
Aug	42.0	22.0
Sep	49.0	30.0
Oct	52.0	27.0
Nov	31.0	22.0
Dec	8.0	8.0

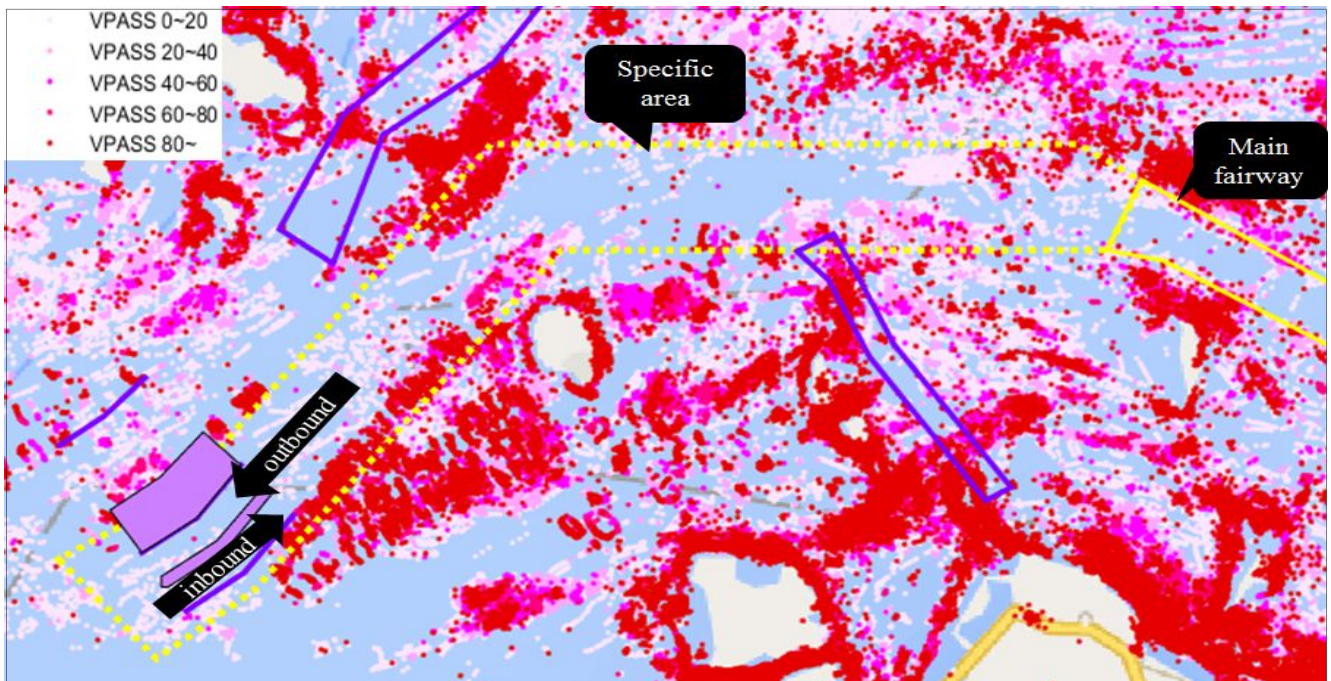


Fig. 7. Fishing vessels in traffic safety specific area of Pyeongtaek port in May 2014.



장안서 통항분리수역의 입항로 부근에 조업 어선이 침입하고 있어서, 입항하는 대형선이 어선을 피하기 위해서 출항로를 따라 역주행하는 상황이 발생할 수 있다. 이는 출항선박과의 안전거리 확보의 어려움으로 충돌 위험을 야기할 수 있어 통항 안전에 위험이 되고 있다. 인근의 진곡·탄도·공평항 등의 어항에서 출항한 어선들로 인하여 이 해역은 혼잡하다. 이 구간은 항로가 설정되어 있지 않아 대형선이 어선에 대해 항법상 우선권이 없고 어로에 종사중인 선박을 피하여야 하지만, 소형 어선은 레이더에 잘 탐지되지 않아 조기에 식별하여 피하는 것은 쉽지 않아 항해자들의 위험 부담이 되고 있다.

#### 4. 결 론

본 연구는 평택항을 통항하는 선박의 항해 안전을 확보하기 위해 교통안전특정해역 설정의 필요성을 정량적인 데이터로 제시하고자 하였다. 대형선의 안전에 위험이 되는 조업 어선을 타항만과 비교 분석하는데 초점을 두고 연구 비교 대상 6개 항만과 평택항과의 안개일수, 도선 구간, 장래 대형선 입항 척수 예측 등을 고찰하여 교통안전특정해역의 필요성을 제시하여 통항선박의 안전 운항을 확보하고자 하였다.

연구 결과 평택항은 잦은 시계 제한의 영향을 받는 역 조건의 가운데 부산·울산·포항항보다 약 3.5~6배 더 긴 도선 구간을 2.1~2.8배 더 긴 시간을 항해해야 한다. 특히 어장이 형성되는 5~7월에는 평택항 접근수역에 조업하는 35여척 이상의 다수 조업 어선을 피하기 위해 대형선이 역주행하는 상황이 발생하여 상대 선박과의 충돌 위험을 갖는 교통 환경임을 확인하였다. 따라서 평택항 접근수역에 교통안전특정해역으로 설정한다면, 대형선이 조업 어선 보다 법적 우위를 갖게 되므로 통항 안전성을 확보할 수 있을 것으로 판단된다.

인천·광양·부산항의 교통안전특정해역은 25년 이전에 설정되었다. 단기간 내 급속한 항만 성장을 이룬 평택항은 장래 5년 이내 대형선 입항척수가 부산·포항항보다 많아 전국에서 3번째로 많은 항만이 될 것으로 예측되어, 대형선의 원활한 운항과 사고 예방을 위해서는 교통안전특정해역 설정이 시급한 것으로 판단된다.

본 연구에서는 조업 어선의 속력을 1 knots로 가정하여 분석하였지만, 항만별 조류와 어업별 조업 형태(투망, 예망 등)의 차이에 따라 조업 어선에 대한 기준 속력이 다를 것으로 판단된다. 이에 대한 연구는 후속 연구로 진행할 예정이다. 또한, 향후 본 연구에서 비교 대상으로 한 6개 항만 외의 타 항만까지 포함하여 풍속, 조류, 수심, 항로 상 장애물 등을 반영한 통합적인 위험도 분석 연구를 진행하고자 한다.

#### References

- [1] BPA(2015), Busan Port Authority, <http://www.bpa-net.com/>.
- [2] Frechtling, D. C.(2002), Forecasting Tourism Demand, Methods and Strategies, Tourism analysis, Vol. 7, No. 2, pp. 171-172.
- [3] Kang, H. D.(2016), A Study on Utilization of Ship-Handling Simulation for Safety Improvement of Pilotage Service in Korea, Mokpo National Maritime University, Master Thesis, p. 17.
- [4] Kim, I. H. and S. I. Park(2003), The navigation rule in the traffic safety special area, Journal of the Korea Institute of Maritime Law, Vol. 15, No. 1, pp. 101-117.
- [5] Kim, J. Y., S. I. Han and J. H. Kim(2016), A Search for Methods of Improvement of Vessel Traffic Safety in the VTS area, 2016 Proceeding of Navigation and Port Research, pp. 279-281.
- [6] Lee, C. H. and H. H. Lee(2014), A Study on Expansion of Anchorage according to increased Trading Volume at Pyeongtaek Port, Journal of Korean Society of Marine Environment & Safety, Vol. 20, No. 6, pp. 663-670.
- [7] Lee, D. H., I. C. Kim, G. S. Yim, C. S. Kim, H. H. Lee and C. Y. Lee(2016), Analysis on Deviation of Respondents' Characteristics of the Survey on Evaluation of Risk at Coastal, 2016 Proceeding of Society of Marine Environment & Safety, pp. 123-124.
- [8] Lee, H. H. and C. S. Kim(2013), An Analysis on the Relative Importance of the Risk Factors for the Marine Traffic Environment using Analytic Hierarchy Process, Journal of Korean Society of Marine Environment & Safety, Vol. 19, No. 3, pp. 257-263.
- [9] MOF(2014), Ministry of Oceans and Fisheries, Harbours and Fishing Ports Design Criteria, pp. 30-31.
- [10] SPIDC(2015), Shipping & Port Integrated Data Center, <http://www.spidc.go.kr/>.
- [11] Yoo, S. L., J. C. Jeong, J. Y. Jeong and J. B. Yim(2016), A Study on the Safe Route through the Analysis of the Density of the Gill Netters in the West Sea, Journal of Korean Society of Marine Environment & Safety, Vol. 22, No. 5, pp. 389-401.
- [12] Yoon, B. W., J. S. Park and Y. S. Park(2015), An Empirical Study on the Improvement of Marine Traffic System at the Pyeong-taek Adjacent Areas, Journal of Korean Society of Marine Environment & Safety, Vol. 21, No. 5, pp. 507-514.

Received : 2016. 10. 06.

Revised : 2016. 10. 18. (1st)

: 2016. 10. 25. (2nd)

Accepted : 2016. 10. 27.

Appendix A

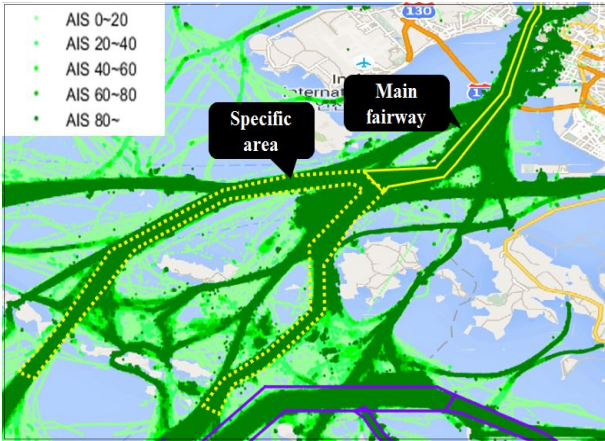


Fig. A-1. Trajectories of the merchant vessels at Incheon port in May 2014.

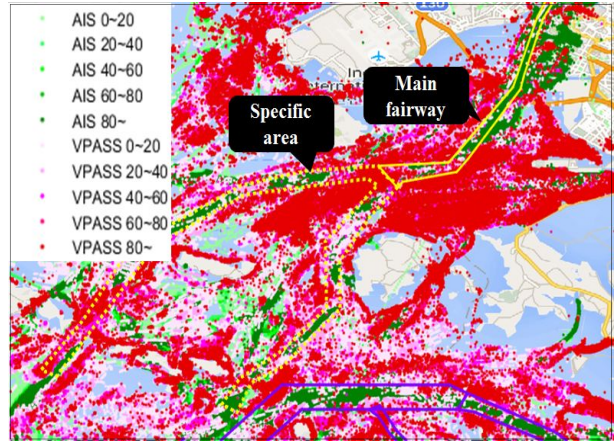


Fig. A-2. Trajectories of the merchant vessels and fishing vessels at Incheon port in May 2014.

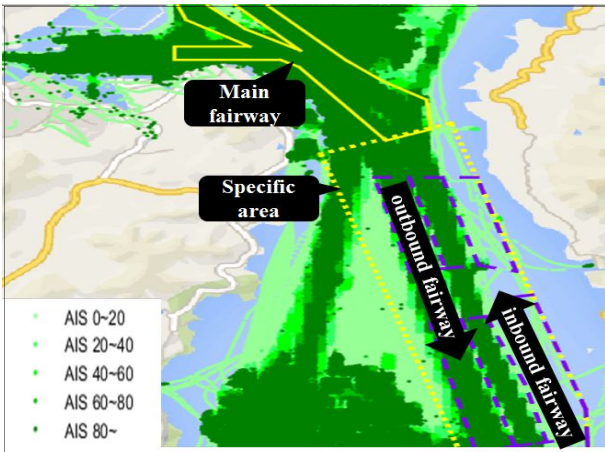


Fig. A-3. Trajectories of the merchant vessels at Gwangyang port in May 2014.

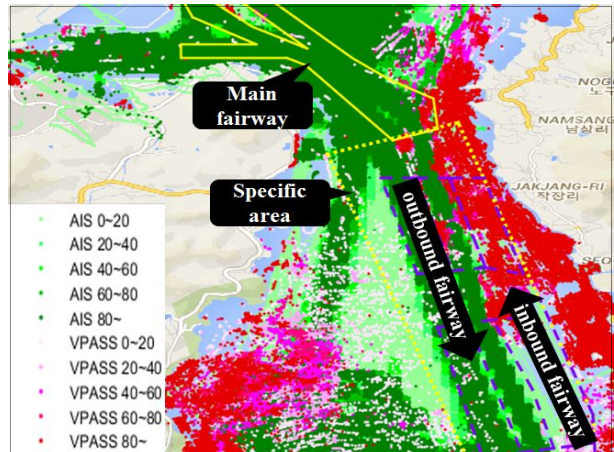


Fig. A-4. Trajectories of the merchant vessels and fishing vessels at Gwangyang port in May 2014.

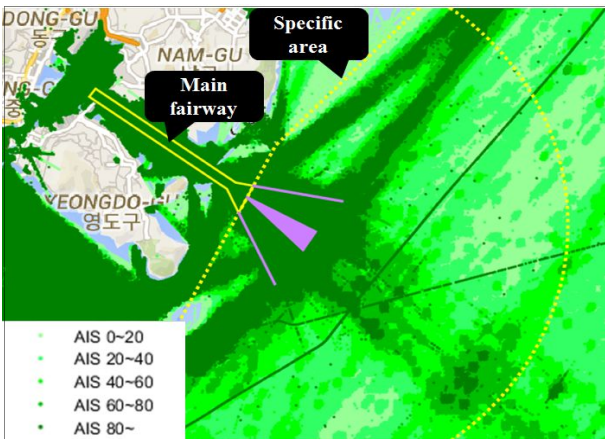


Fig. A-5. Trajectories of the merchant vessels at Busan port in May 2014.

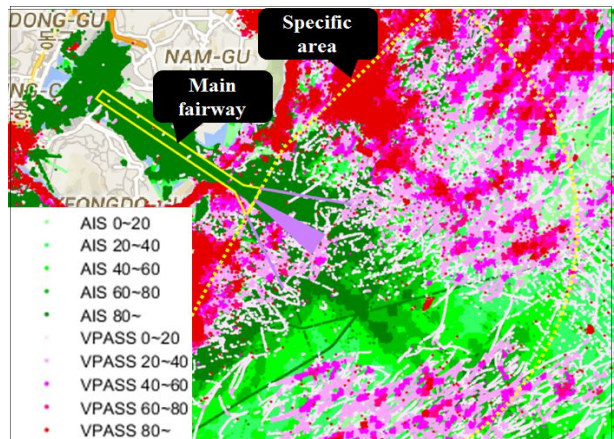


Fig. A-6. Trajectories of the merchant vessels and fishing vessels at Busan port in May 2014.

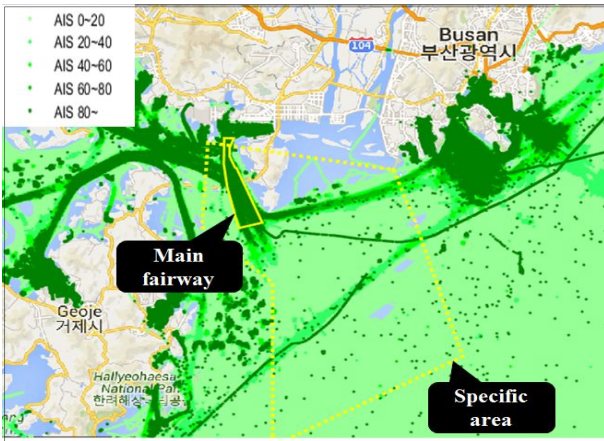


Fig. A-7. Trajectories of the merchant vessels at Busan Newport in May 2014.

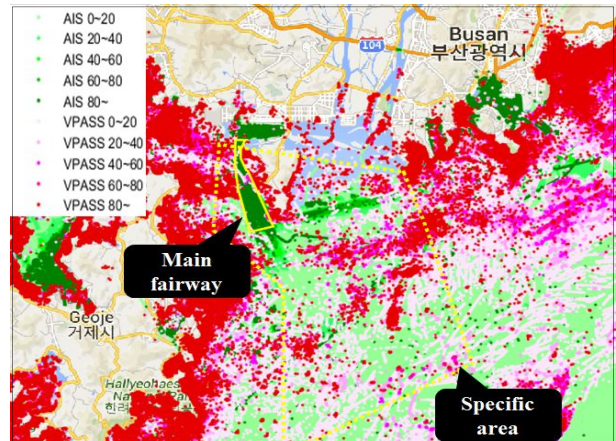


Fig. A-8. Trajectories of the merchant vessels and fishing vessels at Busan Newport in May 2014.

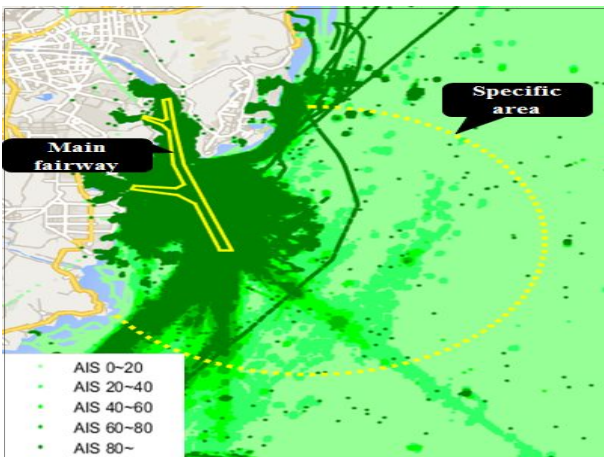


Fig. A-9. Trajectories of the merchant vessels at Ulsan port in May 2014.

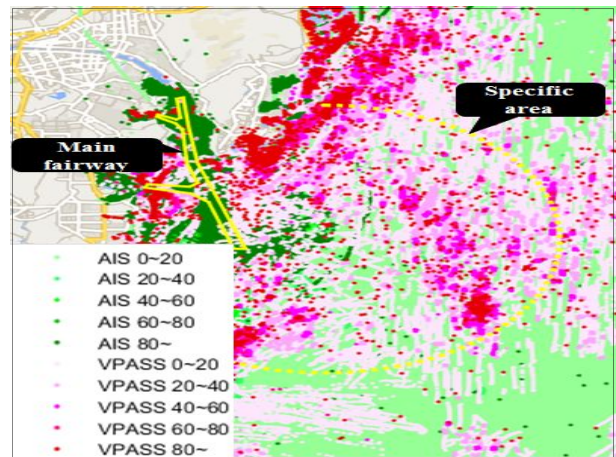


Fig. A-10. Trajectories of the merchant vessels and fishing vessels at Ulsan port in May 2014.

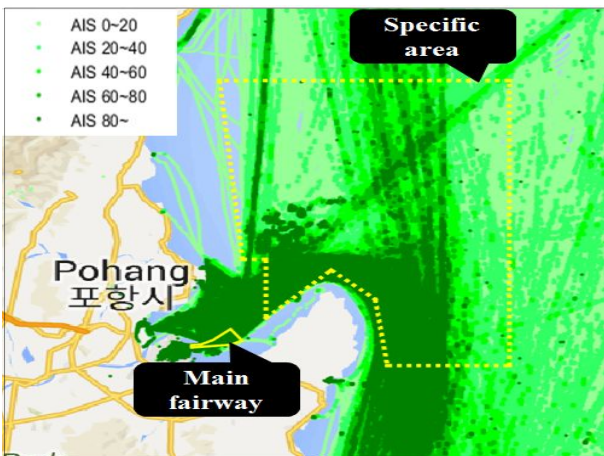


Fig. A-11. Trajectories of the merchant vessels at Pohang port in May 2014.

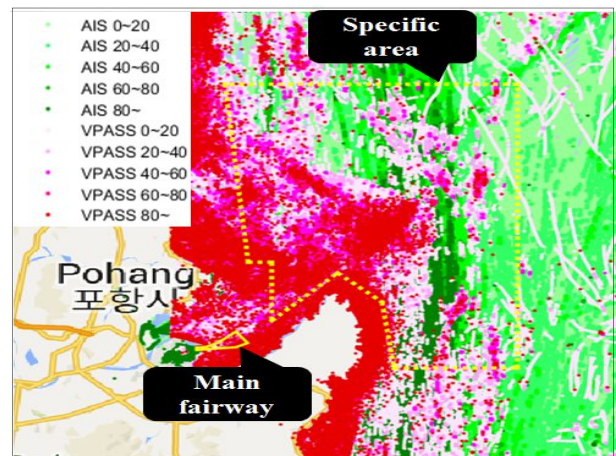


Fig. A-12. Trajectories of the merchant vessels and fishing vessels at Pohang port in May 2014.