

현장관찰법과 자기보고법에 기초한 VTS 관제사의 상황인식 분석

† 이재식 · 김정호* · 장은규**

† 부산대학교 교수, * 부산대학교 대학원, ** 한국해양수산연수원 교수

Analysis of VTS Operators' Situational Awareness Based on In-Field Observation and Subjective Rating Methods

† Jae-Sik Lee · Jung-Ho Kim* · En-Kyu Jang**

*, † Pusan National University, Busandaehak-ro 63beon-gil, Geumjeong-gu, Busan, 46241, KOREA

** Korea Institute of Maritime and Fisheries Technology, 367 Haeyang-ro, Yeongdo-gu, Busan, Korea

요 약 : 본 연구는 해상교통관제사(이하 'VTS 관제사')의 해상교통관제(Vessel Traffic Service: 이하 'VTS') 수행 속성을 상황인식(situation awareness: 이하 'SA')과 관련된 세부 과제들의 수행 빈도와 SA 역량에 대한 주관적 평가의 측면에서 살펴보기 위해 실시되었다. SA 세부 과제들에 대한 수행 빈도 자료는 3개 VTS 센터의 VTS 관제사가 보인 VTS 수행을 직접 관찰하여 수집하였고, SA 역량에 대한 주관적 평가 자료는 18개 VTS 센터에서 근무하는 VTS 관제사를 대상으로 설문조사법을 통해 수집하였다. 수행 빈도 자료는 SA의 세 수준과 각 세부 과제에 따라 비교하였고, 주관적 평가 점수에 대해서는 VTS 관제사의 성별과 근무경력에 추가적으로 고려하여 분석하였다. 본 연구의 결과를 요약하면 다음과 같다. 첫째, VTS 관제사는 SA 수준 중 정보지각에 해당하는 과제를 가장 높은 비율로 수행하였고, 이어서 정보통합과 예측에 해당하는 과제들을 각각 유사한 수준으로 수행하는 것이 관찰되었다. 둘째, VTS 관제사는 정보를 획득하거나 통합하는 역량에 비해 미래 상황을 예측하는 역량을 상대적으로 더 낮게 평가하였다. 셋째, 성별 차이를 비교한 결과, 남성 VTS 관제사는 여성에 비해 더 높은 수준으로 자신의 SA 역량을 평가하였다. 넷째, 성별로 근무경력에 따른 주관적 평가 차이를 비교한 결과, 남성의 경우 근무경력이 15년 이상인 VTS 관제사는 5년 미만의 VTS 관제사에 비해 SA의 모든 수준에 걸쳐 상대적으로 더 높은 주관적 평가를 보였으나, 여성의 경우는 근무경력에 따른 주관적 평가에서의 차이가 관찰되지 않았다. 이러한 결과는 VTS 관제사의 SA 과제 수행 빈도와 SA에 대한 주관적 평가가 SA 수준과 개인차 변인에 따라 달라질 수 있음을 시사한다.

핵심용어 : VTS 관제사, SA, 정보지각, 정보통합, 예측

Abstract : This study aimed to specify Vessel Traffic System(VTS) operators' situational awareness(SA) tasks and examine differences in subjective ratings for three levels of SA. Data for relative frequencies of SA tasks were collected by using direct in field observation. Subjective rating scores were obtained using a questionnaire method and compared in terms of VTS operator's gender and length of service career. The results are as follows. First, it was found that the VTS operators perform information perception task elements more frequently than those for information integration and prediction. Second, VTS operators tended to show subjectively lower evaluation scores for prediction than information perception or integration. Third, male VTS operators rated their SA ability higher than females. Fourth, the male VTS operators more than 15 years of career service showed higher subjective rating scores than those with under 5 years of service. Female VTS operators with different levels of career service showed a similar level of subjective rating scores. These results suggest that the frequency of SA related tasks and subjective SA evaluation can differ in terms of SA levels and individual differences.

Key words : VTS Operator, Situation Awareness, Information Perception, Information Integration, Prediction

1. 서 론

해상운송의 증가에 따라 항만으로 통항하는 선박의 수가 증가하고 있다(Park, et al .2008) 2014년을 기준으로 PORT-MIS 입력자료, 정기여객선, 항내부두 이동선박 및 VTS 구역내 통

과 선박을 모두 포함한 선박통항량을 분석해 보면 입항, 출항, 이동 및 통과 선박 수가 각각 30만 척을 초과하였는데, 이것을 1일을 기준으로 보면 평균 약 3,600 척의 선박이 통항하는 것이다(Korea Ministry of Public Safety and Security, 2015). 항만별로 통항 선박수는 부산항(약 20만 척), 여수항(약 16만

† Corresponding author : 정희원, jslee100@pusan.ac.kr 051)510-2131

* 정희원, zlwzks@nate.com 051)510-3030

** 정희원, sirius46@daum.net 051)620-5751

(주) 이 논문은 “해상교통관제사 인지적분분석 결과”란 제목으로 “2016년도 한국해양과학기술협의회 공동학술대회(부산 벅스코, 2016.5.4.19-20, pp.56)”에 발표된 자료의 일부임.

척), 그리고 마산항(약 13만 척) 순으로 많고, 연안 VTS 센터 별로는 여수해안을 통과하는 선박이 약 8만 척으로 가장 많다.

이러한 선박통항량 증가뿐만 아니라 VTS 구역내 각종 항만 공사개발 등에 의한 항로 복잡성 증가도 연안 해역에서의 선박사고 위험성을 증가시키고 있다. Korea Maritime Safety Tribunal(2015)의 통계자료에 따르면 2010년부터 2014년까지의 기간 동안 연평균 1,440건의 해양사고가 발생하였고, VTS 구역내 사고건수는 연평균 42건이었다(Korea Maritime Safety Tribunal, 2015). 이 중 VTS 구역내 관제대상 선박간 사고는 연평균 29.4건(70%), 관제대상 선박과 비관제대상 선박간 사고는 12.6건(30%)이었는데, 특히 선박통항량이 많은 부산과 울산 지역에서의 사고건수가 상대적으로 더 많았다. 선박통항량이 많은 지역에서의 선박사고, 특히 전체사고의 50%가 넘는 선박간 충돌사고가 상대적으로 더 많다는 점은 VTS의 기능과 역할이 갖는 중요성을 시사한다.

VTS란 레이더, 선박자동식별장치(Automatic Identification System: AIS), 초단파무선통신장비(VHF) 등과 같은 시스템을 사용하여 통항선박의 움직임을 관찰하고 안전한 항행에 필요한 정보를 제공하는 서비스를 말한다. 구체적으로, 통항선박에 대해 VTS 센터는 안전교행을 위한 정보제공, 운항통제, 정박지 지정 및 이동 명령, 도선정보 제공, 묘박지에서의 닻끌림 경고 조치 등 다양한 VTS 과제를 통해 선박과 항만의 안전을 도모하고 있다. 이러한 VTS를 위한 교신량도 매우 많아 18개 VTS 센터 전체로 보면 한 해 동안 대략 300만 건의 교신이 이루어지고 있는데, 이것은 1일 평균 약 9,000건, 1시간당 약 340건, 그리고 18개 VTS 센터별로는 시간당 약 20건의 교신이 이루어지고 있다는 것을 의미한다(Korea Ministry of Public Safety and Security, 2015). 특히 교신량은 요일, 주야간 혹은 저고조 시간대(non-peak/peak time)에 따라 큰 차이를 보일 수 있는데(Park, Park and Park, 2007), 시간대에 따른 이러한 교신량에서의 차이는 VTS 관제사가 특정 시간 조건에서 상당한 수준의 인지부담을 경험할 수 있음을 시사한다.

1.1 VTS 관제사의 SA

이러한 높은 수준의 통항선박 수와 VTS 교신량은 VTS 관제사의 인지부담을 초래할 수 있을 것이다. 특히, VTS가 계속해서 변화하는 역동적인 상황에서 이루어진다는 점을 감안하면, VTS 관제사가 상황 변화를 꾸준히 인식하면서 최대한 적절하게 반응하는 것은 VTS에서의 효율성과 안전성을 확보하는 데 필수적이라 할 수 있을 것이다(Kim, Jeong and Park, 2013; Kim, Oh, Lee and Lee, 2007, 2008; Lee, Oh and Lee, 2006; Nullmeyer, Stella, Montijo and Harden, 2005). 구체적으로, VTS 관제사는 이동하는 선박들의 위치 및 속도 변화, 선박 상태, 항해 여건 등에 대한 정보를 지속적으로 수집할 뿐만 아니라, 선박들 사이의 상대적 거리나 속도, 혹은 레이더 정보와 실제 항행 상황 정보를 통합하여 이해하고 있어야 한다. 나아가 이러한 통합된 정보를 기초로 시간상으로 가까운

미래에 항행 상황이 어떻게 변화될 것인가에 대해 예측할 수 있어야 한다. 이러한 VTS 관제사의 과제는 SA라는 개념으로 접근할 수 있다.

Endsley(1988)는 SA 수준을 세 가지로 구분하였다. 제 1 수준(이하 'SA-1')은 정보지각(information perception)으로 현재 상황에 대한 시공간적 정보를 정확하게 지각하는 것이고, 제 2 수준(이하 'SA-2')은 정보통합(information integration)으로 수집된 정보를 통합하여 상황에 대해 전반적으로 이해하는 것이다. 제 3 수준(이하 'SA-3')은 예측(prediction) 혹은 투사(projection)으로 SA-2에서 통합된 정보를 바탕으로 가까운 미래에 발생할 수 있는 상황을 예측하고 이에 대처하는 것이다. 이러한 SA 수준별 과제를 VTS 관제사의 과제수행에 적용하면 다음과 같은 하위 과제들이 포함될 수 있다. 정보수집 수준에서는 담당 섹터에서 운항하고 있는 선박의 선명, 위치, 선속, 혹은 경로뿐만 아니라 VTS 구역의 기상상태 등에 대한 정보도 수집하여 파악하고 있어야 한다. 정보통합 수준에서는 정보지각 수준에서 개별적으로 수집된 정보들을 통합하는 것이 요구된다. 예를 들어, 개별 선박들의 위치와 항속 정보를 통합하여 선박 사이의 상대적 거리를 파악하거나 이에 기초하여 관제의 우선순위를 결정하는 것 등이다. SA에서의 예측 능력은 VTS 구역내에서 갈등적 위치에 있는 선박들에 대한 정보를 기초로 충돌이 발생할 수 있을지의 여부를 예측하고 특정 선박에 대해 항로나 속도변경과 같은 지시를 미리 전달하는 것 등을 포함한다.

VTS 관제사의 SA 능력은 선박의 안전하고 효율적인 운항을 위해 매우 중요한 요소이고 SA 실패는 VTS 오류로 이어져 결국 해상사고의 한 원인으로 작용할 수 있다. 그러나 국내외를 막론하고 VTS 관제사의 SA 능력을 체계적으로 분석하여 이것이 해상사고와 어떠한 관련성을 갖는지 살펴본 연구는 거의 없는 것으로 보인다. 이것은 VTS 관제사와 유사한 형태의 직무를 수행하는 항공교통관제사의 SA 능력과 항공사고 사이의 관련성을 살펴본 연구들이 매우 많다는 것과는 대조적이라 할 수 있다(Seamster, Redding and Kaempfer, 1997; Wickens, 1992). 다만, 항해사들의 SA 실패에 기인한 사고에 대한 분석 자료는 일부 보고되기도 하였다. 예를 들어, Grech, Horberry and Smith(2002)는 1987년에서 2000년에 걸쳐 8개 국에서 발생한 177건의 해상사고를 분석한 결과, 항해사를 포함한 승무원의 SA 실패에 기인한 사고가 전체 사고의 71%에 달하고, 세부적으로는 이러한 SA 실패 사고 중 58.5%는 SA-1, 32.7%는 SA-2, 그리고 8.8%는 SA-3에서의 실패에 각각 기인하였다고 보고하였다. 이와 유사하게 Wagenaar and Groeneweg(1987)는 70%에 달하는 선박 운항사고가 SA 실패 때문이라고 보고하였다.

1.2 SA에서의 개인차

SA 능력의 중요성에 비추어 SA에서의 개인차에 대해서도 많은 관심이 주어졌다. 그 중에서 특정 직무에서의 경험에 따

른 전문성과 SA 능력 사이의 관련성은 비교적 분명한 것으로 보인다(Wickens, 1992). SA-1 즉, 환경 요소들에 대한 지각은 사람들의 시각탐색 및 지각 과정의 중요성을 강조한다. 이러한 시각탐색 및 지각 과정에는 주어진 자료의 물리적 특징에 기반하여 탐색하는 상향처리와 지식이나 기대 등에 기반하여 탐색하는 하향처리가 모두 작용하는 것으로 보인다. 특히 하향처리는 전문가의 시각탐색 과정을 더 많이 반영한다. 예를 들어, VTS 구역내에서 관제해야 할 특정 선박을 찾는 것과 같이, 특정 표적을 발견하기까지 걸리는 시간은 상향처리와 하향처리 모두에 기초한다. 그러나 전문성의 수준이 높아짐에 따라 상대적으로 상향처리 보다는 하향처리가 더 우세해지는 것으로 보인다.

전문가는 초보자에 비해 좀 더 큰 단위로 군집화하여 정보를 처리한다. 군집화(chunking)는 주어진 시점에서 얼마나 큰 단위로 정보를 지각하여, 이를 작업기억 속에 보유하고 있을지를 결정한다. 일반적으로 군집의 단위가 클수록 효율적인 방략이며, 초보자들에 비해 전문가가 많이 보이는 특징이기도 하다. 예를 들어, 의사결정(Payne, 1980) 영역에서 전문가 행동을 분석한 결과, 전문가는 작업기억 속에 정보를 최하 수준의 단위로 저장하기 보다는 더 큰 군집으로 지각하고 저장할 수 있다는 것이 관찰되었다. 장기기억 속에 저장되어 있는 선언적 지식과 절차적 지식은 전문성의 발달이라는 관점에서 볼 때 질적으로 다른 차이를 보인다(Sanderson, 1989). 즉, 선언적 지식은 신속하게 획득되고, 특정 과제에 대해 초보자들이 많이 사용하는 지식인 반면, 절차적 지식은 훨씬 더 천천히 획득되고 전문가들이 많이 사용하는 지식이다(Gordon, 1992). 선언적 지식이 비록 더 빨리 획득되기는 하지만, 이것은 또한 더 빨리 쇠퇴한다. 이와는 대조적으로, 절차적 지식은 획득하는 데 시간이 걸리는 대신, 더 느린 쇠퇴를 보이는데, 이것은 절차적 지식을 반복적으로 획득했기 때문일 것이다.

예측 능력은 SA에서 전문성의 특징을 가장 잘 반영한다. 예측 능력을 획득하기 위해서는 상황 요소에 대한 지각과 통합적 이해가 전제되어야 한다. 그리고 예측에 기초한 수행에는 일종의 기대 방략이 요구된다. 즉, 미래를 예측하기 위해 어디를 어떻게 살펴봐야 하는지 미리 파악하고 있어야 하는 것이다. 미래에 대상들이 어디에 위치할 것인지에 대한 가장 좋은 단서들은 대상들이 지금 어떻게 변하고 있는지에 대한 추세 정보를 지각하는 것이다. 이러한 정보는 시선이 주어지는 바로 앞의 현재 상황보다는 좀 더 넓은 범위에 대한 주시를 통해 더 잘 얻어질 수 있다. 이것이 바로 운전이 익숙한 사람들이 그렇지 못한 사람들에 비해 도로의 더 먼 지점을 주사하는(scanning) 이유이기도 하다(Mourant & Rockwell, 1972).

특정 직무에서의 경험에 따른 전문성과 함께 SA에서의 개인차 변인으로 많이 검토된 또 다른 변인은 성차이다. VTS에서는 지속적으로 변화되는 공간상의 여러 정보들을 동시에 처리하는 것이 핵심적인 과제이다. 이러한 특성을 고려해보면, VTS 관제사의 성차는 SA에서의 차이를 가져올 수 있는 중요한 요인이 될 수 있을 것이다. 일반적으로 공간정보의 처리는 여성에 비해 남성이 상대적으로 더 우수한 것으로 알려져 있

다(Jones, Braithwaite and Healy, 2003). 예를 들어, Voyer, Voyer and Bryden(1995)은 공간지각 능력에서의 성차에 대한 통합분석을 실시한 결과 공간적 심적회전, 공간지각, 그리고 공간적 시각화 등의 모든 영역에서 남성이 여성에 비해 우수한 결과를 보였음을 관찰하였다.

본 연구에서는 지금까지 많이 다루어지지 않았던 VTS 관제사의 SA에 초점을 맞추었다. VTS 관제사의 SA 요소에는 어떠한 항목들이 포함되는지 먼저 살펴보고, 각각의 SA 요소들에 대해 VTS 관제사는 자신의 역량을 스스로 어떻게 평가하고 있는지 살펴보았다. VTS 관제사의 SA 요소 분석은 인천, 부산북항 및 여수연안의 VTS 센터를 대상으로 직접 관찰법을 통해 분석하였고, SA 역량에 대한 주관적 평가는 국내 18개 VTS 센터에서 근무하는 VTS 관제사를 대상으로 설문 조사를 통해 측정하였다. 특히 SA 능력은 성별이나 경험 등과 같은 다양한 변인들에 따라 달라질 수 있다는 점(Wickens, 1992)을 고려하여 SA 역량에 대한 주관적 평가 자료에 대해서는 성별과 근무경력을 독립변인으로 하여 좀 더 세부적으로 분석하였다.

2. VTS 관제사 SA 요소분석

2.1 조사 및 분석방법

SA 관점에서 VTS 관제사의 VTS 과제를 세분화하고 이에 대한 과제 수행 빈도를 측정하기 위해 현장 관찰법을 사용하였다. 현장 관찰은 부산북항(2015년 7월 23~24일), 여수연안(2015년 7월 27~28일), 그리고 인천항(2015년 7월 30~31일) VTS에서 근무하고 있는 VTS 관제사를 대상으로 실시되었다. 세 지역을 직접 방문하여 24시간 동안 VTS 관제사의 VTS 수행을 녹화하였다. 녹화된 자료 중 교신을 위해 사용한 장비나 주시 스크린 유형 등에 대한 자료는 고려하지 않고 음성교신 내용에 한정하여 자료를 분석하였다. SA의 세 수준의 관점에서 각 과제의 수행을 항목화한 후 해당되는 항목의 빈도가 얼마나 관찰되는지 기록하였다. 세 곳의 VTS 센터 모두 2개의 관제 섹터에서 수집된 자료를 합산하였다.

2.2 SA 요소의 빈도분석 결과

SA 수준별로 VTS 관제사가 보인 SA 요소들의 내용을 먼저 분석하였다. VTS 관제사가 보이는 SA 요소들에 대한 분석은 VTS 관제사가 VTS 상황에서 어떠한 과제들을 얼마나 빈번하게 직접 수행하는지 살펴보는 것이 주요 목적이었기 때문에 과제들을 좀 더 세부적으로 항목화하였다. 그 결과는 Table 1에 정리하여 제시하였다. 분석 결과, 세 곳의 VTS 센터별로 약간의 차이가 있기는 하지만 SA-1에는 관제하고자 하는 선박의 이름을 확인하는 것(21.80%)이 가장 높은 빈도를 보였고, 그 다음으로 선박의 현재 위치 확인(14.99%)과 선박의 목적지, 출항지 혹은 운항 계획을 확인하는 것(7.35%) 등이

Table 1 VTS operator's control tasks and frequencies of the tasks at each levels of SA

Levels of SA	Incheon		Yeosu		Pusan		Total	%
	Freq.	%	Freq.	%	Freq.	%		
SA-1: Information Perception	2830	75.93	2038	68.94	2514	84.82	7382	76.52
Vessel name, AIS	755	20.26	694	23.48	654	22.06	2103	21.80
Current location of a vessel	755	20.26	37	1.25	654	22.06	1446	14.99
Destination, outport, and routing schedule	277	7.43	220	7.44	212	7.15	709	7.35
Vessels in departure, entering, and berthing	182	4.88	5	0.17	391	13.19	578	5.99
Acceptance command or recommendation	73	1.96	60	2.03	181	6.11	314	3.25
Feasibility of communication	148	3.97	97	3.28	48	1.62	293	3.04
Recognizing a vessel into a control sector	53	1.42	177	5.99	32	1.08	262	2.72
Nationality of a vessel	97	2.60	14	0.47	87	2.94	198	2.05
Anchoring of a vessel	93	2.50	0	0.00	57	1.92	150	1.55
Existence of unidentified vessel	46	1.23	9	0.30	78	2.63	133	1.38
Visibility(visible distance)	57	1.53	27	0.91	41	1.38	125	1.30
Request from a vessel	38	1.02	7	0.24	21	0.71	66	0.68
Reason for request for a vessel	26	0.70	3	0.10	21	0.71	50	0.52
Characteristics of a vessel(i.e., size, speed)	17	0.46	31	1.05	0	0.00	48	0.50
Weather condition	21	0.56	0	0.00	17	0.57	38	0.39
Number or code for contact with a vessel	12	0.32	6	0.20	1	0.03	19	0.20
Request from other controller	6	0.16	2	0.07	7	0.24	15	0.16
Others	174	4.68	649	21.96	12	0.40	835	8.66
SA-2: Information Integration	398	10.68	419	14.17	275	9.28	1092	11.32
DCPA or TCPA between the vessels	151	4.05	147	4.97	149	5.03	447	4.63
Fluency of communication between vessels	72	1.93	72	2.44	35	1.18	179	1.86
VHF channel number of other areas or sectors	36	0.97	102	3.45	6	0.20	144	1.49
Vessels requiring special attention in a given situation	56	1.50	36	1.22	10	0.34	102	1.06
Specific constraints of a sector	35	0.94	35	1.18	12	0.40	82	0.85
Timing and method of commands based on conditions of a sector	16	0.43	16	0.54	21	0.71	53	0.55
Deviation of a vessel's path compared with command	13	0.35	1	0.03	16	0.54	30	0.31
Effects of weather on vessels' navigation	8	0.21	0	0.00	12	0.40	20	0.21
Difference between Radar information and vessel's current location	9	0.24	10	0.34	0	0.00	19	0.20
Hazardous factors in or near anchoring point	2	0.05	0	0.00	14	0.47	16	0.17
SA-3: Prediction	499	13.39	499	16.88	175	5.90	1173	12.16
Vessel's predicted path	163	4.37	163	5.51	32	1.08	358	3.71
Predicted risk of collision between vessels	132	3.54	132	4.47	18	0.61	282	2.92
Identifying a vessel for giving advanced command to change course	69	1.85	69	2.33	38	1.28	176	1.82
Determination of a vessel's future path, when vessels are in conflict	58	1.56	58	1.96	38	1.28	154	1.60
Anticipated effect of a command given to a vessel on the other vessels	41	1.10	41	1.39	10	0.34	92	0.95
Required future changes of a vessel	10	0.27	10	0.34	21	0.71	41	0.43
Predicted vessels' location based on current time	8	0.21	8	0.27	18	0.61	34	0.35
Required time and distance for vessel's course change	11	0.30	11	0.37	0	0.00	22	0.23
Capability of a vessel to follow command of course change.	7	0.19	7	0.24	0	0.00	14	0.15
Total	3727	100	2956	100	2964	100	9647	100

높은 빈도를 보였다. SA-2에 포함되는 항목들로는 선박들 사이의 거리나 접근 시간을 확인하는 것(4.63%)과 선박들 사이의 교신과 협조 여부를 파악하는 것(1.86%) 등이 높은 순으로 관찰되었다. SA-3에 해당하는 항목들에는 선박의 미래 경로를 예측하는 것(3.76%), 선박간 충돌의 위험을 미리 예측하는 것(2.92%), 그리고 침로 변경을 권고해야 할 선박이 무엇인지

미리 파악하는 것(1.82%) 등이 포함되었다. 전체적으로는 SA 수준 중 SA-1이 가장 높은 비율(대략 76.52%)을 차지하고, 이어서 SA-2(11.32%)와 SA-3(12.16%)가 각각 유사한 수준으로 관찰되었다.

3. SA에 대한 주관적 평가

3.1 조사대상자

2015년 9월 2일부터 10월 2일 사이의 기간 동안 전체 18개 VTS 센터에 근무하고 있는 VTS 관제사를 대상으로 설문조사를 실시하였다. 18개의 VTS 센터에는 총 336명의 VTS 관제사가 근무하고 있는데, 이들 중 센터장, 시설담당자, 서무담당자 및 휴직자를 제외한 283명에게 설문지가 배포되었다. 설문지가 배포된 283명 중 175명의 자료가 수집되어 응답률은 62%였다. 18개 VTS 센터에서 근무하고 있는 총 336명의 VTS 관제사 수를 기준으로 하면 본 설문조사는 전체 VTS 관제사의 52.1%에 해당하는 인원에 대해 자료를 수집한 것이다.

각 VTS 센터별 자료수집 비율은 울산항(76.0%), 군산항(75.0%), 그리고 부산신항(70.8%)이 70%를 상회하는 수준으로 자료가 수집된 반면 제주항(20.0%), 진도항(22.7%), 동해항(25.0%), 그리고 경인항(28.6%)은 30% 미만의 수준으로 자료가 수집되었다. 조사대상자 중 남자는 151명(86.3%), 여자는 24(13.7%)이었고, 연령별로는 30대가 117명(66.9%)으로 가장

많았고, 40대가 32명(18.38%), 그리고 50대가 26명(14.9%)이었다. 근무경력별로는 5년 미만인 95명(54.3%), 5년 이상~15년 미만인 43명(24.6%), 그리고 15년 이상이 37명(21.1%)이었다. 조사대상자의 인구통계학적 특성에 대한 보다 자세한 자료는 Table 2에 제시하였다.

3.2 SA 측정척도

VTS 관제사의 SA 능력을 측정하기 위하여 Human Resources Development Services of Korea(2004)의 국가직무능력 표준(National Competency Standards: NCS) 및 활용패키지 VTS 부문에 제시된 VTS 관제사 직무수행능력 측정도구의 평가 항목 중 SA 능력을 측정하는 항목들을 기초로 총 16개의 SA 항목들을 구성하였다. 여기에는 'VTS 구역 내의 선박의 선명, 침로와 속력을 확인할 수 있다', '선박교통 상황의 변화를 파악할 수 있다'와 같은 SA-1과 관련된 5개 항목, 'VTS 화면, VHF 교신, PORT-MIS의 정보를 통합하여 의미를 파악할 수 있다', '통합된 정보를 바탕으로 통항선박간의 충돌 위험성을 판단할 수 있다'와 같은 SA-2와 관련된 7개 항목, 그리고 '획득한 정보에 기초하여 교통상황이 어떻게 전개될 수 있는지를 예측할 수 있다', '위험평가에 따른 VTS 구역 내 선박의 위험정도를 예측할 수 있다'와 같은 SA-3과 관련된 4개 항목이 포함되어 있다. SA 수준에 따라 구분된 16개의

Table 2 VTS operator's demographic characteristics

VTS Cener	TNO	SNO	%	Sex				Age						Career Years					
				Male		Female		30th		40th		50th		> 5		5 - 15		15 <	
				N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
Incheon	23	16	69.57	10	5.71	6	3.43	12	6.86	2	1.14	2	1.14	6	3.43	7	4.00	3	1.71
Yeosu_Coast	24	15	62.50	13	7.43	2	1.14	11	6.29	4	2.29	0	0.00	15	8.57	0	0.00	0	0.00
Yeosu	22	9	40.91	8	4.57	1	0.57	5	2.86	1	0.57	3	1.71	4	2.29	1	0.57	4	2.29
Jeju	15	3	20.00	3	1.71	0	0.00	2	1.14	0	0.00	1	0.57	1	0.57	2	1.14	0	0.00
Tongyoung	22	8	36.36	7	4.00	1	0.57	4	2.29	3	1.71	1	0.57	7	4.00	1	0.57	0	0.00
Masan	24	13	54.17	12	6.86	1	0.57	7	4.00	3	1.71	3	1.71	9	5.14	1	0.57	3	1.71
Pusan	18	9	50.00	8	4.57	1	0.57	4	2.29	0	0.00	5	2.86	2	1.14	2	1.14	5	2.86
Sinhang	24	17	70.83	15	8.57	2	1.14	11	6.29	6	3.43	0	0.00	7	4.00	9	5.14	1	0.57
Ulsan	25	19	76.00	14	8.00	5	2.86	15	8.57	1	0.57	3	1.71	11	6.29	4	2.29	4	2.29
Pohang	19	12	63.16	11	6.29	1	0.57	6	3.43	4	2.29	2	1.14	6	3.43	0	0.00	6	3.43
Donghae	12	3	25.00	3	1.71	0	0.00	3	1.71	0	0.00	0	0.00	1	0.57	2	1.14	0	0.00
Gyoungin	7	2	28.57	2	1.14	0	0.00	1	0.57	0	0.00	1	0.57	0	0.00	1	0.57	1	0.57
Pyeongtaek	16	11	68.75	9	5.14	2	1.14	9	5.14	2	1.14	0	0.00	5	2.86	5	2.86	1	0.57
Daesan	17	8	47.06	8	4.57	0	0.00	8	4.57	0	0.00	0	0.00	7	4.00	1	0.57	0	0.00
Gunsan	16	12	75.00	11	6.29	1	0.57	6	3.43	4	2.29	2	1.14	4	2.29	2	1.14	6	3.43
Mokpo	19	7	36.84	7	4.00	0	0.00	6	3.43	0	0.00	1	0.57	3	1.71	3	1.71	1	0.57
Wando	11	6	54.55	6	3.43	0	0.00	3	1.71	1	0.57	2	1.14	2	1.14	2	1.14	2	1.14
Jindo	22	5	22.73	4	2.29	1	0.57	4	2.29	1	0.57	0	0.00	5	2.86	0	0.00	0	0.00
Total	336	175	52.08	151	86.29	24	13.71	117	66.86	32	18.29	26	14.86	95	54.29	43	24.57	37	21.14

Note. TNO: Total number of operator, SNO: Surveyed number of operator

SA 항목들은 Table 3에 제시되어 있다. 각 항목에 대해 자신의 SA 능력의 정도가 어느 정도인지에 따라 1점('전혀 그렇지 않다')에서 8점('매우 그렇다')의 8점 Likert 척도로 응답하도록 하였다. SA 측정척도의 전체 신뢰도(Cronbach's α)는 .98이었으며, 하위요인인 SA-1의 신뢰도는 .95, SA-2의 신뢰도는 .97, 그리고 SA-3의 신뢰도는 .94였다.

3.3 결과

VTS 관제사의 SA 역량에 대한 주관적 평가점수는 세 가지의 측면에서 분석되었다. 먼저 SA 각 수준에 해당하는 항목에 대해 VTS 관제사가 어느 정도의 수준으로 자신의 역량을

을 평가하고 있는지 전반적으로 분석하였다. 이를 통해 SA 수준에 따라, 그리고 각 수준에 포함된 세부 항목에 따라 SA 역량에 대한 VTS 관제사의 주관적 평가를 비교해 볼 수 있을 것이다. 둘째, VTS 관제사의 성별과 근무경력에 따라 SA에 대한 주관적 평가가 어떠한 차별성을 갖는지 살펴보았다. 특히 본 연구에서 수집된 자료가 VTS 관제사의 성비에 따라 큰 차이가 있었을 뿐만 아니라(86.3% vs. 13.7%), 남성에 비해 여성의 근무경력이 상대적으로 더 낮다는 점을 고려하여 근무경력에 따른 SA 역량에 대한 주관적 평가를 살펴볼 때는 성별을 구분하였다. 셋째, SA 역량에 대한 주관적 평가에서 성별 차이가 있는지 검토할 경우에는 각각 동일한 수준의 근무경력을 갖는 VTS 관제사를 대상으로 비교하였다. 이를 통해 SA

Table 3 Subjective rating scores for each levels of SA

SA Level	Item	Male			Sub-Total	Female		Sub-Total	Total
		>5 (N=77)	5~15 (N=37)	15< (N=37)		>5 (N=18)	5~15 (N=6)		
		M (SD)	M (SD)	M (SD)		M (SD)	M (SD)		
1	Know vessel's name, path, speed	6.86 (1.42)	7.16 (1.26)	7.43 (0.99)	7.07 (1.30)	6.72 (1.56)	6.50 (1.38)	6.67 (1.49)	7.02 (1.33)
	Realize vessel's change	6.62 (1.44)	7.03 (1.32)	7.27 (1.15)	6.88 (1.37)	6.33 (1.50)	6.67 (1.37)	6.42 (1.44)	6.82 (1.38)
	Realize vessel's risk	6.55 (1.38)	6.95 (1.25)	7.16 (1.21)	6.79 (1.33)	5.72 (1.45)	6.33 (1.21)	5.88 (1.39)	6.67 (1.37)
	Grasp vessel's intention	6.06 (1.33)	6.49 (1.64)	6.68 (1.25)	6.32 (1.41)	5.50 (1.15)	6.00 (1.55)	5.63 (1.25)	6.22 (1.41)
	Grasp navigation environment	5.92 (1.30)	6.41 (1.61)	6.65 (1.25)	6.22 (1.40)	5.28 (0.83)	5.83 (1.72)	5.42 (1.10)	6.11 (1.38)
	Sub-Total	6.40 (1.25)	6.81 (1.29)	7.04 (1.08)	6.66 (1.24)	5.91 (1.12)	6.27 (1.32)	6.00 (1.16)	6.57 (1.25)
2	Integrate information from monitor, VHF, PORT-MIS	6.40 (1.40)	6.89 (1.29)	6.81 (1.33)	6.62 (1.37)	5.72 (1.13)	6.17 (1.47)	5.83 (1.20)	6.51 (1.37)
	Prioritize information between monitor, VHF, PORT-MIS	6.44 (1.37)	7.08 (1.16)	7.00 (1.41)	6.74 (1.36)	5.72 (1.23)	6.33 (1.21)	5.88 (1.23)	6.62 (1.37)
	Judge riskiness of vessel's collision based on integrated information	6.53 (1.37)	6.95 (1.20)	7.05 (1.22)	6.76 (1.31)	5.89 (1.37)	6.33 (1.21)	6.00 (1.32)	6.66 (1.33)
	Judge riskiness of vessel's stranding based on integrated information	6.17 (1.46)	6.68 (1.44)	6.89 (1.27)	6.47 (1.43)	5.67 (1.28)	5.83 (1.60)	5.71 (1.33)	6.37 (1.44)
	Judge vessel's deviation based on integrated information	6.17 (1.41)	6.70 (1.29)	6.78 (1.32)	6.45 (1.38)	5.72 (1.13)	6.33 (1.51)	5.88 (1.23)	6.37 (1.37)
	Judge vessel's anchor riskiness based on weather information	5.92 (1.51)	6.22 (1.57)	6.51 (1.48)	6.14 (1.53)	5.78 (1.26)	5.83 (1.60)	5.79 (1.32)	6.09 (1.50)
	Prioritize riskiness of vessels' collision based on integrated information	6.18 (1.46)	6.65 (1.27)	6.76 (1.38)	6.44 (1.41)	5.78 (1.17)	5.83 (1.60)	5.79 (1.25)	6.35 (1.41)
	Sub-Total	6.46 (1.32)	6.97 (1.15)	6.96 (1.18)	6.71 (1.27)	5.78 (1.18)	6.28 (1.29)	5.90 (1.20)	6.60 (1.28)
3	Prepare solution in advance for deviated anticipation	5.73 (1.27)	6.54 (1.24)	6.54 (1.41)	6.13 (1.35)	5.17 (1.10)	5.67 (1.63)	5.29 (1.23)	6.01 (1.37)
	Predict future traffic based on integrated information	6.09 (1.30)	6.51 (1.24)	6.76 (1.26)	6.36 (1.30)	5.67 (1.19)	5.83 (1.72)	5.71 (1.30)	6.27 (1.31)
	Predict future level of riskiness based on the present situation	6.10 (1.33)	6.54 (1.26)	6.65 (1.38)	6.34 (1.34)	5.44 (1.15)	5.83 (1.47)	5.54 (1.22)	6.23 (1.35)
	Predict relative riskiness among the vessels in control area	6.03 (1.28)	6.73 (1.22)	6.73 (1.24)	6.37 (1.29)	5.67 (1.2)	5.83 (1.72)	5.71 (1.33)	6.28 (1.32)
	Sub-Total	6.05 (1.27)	6.57 (1.18)	6.70 (1.25)	6.34 (1.27)	5.61 (1.09)	5.88 (1.57)	5.68 (1.19)	6.25 (1.28)

역량에 대한 주관적 평가에서 성별에 따라 차이가 있는 근무 경력의 효과를 어느 정도 통제할 수 있을 것이다.

SA의 각 수준과 여기에 포함되는 SA 주요 요소들에 대해 VTS 관제사가 평가한 주관적 역량에 대한 점수를 성별과 근무 경력에 따라 정리한 결과는 Table 3에 제시되어 있고 이를 도식화한 것이 Fig. 1이다. 먼저, 전반적으로 살펴보면 SA 수준에 따른 대부분의 항목들에 대해 VTS 관제사는 비교적 높은 수준으로 자신의 SA 역량을 평가하고 있음을 알 수 있다. 즉, 거의 모든 SA 항목에 대한 주관적 평가점수가 8점 만점에 5.5점 이상이었다. SA 수준별로 높은 주관적 평가를 보인 항목들을 살펴보면 SA-1에 해당하는 항목들의 경우 ‘VTS 구역 내의 선박의 선명, 침로와 속력을 확인하는 것(Mean = 7.02, SD = 1.33)’과 ‘선박교통상황의 변화를 파악하는 것(Mean = 6.82, SD = 1.38)’이 포함되었고, SA-2에 해당하는 항목들의 경우에는 ‘통합된 정보를 바탕으로 통항선박간의 충돌 위험성을 판단하는 것(Mean = 6.66, SD = 1.33)’과 ‘관제화면, VHF 교신 및 PORT-MIS의 정보 중 관제 우선순위를 결정하는 것(Mean = 6.62, SD = 1.37)’이 포함되었다. 그리고 SA-3에 해당하는 항목들에는 ‘VTS 구역에서 항행하고 있는 선박들의 위험성 정도를 예측하는 것(Mean = 6.28, SD = 1.32)’과 ‘획득한 정보에 기초하여 교통상황이 어떻게 전개될 수 있는지를 예측하는 것(Mean = 6.27, SD = 1.31)’ 등이 포함되었다.

SA 수준별로 각 수준에 해당하는 항목들에 대한 주관적 평가 점수들을 통합하여 분석한 결과, SA-1은 평균 6.57(SD = 1.25), SA-2는 평균 6.60(SD = 1.28), 그리고 SA-3은 평균 6.25(SD = 1.18)이었고 이 차이는 통계적으로 유의하였다($F = 39.58, MSE = .16, p < .001$). 특히 paired t-test를 통한 사후 검증 결과, SA-1과 SA-2 사이에는 유의한 차이가 관찰되지 않았으나, SA-1과 SA-3(평균차이 = 0.32, $p < .01$) 및 SA-2와 SA-3(평균차이 = 0.35, $p < .01$) 사이의 차이는 통계적으로 유의하였다. 이러한 결과는 VTS 관제사가 통합된 정보를 기초로 미래 상황을 예측하는 역량을 정보지각 역량이나 정보 통합 역량에 비해 상대적으로 더 낮게 평가하는 경향이 있음을 시사한다. 그리고 SA 전체 점수에 대해 성별 차이가 있는

지 분석한 결과, 남성 VTS 관제사(Mean = 6.57, SD = 1.21)는 여성 VTS 관제사(Mean = 5.86, SD = 1.22)에 비해 자신의 SA 능력을 유의하게 더 높게 평가하는 것($F = 7.13, p < .01$)이 관찰되었다. 앞서도 언급되었듯이 본 연구에 포함된 여성 VTS 관제사의 수가 남성에 비해 매우 적었을 뿐만 아니라 근무 경력도 성별에 따라 차이가 있었기 때문에 이후의 분석은 남성과 여성의 자료를 분리하여 살펴보고자 한다.

VTS 관제사의 SA 능력에 대한 주관적 평가가 근무 경력에 따라 차이가 있는지 살펴보기 위해 성별을 구분하여 근무 경력(5년 미만 vs. 5년 이상~15년 미만 vs. 15년 이상)을 참가자간 변인으로, 그리고 SA의 세 수준(SA-1, SA-2, SA-3)을 참가자내 변인으로 하는 변량분석을 실시하였다. 먼저, 남성 VTS 관제사의 경우 근무 경력의 주효과($F(2, 148) = 3.93, MSE = 4.26, p < .05$, 부분에타제곱 = .05)와 SA 수준의 주효과($F(2, 196) = 29.73, MSE = .17, p < .001$, 부분에타제곱 = .17)가 각각 유의하였다. 그러나 근무 경력과 SA 수준 사이의 상호작용효과는 유의하지 않았다($F(4, 296) = 1.10, MSE = .02, ns$). 근무 경력의 주효과를 가져온 집단 차이의 소재를 살펴보기 위해 Bonferroni 사후검증을 실시한 결과 근무 경력 5년 미만(Mean = 6.30, SD = 1.20)과 5년 이상~15년 미만(Mean = 6.90, SD = 1.15), 그리고 5년 이상~15년 미만과 15년 이상(Mean = 6.78, SD = 1.16) 사이에는 유의한 차이가 관찰되지 않은 반면 5년 미만과 15년 이상의 근무 경력 사이에는 유의한 차이가 관찰되었다(평균차이 = 0.60, $p < .05$). 이러한 결과는 근무 경력이 15년 이상인 VTS 관제사의 SA 역량에 대한 주관적 평가가 5년 미만의 근무 경력자에 비해 상대적으로 더 높다는 것을 시사한다.

SA 수준의 주효과에 대해 paired t-test를 실시하였다. 그 결과, 성별을 모두 통합하여 살펴본 경우와 마찬가지로 남성 VTS 관제사만을 대상으로 분석한 결과에서도 SA-1(Mean = 6.66, SD = 1.25)과 SA-2(Mean = 6.71, SD = 1.27) 사이에는 유의한 차이가 없었으나 SA-1과 SA-3(Mean = 6.34, SD = 1.27) 사이의 비교(평균차이 = 0.32, $p < .01$), 그리고 SA-2와 SA-3 사이의 비교에서는 차이가 유의하였다(평균차이 = 0.32,

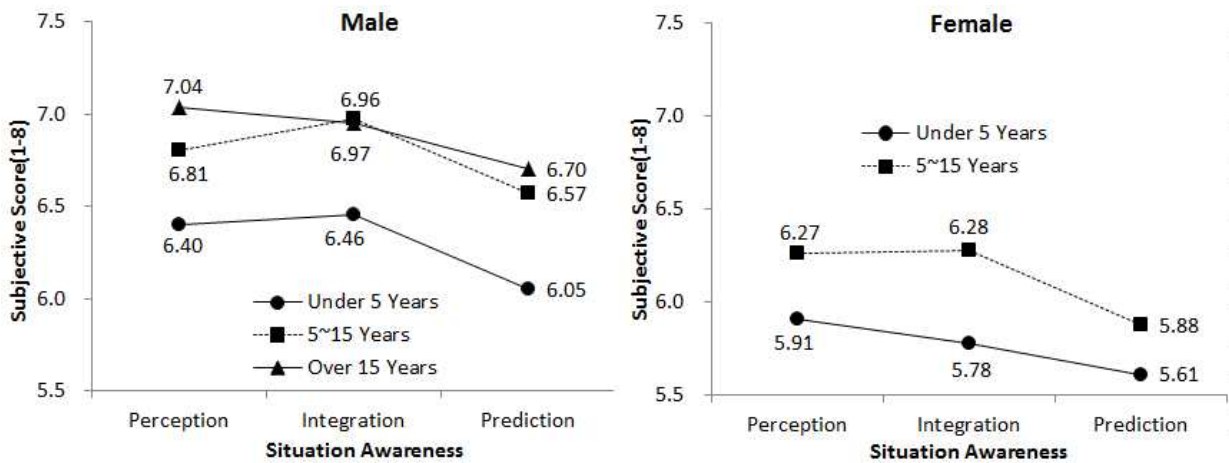


Fig. 1 Gender and service career differences in subjective rating for each SA level

$p < .01$). 이러한 결과는 남성 VTS 관제사만 별도로 살펴본 경우에도 SA-3에 대한 주관적 평가는 SA-1이나 SA-2에 비해 상대적으로 더 낮다는 것을 알 수 있다.

여성 VTS 관제사의 경우도 남성과 동일한 방식으로 SA 능력에 대한 주관적 평가가 근무경력과 SA의 세 수준에 따라 어떻게 차별화되는지 분석하였다. 여성의 경우에는 15년 이상의 근무경력자가 없었기 때문에 여성에 대한 자료의 분석에서는 5년 미만과 5년 이상~15년 미만의 두 수준에 대해서만 근무경력의 효과가 분석되었다. 분석 결과, 근무경력의 주효과는 유의하지 않았으나 SA 수준의 주효과[$F(2, 44) = 3.79, MSE = .16, p < .05, \eta^2 = .15$]가 유의하였다. 그리고 근무경력과 SA 수준 사이의 상호작용효과는 유의하지 않았다.

SA 주효과를 좀 더 구체적으로 살펴보기 위해 paired t-test를 실시하였다. 그 결과, 남성 VTS 관제사에 대한 분석 결과와 동일하게 여성 VTS 관제사의 SA-1(Mean = 6.00, SD = 1.16)과 SA-2(Mean = 5.90, SD = 1.20)에 대한 주관적 평가 사이에는 유의한 차이가 없었으나 SA-1과 SA-3(Mean = 5.68, SD = 1.19) 사이의 차이(평균차이 = 0.32, $p < .01$), 그리고 SA-2와 SA-3 사이의 차이는 유의하였다(평균차이 = 0.22, $p < .05$). 이러한 결과는 여성 VTS 관제사의 경우 근무경력에 따른 SA 능력에 대한 주관적 평가는 차이가 없으나 남성 VTS 관제사와 마찬가지로 SA 수준에 따라서는 SA-3에 대한 주관적 평가가 SA-1이나 SA-2에 비해 상대적으로 더 낮다는 것을 의미한다. 그러나 여성 VTS 관제사의 경우 표본크기가 절대적으로 작았을 뿐만 아니라 근무경력이 5년 이상~15년 미만인 경우에는 단지 6명의 자료만이 포함되어 있다는 점을 감안하면, 근무경력에 따른 여성 VTS 관제사의 SA 능력에 대한 주관적 평가 차이는 신중하게 해석할 필요가 있을 것이다.

4. 결 론

해상교통의 증가와 이에 따른 해상사고의 위험성 증가는 VTS 관제사의 적절한 역할과 개입이 갖는 중요성을 부각시키고 있다. 특히 VTS는 시간에 따라 상황이 역동적으로 변화될 뿐만 아니라, 다수의 선박들이 제한된 VTS 구역 안에서 다양한 항행 변인들(예: 상대적 위치, 항속 혹은 경로 등)을 통해 서로 상호작용하는 복잡한 상황이라는 점을 감안하면 정보들의 적절한 수집과, 수집된 정보의 통합 및 이해, 그리고 이를 바탕으로 한 미래 상황에 대한 정확한 예측을 포함하는 VTS 관제사의 SA 능력은 안전하고 효율적인 VTS에 필수적인 요구사항이 된다. VTS 관제사의 SA 능력이 갖는 이러한 중요성에도 불구하고 이에 대한 체계적/심층적 연구는 매우 부족한 실정이다.

본 연구에서는 VTS 관제사가 보이는 SA 요소들을 SA의 세 가지 수준에 따라 먼저 분석한 다음, SA에 포함되는 다양한 과제 항목들에 대해 VTS 관제사가 스스로의 역량을 어떻

게 평가하고 있는지 살펴보았다. 본 연구의 결과와 이에 대한 논의를 요약하면 다음과 같다. 첫째, VTS 관제사는 SA의 세 수준 중 SA-1에 해당하는 항목의 과제들을 대략 76%의 비율로 가장 빈번하게 수행하였고, 이어서 SA-2와 SA-3에 해당하는 과제들을 각각 12% 정도의 유사한 수준으로 수행하는 것이 관찰되었다. 즉, SA와 관련된 과제수행에서 VTS 관제사는 시각적/청각적으로 제시되는 외부 정보를 수집하는 것이 가장 빈번하게 이루어지는 것이다. VTS 관제사들의 SA 과제들 중 정보를 수집하고 지각하는 과제들의 빈도가 가장 높다는 본 연구 결과와 이 단계에서의 인적오류 비율이 가장 높다는 기존 연구 결과를 통합적으로 고려하면 한 가지 중요한 시사점을 얻을 수 있다. Grech et al.(2002)은 해양사고의 원인이 된 SA 실패 중 SA-1에서의 실패가 전체 사고의 거의 60%를 설명한다고 지적한 바 있고, 이와 유사하게 항공영역에서 Jones and Endsley(1996)는 항공사고의 원인 중 SA 에러의 76%가 SA-1에서 발생한다는 것을 관찰하였다. 물론 SA-1 과제들이 매우 다양하고 이에 따라 세부적인 과제 항목들의 절대적 수가 많기 때문에 이 단계에서 관찰되는 에러의 비율이 높을 수도 있다. 그러나 SA-1에서의 과제들은 이후의 SA-2나 SA-3의 수행을 위해 필수적으로 요구되는 선행 과제들이라는 점을 감안하면 SA-1에 포함되는 세부 과제들에서 에러 발생 비율을 줄일 수 있는 노력이 있어야 할 것이다.

둘째, SA 수준별로 VTS 관제사의 주관적 역량 평가 자료를 전반적으로 분석한 결과, VTS 관제사는 SA-1이나 SA-2 역량에 비해 SA-3을 상대적으로 낮게 평가하는 경향이 있었다. 이러한 경향은 SA-3이 SA-1이나 SA-2에 비해 상대적으로 더 어렵기 때문일 것이다. 다시 말해, Sanderson(1989)이 시사하였듯이, SA-3은 SA에서 전문성의 특징을 가장 잘 반영할 뿐만 아니라 VTS 관제사로서의 직무경험이 풍부해야 발달할 수 있는 것이다. 이러한 능력을 획득하기 위해서는 상황요소에 대한 지각과 통합적 이해가 미리 이루어져야 하는데, 이러한 과제들은 작업기억과 정보 군집화의 부담을 모두 증가시킨다(Payne, 1980). 인지적 노력에서의 부담 증가 때문에 VTS 관제사들은 SA-3에 대한 스스로의 역량을 다른 수준의 SA 역량들에 비해 상대적으로 더 낮게 평가했을 가능성이 있다. 또한 위에서 언급한 바와 같이 SA 요소 중 SA-3에 포함된 세부적 VTS 과제들은 SA-1이나 SA-2와 비교하여 상대적으로 덜 빈번하게 요구되는 것이기 때문에 VTS 관제사는 이에 대해 충분히 연습하지 못했을 수도 있다. 이러한 비친숙성이 상대적으로 더 낮은 수준의 주관적 평가를 이끌어 내었을 수도 있을 것이다.

셋째, VTS 관제사의 개인차 변인 중 성차와 근무경력에 따라 SA의 세 가지 수준에 대한 주관적 평가가 어떻게 다른지 살펴본 결과, 남성은 여성에 비해, 그리고 근무경력이 높을수록 모든 SA 수준에 걸쳐 상대적으로 더 높은 주관적 평가를 보였다. VTS 자체가 공간적 정보처리에 많이 의존한다는 점을 감안하면 공간지각과 공간기억의 측면 모두에서 상대적으로

로 우세한 경향을 보이는 남성 VTS 관제사가 여성에 비해 더 높게 자신의 SA 역량을 평가하는 것이 어느 정도 설명될 수 있을 것이다(e. g., Voyer et al., 1995). 또한 앞에서 SA 능력이 전문성의 수준에 따라 많이 달라질 수 있다는 점을 기술한 바 있는데(Wickens, 1992), VTS 근무경력이 많은 VTS 관제사는 근무경력이 낮은 사람들에 비해 다양한 VTS 상황을 반복적으로 경험할 수 있는 기회가 많았을 것이고, 이것이 SA 능력을 더 향상시켰을 것이다. 그리고 이러한 SA 능력에서의 향상이 높은 수준의 주관적 평가까지 이어진 것으로 보인다.

본 연구 결과를 종합하면 VTS 관제사의 SA는 SA 수준에 따라, 그리고 성별이나 근무경력과 같은 개인차에 따라 많은 차이가 있는 것으로 보인다. 특히 SA 요소 중 SA-1과 관련된 과제 항목들의 빈도가 가장 높은 반면, SA-2 및 SA-3과 관련된 과제에 대해서는 상대적으로 더 낮은 수준으로 자신의 역량을 평가하였다는 점을 고려하면 VTS 관제사의 업무를 보조할 수 있는 시스템의 개발과 함께 이들에 대한 효율적 SA 훈련 방안도 동시에 모색되어야 할 것이다. 예를 들어, VTS 관제사가 가장 높은 빈도의 수행을 보이는 SA-1 측면에서는 이들의 시각적 정보 탐색이 효율적으로 이루어질 수 있고, 중요한 정보에 주의를 적절하게 기울일 수 있도록 하는 VTS 화면의 설계가 요구될 것이다. 또한 SA-2와 SA-3 측면에서 보면 관제상황 정보를 자동적으로 통합하고 이에 기초하여 미래 상황에 대한 정보를 제공해 줄 수 있는 일종의 예측 디스플레이에 대한 설계와 구현이 요구된다. 이와 유사하게 관제 상황에 대한 다양한 시나리오를 미리 경험할 수 있도록 하는 훈련 프로그램도 VTS 관제사의 SA 능력을 향상시킬 수 있는 방안이 될 수 있을 것이다.

본 연구는 지금까지 국내외적으로 많이 다루어지지 않았던 VTS 관제사의 SA에 초점을 맞추었다는 점, 현장관찰을 통해 VTS 관제사의 SA와 관련된 과제들의 유형과 빈도를 직접적으로 관찰하여 분석하였다는 점, 그리고 국내의 모든 VTS 센터를 대상으로 설문자료를 수집함으로써 자료의 신뢰도와 타당도를 높일 수 있었다는 점 등에서 의의가 있을 것이다. 그러나 VTS 관제사의 SA와 관련된 세부적 수행 과제들은 영상 자료에 기초한 음성교신 내용에 한정되었고, SA 역량에 대한 주관적 평가 자료가 설문법에 기초한 주관적 보고로 수집되었다는 점은 본 연구의 한계들이다. 추후 연구에서는 VTS 시뮬레이션 등을 포함한 좀 더 현실감 높은 장면에서 다양한 관제 시나리오를 활용하여 VTS 관제사의 SA 역량을 좀 더 직접적으로 분석할 필요가 있을 것이다. 또한 선박통항에 대한 다양한 지식과 SA 능력은 VTS 관제사의 VTS 근무경력뿐만 아니라 항해사로서의 승선경력도 중요한 영향을 미칠 수 있음을 감안하면 VTS 관제사의 SA 능력 평가에서 이들의 승선경력을 함께 고려해야 할 것이다. 마지막으로, VTS 관제사의 관제 수행은 교신내용뿐만 아니라 교신을 위해 사용한 장비나 정보수집을 위해 주시한 스크린 화면 등을 통합적으로 고려할 때 이들의 SA와 관련된 과제들을 좀 더 충실하게 분석할 수

있다는 점을 고려하면, 추후 연구에서는 교신내용의 범위를 넘어 좀 더 다양한 측면에서 SA 과제 수행에 대한 자료를 수집하여 분석할 필요가 있을 것이다.

후 기

본 연구는 해상교통관제사 직무분석 및 인적요인 관리방안 연구용역(해양경비안전본부, 국민안전처)의 지원을 받아 수행되었음.

References

- [1] Endsley, M. R.(1988), "Design and Evaluation for Situation Awareness Enhancement", Proceedings of the Human Factors Society 32th Annual Meeting, pp. 97-101, Santa Monica, CA: Human Factors Society.
- [2] Gordon, S. E.(1992), Implication of Cognitive Theory for Knowledge Acquisition, In R. Hoffman(ed.), The Psychological of Expertise, New York: Springer-Verlag.
- [3] Grech, M. R., Horberry, T. and Smith, A.(2002), "Human Error in Maritime Operations: Analyses of Accident Reports Using the Leximancer Tool", In Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting, Vol. 46, No. 19, pp. 1718-1721.
- [4] Human Resources Development Service of Korea(2004). National Competency Standards: Code Number 0903010601_14v1, pp. 44-46.
- [5] Jones, D. C. and Endsley, M. R.(1996), "Sources of Situation Awareness Errors in Aviation", Aviation, Space, and Environmental Medicine, Vol. 67, No. 6, pp. 507-512.
- [6] Jones, C. M., Braithwaite, V. A. and Healy S. D.(2003). "The Evolution of Sex Differences in Spatial Ability", Behavioral Neuroscience, Vol. 117, No. 3, pp. 403-411.
- [7] Kim, K. I., Jeong, J. S. and Park, G. K.(2013), "A Study on the Estimation of Center of Turning Circle of Anchoring Vessel using Automatic Identification System Data in VTS", Journal of Korean Navigation and Port Research, Vol. 37, No. 4, pp. 337-343.
- [8] Kim, B., Oh, J. S., Lee, S. and Lee, J.(2007), "The Effect of Navigation Officer's Expertise on Situation Awareness", Korean Journal of Industrial and Organizational Psychology, Vol. 20, No. 4, pp. 497-509.
- [9] Kim, B., Oh, J. S., Lee, S. and Lee, J.(2008), "The Relationships of Navigation Officer's Voyage Experiences", Journal of the Korean Data Analysis

- Society, Vol. 10, No. 2(B), pp. 781-792.
- [10] Korea Maritime Safety Tribunal(2015). Maritime Accident Statistics.
- [11] Korea Ministry of Public Safety and Security(2015), Research on Job Analysis and Human Factors Management for VTS Operators.
- [12] Lee, J. B., Oh, J. S. and Lee, J(2006), "The Effect of Repeated Mariner Training Using a Ship-Handling Simulator System on Ship Control", Journal of Korean Navigation and Port Research, Vol. 30, No. 6, pp. 427-432.
- [13] Mourant, R. R. and Rockwell. T. H(1972). "Strategies of Visual Search by Novice and Experienced Drivers", Human Factors. Vol. 14, No. 4, pp. 325-225.
- [14] Nullmeyer, R. T., Stella, D., Montijo, G. A. and Harden, S. W(2005), "Human Factors in Air Force Flight Mishaps: Implications for Change", In Proceedings of the 27th Annual Interservice/Industry Training, Simulation, and Education Conference.
- [15] Park, Y. S., Park, J. S., Kang, J. G. and Park, Y. S(2008), "A Study on Evaluation of Harbor VTS Operators' Workload bt the Analysis of Maritime Traffic", Journal of Korean Navigation and Port Research, Vol. 32, No. 8, pp. 569-576.
- [16] Park, S. Y., Park, J. S. and Park, Y. S(2007). "A Study on Maritime Traffic Volume to Investigate VTS Work-load of Main Ports", Journal of Korean Navigation and Port Research, Vol. 31, No. 1, pp. 399-404.
- [17] Payne, J. W(1980), Information Processing Theory: Some Concepts and Methods Applied to Decision Research, In T. S. Wallsten(ed.), Cognitive Processes in Choice and Decision Behavior, Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- [18] Sanderson, P. M(1989), "The Human Planning and Scheduling Role in Advanced Manufacturing Systems: An Emerging Human Domain", Human Factors, Vol. 31, No. 6, pp. 635-666.
- [19] Seamster, T., Redding, R. and Kaempf, G(1997), Applied Cognitive Task Analysis in Aviation, Aldershot: Ashgate.
- [20] Voyer, D., Voyer, S. and Bryden, P(1995), "Magnitude of Sex Differences in Spatial Abilities: A Meta-Analysis Consideration of Critical Variables", Psychological Bulletin, Vol. 117, No. 2, pp. 250-270.
- [21] Wagenaar, W. A. and Groeneweg, J(1987), "Accidents at Sea: Multiple Causes and Impossible Consequences", International Journal of Man-Machine Studies, Vol. 27, No. 5, pp. 587-598.
- [22] Wickens, D(1992), Engineering Psychology and Human Performance, New York: Harper-Collins.

Received 28 July 2016

Revised 21 November 2016

Accepted 24 November 2016