

## ARPA/레이더 시뮬레이션 교육 모듈의 표준화 연구

박영수\*†

\* 한국해양대학교 해사대학 해사수송과학부

## A Study on the Standardization of Education Modules for ARPA/Radar Simulation

Young-Soo Park\*†

\* Division of Maritime Transportation Science, College of Maritime Sciences, Korea Maritime and Ocean University

**요 약** : 예비 항해사는 타선과의 충돌 가능성을 사전에 파악하여 회피할 수 있는 능력을 ARPA/레이더 시뮬레이션 교육을 통해 추어야 한다. 이러한 시뮬레이션 교육은 국내외 지침(해양수산부 고시, STCW 협약 등)에 교육 내용과 기간만이 명시되어 있는 것으로 조사되었다. 또한 시뮬레이션 교육 훈련 모듈의 부재로 각 해기 교육 기관에서는 자체적으로 모듈을 구성하여 관련 증서를 발행하고 있는 것으로 확인되었다. 이로 인하여 ARPA/레이더 시뮬레이션을 통한 동일한 해기 능력 함양이 어려운 것이 현실이다. 따라서 본 연구에서는 우리나라 해기 교육 기관별 동일한 능력 함양을 위하여 ARPA/레이더 시뮬레이션 교육 모듈을 표준화하고, 표준화된 모듈을 통한 교육 향상도에 대하여 검증하고자 한다. 이를 위해서 우리나라 해기 교육 기관의 시뮬레이션 교육 형태를 조사하고, 교통 조사를 기반으로 한 실험역의 교통 흐름을 반영한 시나리오 제시, 교육 훈련 및 평가를 효율적으로 하기 위한 해기사 핵심 역량 기반 모듈을 제시하였다. 그리고 2년간에 데이터를 이용하여 표준화된 모듈을 통한 교육 훈련의 향상 정도를 파악하였다. 이러한 표준화된 ARPA/레이더 시뮬레이션 모듈을 통해 각 교육 기관에서는 효율적이고 체계적인 해기 교육이 가능하고 해기능력 향상을 통한 선박 통항 안전에 기여할 수 있는 기반을 마련할 수 있다.

**핵심용어** : 항해사, 선박 통항 안전, ARPA/레이더 시뮬레이션, 교육 훈련, 표준화 모델

**Abstract** : A mariner cadet gains the ability to identify and avoid potential collisions with other ships through ARPA/Radar simulation education. This research surveyed first domestic and overseas's rules (e.g., MOMAF's Standard, the STCW Convention, etc.) of the simulation education, upon investigation the only content and timing of this simulation-based education are specified according to these rules, and maritime education institutions issue the related certification autonomously after a student has taken the simulation because no simulation education module exists to further guide the ARPA/Radar simulation. As a result, it is difficult for students to acquire consistent mariner ability through ARPA/Radar simulation. This paper discusses standardization of these education modules to produce more consistent mariner ability, and verify the degree of improvement of education that would be achieved by enacting the proposed education module. The simulation education system used in maritime institutions in Korea was investigated, and scenarios reflecting traffic flow in actual waterways was proposed based on marine traffic surveys so teaching modules can educate/assess more effectively based on core marine abilities. Improvements in education and training were also verified using data collected over 2 years based on a standardized module. Each education institution can enact an effective, systematic education approach using standardized ARPA/Radar education modules proposed in this paper, and this can set a foundation to contribute to safer vessel navigation by improving maritime abilities.

**Key Words** : Mariner, Safer vessel navigation, ARPA/Radar simulation, Education and training, Standardization Module

## 1. 서 론

항해사는 정하여진 항만 간을 항해할 경우 타 선박 및 장애물과의 충돌 가능성을 사전에 파악하고 이를 회피하여 선박을 안전하게 최종 목적항까지 운항할 수 있는 능력을

보유하여야 한다. 이러한 능력을 배양하기 위하여 우리나라 해기 교육 기관에서는 예비 항해사를 위한 자동충돌예방장치(Automatic Radar Plotting Aid, 이하 ARPA) 및 레이더 시뮬레이션 교육을 수행하고 있다. 이 교육은 선원의 훈련, 자격증명 및 당직근무의 기준에 관한 국제협약(The International Convention on Standards of Training, Certification and Watchkeeping

† youngsoo@kmou.ac.kr, 051-410-5085

for Seafares, 이하 STCW) I/12와 국제해사기구(International Maritime Organization, 이하 IMO) 모델코스 1.07 및 1.08에 의해 이루어지고 있다. 또한 국내 선박직원법에 의거하여 소정의 교육을 이수하면 각 교육 기관에서 자체적으로 교육 증서를 발행하고 있다. 우리나라 각 해기 교육 기관은 일정한 레이더 이론 교육과 ARPA/레이더 시뮬레이터를 이용하여 역할극(Role Play)을 통한 시뮬레이션 교육 훈련을 실시하고 있다. 하지만 시뮬레이션 시 지정된 그룹의 리더쉽에 따라 교육 훈련 효과가 상이하거나, 강사의 주관적 판단에 의거하여 그 평가가 상이할 수 있다. 다시 말하면 해양계 대학 및 해사 계열 고교 등의 ARPA/레이더 시뮬레이션 교육 훈련에 대한 국내외의 지침은 존재하지만, 기관별 교육 체계의 차이로 인한 교육 내용 및 방법이 상이하여 동일한 해기 능력을 요구함에도 불구하고 교육 모듈이 표준화되어 있지 않은 실정이다. 더욱이 STCW 2010에 기반한 교육 항목의 표준화가 이루어져 새로운 발효 시점에 부합하게 교육이 이루어져야 할 것이다. 이러한 상황에도 불구하고 이에 대한 국내외의 선행 연구를 찾아보기 힘들다.

지금까지 레이더 등에 대한 우리나라의 해양 분야 연구로는 레이더를 이용한 선박 제원 추론 연구(Moon, 1997) 및 파고 추정(Yang et al., 2015), 레이더 자체에 대한 개발 연구(Lee et al, 2015) 등과 같은 레이더를 이용한 추론 및 레이더 개발 연구가 대다수를 이루고 있다. 한편 외국의 경우에도 많은 연구는 없지만, Karlsson(2011)이 ARPA 시뮬레이션 실시에 대한 평가 시 객관적으로 평가할 수 있는 방안을 제시한 것이 ARPA/레이더 시뮬레이션 교육과 관련한 유일한 연구로 볼 수 있다. 한편 최근에는 STCW 2010에 기반한 해기 교과목의 표준화에 대한 연구(KMOU, 2016)가 이제 진행된 바 있다.

이에 본 연구는 국내외 지침에 의한 ARPA/레이더 시뮬레이션에 대한 교육 훈련 내용을 식별하고, 이를 기반으로 예비항해사를 위한 ARPA/레이더 시뮬레이션 교육 항목의 상세한 표준화 방안을 마련하여 제시하고자 한다. 이렇게 제시된 표준화 방안을 실제 교육 현장에 적용하여 그 향상 정도를 제시하고자 한다. 이를 기반으로 하여 교육 기관별 동일한 해기 능력 함양을 도모하여 승선 선박의 충돌 위험성을 사전에 회피함으로써 안전한 교통 흐름을 조성하는 것을 목적으로 하고자 한다.

## 2. ARPA/레이더 시뮬레이션 교육 훈련 조사

먼저, 현재 ARPA/레이더 시뮬레이션 교육 훈련에 대한 가이드 라인을 제시하고 있는 국내외 지침의 주요 항목 및 각 해기 교육 기관의 교육 방법을 조사하였다.

### 2.1 국내외 지침에 의한 교육 훈련 내용 조사

STCW 협약 및 IMO 모델 코스(1.07)에 의한 운항급 ARPA/레이더 교육의 필수 항목 및 필요 교육 시간은 Table 1과 같다(IMO, 2010; www.equator.ge, 2016). 이 Table 1에서는 시뮬레이션을 포함한 교육 항목 및 시간을 제시하고 있지만, 시뮬레이션 교육 모듈을 어떻게 구성하여야 하는 지침은 없는 실정이다.

Table 1. Course Outline for Use of radar and ARPA to maintain safety of navigation (Operation Level)

Item	Lecture Hours	Demonstration Hours	Simulator Hours
Describe the Basic Theory and Operation of a Marine Radar System	11.5	1.0	
Set up and Operate Radar in Accordance with Manufacturer instructions	3.0	3.0	2.0
Perform Manual Radar Plotting	6.5	0.5	4.0
Use Radar to Ensure Safe Navigation	2.0	1.0	2.0
Use Radar to Avoid Collisions or Close Encounters	2.0		4.0
Subtotal	25.0	5.5	12.0
Describe an ARPA System	2.0		2.0
Operate an ARPA System	4.0		16.0
Subtotal	6.0		18.0
Total	31.0	5.5	30.0

한편, 우리나라 선박직원법 시행규칙(http://www.law.go.kr, 2016)에 의거한 레이더 시뮬레이션 교육 훈련 항목 및 시간은 Table 2와 같다. 이 Table에서도 마찬가지로 우리나라도 동일하게 교육 훈련에 대한 핵심 내용인 레이더 관측, 레이더 기초 지식 및 레이더 항법을 교육 내용으로 제시하고 있으며, 5일의 교육 기간으로 제시하고 있다.

그리고 자동충돌예방교육은 자동충돌예방 장치에 관한 지식과 시뮬레이션 훈련으로 교육 기간은 3일로 구성되어 있다(SOA, 2016). 또한 지정교육기관 기준(MOF, 2015)에서는 교육 과정의 교육 내용만을 제시하고 있어 구체적으로 교육 항목에 대한 교육 훈련을 어떻게 실시하여야 하는가에 대한 기술은 없는 실정이다.

## ARPA/레이더 시뮬레이션 교육 모듈의 표준화 연구

Table 2. Education Training Abilities for ARPA/Radar based on Ship Officers' Act

Item	Radar	ARPA
Use to maintain Navigation safety	Radar Navigation Radar Basic Theory Radar Operation & Analysis of Data gathered by Radar	ARPA Basic Theory ARPA Main Type, Indicator Characteristic, Performance Standard, Danger of Overconfidence ARPA Operation & Analysis of Data gathered by ARPA
Radar Simulation	Familiarization for Own ship's Characteristic & Control Equipment of Simulator Radar Basic and Plotting Training at the sea subjected to COLREG72 Training of Collision Avoidance and Navigation in Restricted & Congested Waters Training in and around TSS	-
Education Day	5 days	3 days

### 2.2 우리나라 주요 교육 기관의 교육 방법 조사

우리나라 주요 해기 교육 기관의 ARPA/레이더 시뮬레이션 교육 훈련 방법은 Table 3과 같다. 본 연구 주제와 부합할 수 있도록 레이더 이론 교육 교과목은 제외하였다.

Table 3. Education and Training Method for ARPA/Radar Simulation in Korean Maritime Education and Training Institution

Name	K	M	KM	PH	IH
Object Grade	Senior	Senior	Appentice Officer	Junior	sophomore
Subject Title	Shiphandling/ARPARadar	Ship Simulation Handling	Radar/ARPA Simulation Co.	Radar/ARPA Simulation	Radar/ARPA Simulation
Maker	TRANSAS	STR	Furuno/Shindel	Kongsberg Polaris	ARI
Introduction Year	2010	2013	2009	2015	2011
Simulation Method	Role Play	Role Play	Sit and Hear Class	Role Play	Role Play
Simulation Time (hrs)	60	30	64	96	28
Recovery Time to Issue Certification	4hrs in vacation	including other subject's class	including duty time at Training Ship	-	including other subject's class
Assessment Way for Cadet	Subjective (Instructor)	Subjective (Instructor)	Subjective (Instructor)	Subjective (Instructor)	Subjective (Instructor)

Table 3에 의하면 교육 방법은 대부분 역할극으로 유사하지만, 예비 항해사에 대한 평가 근거는 각 교육 기관별 강사에 의하여 평가하는 것으로 조사되었다. 또한 ARPA/레이더 시뮬레이션 교육에서 배양할 능력이 동일하지만, 조사된 것처럼 교육 내용 및 과목, 교육 시간도 각 기관별로 상이한 것으로 조사되었다.

이에 ARPA/레이더 시뮬레이션 교육 훈련 시 객관적인 평가 항목을 제시한 Karlsson(2011)이 Table 4와 같이 제시하고 있다. 하지만 우리나라에서는 아직 국내 지침을 기반으로 한 평가 항목이 표준화되어 있지 않으며, 이 평가 항목을 우리나라 각 교육 기관의 많은 학생들을 대상으로 모두 평가하는 것은 현실적으로 어려운 실정이다.

Table 4. Assessment Items in ARPA Simulation Exercise by Karlsson

	During Exercise	Debriefing
Check-ing Items	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Set up and maintain radar display</li> <li>▪ Set CPA and TCPA limits</li> <li>▪ Manually acquire targets</li> <li>▪ Display true vectors</li> <li>▪ Display relative vectors</li> <li>▪ Vary vector length (Vary radar range)</li> <li>▪ ARPA display in True, North Up, Relative Motion &amp; Head Up</li> <li>▪ Display ground stabilized (bottom track)</li> <li>▪ Display sea stabilized (water track)</li> <li>▪ Obtaining range &amp; bearing to targets</li> <li>▪ Trial maneuver with both course and speed change</li> <li>▪ Activate/Silence the lost target alarm</li> <li>▪ Cancel a single target</li> <li>▪ Any violation of COLREGS</li> <li>▪ Set up and auto acquisition zone</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Understanding the differences between relative and true vectors</li> <li>▪ Motivating his/her actions during the exercise</li> <li>▪ Any violation of COLREGS</li> <li>▪ Minimum CPA&gt;1.0 mile</li> <li>▪ Using TRIAL Manoeuvre</li> <li>▪ Understanding the difference of using speed over ground or through water</li> <li>▪ Using All Resources available</li> </ul>
Assess-ment Score	Yes/No (Do or not)	Yes/No (Do or not)

### 3. ARPA/레이더 시뮬레이션 교육 모듈 표준화

국내외 지침에 의한 시뮬레이션 교육에 대한 규정은 최소한의 규정이며 교육 방법 또한 명시되어 있지 않은 실정이다. 이 연구에서는 ARPA/레이더 시뮬레이션의 상세한 교육 내용 제시를 통한 동일한 해기 능력을 배양할 수 있도록 하기 위해 적정 해역을 대상으로 한 시나리오의 표준화, 교육 모듈 항목 및 교육 평가 항목에 대한 표준화 모듈을 제시하고자 한다.

3.1 ARPA/레이더 시뮬레이션 표준화 모듈 구축

3.1.1 ARPA/레이더 시뮬레이션 시나리오 표준화

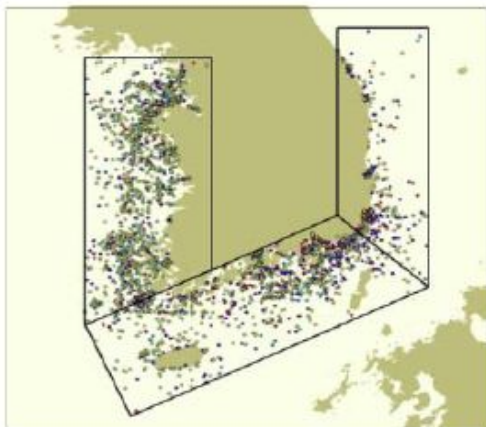
ARPA/레이더 시뮬레이션을 통하여 효율적인 해기 능력을 배양하기 위하여 선박 통항량이 많은 국내의 실해역을 대상으로 하여(Park et al., 2014) 시나리오를 설정하였다. 이는 시뮬레이션 상에서 인위적으로 구성되는 교통 요소가 현실 해역과 부합되도록 구축하기 위한 것이다.

국의 주요 통항 해역은 Table 5와 같이 싱가포르 해협, 도버 해협, 홍콩항, 시드니항 부근 그리고 난이도가 다소 높은 간몬 해협과 횡단 선박이 있는 비산 세토 해협을 대상으로 본선과 조우 관계가 형성되도록 통항 선박을 구성하였다.

Table 5. Kinds of Overseas Scenario for ARPA/Radar Simulation

No.	Waterway Name	Traffic Situation		Own ship (LOA/Breadth)
		No. of other ships	No. of Encounter	
1	Singapore Strait	25	19	Container Ship (347m/45.2m)
2	Dover Strait	52	32	Container Ship (382m/54.2m)
3	Port of Hongkong	39	22	Bulk Carrier (290m/46m)
4	Kanmon Strait	49	34	PCC (184.2m/30.6m)
5	Bisan Seto	46	25	Chemical Tanker (182.6m/27.3m)
6	Port of Sydney	26	19	Bulk Carrier (311m/50m)

국내 해역의 교통 현황 설정은 Fig. 1과 같이 2014년 1주일 동안 조사된 해상 교통 현황(Park et al., 2015)을 기반으로 하여 부산항, 울산항, 인천항, 부산신항 입구 등을 대상으로 하였다.



(source: Park et al. 2015)

Fig. 1. Marine Traffic Density surveyed by AIS data during 20 minutes for 7 days.

자선 크기 및 자선 주위 통항 선박 척수는 Table 6과 같이 구성하여 선박 간 조우 관계가 형성되도록 하였으며, 시뮬레이션 상에서 자선은 교육 훈련의 효율성을 위하여 해당 항만에 기항하는 대형 선박을 위주로 구성하였다. 또한 시나리오는 주·야간으로 구성하고 주간 시나리오에 예비 해기사가 익숙해지면 야간 시나리오를 수행하도록 하였다.

Table 6. Kinds of Domestic Scenario for ARPA/Radar Simulation

No.	Waterway Name	Traffic Situation		Own ship (LOA/Breadth)
		No. of other ships	No. of Encounter	
1	Busan~Gadeokdo	117	50	Container Ship (299m/37.1m)
2	Gadeokdo~Jinhaeman Approaches	29	21	PCC (196.4m/31.1m)
3	Incheon Passage	21	15	VLCC (332.95m/60m)
4	Ulsan Anchorage	31	13	VLCC (332m/58m)

3.1.2 ARPA/레이더 시뮬레이션 실습 항목 제시

ARPA에 대한 플로팅 교육을 동영상 및 Plotting Sheet를 이용하여 3주~4주 정도를 우선 시행한다. 그 이후 실질적인 ARPA/레이더 시뮬레이션 이전 및 진행 중 수행한 실습 내용을 스스로 확인하고 강사와 공동으로 점검할 수 있도록 교육 항목이 표준화된 기록물을 제시하고자 한다. 이러한 기록물을 이용하여 예비항해사가 교육 및 실습 내용을 자기 스스로 작성하도록 하고, 이를 점검할 수 있도록 하고자 한다.

Table 7. Ship's Particular (Maneuvering Ability) and Traffic Condition proposed before performing Simulation

Ship's Type	Displacement	ton	Max.Speed	kts	
LOA	m	Breadth	m	Engine	Kw
Draft	Fore	Height of Eye	m	Air Draft	
	Aft				

● Ship's Maneuvering Condition(including Advance, Transfer)

● Simulation Waterway's Characteristic

● Marine Traffic Condition Surrounding Own Ship

## ARPA/레이더 시뮬레이션 교육 모듈의 표준화 연구

### 1) 시뮬레이션 이전 교육 모듈

ARPA/레이더 시뮬레이션 실습을 위한 사전 브리핑 시 해역, 자선의 제반사항 및 조종성, 주변 선박의 교통 상황을 먼저 제시하여 해역의 전반적인 상황을 먼저 인지하게 한다. 이는 모의실험에서 발생할 수 있는 갑작스럽고 인위적인 상황을 피하기 위한 방안으로 마련되었다. 그리고 ARPA/레이더 시뮬레이션을 위한 자선의 선박 특성 및 주위 교통 상황을 Table 7과 같이 사전에 파악하여 선박조종에 이용하도록 하였다.

### 2) 시뮬레이션 진행 중 교육 모듈

시뮬레이션 진행 중 교육 모듈은 Table 8과 같이 설정하였다. Table 8에서는 ARPA/레이더 시뮬레이션을 실시하는 동안 본선 주위를 항해한 선박이 레이더 화면 속에서 어떻게 조우하여 통과하였는지를 기록하도록 하여 훈련의 효과를 높이도록 한다. 또한 충돌예방법규에 의한 항법 적용, 사용한 해상통신용어, 교육 훈련 이후 디브리핑(Debriefing) 내용 등을 기술하도록 한다. 그리고 이러한 실습노트의 자기 점검과 담당 강사의 점검과 증서 발행 책임자의 점검란을 마련하여 증서 발행의 사후 기본 자료로 이용하고자 하였다.

Table 8. Standardization Education Items performing/after ARPA/Radar Simulation

● Position & Information etc. of Other Ships in Radar Display		
.....		
.....		
● Application of Navigation Ways based on COLREG		
.....		
.....		
● Marine Communication using in Simulation		
.....		
.....		
● Debriefing for Simulation Result		
.....		
.....		
● Mistakes/Feeling after Simulation		
.....		
.....		
Signature/Cadet	Signature/Instructor	Signature/Head of Simulation Center

### 3.1.3 시뮬레이션 시 평가 항목 표준화 제시

한정된 강사 수로 모든 ARPA/레이더 시뮬레이션 훈련 능

력에 대해 예비 항해사 한명씩 점검하기에는 현실적으로 어려운 상황이다. 이에 이 연구는 항해사 및 선장의 핵심 역량 연구(Jung, 2013) 중 ARPA/레이더 운용 능력을 간소화한 항목과 기타 관제사 및 조타수 역량을 포함한 내용으로 구성된 Table 9를 표준 평가 항목으로 제시하고자 한다. 이 시뮬레이션 평가 항목은 선박에서 통상적으로 이루어지는 내용을 기초로 한 체크리스트로 0~10까지의 점수로 강사가 평가할 수 있도록 하였다.

Table 9. Assessment Items of each Role Played in ARPA/Radar Simulation

Role	Assessment Items	Scale
Captain	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Proper Order</li> <li>▪ Effective Bridge Resource Management</li> <li>▪ Proper CPA Maintain</li> <li>▪ Safety Passage</li> <li>▪ Cooperation with other ships</li> <li>▪ Proper Speed Maintain</li> <li>▪ Proper VHF Communication</li> </ul>	0~10
Officer	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Understanding Course Line</li> <li>▪ Proper Positioning</li> <li>▪ Providing Proper Information to Captain</li> <li>▪ Identifying Dangerous ships</li> <li>▪ Proper Radar Usage</li> <li>▪ Proper VHF Communication</li> </ul>	
VTSO	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Providing Proper Information to Ship</li> <li>▪ Management of Proper Traffic Flow with other ships</li> <li>▪ Proper VHF Communication</li> </ul>	
Quarter Master	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Repeating for Rudder Order</li> <li>▪ Completing Report to Officer(Captain)</li> <li>▪ Proper Course Keeping</li> <li>▪ Fatality of Rudder Usage</li> <li>▪ Manual Steering</li> </ul>	

## 3.2 표준화 모듈을 통한 평가

### 3.2.1 표준화를 통한 2개년도 평가 결과

각 교육 기관이 현재 Pass/Fail제도를 도입하지 않는 한 예비 항해사들을 위한 평가를 더 세분화할 필요가 있다. 이를 위하여 매 시뮬레이션 실시 시 Table 9를 이용하여 지속적으로 평가할 필요가 있다. 또한 훈련 실시 이후 항적 평가를 통하여 항로 준수 여부 및 타선박/장애물과의 이격 거리 확보 등을 확인하여야 한다. K 교육 기관에서는 각 분반 약 30명 중 팀 4~5명으로 시뮬레이션을 실시하고 Table 9의 평가 항목으로 매 시뮬레이션 이후에 각 실습생들을 대상으로 2년간 평가하였다. 2014년 분반별 각 실습생의 총 평가 점수 결과를 Fig. 2에 제시하였고, 2015년 실습생 평가 점수를 Fig. 3에 제시하였다.

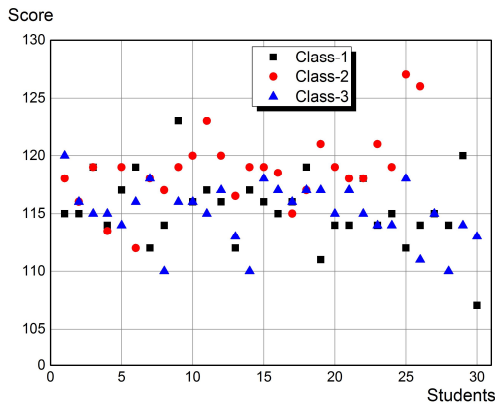


Fig. 2. Assessment Result Value of each student at 1st year (2014).

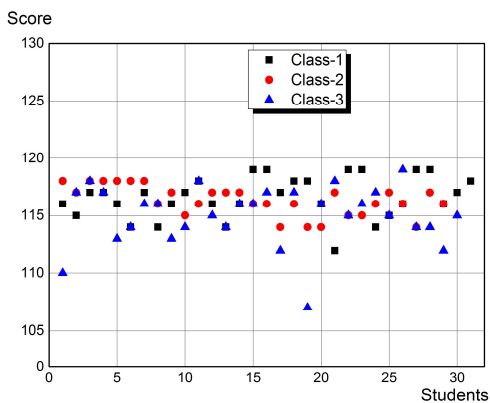


Fig. 3. Assessment Result Value of each student at 2nd year (2015).

연도별로도 다소 차이가 있지만, 첫째(2014년) 분반별로 평가한 결과, 값의 표준편차에 다소 차이를 보이며( $\sigma$ : 2.45~3.17), Class-2의 그룹이 전체적으로 훈련 결과 취득점수가 가장 높은 것으로 나타났다. ARPA/레이더 시뮬레이션 교육 내용을 표준화하여 항목별로 2년째(2015년) 평가한 결과를 보면 1년차의 편차보다 다소 줄어든 것으로 보인다( $\sigma$ : 1.29~2.51). 이는 그룹별로 교육 훈련을 진행하다보니 각 그룹별로 비슷한 점수대를 취득하는 것으로 나타났기 때문으로 사료된다.

### 3.2.2 표준화를 통한 훈련 능력 향상 정도

2015년도에 실시된 ARPA/레이더 시뮬레이션 교육 훈련 중 중간 시기와 마지막 시기의 시뮬레이션 평가 결과의 차이(기말 평가-중간 평가의 차이)를 Fig. 4와 같이 나타낼 수 있다. 중간 평가와 기말 평가의 각 평가 점수는 10점 만점이며, Fig. 4의 Y축은 기말 평가에서 중간 평가 점수의 차이로 중간 평가보다 향상 정도를 의미한다. 이를 Table 10과 같이 각 분반별로 비교해 보면 중간 시기보다 마지막 시뮬레이션 평가 결과의 점수가 향상된 것으로 보인다.

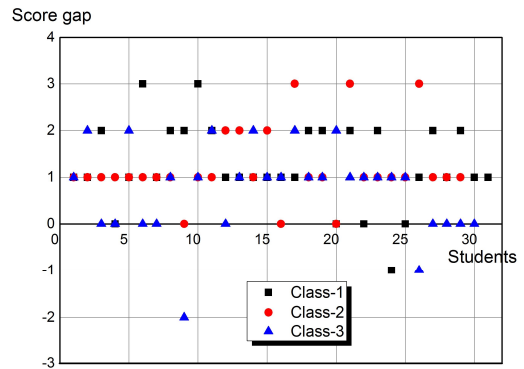


Fig. 4. Assessment Result Value gap between Middle and Final Test for Each Class.

Table 10. Results Comparison with between Middle Test and Final Test for each Group

	Middle Test		Final Test	
	M	SD	M	SD
Class-1	8.645	0.785	9.903	0.296
Class-2	8.517	0.725	9.724	0.447
Class-3	8.567	0.803	9.300	0.690

Table 11은 교육 훈련 중 실시한 중간 평가와 기말 평가의 평균 점수가 유의미한 차이가 있는지 검증한 결과를 나타내고 있다. 대응 표본 t검정 결과 중간 평가와 기말 평가의 점수는 유의미한 차이를 보였으며( $p < .001$ ), 기말 평가 결과가 중간 평가보다 상승하여 ARPA/레이더 시뮬레이션 교육 훈련으로 예비 항해사들의 해당 능력이 향상되었음을 의미한다고 할 수 있다.

Table 11. Paired t-test for Middle and Final test Result

Parameter	M	SD	t	P
Middle test	8.54	.752	-12.296	.000
Final test	9.64	.567		

\*\*\* $P < .001$

한편 Table 12는 2014년과 2015년도에 교육 훈련을 종료한 195명의 예비 항해사들에게 ARPA/레이더 시뮬레이션 능력 향상 정도에 대한 교육 훈련 시작 시와 훈련 종료 후의 자가 평가 결과에 대하여 0~6의 스케일(0: 잘 모름, 6: 잘 알고있음)로 질의한 결과를 나타낸 것이다.

Table 12. Self Assessment Result at Beginning/Ending of Semester

Parameter	M	SD	t	P
Beginning of Semester	3.66	1.335	-24.751	.000
Ending of Semester	5.75	.981		

\*\*\*P<.001

교육 훈련 시작 시기와 종료 후에 대한 대응 표본 t-검정 결과, 시작 시와 종료 시의 자가 평가 결과는 유의미한 차이를 보였으며(p<.001), 자가 평가로 인한 능력 향상 정도는 교육 훈련 시작시보다 교육 종료 후 1.57배 향상되었다고 판단할 수 있다. 이는 승선실습 이후의 예비항해사들을 대상으로 한 교육 훈련의 반복 숙달 효과라고 볼 수 있다.

#### 4. 결론

ARPA/레이더 시뮬레이션의 교육 훈련은 항해사가 선박을 안전하게 운항하기 위한 필수적인 교육 항목이다. 하지만 시뮬레이션 교육 훈련의 필요 시간과 갖추어야 할 기본적인 능력 항목만이 국내(해양수산부 고시 등)와 국외(STCW 협약 등)의 지침에 명시되어 있다. ARPA/레이더 시뮬레이션을 통한 획득 가능 해기 능력은 표준화되어 있음에도 불구하고, 이를 위한 교육 및 평가 항목에 대한 표준화의 부재로 우리나라 해기 교육기관에서는 기관의 환경에 부합하게 교육 훈련을 실시하고 있다. 따라서 교육 훈련에 대한 표준화가 시급히 이루어져야 할 것이다.

이에 본 연구는 ARPA/레이더 시뮬레이션 교육 훈련 항목에 대한 표준화 및 평가 항목에 대한 표준화의 기초 자료를 제시하였다. 또한 표준화된 교육 항목을 이용하여 2년간에 걸쳐 예비 항해사들의 교육 훈련 효과 및 교육 훈련 향상도를 조사하였다.

이 연구의 주요 연구 결과 내용은 아래와 같다.

- (1) 국내외 지침(STCW협약, 해양수산부 고시 등)에 의한 ARPA/레이더 시뮬레이션 교육 훈련 시간 및 항목을 식별하였다. 또한 우리나라 주요 교육 기관의 교육 훈련 방법을 조사하였다.
- (2) 교육 훈련 표준화를 위하여 시뮬레이션 시나리오를 현재 교통 흐름을 반영하여 제시하였다. 또한 교육 항목에 대한 표준화를 위하여 실습 이전 및 이후에 이루어져야 할 교육 내용을 기록물로 제시하였다. 그리고 각 교육 기관 강사의 평가에 대한 편차를 보완하기 위하여 각 평가 항목에 대한 표준을 마련하여 제시하였다.

- (3) 표준화에 의한 교육 훈련 결과에 따른 시뮬레이션 종료 이후의 각 평가 결과와 교육생의 자가 평가에 의한 향상 정도를 t검증을 통하여 능력의 향상 정도를 확인하였다.

추후 현재 각 기관에서 자체적으로 실시되고 있는 ARPA/레이더 시뮬레이션 교육 과정과의 향상 정도를 비교분석하고, 각 교육 기관과의 협의에 의한 보완 과제를 도출하여 그 편차를 줄임으로써 ARPA/레이더 시뮬레이션에 대한 진정한 교육 훈련의 표준화를 마련할 수 있을 것으로 판단된다. 또한 충돌 사고가 빈번한 해역을 분석하여 주요 사고 사례를 중심으로 한 교육 모듈을 제시할 필요가 있으며, 표준화 모듈에 대한 심층 검증이 필요할 것으로 사료된다.

#### 후 기

“이 논문은 2015학년도·2016학년도 한국해양대학교 연구년 연구과제인 「예비항해사를 위한 ARPA/레이더 시뮬레이션 교육의 표준화 마련 연구」에 의하여 이루어진 연구임”

#### References

- [1] IMO(2010), Manila Amendments to the Seafarers' Training, Certification and Watchkeeping (STCW) Code, A- I /12, Adoption of the Final Act and any Instruments, Resolutions and Recommendations Resulting from the Work of the Conference, pp. 26-29.
- [2] Jung, D. C.(2013), A Study on the Core Competency Development of Marine Officers in the Ship Organization, Korea Maritime University, Master Thesis Paper, pp. 21-24.
- [3] Karlsson, T.(2011), The importance of structured briefings & debriefings for objective evaluation of ARPA simulator training, Chalmers University, Master Thesis Paper, pp. 34-41.
- [4] Korea Maritime and Ocean University(2016), Final Report on Standardization for Maritime Subjects based on 2010 STCW, KMOU, pp. 202-208.
- [5] Korea Ministry of Government Legislation(2016), Ship Officer's Act, Article 16, Attached table 1, <http://www.law.go.kr> (Accessed Sep-2016).
- [6] Lee, H. Y., I. S. Shin and K. I. Lee(2015), A Study on Target Acquisition and Tracking to Develop ARPA Radar, Journal of Navigation Port and Research, Vol. 39, No. 4, pp. 307-312.

- [7] Maritime Training Centre Equator(2016), RADAR Navigation, Radar Plotting and use of ARPA Model Course-1.07, RADAR Navigation, Radar Plotting, <http://equator.ge/certification/1.07.pdf> (Accessed Sep-2016).
- [8] MOF(2015), Ministry of Ocean and Fisheries, Notice of Standard for Designation Education Institution, MOF, Attached table 17, 17-1, 18, p. 7.
- [9] Moon, S. B., E. S. Jeong and S. H. Jun(1997), Estimation of Ship's Particular Using the Radar, Journal of the Korean Society of Marine Environment and Safety, Vol. 3, No. 1, pp. 93-98.
- [10] Park, Y. S., J. K. Kim, J. S. Kim, J. S. Kim, Y. S. Lee and S. W. Park(2015), A Basic Study on Establishment of Sea Trial Prohibition Waterway based on Marine Traffic Survey, Journal of the Korean Society of Marine Engineering, Vol. 39, No. 3, pp. 318-325.
- [11] Yang, Y. J., J. S. Park, S. G. Park and S. H. Kwon(2015), A Comparative Study of Wave Height Estimation base on X-band Radar, Journal of the Korean Society of Marine Environment and Safety, Vol. 21, No. 5, pp. 571-576.

---

Received : 2016. 08. 24.

Revised : 2016. 10. 04. (1st)

: 2016. 10. 12. (2nd)

Accepted : 2016. 10. 27.