

국제협력사업 추진을 위한 해상안전기술 평가 연구

오세웅* · 전태병** · 이문진** · 서상현** · 조동오****

* 한국해양연구원 해양시스템안전연구소, ** 한국해양대학교 국제해양문제연구소

Evaluation of Maritime Safety Technology for Official Development Assistance (ODA)

Se-Woong Oh* · Tae-Byung Jeon** · Moon-Jin Lee** · Sang-Hyun Suh** · Dong-Oh Cho****

*,** Marine Safety & Pollution Response Research Department, MOERI/KORDI, Daejeon, 305-343, Korea

*** Institute of International Maritime Affairs, Korea Maritime University, Busan, 606-791, Korea

요 약 : 국제해사기구(IMO)와 세계 해운계에서는 해양환경 보호 및 해상안전 확보를 위해 각종 국제협약을 시행하고 있으나 개발도상국에서는 이를 이행하지 못해 해양사고의 주요 요인이 되고 있다. IMO A그룹 이사국으로 부상한 우리나라는 해상안전기술 이전실적이 미미하여 해상안전기술 분야의 국제협력 사업 발굴 및 추진이 요구되고 있다. 국제협력 사업을 추진하기 위해서는 해상안전 분야의 중요도가 높고 개발도상국에서 필요도가 높은 기술을 선정하여 추진하여야 하는 등 선택과 집중이 요구된다. 따라서 해상안전기술의 우선순위 도출이 필요하며 이를 위해서는 해상안전기술의 평가요인을 도출하고 그 요인에 따라 대상 해상안전기술을 평가하여 우선순위를 결정하여야 한다. 이때 평가요인 간의 중요도를 나타내는 중요 가중치가 평가요인마다 상이하며, 요인 간에 종속성이 발생하므로 이를 고려하여야 한다. 본 연구에서는 해상안전기술 평가요인으로 해상안전기술성숙도, 국제협력사업추진가능성, 해상안전기술중요도의 세 그룹으로 구분하고 각 그룹별로 세부 요인을 도출하였다. 또한 평가요인 간의 중요 가중치와 상관 가중치를 고려하기 위해 Fuzzy AHP 기법과 극한확률 이론을 사용한 평가모델을 개발하였다. 본 평가모델의 적용을 위해 해양안전정보 분야에 9개의 해상안전 기술을 선정하고 각 기술의 평가 점수를 계산하였다. 적용 결과 전자해도관련기술이 0.0139로 가장 우선순위가 높았으며, 선박모니터링기술과 유류유출확산예측및대응기술이 각각 0.0133, 0.0132로 계산되었다.

핵심용어 : 국제협력사업, 해상안전기술, 퍼지계층분석법, 극한확률이론, 다기준의사결정

Abstract : IMO(International Maritime Organization) and the Shipping World have complied with various kinds of international regulations for maritime safety and marine environmental protection, but the main reason of maritime accidents is that developing countries cannot implement maritime safety related regulations. Although Korea has been a member of the "A group" council of IMO, maritime technology transfer records of Korea are not good. To promote the project of official development assistance in Korea, it is required to select the technology which has a high degree of importance in the fields of maritime safety and has a high degree of demand on the transfer to developing countries, and to concentrate on the selected technology. So, it is necessary to draw valuation factors for maritime safety technology and to decide the priority in order among maritime safety technologies on the basis of valuation factors. Because the weights which show the degree of importance among valuation factors are different from factor to factor, interdependent relationship between factors should be considered on evaluation. In this study, the valuation factors were divided into three groups as the maturity of maritime safety technology, the promotion probability of projects and the degree of importance of technology, and the detailed factors of each group were drawn. A model which used Fuzzy AHP and limiting probability to consider the weights of importance and correlation among valuation factors was developed. To adopt this model, nine types of maritime safety technology in the field of maritime safety information were selected and points were scored for each technology through evaluation. In conclusion, first, ENC related technology was scored to be the highest as 0.0139. Second, the point of ship monitoring technology was scored as 0.0133. Last, oil spill response technology was scored as 0.0132.

Key Words: Official development assistance, Maritime safety technology, Fuzzy AHP, Limiting probability, MCDM

* 대표저자 : 정희원, osw@moeri.re.kr, 042-866-3692

† 교신저자 : 종신희원, oceancho@gmail.com, 051-410-5275

1. 서론

국제해사기구(IMO)와 세계 해운계에서는 해양환경 보호 및 해상안전 확보를 위해 해상인명안전협약(SOLAS), 해양오염방지협약(MARPOL), 선원의 훈련, 자격증명 및 당직근무의 기준에 관한 국제협약(STCW)과 같이 각종 국제협약을 시행하고 있으나 개발도상국에서는 이를 이행하지 못해 연안에서 발생하고 있는 해양사고의 주요 요인이 되고 있다. 세계 10위권의 해운국가이자 IMO A그룹 이사국으로 부상한 우리나라는 국제협력사업 추진실적이 저조하며, 특히 해사안전기술 이전실적이 미미하여 해사안전기술 분야의 국제협력 사업을 발굴하고, 발굴한 사업의 추진이 요구되고 있다. 국제협력이란 국가 간 그리고 국가와 국제기구간의 모든 유·무상 자본협력, 교역협력, 기술·인력협력, 사회문화협력 등 국제사회에서 발생하는 다양한 형태의 교류를 총체적으로 지칭하는 개념으로, 국제협력의 실사례인 공적개발원조(Official Development Assistance)는 중앙 및 지방정부를 포함한 공공기관이 개발도상국의 경제발전과 복지증진을 주목적으로 하여 개도국 또는 국제기구에 공여하는 증여(Grant) 및 양허적 성격으로 제공하는 차관(Concessional Loan)을 말한다. 국제협력 사업은 무상원조의 경우 지원 예산이 한정되어 있어서 국제협력 사업으로 선정이 힘들고, 유상원조의 경우 개발도상국 입장에서 차관의 의미이므로 개발도상국 내의 추진 결정이 어려운 특징이 있다. 따라서 본 국제협력 사업을 추진하기 위해서는 해사안전 분야의 중요도가 높고 개발도상국에서 필요도가 높은 기술을 선정하여 추진하여야 하며, 국제협력 사업의 가시적인 성과를 도출하기 위해서는 해사안전기술의 백화전식 추진 방식이 아니라 가장 유망한 해사안전기술을 선정하여 전략적으로 추진하는 등 선택과 집중이 요구되고 있다.

따라서 해사안전기술 국제협력사업의 전략적인 추진을 위해서는 후보기술의 평가가 선행되어야 한다. 먼저 해사안전기술의 평가에 영향을 주는 평가요인을 도출하고, 도출한 평가요인에 따라 대상 해사안전기술을 평가하여 우선순위를 결정할 필요가 있다. 이때 평가요인 간의 중요도를 나타내는 중요 가중치가 평가요인마다 상이하며, 요인 간의 독립 혹은 종속의 특성이 존재하여 이에 대한 고려가 요구된다. 본 연구에서는 해사안전기술 평가요인을 해사안전기술성숙도, 국제협력사업추진가능성, 해사안전기술중요도의 세 그룹으로 구분하고 각 그룹별로 세부 요인을 도출하였다. 또한 평가요인 간의 중요 가중치와 상관 가중치를 고려하기 위해 Fuzzy AHP 기법과 극한확률 이론을 사용한 평가모델을 개발하였다. 본 평가모델의 적용을 위해 해양안전정보 분야에 9개의 해사안전 기술을 선정하고 각 기술의 평가 점수를 계산하였다. 본 연구에서는 해사안전기술 평가모델의 적용 결과를 확인하고, 평가한 해사안전기술의 우선순위에 대해 검토 하였다.

2. 기존 연구 분석

2.1 국제협력사업 추진연구

우리나라 국제협력 사업은 크게 양자 간 협력과 다자간 협력으로 구분하며, 양자 간 협력은 다시 무상원조와 유상원조로 구분할 수 있다. 무상 자금 협력과 기술협력을 포괄하는 무상원조의 경우 한국국제협력단(KOICA)이 담당하고 있으며, 유상원조의 경우 재정경제부 감독 하에 한국수출입은행 대외경제협력기금(EDCF)에서 담당하고 있다. 국제협력 사업 중 해사안전 분야와 관련된 사업의 추진 실적은 매우 저조한 편이다. 무상원조에 있어서 한국해양수산연수원의 해기인력 교육이 매년 진행되고 있으며, 국토해양부의 국립해양조사원에서는 개발도상국의 수로측량 및 해도제작 담당자를 초청하여 교육 과정을 진행하고 있다. 2008년에는 코이카 프로젝트 사업 추진사례로서 선박안전기술공단(KST)에서 수행한 “알제리 선박안전성 제고 사업”이 완료된 바 있다. 본 사업은 알제리 선박안전 법령 시스템을 개선하고 연수생 초청 교육, 현지 교육을 통한 한국의 노하우 및 기술 이전, 선박검사 관련 교육기자재 및 선박검사 공구 제공을 주요 내용으로 사업 수행을 통한 양국 간의 협력관계 증진 및 국내 관련 업체의 알제리 진출기반 확보를 목적으로 하였다. 유상원조인 EDCF 사업의 경우 해사안전분야의 추진 실적은 저조하며, 현재 추진을 위해 진행 중인 사업으로 방글라데시의 재난구조선 구매사업과 해안통신국 현대화 및 해상조난안전시스템 구축 사업(GMDSS : Global Maritime Distress and Safety System)이 있다. 재난구조선 사업은 내륙수로와 해상 침몰선박 인양과 자연재해에 따른 긴급구조 활동 강화를 목적으로 바지크레인, 터그 보트, 탐사장비 및 잠수 설비 등의 재난구조선 구매, 재난구조선 건조 및 운용 등에 필요한 장비 사용 교육 훈련 등의 컨설팅 서비스의 내용이 포함된다. GMDSS 구축 사업은 국제해사기구 기준에 부합하는 해상조난안전시스템 구축 사업으로 해상통신국 현대화 및 GMDSS 장비구매, 교육훈련 및 컨설팅 서비스의 내용이 포함되었다.

2.2 다기준의사결정문제 연구

Saaty가 개발한 AHP 기법은 다기준 의사결정 도구로서 전 세계적으로 사용되고 있다. Eddi and Hang(2001)은 업무수행에 대한 평가에, Mead and Sarkis(2002)는 공급사슬경영에 있어 제3차 물류의 이용에 참여할 공급자 선택에, Kablan(2004)는 에너지보존 향상을 위한 정책결정에 있어서 사용하였으며, Yang and Lee(1997)은 새로운 시설건립에 있어 시장성, 이동성, 노동력 등 주위환경을 고려한 입지선정에 활용한 바 있다. 또한 Bayazit(2005)는 유연생산 시스템을 평가하기 위해, Elkarmi and Mustafa(1993)은 태양에너지 기술 이용의 증가에 따른 새로운 정책을 선정하기 위해 사용한 바 있다. 그러나 AHP 기법은 Fig. 1과 같이 쌍대비교 시 사용되는 판단의 척도가 특정 수치(Crisp data)로 표현되어 현실성이 극히 떨어진다는 문제점이 지적되었다(Kahraman et al., 2004).

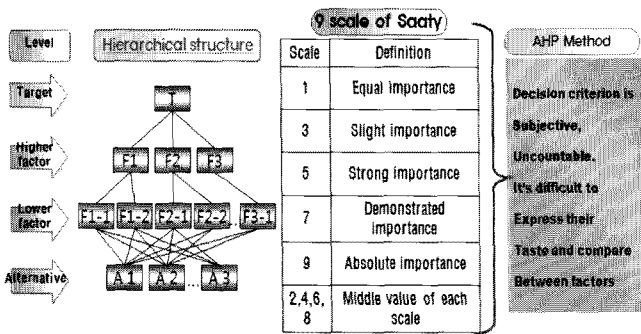


Fig. 1. AHP method of Saaty.

이러한 단점을 극복한 연구로는 평가 상의 비현실성을 보완하기 위해 퍼지이론을 적용한 연구가 있다. 즉, 판단에서 얻은 데이터에 일정한 간격을 부여하여 애매성을 표현하고, 이에 대한 판단의 정도를 수치로 환산하는 Fuzzy AHP를 이용하는 것으로 이러한 기법은 인간의 추론과정과 유사하여 매우 현실적이라고 알려져 있다(Chang, 1996). 또한 AHP는 평가기준들 간에 독립성을 가정하는 단점으로 인해 많은 문제가 제기되었다(Bayazit, 2005; Kwong and Bai, 2003). 지(2008)는 독립성 가정으로 인해 상호연관관계가 강한 평가기준이 제거된다면 이는 정보부족으로 인해 정확한 판단을 내리는 데 문제가 될 것이라 하였다. 또한 평가기준에 종속성이 강한 평가기준이 추가될 경우에도 순위역전현상이 나타날 수가 있다고 지적하였다. 한 평가기준이 다른 평가기준에 영향을 미치게 된다면 두 평가기준들 간에는 상대적인 중요도와 상호연관성을 고려한 현실적인 평가기준 가중치가 필요하다고 언급하였다.

3. 해사안전기술 평가요인 및 평가모델

3.1 해사안전기술 평가요인

해사안전기술이란 해상교통 안전과 해양환경 보호를 위해 개발된 기술로서 선원교육 분야, 선박검사 분야, 해양안전정보 분야, 항만시설 관리 분야 등 다양한 분야에서 개발되었다. 해사안전기술 국제협력사업을 추진하기 위해서는 국제협력 사업의 관점에서 고려되어야 한다. 국제협력 사업은 국내에서 자금을 지원하는 기관의 예산 계획뿐만 아니라 수원국의 정치적 경제적 현황에 많은 영향을 받는 특징이 있다. 따라서, 국제협력 사업 추진의 관점에서 해사안전 기술을 평가하고자 할 때에는 다각적인 관점에서 고려되어야 한다. 본 연구에서는 해사안전기술의 평가요인 도출을 위해 국제협력사업 중 유상원조 EDCF 사업 담당기관인 수출입은행 전문가, 무상원조 KOICA 사업 담당기관인 한국국제협력단 전문가, 그리고 KOICA 사업의 추진 경험이 있는 해사안전분야 기관의 전문가 등 전문가 4인으로부터 해사안전기술의 국제협력 시 요구되는 주요 사항에 대해 의견을 수렴하였다. 국제협력 대상 기술은 국제협력 경쟁국에 비해 경쟁력이 구비되어야 하며, 기술 유출에 대한 점검이 요구된

다. 또한 국제협력 사업 추진에 주목적이 되는 국제기준 필요도가 중요하며, 개발도상국이 필요하며 해사안전에 중요한 것인 지에 대해 검토가 요구된다. 한편 중점 사항으로 국제협력사업 추진에 적합한지에 대한 검토가 요구되는데 세부 내용으로 국제협력사업 추진에 적절한 이전비용인지, 그리고 기술이전을 통한 유사사업 연계가 가능한지, 개발도상국의 현지 실정에 적합한 기술인지에 대한 검토가 중요하다고 평가하였다.

본 연구에서는 전문가의 의견을 수렴하여 Fig. 2와 같이 해사안전기술의 평가요인을 크게 해사안전기술성숙도, 국제협력사업 추진가능성, 해사안전기술 중요도로 구분하였다.

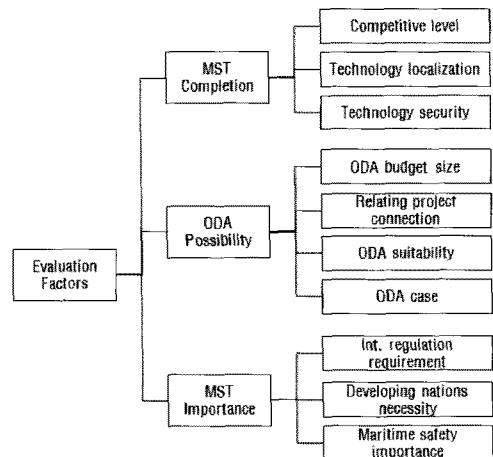


Fig. 2. Valuation factors for marine safety technologies.

해사안전기술의 평가요인 중 첫 번째 그룹인 해사안전기술 성숙도는 해당 해사안전기술의 기술력 및 특징에 관한 것이며, 세부 요인으로 기술 경쟁력 수준, 기술 국산화 비율, 기술유출 보안도로 구성된다. 기술 경쟁력 수준이란 해사안전 분야 국제협력 경쟁국이 보유한 기술 대비 대상기술의 경쟁력을 말한다. 기술국산화비율이란 기술 개발 시 투입하는 총 기술 중 국내에서 개발된 기술의 비율을 말하며 해사안전기술의 국산화 비율이 높을수록 국제협력 추진에 유리한 특징이 있다. 기술유출 보안도는 해당 해사안전기술이 타국에 유출될 경우 국익에 영향을 줄 수 있는지에 대한 것으로 보안도가 낮은 기술일수록 국제협력 추진에 유리한 특징이 있다.

두 번째 평가그룹인 국제협력사업 추진가능성 요인은 해당 기술이 국제협력사업 추진 실현 가능성에 관한 것으로, 세부 요인으로 기술이전 비용, 유사사업 유발도, 기술이전 적합도, 국제협력 사례 요인이 포함된다. 기술이전 비용은 특정 해사안전기술의 기술이전 시 통상적으로 소요되는 비용을 말하며, 무상원조의 경우 연 국제협력 예산이 한정되어 있기 때문에 적절한 규모의 기술이 우선 시 되며, 유상원조의 경우 개도국에 차관의 형식으로 지원되는 사업이므로 이전비용이 낮은 기술이 우선시 되는 특징이 있다. 유사사업 유발도는 국제협력 사업에서 강조 되는 요인으로서 해당 기술의 기술이전 성공 시 유사 기술이

추가적으로 연계될 수 있는지에 관한 것으로 유사 사업 유발이 되는 기술이 우선시 된다. 기술이전 적합도 요인은 대상 기술이 개도국의 현지 상황에 맞는 기술인지를 평가하는 요인으로서 개도국 현지 수준에 적합한 기술이 유리한 특징이 있다. 국제협력 사례 요인은 국제협력 사업 특성 상 대상 개발도상국과의 인력 교류, 교육 및 훈련 지원, 유사 관련 사업의 국제협력 사업이 선행될 경우 해당 기술이 우선 시 된다.

세 번째 평가그룹인 해사안전기술중요도 요인은 해사안전 측면과 개발도상국 측면에서 해당 기술이 중요한지에 대한 것으로, 세부 요인으로 국제기준 요구도, 개발도상국의 필요도, 해사안전 중요도 요인이 포함된다. 국제기준 요구도는 해당 해사안전 기술을 국제해사기구(IMO)에서 강제 기준화 하고 있는 것으로, SOLAS, MARPOL, STCW에 해당하는 기술일 수록 중요도가 높다. 개발도상국의 필요도는 잠정 개발도상국에서 요구하는 기술일수록 우선시 된다. 해사안전 중요도 요인은 해사안전 분야 전문가가 판단할 때 개발도상국의 해사안전에 있어서 중요도가 높은 기술을 말한다.

3.2 해사안전기술 평가모델

(1) 평가모델의 구성

의사결정 행동은 개인이나 조직, 기업경영, 행정 업무 등 다양한 분야에서 수행되고 있다. 의사결정 과정은 미리 준비한 평가 기준에 따라 선택 가능한 여러 대안을 선택하는 것이나 사회가 산업화, 복잡화 되고 있으며, 급속한 과학기술 발전으로 과거에 비해 평가기준 간의 복잡성과 불확실성, 평가기준 간의 상호작용으로 많은 어려움이 발생하게 되었다. 다기준의사결정 문제(Multiple Criteria Decision Making)에서는 평가기준의 가중치 부여방법이 중요하며, 이에 대한 해법으로 AHP (Analytic Hierarchy Process) 계층 분석법이 다양한 분야에서 사용되고 있다. 다기준 의사결정 연구에서는 본 계층 분석법을 이용하고 있으나, 방법론의 단순함에도 불구하고 해당 분야에 대한 계층적 의사결정방법 연구가 개별적으로 이루어져 왔기 때문에 다기준 의사결정문제를 지원할 수 있는 보편적인 도구 개발이 요구되고 있다. 이에 본 연구에서는 다기준의사결정 문제에 적용할 수 있는 평가 모델을 개발하였다. 본 연구에서 개발한 의사결정 도구에는 극한확률이론을 이용하여 평가기준 간의 상호연관성을 고려하였으며, Fuzzy AHP를 이용하여 판단 시의 모호성과 애매함을 도구에 반영하였다. Fig 3은 본 연구에서 개발한 평가모델로서 요인 간의 중요 가중치와 상관 가중치를 계산하기 위해 Fuzzy AHP 기법과 마코프 체인의 극한확률의 적용에 관한 그림이다.

다음은 평가모델에서 사용한 Fuzzy AHP 이론과 극한확률이론의 개념과 적용 방법에 대해 설명한다.

(2) 퍼지 계층분석법(Fuzzy AHP)

AHP 기법의 쌍대비교에 사용되는 척도는 특정 수치(Crisp data)이며, 평가에 이용되는 데이터들은 주로 퍼지(Fuzzy)한 언어표현이 많아 전통적인 AHP으로 현실적인 의사결정을 내리

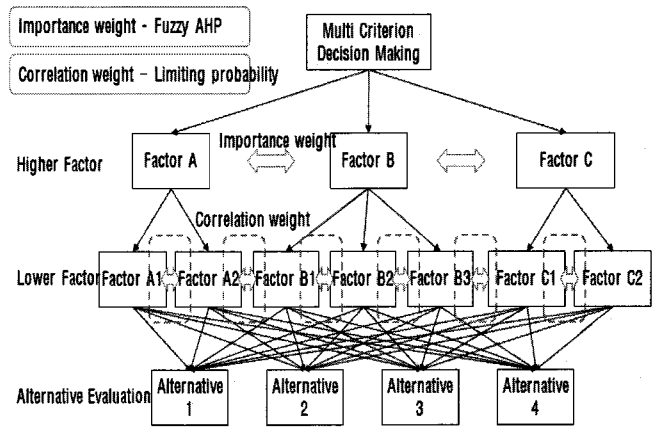


Fig. 3. Evaluation model for marine safety technology

기에 부적절하다는 의견이 있다. 본 연구에서는 이러한 단점을 보완하기 위하여 Chang(1996)의 확장 Fuzzy AHP 기법을 이용하였다. Fuzzy AHP 기법은 AHP 기법을 보완하기 위해 퍼지 삼각수(TFNs)를 이용하여 각 대안의 중요도를 산출하는 방법으로 AHP 기법과 같이 계층적으로 나누어 대안 간 상대비교를 수행하는 기법이다. Fig 4는 삼각퍼지 변환 척도에 대한 예로서 척도는 세 개의 값으로 구성되며, 중심에 해당하는 (1, 1, 1)의 값을 기준으로 양의 값에 해당하는 삼각퍼지척도와 음의 값에 해당하는 역삼각퍼지척도로 구성된다.

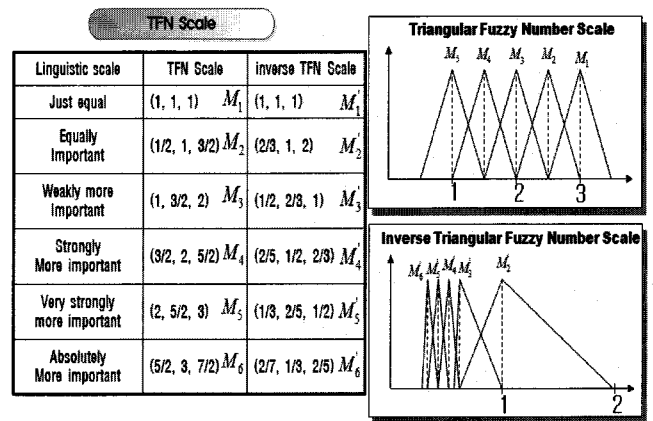


Fig. 4. Example of triangular fuzzy number scale.

Chang(1996)의 연구에 따르면 $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ 을 오브젝트 집합, $U = \{u_1, u_2, \dots, u_m\}$ 을 목표 집합이라 할 때, 각 오브젝트에 대한 m 확장 분석 값은 $M_{g_i}^1, M_{g_i}^2, \dots, M_{g_i}^m, i = 1, 2, \dots, n$ 로 표기된다. 여기서, 모든 $M_{g_i}^j (j = 1, 2, \dots, m)$ 은 Fig. 5와 같이 파라미터가 a, b, c 인 삼각퍼지수(TFNs : Triangular Fuzzy Numbers)로 구성된다.

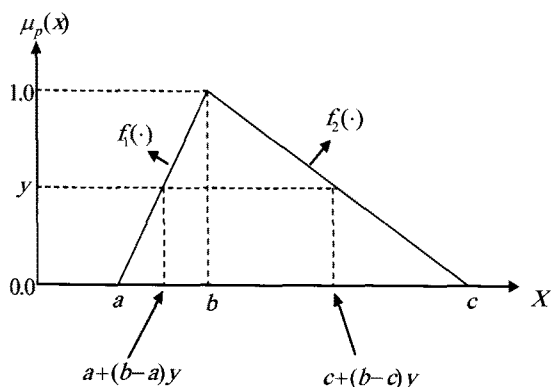


Fig. 5. $\tilde{P} = (a, b, c)$ as TFNs

Fuzzy AHP 확장분석과정은 3단계로 이루어지는데, i 번째 오브젝트에 대한 확장 퍼지계산은 다음과 같이 정의된다.

$$S_i = \sum_{j=1}^m M_{g_i}^j \otimes \left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{g_i}^j \right]^{-1} \quad (1)$$

$\sum_{j=1}^m M_{g_i}^j$ 값을 계산하기 위해 행렬에 대한 m 확장 분석의 퍼지추가 연산을 수행한다.

$$\sum_{j=1}^m M_{g_i}^j = \left(\sum_{j=1}^m a_{ij}, \sum_{j=1}^m b_{ij}, \sum_{j=1}^m c_{ij} \right), \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (2)$$

그리고 $\left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{g_i}^j \right]^{-1}$ 를 얻기 위해, $M_{g_i}^j (j=1, 2, \dots, m)$ 의 퍼지추가 연산을 수행하고 벡터 역수를 구한다.

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{g_i}^j = \left(\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m a_{ij}, \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m b_{ij}, \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m c_{ij} \right) \quad (3)$$

$$\left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{g_i}^j \right]^{-1} = \left(\frac{1}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m c_{ij}}, \frac{1}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m b_{ij}}, \frac{1}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m a_{ij}} \right) \quad (4)$$

다음으로 퍼지합성 확장 값은 주어진 정보에 대한 가능성 정도(Degree of Possibility)를 구하는 데 적용되며, 퍼지삼각함수 $M_1(a_1, b_1, c_1)$, $M_2(a_2, b_2, c_2)$ 가 볼록 퍼지함수(Convex Fuzzy Number)일 때, 가능성 정도 $M_2 = (a_2, b_2, c_2) \geq M_1 = (a_1, b_1, c_1)$ 는 다음과 같이 표현된다.

$$V(M_2 \geq M_1) = \text{hgt}(M_1 \cap M_2) = \mu_{M_1}(d) = \begin{cases} 1, & \text{if } b_2 \geq b_1 \\ 0, & \text{if } a_1 \geq c_2 \\ \frac{a_1 - c_2}{(b_2 - c_2) - (b_1 - a_1)}, & \text{otherwise} \end{cases} \quad (5)$$

$V(M_2 \geq M_1)$ 계산 시에는 Fig. 6과 같이 $M_1(a_1, b_1, c_1)$ 과 $M_2(a_2, b_2, c_2)$ 이 교차하는지와 교차하지 않는지로 구분할 수 있다. M_2 와 M_1 이 교차하지 않고 M_2 의 중심점인 b_2 가 M_1 의 중심점인 b_1 보다 클 경우 1을 부여하는 반면 M_2 의 상한점인 c_2 가 M_1 의 하한점 a_1 보다 작을 경우에는 0을 부여한다. M_2 와 M_1 이 교차하면 Fig. 6과 같이 $V(M_2 \geq M_1)$ 에 대한 교차점 계산이 요구되며, 교차점은 M_2 의 d 값이 $c_2 + (b_2 - c_2)y$ 가 되고, M_1 의 d 값이 $a_1 + (b_1 - a_1)y$ 가 된다는 점을 이용하여 y 로 정의한 각 식을 이용하여 $\frac{a_1 - c_2}{(b_2 - c_2) - (b_1 - a_1)}$ 를 구할 수 있다.

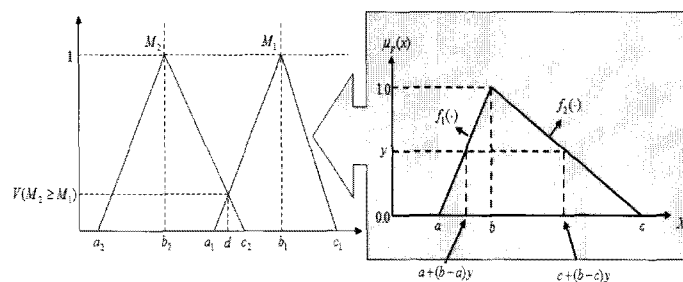


Fig. 6. Comparison of TFNs in calculation of $V(M_2 \geq M_1)$.

다음으로 퍼지수가 k 퍼지 수 $M_i (i=1, 2, \dots, k)$ 보다 더 클 가능성은 다음과 같다.

$$V(M \geq M_1, M_2, \dots, M_k) = V[(M \geq M_1) \text{ and } (M \geq M_2) \text{ and } \dots \text{ and } (M \geq M_k)] = \min V(M \geq M_i), \quad i = 1, 2, 3, \dots, k. \quad (6)$$

$d'(A_i) = \min V(S_i \geq S_k)$ 을 가정하면 $k=1, 2, \dots, n; k \neq i$ 여 기서 가중치 벡터는 $W' = (d'(A_1), d'(A_2), \dots, d'(A_n))^T$ 라 주어진다.

위의 과정은 다음과 같이 적용사례로 설명할 수 있다. 요인 A, 요인 B, 요인 C의 가중치를 평가할 때 각 요인에 대한 평가 결과를 삼각퍼지측도에 따라 Fig. 7과 같이 정리할 수 있으며,

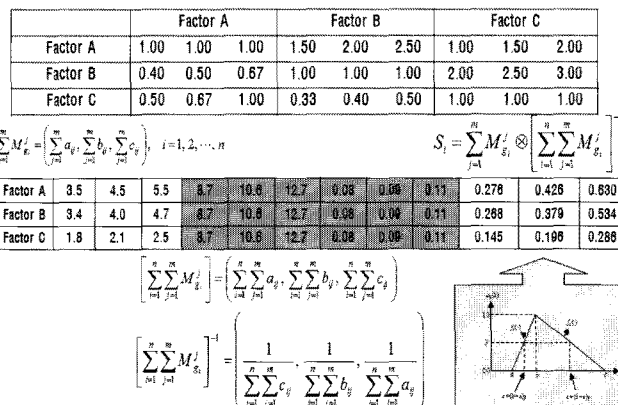


Fig. 7. Application example of Fuzzy AHP method(1).

확장 분석 값 계산을 위해 $\sum_{j=1}^m M_{g_i}^j$ 값과 $\left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{g_i}^j \right]^{-1}$ 값을 계산하며, 두 값을 곱함으로써 S_i 값을 계산할 수 있다. 적용 절차는 Fig. 7과 같다.

다음으로 요인 A, 요인 B, 요인 C에 대해 각각 $V(M_2 \geq M_1)$ 를 계산하면 Fig. 8과 같이 정리되며, 각 쌍대비교 과정에서 최소 가능성 정도 값은 1, 0.845, 0.0414로 계산된다. 각 값은 가중치 벡터로 구성되며, 이를 정규화 과정을 통해 재 계산하게 되면 Fig. 8과 같이 0.53, 0.45, 0.22의 최종 가중치 결과값이 계산된다.

	$V(M_2 \geq M_1)$			$V(M_2 \geq M_1)$			
Factor A	0.276	0.426	0.630	S(A)>S(B)	1	S(A)<S(C)	0.0414
Factor B	0.268	0.379	0.534	S(A)<S(B)	0.845	S(B)>S(C)	1
Factor C	0.145	0.196	0.286	S(A)>S(C)	1	S(B)<S(C)	0.0888
MINV(S(A)>S)	1	0.530110					
MINV(S(B)>S)	0.845	0.447943					
MINV(S(C)>S)	0.0414	0.021947					
	1.8864	1.000000					

Fig. 8. Application example of Fuzzy AHP method(2).

(3) 극한확률이론(Limiting Probability)

본 연구에서는 평가기준 간의 상호연관성을 고려하기 위해 마코프 체인(Markov chains)을 이용한 극한확률(Limiting probability) 개념을 적용하였다. 이산 시간적 확률과정인 상태의 개수가 유한하고, 마코비안 성격을 만족하며, 초기상태에 대한 확률과 안정적인 전이확률을 가질 경우 이를 이산 시간적 유한상태 마코프 체인이라고 한다. 시스템을 마코프 체인화 하면 초기상태에 대한 확률을 구할 수 있으며, 분석을 위해서는 n 단계의 전이가 필요하다. 초기상태의 확률이 i 상태에 있고, n 기간 후 상태 j 에 있을 확률과 같이 2단계 이상의 전이확률은 다음의 체프만-콜모고로프(Chapman-Kolmogorov)식을 이용하여 구할 수 있다.

$$P_{ij}^{(n)} = \sum_{k=0}^M P_{ik}^{(m)} P_{kj}^{(n-m)} \quad 0 \leq m \leq n \quad (7)$$

초기 확률행렬이 위와 같은 방법을 적용하게 되면 n 단계의 전이확률은 1단계 초기 확률을 반복하여 사용함으로써 얻어질 수 있으며, 이는 행렬 P 의 곱으로 정의된다. 마코프 체인으로 모형화된 시스템이 n 단계와 같이 다단계의 변화를 거치게 되면 임의의 한 시점에서의 확률은 안정 상태에 도달하게 된다. 이러한 상태에 도달하게 되면 다음과 같이 현재 상태와 상관없이 일정한 값 π 로 수렴하는데 이를 극한확률이라고 한다.

여기서 π 값은 확률로서 $\pi \geq 0, \sum \pi = 1, \pi = \pi P$ ($\pi \neq 0$)의 성격을 가지게 되며, 시스템이 임의의 시점에 머무를 확률이나 많

은 변화를 계속했을 때 일정한 상태에 있을 비율로서 해석이 된다. 마코프 체인의 모든 상태들이 상호방문하면서 비주기일 경우에 이 마코프 체인의 상태가 유한하며, 다단계의 전이가 진행될수록 초기 확률에 상관없이 값이 일정한 값으로 수렴되는 에르고딕 마코프 체인일 경우에 한하여 안정적인 전이확률을 얻을 수 있다. 마코프 체인의 상태확률은 일반적으로 초기상태의 영향을 받지만 에르고딕일 경우 다단계의 전이가 진행될수록 초기 확률에 상관없이 확률 $P_{ij}^{(n)}$ 의 값이 일정한 값으로 수렴하게 된다. 이와 같이 초기상태의 영향력이 없어지는 임의의 시점에 도달하게 되면 마코프 체인이 안정상태에 도달했다고 하며, 이때의 확률을 안정상태 확률이라고 한다. 따라서 에르고딕 마코프 체인의 극한확률은 안정상태 확률과 같게 되며 일반적으로 확률 $\lim_{n \rightarrow \infty} P^n$ 을 안정상태 확률이라고 한다.

$$\lim_{n \rightarrow \infty} P^n = \begin{pmatrix} \pi_1 & \pi_2 & \dots & \pi_m \\ \pi_1 & \pi_2 & \dots & \pi_m \\ \pi_1 & \pi_2 & \dots & \pi_m \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \pi_1 & \pi_2 & \dots & \pi_m \end{pmatrix} \quad (8)$$

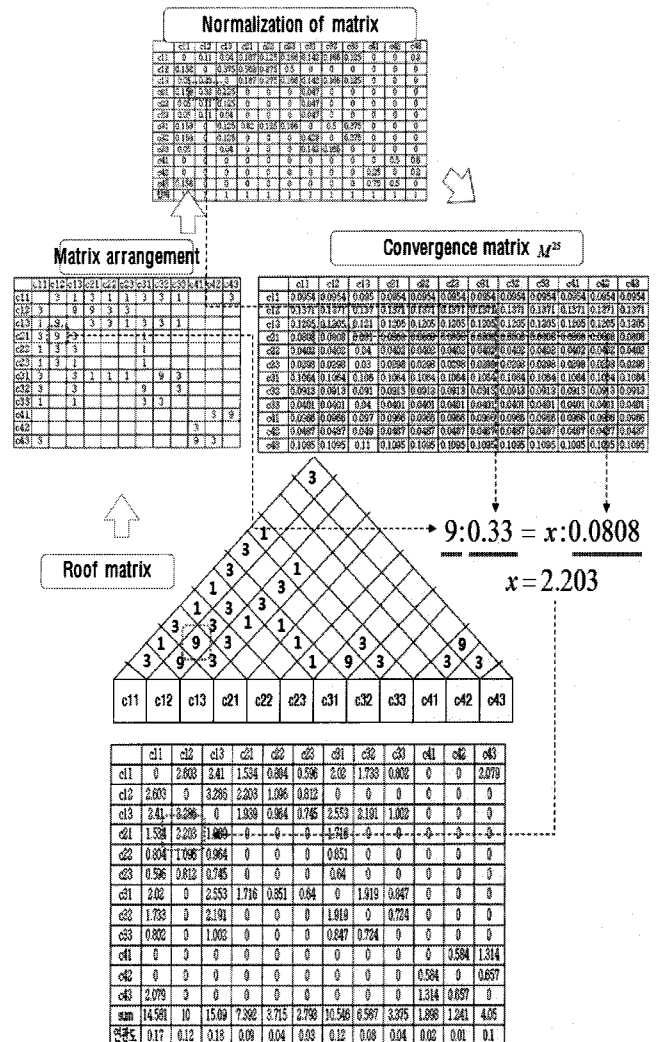


Fig. 9. Application example of limiting probabilities

Fig. 9는 마코프 체인(Markov chains) 극한확률 이론의 적용 사례이다. 먼저 전문가로부터 각 요인에 대한 상관 정도를 설문하여, 설문한 결과를 행렬로 정리하며, 열벡터 합이 1인 행렬로 정규화 한다. 정규화된 행렬을 체프만 폴모고로프 식을 이용하여 일정 수치로 수렴될 때까지 반복 곱셈하여 수렴된 행렬을 도출한다. 다음으로 Fig. 9와 같이 전문가 설문 평가값과 열벡터 합의 정규화된 행렬값의 비율은 목표값과 수렴된 행렬값의 비율이 같다는 식으로 정리할 수 있으며, 목표값을 정리하면 최종값을 계산할 수 있다.

(4) 평가모델의 적용절차

본 연구에서는 다기준 의사결정문제의 평가요인의 중요 가중치와 평가요인 간 상호연관 가중치를 계산하기 위하여 Fuzzy AHP 기법과 마코프 체인(Markov chains)을 이용한 극한확률(Limiting probability) 개념을 적용하였다. 일반적으로 다기준 의사결정 문제는 평가요인을 계층적으로 분류하고 상위요인 가중치, 하위 요인의 가중치, 평가항목의 평가 단계로 구성된다. 본 연구에서는 다기준의사결정 문제 처리를 위해 평가값 입력 단계, Matrix 생성단계, 평가값 계산단계, 최종평가치 계산단계, 의사결정 단계의 5단계 구조로 설계하였다.

평가값 입력단계에서는 설문을 통해 수렴된 평가요인 중요도 평가값, 평가요인 상관도 평가값, 평가항목의 점수를 입력하게 된다. Matrix 생성단계는 Fuzzy AHP 기법이 쌍대비교 방식으로 $A \rightarrow B$ 의 평가값으로 $B \rightarrow A$ 평가값을 계산하여 평가요인 중요도 가중치 계산을 위한 행렬을 생성하는 단계이다. 평가값 계산단계에서는 Fuzzy AHP 기법의 로직에 따라 평가요인 중요도 가중치와 평가항목 점수를 계산하고, 마코프 체인(Markov chains)을 이용한 극한확률(Limiting probability) 개념을 이용하여 평가요인 상관도 가중치를 계산하게 된다. 최종 평가치 계산단계에는 평가요인 중요도 가중치, 평가요인 상관도 가중치, 평가항목 점수를 계산하여 최종의 평가요인 평가치를 계산한다. 계산된 평가치에 따라 평가항목의 순위를 결정할 수 있으며

의사결정자는 의사결정이 가능하게 된다. Fig. 10은 평가모델의 적용절차에 관한 그림이다.

4. 해사안전기술 평가모델의 적용 결과

4.1 해양안전정보 분야 후보기술 도출

본 연구에서 도출한 평가모델을 해사안전기술 중 해양안전정보 분야에 적용 하였다. 해사안전기술 중 해양안전정보 기술은 선박의 모니터링 정보, 전자해도 정보, 선박조난 정보, 유류유출 정보, 항로표지 정보 등 해사안전 분야의 정보를 이용한 정보 시스템을 말한다. 우리나라는 급속도로 발전하는 정보통신 기술을 바탕으로 해사안전 분야의 다양한 해양안전정보시스템을 구축하였으며, 세계적으로 그 우수성을 인정받고 있다.

본 연구에서는 기존 연구에서 도출한 해사안전기술 중 해양안전정보야 기술과 국내에서 개발하여 현재 성공적으로 운영 중인 대표적인 해양안전정보 기술을 도출 하였다(한국해양연구원, 2008).

해양수산분야의 안전, 보안 및 환경보호에 관한 종합정보시스템인 해양안전종합시스템(GICOMS)의 경우 해상교통종합관리체계, 상황관리체계, 정보통합관리체계, 정보제공서비스체제로 구성되어 다양한 해사안전기술이 통합된 시스템이라고 할 수 있다. 본 연구에서는 개별 기술을 고려하기 위해 GICOMS에 포함된 기술을 선박모니터링 기술, 해사안전정보 통합연계제공기술, 선박보안감시정보 처리기술, 선박장거리위추척대응기술로 구분하였다. Table 1은 해양안전정보 분야에서 국제협력 사업 추진이 가능한 해사안전기술을 정리한 표이다.

선박모니터링기술은 선박에서 발사된 위치정보가 다양한 해상통신망을 통하여 육상기지국을 거쳐 해양안전종합정보센터에 실시간으로 전송되어 전 세계 해역을 운항하는 국적선박 및 국내연안을 운항하는 모든 선박의 위치를 실시간으로 파악하여 유사시 선박의 안전운항 및 신속한 구조지원을 위한 기술이다. 선박관제기술은 해상 교통량이 빈번한 해역에서 선박의 교통흐름을 지원하는 기술이다. 해사안전정보 통합연계제공기술은 기관별로 분산되어 있는 해양안전 관련 개별 정보를 연계하여 통합 데이터베이스를 구축하고 위치기반의 정보 및 재난/안전 관련 통합정보를 관련 선박, 유관기관, 대국민 등에게 관련정보를 제공하기 위한 기술이다.

선박보안감시정보처리기술은 2001년 미국 9월11일 테러 이후에 해상 테러에 대한 전 세계적 대응방안으로 탄생한 해상 테러 대응 통신 기술이다. 선박장거리위추척대응기술은 국제해사기구(IMO)에서 해상보안강화를 위하여 2009년부터 적용하고 있으며, 이에 대응하여 해적·테러 등 해상보안을 목적으로 선박의 기국, 항만국 및 연안국에서 선박의 위치를 추적하는 기술이다. 전자해도관련기술은 개발도상국에서 전자해도 제작 및 품질 관리하여 공급할 수 있도록 지원하는 기술이며, 유류유출에 즉및대응기술은 선박의 유류유출 시 유출유 확산을 예측하고 방제계획에 대한 의사결정을 지원하는 기술이다.

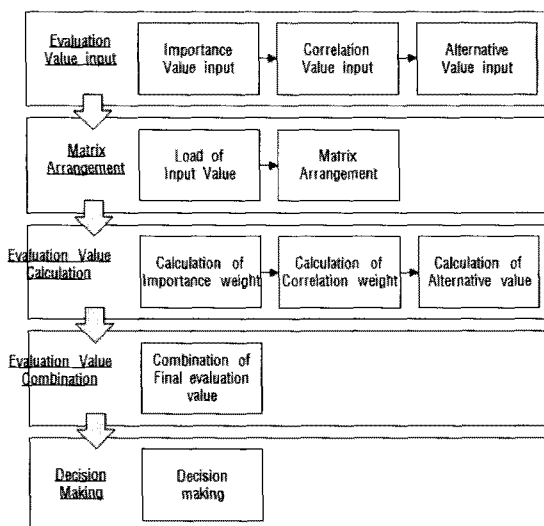


Fig. 10. Application of evaluation model.

Table 1. Selection of marine safety information technology

Num	Maritime Safety Technology	Acronym
1	Vessel Monitoring System	VMS
2	Vessel Traffic Service	VTS
3	Maritime Safety Information System	MSIS
4	Ship Security Alert System	SSAS
5	Long Range Tracking	LRIT
6	Electronic Navigational Chart	ENC
7	Oil Spill Response	OSR
8	Global Maritime Distress Safety System	GMDSS
9	Aids To Navigation	ATN

전세계해상조난 및 안전제도 구축기술은 선박사고 시 부근의 항해중인 선박뿐만 아니라 육상 및 위성을 통해 수색구조기관에 신속히 전달됨으로써 가능한 빨리 구조활동이 이루어 질 수 있도록 하는 기술이다. 항로표지통합관리기술은 각 지역에 각기 설치된 다수의 항로표지를 통합적으로 원격 관리하는 기술이다. 본 연구에서는 기존 연구와 관련 문헌 분석을 통해 위 9개의 해양안전정보 분야 해사안전기술을 도출하였으며, 국제협력 사업의 추진 차원에서 해사안전기술을 평가하였다.

4.2 전문가 설문 수행 및 설문 결과 계산

본 연구에서는 해사안전기술 평가요인의 중요 가치치와 상관 가치치, 후보 기술의 평가 입력값을 얻기 위해 설문지를 작성하고 해사안전정보 분야 전문가를 대상으로 설문을 수행하였다. Table 2는 평가요인의 상관도 측정을 위한 설문양식으로 두 평가요인 간의 상관정도를 없음, 낮음, 보통, 높음의 척도로 구분하여 작성하였다.

Table 2. Questionnaire for measuring relationship of valuation factors

Q.	Factor	Comp.	Factor	None	Low	Ave.	High
1.1	Competitive level	↔	Technology localization				
1.2	Competitive level	↔	Technology security				

Table 3은 평가요인의 중요도 측정을 위한 설문 양식으로 평가요인의 상위 그룹, 하위 그룹에 대해 각각 그 중요도를 묻는 양식으로, 해당 요인이 다른 요인과의 중요도를 설문하여 중요도가 동일할 경우 동일에 칸에 표기하고, 해당 요인이 중요할 경우 그 중요도에 따라서 5 단계로 구분하며 표기하며, 상대요인이 중요할 경우 그 중요도에 따라 5 단계로 구분하여 표기한다.

Table 3. Questionnaire for measuring the degree of importance of valuation factors

Q.	Factor	←					→					Factor
1.1	MST Completion											ODA Possibility
1.2	MST Completion											MST Importance

Table 4는 해양안전정보 분야 후보 기술 평가를 위한 설문지 양식으로 후보기술을 10개의 하위 요인에 따라 평가하기 위해 작성하였다. 예를 들어 해사안전기술 중요도 요인의 하위 요인인 국제기준 요구도 측면에서 고려할 때 VMS 기술은 다른 후보 기술에 비하여 그 우선도를 질문하는 설문으로 평가요인 중요도 측정과 유사하게 우선도가 동일할 경우 동일에 표기하고, VMS 기술이 우선할 경우 그 우선도에 따라 5 단계로 구분하여 표기하며, 상대 기술이 우선할 경우 그 우선도에 따라 5 단계로 구분하여 표기한다.

Table 4. Questionnaire for measuring alternatives

Q.	Factor	←					→					Factor
1.1	VMS											VTS
1.2	VMS											MSIS

본 연구에서는 상기 작성한 설문지를 이용하여 해양안전분야 전문가 20명을 상대로 대면 설문을 실시하였으며, 그 결과를 종합 정리하여 해사안전기술 평가모델에 적용하였다. 설문 결과 입력 시 평가요인의 상관도 설문의 입력치를 선행연구의 사례를 참고하여 없음 - 낮음 - 보통 - 높음을 0 - 1 - 3 - 9의 수치로 입력하였으며, 평가요인의 중요도와 후보 기술의 우선도 설문 결과는 Chang(1996)의 삼각퍼치척도에 따라 Table 5와 같이 11 단계의 수준 값으로 입력하였다.

Table 5. Input values according to TFNs

Num	Meaning	Min	Mid	Max
1	Absolutely More importance	2.50	3.00	3.50
2	Very strongly more importance	2.00	2.50	3.00
3	Strongly More important	1.50	2.00	2.50
4	Weakly more importance	1.00	1.50	2.00
5	Equally importance	0.50	1.00	1.50
6	Just equal	1.00	1.00	1.00
7	Equally importance	0.67	1.00	2.00
8	Weakly more importance	0.50	0.67	1.00
9	Strongly More important	0.40	0.50	0.67
10	Very strongly more importance	0.33	0.40	0.50
11	Absolutely More importance	0.29	0.33	0.40

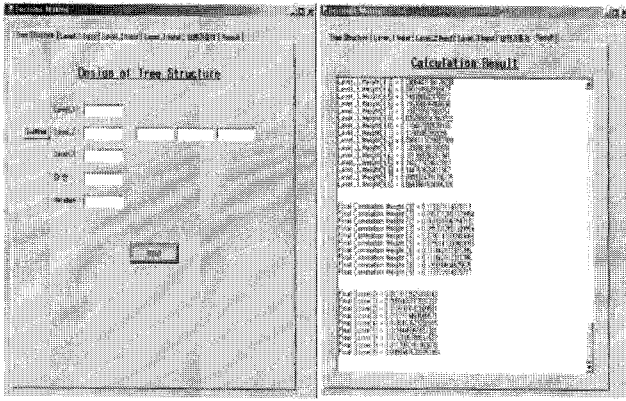


Fig. 11. Calculation program for evaluation.

본 연구에서는 전문가 설문 결과를 입력하고 Fuzzy AHP와 극한확률 알고리즘에 따라 최종 평가값을 계산하는 프로그램을 개발하였다. 개발언어는 C#을 이용하였으며 개발 플랫폼은 마이크로소프트사의 비주얼 스튜디오 2005을 이용하였다. Fig 11은 해상안전기술 평가모델 계산 프로그램 화면이다.

4.3 해양안전정보 분야 해상안전기술 평가결과 검토

해상안전기술 평가요인은 상위요인과 하위요인으로 구분할 수 있으며 각 요인의 중요도 가중치 계산 결과는 Fig. 12와 같다.

해상안전기술 평가요인의 3개의 상위 요인 중 국제협력사업 추진 가능성 요인이 0.4401로 가장 높게 나왔으며, 해상안전기술 중요도, 해상안전기술 성숙도 요인이 0.3918, 0.1681의 순으로 계산되었다. 하위 가중치의 경우 제1그룹에서는 기술경쟁력 수준 요인이 0.3690으로 높게 나왔고, 제2그룹에서는 4개의 요인 중요도가 다소 비슷한 수치로 계산되었다. 제3그룹에서는 국제기구 기준에서 요구하는 기술을 의미하는 국제기준요구도 요

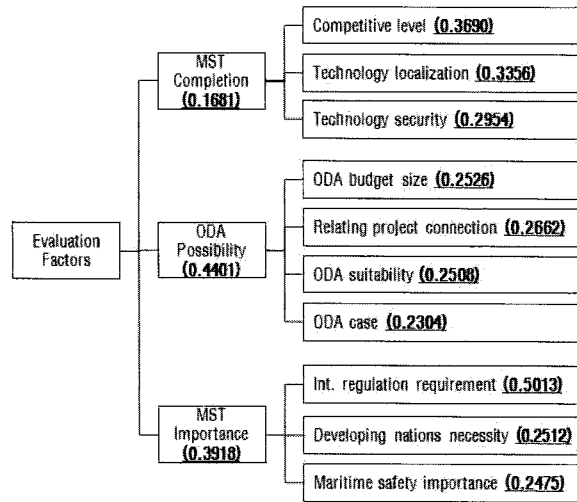


Fig. 12. Calculation result of weighting values of valuation factors.

인이 0.5013으로 0.2512, 0.2475의 값으로 계산된 개도국필요도, 해상안전중요도 요인보다 월등히 높은 값으로 계산되었다. 한편 해상안전기술 평가요인의 상관도에 있어서 기술경쟁력수준, 국제기준요구도, 개발도상국의 필요도, 해상안전중요도 요인이 다른 요인과의 상관도가 높아 상관 가중치가 높게 계산되었다.

Table 6은 해양안전정보분야의 9개 후보 기술의 평가 결과를 나타낸 표로서, 전자해도관련기술이 0.0139로 가장 높게 계산되었으며, 다음으로 선박모니터링기술과 유류유출확산예측및 대응기술이 각각 0.0133, 0.0132의 근소한 차이로 계산되었다.

전자해도관련기술은 전자해도 제작 및 관리체계 구축 및 교육에 관련된 기술로서 선박모니터링기술과 유류유출확산예측및 대응기술에 비해 기술경쟁력수준과 기술국산화비율에서 낮

Table 6. Evaluation result of alternative for maritime safety technologies

	MST Completion			ODA Possibility				MST Importance			Sum
	Competitive level	Tech. localization	Tech. security	ODA budget	Relating project connection	ODA suitability	ODA case	Int. regulation	Developing nations necessity	Maritime safety importance	
Correlation	0.1194	0.0957	0.0616	0.0957	0.0790	0.0790	0.1117	0.1117	0.1269	0.1194	
VMS	0.1875	0.1731	0.1284	0.1193	0.2282	0.1094	0.1314	0.0998	0.1047	0.1104	0.0133
VTS	0.0765	0.0851	0.0971	0.0549	0.0424	0.0878	0.1125	0.0958	0.1388	0.1181	0.0095
MSIS	0.1025	0.1038	0.1166	0.1478	0.1612	0.0885	0.0945	0.0885	0.0782	0.0984	0.0106
SSAS	0.0860	0.0998	0.1105	0.1038	0.0655	0.1355	0.1038	0.1229	0.0986	0.1040	0.0107
LRIT	0.0751	0.0998	0.1094	0.1193	0.0655	0.1241	0.0945	0.1266	0.0992	0.1014	0.0106
ENC	0.1517	0.1287	0.1158	0.1340	0.1947	0.1137	0.1152	0.1261	0.1488	0.1403	0.0139
OSR	0.2082	0.1668	0.1119	0.1227	0.1255	0.0901	0.1008	0.1102	0.1553	0.1448	0.0132
GMDSS	0.0583	0.0684	0.1051	0.0980	0.0635	0.1410	0.1435	0.1460	0.1002	0.0983	0.0112
ATN	0.0543	0.0745	0.1051	0.1002	0.0534	0.1099	0.1038	0.0842	0.0761	0.0844	0.0086

은 점수를 받았지만, 전자해도 기술의 보안성이 낮아 기술유출 보안도가 우수하고, 기술이전비용이 적게 소요되어 기술이전비용 측면에 유리하며, 해상교통체계에 있어서 기반정보 인프라가 된다는 점에서 유사사업유발도가 높은 것으로 분석되었다. 또한 그동안 KOICA 사업을 통한 개발도상국 담당인력 인력의 해도제작 및 품질관리 연수 실시, 동아시아수로위원회를 통한 공해지역의 공동 전자해도 제작 및 품질향상 협력으로 인해 국제협력사례 요인에 높은 점수를 받았으며, 국제해사기구의 ECDIS 강제탑재 추진을 위한 SOLAS 협약의 수정으로 인한 국제기구 차원에서의 높은 필요성 때문에 국제기준요구도 요인에서 높은 점수를 받은 것으로 분석된다.

한편 선박모니터링 기술은 선박의 강제탑재 장비인 선박자동식별장치(AIS)와 연계된 기술로서 해상교통 안전과 선박구난 지원을 위해 개도국에서 개발을 중점적으로 검토하고 있으며, 유사 사업 발생이 높고 개발도상국의 필요도가 높은 사업이다. 그에 따라 기술경쟁력수준, 기술국산화비율, 유사사업유발도, 기술이전적합도, 국제협력사례 등의 요인에서 고루 높은 점수를 받은 것으로 분석되었다. 유류유출예측및대응기술은 전자해도를 기반으로 방제DB를 구축하고 유출유확산모델을 이용하여 유출유의 확산을 예측하고 방제전략을 지원하는 기술로서, 급속도로 성장하고 있는 개발도상국에서 해상 교통량의 증가와 선박의 대형화, 고속화로 인해 발생하는 유출유 피해를 방지하고자 강력히 요구하고 있는 기술이며, 해사 안전 측면에서 매우 중요한 기술이라 할 수 있다. 따라서 본 기술은 기술경쟁력 수준, 기술국산화비율, 개발도상국필요도, 해사안전중요도 요인에서 높은 점수를 받은 것으로 분석되었다.

이상으로 해양안전정보분야의 후보기술의 평가 순위는 전자해도제작기술, 선박모니터링기술, 유류유출확산예측및대응기술, 전세계해상조난및안전제도 구축기술, 선박보안감시정보처리기술, 해사안전정보통합연계제공기술, 선박장거리위치추적대응기술, 선박관제기술, 항로표지통합관리기술 순으로 계산되었다.

5. 결 론

본 연구에서는 국제협력사업 추진을 위한 해사안전기술 평가를 위해 평가요인을 도출하고 평가모델을 수립하였다. 또한 수립한 평가모델을 적용하기 위해 해양안전정보분야 후보기술을 도출하고, 평가요인의 가중치와 후보기술의 평가 점수 산정을 위해 해양안전정보분야 전문가를 상대로 설문을 실시하였다. 설문 결과를 정리하여 계산 프로그램에 입력하였으며, 그 결과 해양안전정보 분야 후보 기술 중 전자해도관련기술이 가장 높게 평가되었으며, 다음으로 선박모니터링기술과 유류유출확산예측및대응기술 순으로 계산되었다. 해사안전기술 분야의 국제협력사업 추진 담당기관 혹은 기획자는 본 연구에서 도출한 평가 결과를 참고하여 추진한다면 국내적으로 실현 가능성이 높으며, 국외적으로 개발도상국에서 필요로 하는 사업을 추진할 수 있을 것으로 사료된다.

끝으로, 본 연구 방법은 전문가가 평가한 설문 결과를 이용

하여 평가요인의 가중치를 계산하고 후보 기술을 평가하였으며 그 계산 값을 결합하여 도출하였다. 그러나 설문 대상인 전문가 집단의 의견에 따라 다른 결과를 도출할 수 있고, 본 연구에서 고려하지 못한 평가 요인을 추가하여 계산한다면 후보 기술의 우선 순위가 변경될 수도 있다. 따라서 본 연구 결과가 절대적인 것은 아니며, 해사안전분야 국제협력사업 추진 의사결정 시 참고자료로 활용될 수 있을 것으로 사료된다.

후 기

본 논문의 내용은 한국해양연구원에서 수행하고 있는 “해양안전정보시스템 국제협력방안 연구”와 “해양 유출사고 대응지원 시스템 구축” 연구의 지원으로 수행되었습니다.

참 고 문 헌

- [1] 지충열(2008), 상관관계를 고려한 Fuzzy AHP 의사결정에 관한 연구, 한양대학교 석과과정 논문, p. 38.
- [2] 한국해양연구원(2008), 해사안전 기술이전을 통한 국제협력 활성화 기획연구, 국토해양부 기획연구 보고서, pp. 74-136.
- [3] Bayazit, O.(2005), Use of AHP in decision-making for flexible manufacturing systems, Journal of Manufacturing Technology Management Vol.16, No.17, pp. 808-819.
- [4] Chang, Da-Yong(1996), Applications of the Extent Analysis Method on fuzzy AHP, European Journal of Operational Research, Vol. 95, No. 3, pp. 649-655.
- [5] Eddi, W. L. and L. Hang(2001), Analytic hierarchy process, an approach to determine measured for business performance, Measuring Business Performance, Vol. 5(3), pp. 30-36.
- [6] Elkarmi, F. and I. Mustafa(1993), Increasing the utilization of solar energy technologies(SET) in Fordan, Energy Policy, Vol.21, pp. 978-984.
- [7] Kablan, M. M.(2004), Decision support for energy conservation promotion : an analytic hierarchy process approach, Energy Policy 32, pp. 1151-1158.
- [8] Kahraman, C., U. Cebeci, and D. Ruan(2004), Multi-attribute comparison of catering service companies using fuzzy AHP : The case of Turkey, International Journal of Economics, Vol. 87, pp. 171-184.
- [9] Kwong, C. K. and H. Bai(2003), Determining the importance weights for the customer requirements in QFD using a fuzzy AHP with an extent analysis approach, IIE Transactions, Vol. 35, pp. 619-626.

- [10] Mead, L. and J. Sarkis(2002), A conceptual model for selecting and evaluating third-party reverse logistics providers, Supply Chain Management : An International Journal, Vol. 7, No. 5, pp. 283-295.
- [11] Yang, J. and H. Lee(1997), An AHP decision model for facility location selection, Facilities Vol. 15, No. 9/10, pp. 241-254.

원고접수일 : 2010년 01월 05일

원고수정일 : 2010년 02월 04일 (1차)

: 2010년 03월 03일 (2차)

게재확정일 : 2010년 03월 24일