

내부-외부 종속법을 이용한 수색·구조 구역의 위험성 평가

장운재* · 김종수**

*목포해양대학교대학원, **목포해양대학교 해상운송시스템학부 교수

Evaluation of Risk Level for Damage of Marine Accidents in SRRs using Inner-Outer Dependence Method

Woon-Jae Jang* · Jong-Soo Keum**

*Graduate school of Mokpo National Maritime University, Mokpo 530-729, Korea

**Division of Maritime transportation system, Mokpo National Maritime University, Mokpo 530-729, Korea

요약 : 본 연구는 해양사고 피해규모에 의한 우리나라 수색·구조 구역의 위험성을 평가하였다. 이러한 위험성 평가를 위해서 본 연구에서는 전문가 지식에 기반한 퍼지로지크와 내부-외부 종속법을 이용하였다. 본 연구에서 이용한 퍼지로지크는 퍼지 확장원리에 의한 최대최소화 합성이고, 중요도 산출을 위한 비퍼지화는 무게중심법을 이용하였다. 또한 평가항목에 대한 중요도 산출을 위해서는 내부-외부 종속법을 이용하였으며, 최종 종합 평가 중요도는 마야코브 분석법을 이용하였다. 그 결과 통영, 목포, 여수 수색·구조 구역의 위험성이 비교적 높은 것으로 평가되어, 향후 위험성을 경감하기 위해 우선적으로 구조선과 구조장비가 필요 할 것으로 판단된다.

핵심어 : 무게중심법, 내부-외부 종속법, 최대최소화 합성법, 마야코브 분석법, 수색·구조구역,

Abstract : In this study, the risk of SRRs was assessed upon the scale of the damage of marine accidents. For the risk assessment, inner-outer dependence methods and special knowledge-based fuzzy logic were introduced. Also, in order to calculate the importance of assessment value in this study, a max-min composition method was used for fuzzy logic based on the principle of fuzzy extension and the centroid of gravity method was used for non-fuzzy formation. In order to produce the importance of assessment items, the inner-outer dependence methods were used for assessment items, and markov analysis method was used for the importance of the final comprehensive assessment. As a result, the risk of SRR of Tongyoung, Mokpo and Yeosu was proven relatively higher, thus, it needs to have more rescue ships and rescue devices for relieving the risk in the future.

Key words : centroid of gravity method, inner-outer dependence method, max-min composition, markov analysis method, SRR(Search and Rescue Region)

1. 서 론

선박이 해상에서 조난을 당하거나 해양 환경에 피해를 주는 오염사고가 발생했을 경우 수색·구조선과 방재장비 등을 현장으로 투입하여 조난자나 조난선박에 대해 수색·구조하고, 환경오염 사고에 대해서는 신속한 방제작업을 통해 사고로 인한 피해를 최소화 할 필요가 있다. 수색구조선의 대응능력을 향상시키기 위해 해양경찰청은 기상 불량시에도 수색이 가능한 1,000톤급이상 대형합정을 현재 18척에서 30척까지 확충하고 선령이 노후한 중형합정 31척을 대체건조 계획을 추진하고 있다(해양경찰청, 2005). 따라서 이러한 확보된 수색·구조선은 수색·구조의 효율성 및 신속성을 고려 할 뿐만 아니라 수색·구조 구역의 위험성을 평가하여 위험성이 높은 지역을 우선적으로 배치할 필요가 있다. 한편, 수색·구조 구역의 위험성 평가는 평가항목 및 대체안이 다수 존재하고, 각 요소간의 관계가 복잡하다. 따라서 이것을 이해하기

쉽고, 간편하게 의사결정 시스템을 구축하는 것이 무엇보다 중요하다고 할 수 있다. 복수의 평가항목을 근거로 다수의 대체안 중 최적의 안을 선택하는 평가방법에는 계층분석법 (Analytic Hierarchy Process)이 널리 이용되고 있다(김 외, 2001). 그러나 계층분석법은 동일계층에서의 평가항목과 대체안 등 각 요소간의 독립성을 가정하고 있기 때문에 수색·구조 구역의 위험성 평가문제와 같이 평가항목에 상호작용이 있는 평가에 있어서는 적용에 한계가 있었다. 따라서 동일계층의 상호작용을 '내부적 종속 관계가 있다' 라고 하고 이러한 상호작용을 고려한 평가방법을 내부 종속법 (Inner dependence method)이라고 한다. 또한 평가에는 내부적인 종속관계 뿐만 아니라 평가목적 계층과 평가항목 계층간의 상호작용, 평가항목 계층과 대체안 계층 등 각 계층 간에도 상호작용이 존재한다. 따라서 이러한 계층간의 상호작용을 '외부적 종속관계가 있다'라고 하고 이러한 상호작용을 고려한 평가방법을 외부 종속법 (outer dependence method)이라고 한다. 이러한 내부 종속관계와 외부 종속관계를 모두 고려한 평가방법을 내부-외부 종속법 (Inner-Outer Dependence Method)

* 대표저자: 정희원, jwj98@mmu.ac.kr 061)240-7069

** 종신회원, jskeum@mmu.ac.kr 061)240-7075

이라 하고, 계층분석법의 창시자인 Satty에 의해 제안되어 사용되고 있다(木下, 2000). 한편, 평가문제에 있어서는 각 요소간의 종속관계 뿐만 아니라 의사결정자의 정보를 표현하는 애매성도 존재하기 때문에 내부-외부 종속법에 의한 평가만으로는 평가에 한계가 있다. 따라서 의사결정자의 정보를 표현하는 애매성을 고려할 수 있는 방법이 제안되어야 하는데, 최근 정보의 애매성에 있어 퍼지로지적에 의한 방법이 평가문제에도 유효한 것으로 알려지고 있다(장과 금, 2004). 본 연구에서는 내부-외부요소간의 상호작용을 고려하기 위해 내부-외부적 종속법을 이용하여 평가항목의 중요도를 산출하고, 평가치는 의사결정자의 정보를 표현하는 애매성을 고려하기 위해 선행연구에서 수행한 퍼지로지적을 이용하여 개별 평가치를 산출한다. 그리고 종합평가 중요도는 계층분석법에서 이용하는 매트릭스(matrix)를 확장한 슈퍼매트릭스(super-matrix)를 작성하고, 마야코브 분석법을 이용하여 우리나라 수색·구조 구역에 대한 위험성의 우선순위를 결정하고자 한다.

2. 이론적 배경

2.1 퍼지로지법

퍼지로지적은 입력자료를 퍼지화한 퍼지추론을 통해 결과를 도출한 후, 결과를 비퍼지화하여 크리스프(crisp)값으로 나타내게 된다(Zadeh, 1976). 본 연구에서는 평가치의 중요도를 산출하기 위해 퍼지로지적을 이용하고자 한다. 퍼지로지적의 구성을 위해 사용된 퍼지규칙은 IF-THEN 형식이며, 합성규칙은 Max-Min 합성법을 이용하며, 비퍼지화는 일반적으로 널리 알려진 무게중심법 이용한다. 또한, 본 연구에 사용된 중요도 산출을 위한 설문 및 면접조사는 해양수산관련 전문가(교수, 연구원, 대학원생 이상) 30명을 대상으로 하였고, 평가에 이용된 자료는 해양경찰청의 2003년 해양사고 자료를 기초로 하였다. 인명피해의 위험성은 사망 또는 행방불명된 승무원수, 선박피해의 위험성은 구조하지 못한 선박척수, 환경오염피해의 위험성은 해당 수색·구조 해역의 오염사고 자료이며, 해양사고 발생빈도는 해양경찰청의 2003년 해양사고 발생척수 자료이다. 이러한 자료와 전문가의 설문 및 면접조사를 이용하여 멤버쉽 함수는 “매우높다(VL)”에서 “매우낮다(VH)”까지 5개의 언어변수로 구성하였다. Fig. 1~4는 해양사고의 위험성과 발생척수에 대한 멤버쉽 함수를 그림으로 나타내었다.

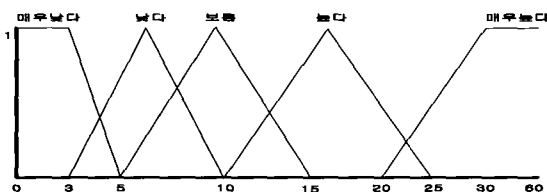


Fig.1. Membership function of consequence severity for personnel related risk variable.

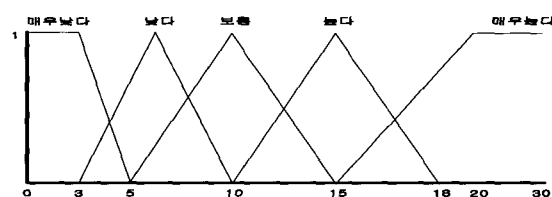


Fig.2. Membership function of consequence severity for ship related risk variable.

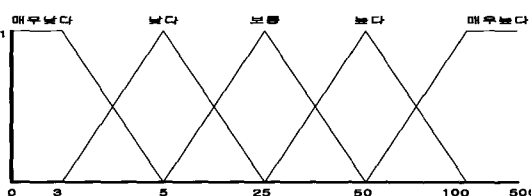


Fig.3. Membership function of consequence severity for environment related risk variable.

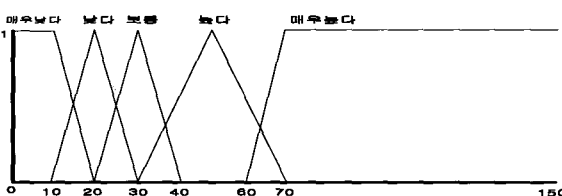


Fig.4. Membership function of frequency for marine accident variable.

결론부의 평가항목의 위험성은 Table 1, Fig. 5에서 보는 바와 같이 심각성과 해양사고 발생척수 자료를 이용하여 “아주 사소함”에서 “치명적임”까지 5개의 언어변수로 구성하였다. 본 연구에서는 선행연구(장과 금, 2004)에서 수행한 인명, 선박, 환경오염 피해의 3개 항목에 대해 5개의 퍼지변수와 해양사고 발생척수에 관한 퍼지변수를 5개를 포함하여 최종 위험성에 대한 전체규칙의 수를 75개로 설정하였다. 예를 들어 인명피해의 위험수준(personnel related risk level; PR)산출에 대한 25개의 추론 Rule은 다음과 같이 나타낼 수 있다. 단, 여기서 PN은 인명피해에 의한 위험성이고, MA는 해양사고 발생척수를 의미한다.

Rule 1: If PN is VL and MA is VL, Then PR is N

Rule 2: If PN is L and MA is VL, Then PR is N

Rule 3: If PN is A and MA is VL, Then PR is MI

Table 1. Expression personnel related Risk Level

평가항목 \ 해양사고 발생척수	매우 높다	높다	중간	낮다	아주 낮다
매우높다	C	C	C	C	S
높다	C	C	C	S	MO
중간	C	C	S	MO	MI
낮다	C	S	MO	MI	N
아주낮다	S	MO	MI	N	N

주) Critical(치명적임) : C, Serious(심각함) : S, Moderate(중간정도) : MO, Minor(사소함) : MI, Negligible(아주 사소함) : N

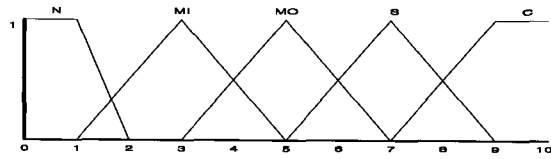


Fig.5. Membership function of personnel related Risk Level variable.

2.2 내부-외부 종속법

내부-외부 종속법에 의한 중요도 산출은 계층분석법의 중요도 산출과 동일한 절차를 따르고 있다. 계층분석법에 관한 중요도 산출법은 널리 알려져 있고 계산의 편리를 위해 소프트웨어도 개발되어 있으므로 구체적인 중요도 산출방법은 본 연구에서는 생략하도록 한다. 먼저, 내부 종속 중요도의 산출은 평가항목간의 종속정도를 설문지를 이용하여 획득하고, 이를 바탕으로 중요도를 산출할 수 있다. Table 2는 본 연구의 평가항목인 인명, 선박과 해양환경오염 피해 등 3개의 평가항목간의 종속정도를 설문지를 이용하여 획득하였다.

Table 2. Value of inner dependence

1. Personnel

personnel	personnel	ship	environment	중요도
personnel	1.00	0.38	0.16	0.099
ship	2.63	1.00	0.36	0.248
environment	6.25	2.78	1.00	0.653

$\lambda_{max}=3.005$, C.I.=0.001

2. Ship

ship	personnel	ship	environment	중요도
personnel	1.00	3.20	4.80	0.644
ship	0.31	1.00	2.50	0.241
environment	0.21	0.40	1.00	0.115

$\lambda_{max}=3.056$, C.I.=0.015

3. Environment

environment	personnel	ship	environment	중요도
personnel	1.00	2.30	0.40	0.282
ship	0.43	1.00	0.32	0.151
environment	2.50	3.10	1.00	0.567

$\lambda_{max}=3.071$, C.I.=0.021

종래의 계층분석법에서는 평가항목이 대체안에 미치는 영향정도(중요도)로 평가하였다. 따라서 대체안이 평가항목에 미치는 중요도의 크기는 평가에 반영되지 않았다.

그러나 현실적인 평가에 있어서는 대체안에 따라서 평가항목에 미치는 중요도의 크기는 차이가 있다. 가령 수색·구조 구역의 위험성 평가문제의 대체안중 어느 수색·구조구역은 인명과 선박, 해양환경오염의 3가지의 평가항목 중 어느 것

에 더 중요성을 두고 평가되고 있는 것이 보편적이다. 따라서 평가항목과 대체안 간의 외부적 종속관계도 설문자료를 이용하여 획득하였다.

Table 3. Value of outer dependence

Incheon	personnel	ship	environment	중요도
personnel	1.00	3.50	5.80	0.677
ship	0.29	1.00	2.30	0.217
environment	0.17	0.43	1.00	0.105

$\lambda_{max}=3.024$, C.I.=0.006

Table 3에서 보이는 바와 같이 인천수색·구조 구역을 평가할 때 각 평가기준의 중요도 w_1 은, $w_1^T=(0.677, 0.217, 0.105)$ 가 된다. 한편, 내부종속 매트릭스에 의해 산출된 중요도와 외부종속 매트릭스에 의해 산출된 중요도는 계층분석법의 가중치 취합법과 동일한 방법으로 내부-외부종속 매트릭스의 중요도로 산출될 수 있다. 예를 들어 인천수색·구조 구역에 관해서는 식(1)과 같이 산출된다.

$$w_{21}=M \cdot w_1 \tag{식(1)}$$

Inner	P	S	E	Outer	Total
personnel	0.099	0.644	0.282	0.677	0.237
ship	0.248	0.241	0.151	0.217	0.226
environment	0.653	0.115	0.567	0.105	0.537

2.3 마아코브 분석을 이용한 최종평가

최종평가는 각 평가항목에 대한 평가치의 중요도와 평가항목에 대한 내부-외부의 종합적인 중요도를 취합해야 한다. 이때 종래의 계층분석법에 의한 방법으로는 평가치의 중요도에 대해 내부-외부종속 종합 중요도중 선택하여 평가하게 된다. 본 연구에서는 종합평가 계산의 편리를 위해 종래의 계층분석법의 매트릭스를 확장한 각 평가항목과 대체안의 관계를 하나의 매트릭스로 표현한 슈퍼매트릭스를 작성하였다(木下, 2000).

$$W = \begin{array}{c|cc|c} & \text{Evaluation Factor} & \text{Alternative Idea} & \\ \hline \text{Evaluation Factor} & 0 & w_c & \\ \hline \text{Alternative Idea} & w_A & 0 & \text{식(2)} \end{array}$$

그리고 W를 마아코브성(재귀성)에 착안하여 마아코브 분석방법을 이용하면, 그 추이확률행렬(행렬의 세로요소를 합계하면 1.0이 된다)은 식(3)과 같이 극한확률행렬(각 열의 값이 같게 된다) w^* 에 수렴하는 것을 볼 수 있다.

$$\lim_{k \rightarrow \infty} W^{2k+1} = W^* \tag{식(3)}$$

(w 의 무한대승이 w^* 에 수렴한다)

그 결과, W^{2k+1} (k 는 정수)가 W 와 같은 모양의 매트릭스인 것을 알 수 있다. 따라서 식(2)는 식(4)와 같이 표현할 수 있다.

$$W^* = \begin{matrix} \text{Evaluation} & \text{Evaluation} & \text{Alternative} \\ \text{Factor} & \text{Factor} & \text{Idea} \\ \hline \text{Alternative} & 0 & w_c^* \\ \text{Idea} & w_A^* & 0 \end{matrix} \quad \text{식(4)}$$

이때 w_A^* 는 종합평가 매트릭스가 되고, w_c^* 는 각 평가항목의 중요도 매트릭스가 된다.

3. 평가대상해역의 범위와 특징

3.1 평가 대상해역

우리나라의 수색·구조구역은 13개 해양경찰서(부산, 인천, 속초, 동해, 포항, 울산, 태안, 군산, 목포, 완도, 여수, 통영, 제주)의 담당구역이며 대상해역의 구체적인 범위는 Fig. 6과 같다.

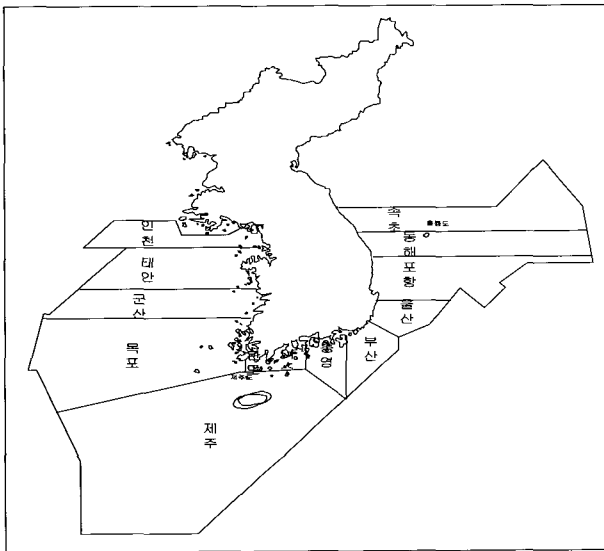


Fig. 6. Evaluation area for risk level.

3.2 위험성 평가모델 수행절차

해양사고 피해규모의 위험성 평가모델은 아래 7단계에 의해 수행된다.

단계 1 : 일대비교 자료에 의해 외부 종속성에 대한 중요도(w)를 조사한다.

단계 2 : 내부종속성에 대한 중요도(w)를 조사한다.

단계 3 : 내부종속성에 대한 중요도와 외부종속성에 대한 중요도를 취합하여 종합적인 중요도를 산출한다.

단계 4 : 전문가의 지식기반과 자료 수집 분석에 의한 퍼지규칙 기반 수립 및 퍼지추론법을 수행한다.

단계 5 : 위험성 값을 비퍼지화 및 그 결과를 출력한다.

단계 6 : 평가항목별 위험성이 가장 높은 수색·구조구역의 값을 1.0으로 하여 상대적인 비율로 중요도를 작성한다.

단계 7 : 평가항목의 중요도와 평가치를 슈퍼매트릭스에 나타내어 마야코브 분석을 이용하여 종합평가 결과를 산출한다.

이상의 결과를 흐름도로 나타내면 Fig. 7과 같다.

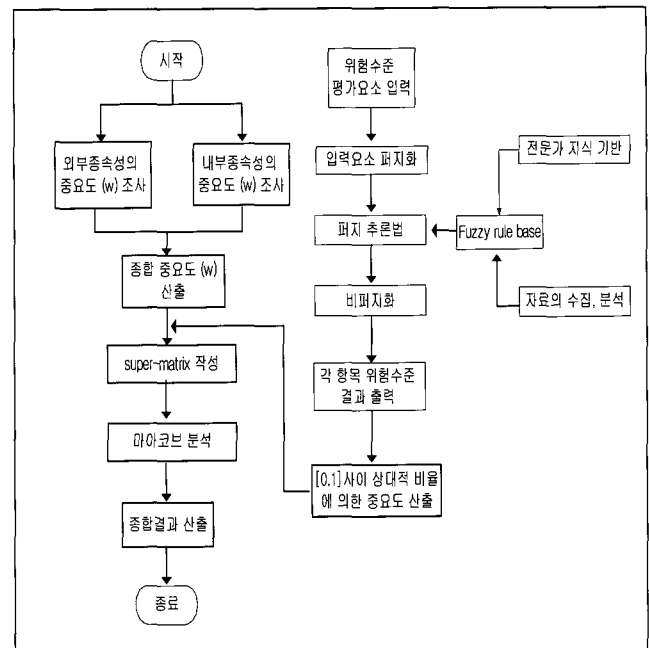


Fig. 7. Flow chart of inner-outer dependence.

3.3 퍼지로그를 이용한 위험성 평가

인명피해에 의한 위험성(PN)은 Table 4에서 보는 바와 같이 여수 수색·구조구역의 위험성이 8.927로 가장 높게 나타났다.

Table 4. Risk level for person related risk

구분	사망 및 행방 불명된 승무원수	행 발생 횟수	사고 발생 척수	위험성	구분	사망 및 행방 불명된 승무원수	행 발생 횟수	사고 발생 척수	위험성
인천	12	39	8.460		부산	19	60	8.700	
태안	0	21	1.243		울산	13	39	8.283	
군산	4	43	6.000		포항	7	48	7.579	
목포	17	93	8.888		동해	15	21	7.150	
제주	3	90	7.000		속초	9	31	6.607	
여수	5	74	8.927		완도	2	46	5.000	
통영	24	123	8.700						

선박피해에 의한 위험성(S)은 Table 5에서 보는 바와 같이 제주, 포항 수색·구조구역의 위험성이 8.862로 가장 높게 나타났다.

Table 5. Risk level for ship related risk

구분	불구조 선박척수	사고 발생척수	위험성	구분	불구조 선박척수	사고 발생척수	위험성
인천	4	39	5.711	부산	6	60	7.385
태안	6	21	3.833	울산	10	39	8.460
군산	8	43	7.938	포항	11	48	8.862
목포	18	93	8.785	동해	7	21	4.142
제주	6	90	8.862	속초	3	31	3.185
여수	4	74	7.750	완도	8	46	7.938
통영	15	123	8.843				

환경오염피해에 의한 위험성(E)은 Table 6에서 보는 바와 같이 여수, 통영 수색·구조구역의 위험성이 8.927로 가장 높게 나타났다.

Table 6. Risk level for environment related risk

구분	유출량 (kg)	사고 발생척수	위험성	구분	유출량 (kg)	사고 발생척수	위험성
인천	2.1	39	4.692	부산	482.0	60	8.700
태안	4.9	21	3.263	울산	3.6	39	5.126
군산	5.6	43	7.044	포항	8.5	48	7.296
목포	58.0	93	8.871	동해	0.5	21	1.243
제주	32.3	90	8.868	속초	30.8	31	7.193
여수	721.2	74	8.927	완도	1.1	46	5.000
통영	107.1	123	8.927				

4. 위험성 평가

4.1 평가치에 대한 중요도 산출

우리나라 수색·구조 구역에 대한 개별 평가치는 Table 7에서 보이는 바와 같이 3개의 평가항목의 위험성에 대해 전체 합이 1.000으로 하여 상대적인 비율 값으로 산출하였다.

Table 7. Overall evaluation value

구분	P	S	E	구분	P	S	E
인천	0.092	0.063	0.055	부산	0.094	0.081	0.102
태안	0.013	0.042	0.038	울산	0.090	0.094	0.060
군산	0.065	0.087	0.083	포항	0.082	0.097	0.086
목포	0.096	0.090	0.104	동해	0.077	0.045	0.015
제주	0.076	0.097	0.104	속초	0.071	0.035	0.084
여수	0.096	0.085	0.105	완도	0.054	0.087	0.059
통영	0.094	0.097	0.105				

인명피해에 대한 위험성은 여수 수색·구조 구역이 가장 높은 것으로 나타났고, 선박피해에 대한 위험성은 제주, 포항 수색·구조 구역이 가장 높은 것으로 나타났으며, 환경오염 피해에 대한 위험성은 여수, 통영 수색·구조 구역이 가장 높은 것으로 평가되었다.

4.2 내부-외부증속법

Table 2에 나타난 각 평가항목의 내부증속 중요도를 종합한 전체 내부증속 중요도(M)는 Table 8과 같고, 각 평가항목 간에 상호작용과 그 크기를 나타내고 있다.

Table 8. Total value of inner dependence

	Inner	personnel 중요도	ship 중요도	environment 중요도
M=	personnel	0.099	0.644	0.282
	ship	0.248	0.241	0.151
	environment	0.653	0.115	0.567

Table 3과 동일한 방법으로 외부증속 중요도를 나타내면 Table 9에 보이는 바와 같다. 예를 들어 인천 수색·구조 구역은 인명피해의 중요도를 상대적으로 높게 평가하고 있다는 것을 알 수 있다.

Table 9. Total value of outer dependence

구분	personnel 중요도	ship 중요도	environment 중요도	구분	personnel 중요도	ship 중요도	environment 중요도
인천	0.677	0.217	0.105	부산	0.581	0.309	0.110
태안	0.609	0.278	0.113	울산	0.726	0.166	0.108
군산	0.716	0.219	0.065	포항	0.584	0.314	0.103
목포	0.629	0.270	0.101	동해	0.678	0.211	0.111
제주	0.146	0.489	0.365	속초	0.074	0.216	0.710
여수	0.350	0.208	0.442	완도	0.110	0.226	0.663
통영	0.643	0.194	0.163				

식(1)의 절차에 따라 우리나라 13개 수색·구조 구역에 대해 전체 평가항목간의 중요도를 산출하면 Table 10과 같이 나타낼 수 있다.

Table 10. Total value of inner-outer dependence

구분	personnel 중요도	ship 중요도	environment 중요도	구분	personnel 중요도	ship 중요도	environment 중요도
인천	0.237	0.226	0.537	부산	0.278	0.225	0.497
태안	0.261	0.225	0.514	울산	0.200	0.226	0.574
군산	0.220	0.230	0.550	포항	0.279	0.226	0.495
목포	0.255	0.226	0.519	동해	0.224	0.226	0.550
제주	0.412	0.189	0.399	속초	0.337	0.168	0.495
여수	0.283	0.194	0.523	완도	0.334	0.172	0.494
통영	0.225	0.221	0.554				

4.3 종합 중요도 산출

평가항목의 중요도와 개별 평가항목에 대한 평가치의 중요도 및 개별 수색·구조 구역에 대한 중요도를 이용하여 식(2)와 같은 슈퍼매트릭스의 형태로 표현하면 Table 11과 같이 나타낼 수 있다.

Table 11. Expressed weight by Super-matrix

	P	S	E	인천	...	완도
P	0	0	0	0.237	...	0.334
S	0	0	0	0.226	...	0.172
E	0	0	0	0.537	...	0.494
인천	0.092	0.063	0.055	0	...	0
...
완도	0.054	0.087	0.059	0	...	0

한편, 식(2)를 마야코브 분석방법을 이용하면 식(3)과 같이 수립하기 때문에 최종 종합 중요도는 식(4)의 형태로 Table 12와 같이 산출된다.

Table 12. Total weight by Markov

	P	S	E	인천	...	완도
P	0	0	0	0.276	...	0.276
S	0	0	0	0.212	...	0.212
E	0	0	0	0.512	...	0.512
인천	0.066	0.066	0.066	0	...	0
태안	0.032	0.032	0.032	0	...	0
군산	0.078	0.078	0.078	0	...	0
목포	0.098	0.098	0.098	0	...	0
제주	0.094	0.094	0.094	0	...	0
여수	0.098	0.098	0.098	0	...	0
통영	0.100	0.100	0.100	0	...	0
부산	0.096	0.096	0.096	0	...	0
울산	0.076	0.076	0.076	0	...	0
포항	0.088	0.088	0.088	0	...	0
동해	0.038	0.038	0.038	0	...	0
속초	0.070	0.070	0.070	0	...	0
완도	0.064	0.064	0.064	0	...	0

Table 12에 보이는 바와 같이 우리나라 수색·구조 해역에 대해 2003년 수색·구조 구역별 해양사고 피해규모에 의한 최종 위험성은 통영 수색·구조구역이 가장 높게 나타났고 목포, 여수, 부산, 제주, 포항, 군산, 울산, 속초, 인천, 완도, 동해, 태안수색·구조구역 순으로 높게 평가되었다. 통영, 목포, 여수 등의 수색·구조구역의 위험성이 높게 나타난 것은 중요도가 높게 평가된 해양 환경오염 피해에 의한 위험성이 높게 나타난 것에 기인한다.

5. 결 론

본 연구에서는 우리나라 수색·구조구역의 해양사고에 대한 위험성을 내부-외부 종속법 및 퍼지추론을 이용하여 평가하였다. 평가항목에 대한 중요도는 평가항목간의 내부적 상호작용을, 평가항목과 대체안 간의 외부적 상호작용을 모두 고려하여, 내부-외부 종속법을 이용하여 종합적인 중요도를 산출하였으며, 평가치의 중요도는 퍼지추론법을 이용하였다. 또한, 종합적인 중요도는 마야코브 분석을 이용하여 산출하였다.

그 결과 우리나라 수색·구조 구역의 위험성은 통영수색·구조구역이 가장 높은 것으로 나타났고 목포, 여수, 부산, 제주, 포항, 군산, 울산, 속초, 인천, 완도, 동해, 태안 수색·구조구역 순으로 높게 평가되었다. 따라서 위험성이 높게 평가된 통영, 목포, 여수 수색·구조구역에 대해 위험성을 경감하기 위해 수색·구조선 및 관련 장비의 우선적인 확보와 투입이 필요할 것으로 판단된다.

본 연구는 수색·구조 구역의 위험성 평가문제에 있어 의사결정자의 정보를 표현하는 애매성을 평가에 반영하고, 내부-외부적 종속관계를 모두 고려하여 평가항목의 중요도를 산출하는 방법을 제시하였으며, 마야코브 분석방법을 이용하여 최종 종합 중요도를 산출하여 위험 우선순위를 결정하였다는데 의의가 있다.

참 고 문 헌

- [1] 금종수·윤명오·장운재(2001), 연안해역의 항행안전성 평가에 관한 연구, 해양환경안전학회지 제7권 2호 pp39~48.
- [2] 장운재·금종수(2004), 해양사고 피해규모에 의한 수색·구조구역의 위험성 평가, 한국항해항만학회지, 제28권 10호, pp. 909-915.
- [3] 해양경찰청(2005), 2005년 해양경찰백서, pp. 14-37.
- [4] 木下榮藏(2000), 入門AHP, 日科技連近出版社, pp. 20-95.
- [5] 木下榮藏(2001), 入門數理モデル, 日科技連近出版社, pp. 60-84.
- [6] Mamdani E.H, Assilian S.(1975), An experiment in linguistic synthesis with a fuzzy logic controller, Int. J. Man-Machine Studies. Vol.7.1 pp. 135-147.
- [7] Sii,H.S., Ruxton,T., Wang.J.(2001), A Fuzzy-logic-based approach to qualitative safety modelling for marine system, Reliability Engineering &System Safety 73. pp. 19-34.
- [8] Satty.T.L. & Kearns,K.P.(1985), Analytical Planning, Pergamon press. pp. 103-118.
- [9] Zadeh.LA(1976), A Fuzzy Algorithmic Approach to Definition of complex and Imprecise Concepts, Int.J. Man-machin Studies., Vol.8, pp. 249-291.
- [10] Zimmer.A.C.(1985), Verbal verse Numerical Processing, North_Holland, Amsterdam. pp. 54-92.

원고접수일 : 2006년 6월 13일

원고채택일 : 2006년 9월 21일