JFMSE, 31(6), pp. 1544~1551, 2019.
수산해양교육연구, 제31권 제6호, 통권102호, 2019.
www.ksfme.or.kr
https://doi.org/10.13000/JFMSE.2019.12.31.6.1544

소형어선의 인적과실 방지에 관한 연구

김영롱 · 강성진* · 김원욱* · 김창제†
한국해양대학교(학생) · *한국해양수산연수원(교수) · †한국해양대학교(교수)

A Study on the Prevention of Human Errors in a Small Fishing Boat

Young-Rong KIM · Song-Jin KANG* · Won-Ouk KIM* · Chang-Je KIM†
Korea Maritime and Ocean University(student) · *Korea Institute of Maritime and Fisheries Technology(professor) · †Korea Maritime and Ocean University(professor)

Abstract

Although many ships have recently tried to prevent collisions by utilizing alarm functions of equipment such as radar and AIS, they lacked the effect of identifying collision-risk vessels and did not provide information on the avoidance course. Therefore, this study aims to design a new Collision Avoidance Support Model based on the Collision Risk Zone assessment method, targeting on small fishing boats that caused most of the collision accidents due to human error. In addition, this study analyzed the collision risk of various scenarios according to the navigation relationships and speed conditions between the two ships. As a result, the model proposed in this study expressed collision risk and avoidance angle suited to the navigation situations.

Key words : Collision avoidance support model, Collision risk zone, Small fishing boat, Human error

Ⅰ. 서 론

해양안전심판원의 통계자료에 따르면, 최근 5년간 발생한 해양사고 중 기관손상과 부유물감김을 제외하고는 충돌사고가 약 10%로 가장 많은 비율을 차지하였다. 또한 충돌사고를 선박의 종류별로 구분하였을 때, 어선의 비율이 약 63%로 가장 높게 나타난다. 이러한 어선의 충돌사고는 어선과 비어선 간에 발생한 경우의 비율이 약 46%이었으며, 20톤 미만의 소형 선박에서 가장 빈번하였다(KMST, 2019). 이처럼 어선의 빈번한 사고는 연안을 항해하는 선박 중 어선의 비율이 가장 높았기 때문이며, 사고 자체의 발생은 어선의 조업에 따른 열악한 근무환경, 해기사와 당직 인원의 부족에 따른 피로누적, 안전에 대한 주의결여 등 어선의 운항 특성에 기인하는 바가 크기 때문이라 할 수 있다. 또한, Jung(2014)에 따르면 연안어선의 대부분은 선장이 혼자서 당직을 수행하고 있으며, 이로 인한 어선 선장의 피로와 졸음운전 등이 충돌사고의 발생 가능성을 높였다.

선박 충돌사고에 있어서 인식실패, 판단실패, 조작실패 등을 포함하는 운항과실에 의한 사고의 비율이 약 95%를 차지하며, 그 나머지는 기계 결함과 기상 등 불가항력에 의해 발생하고 있는 것으로 분석된다(KMST, 2019). 이것은 어떤 시설을 구성하는 기계의 개발에 있어서 인적과실과 관련된 검토에 우선하여 기계의 성능과 기능의 향상에 역점을 두었기 때문이며, 인적과실에 관해서는 소홀히 하였기 때문으로 파악된다. 과학기술의 진보에 의해 기계적 요소의 신뢰성은 매우 개

† Corresponding author : 051-410-4226, kimc@kmou.ac.kr

선되었지만 인적과실에 대한 대책은 별로 진전되지 않고 인간 신뢰성의 낮음이 사고를 일으키는 주요 요인이 되었다. 따라서 인간 신뢰성을 제고시켜 인적과실을 줄이거나 방지할 수 있는 대책이 마련되어야 한다. 선박의 경우 운항자가 레이더나 AIS(Automatic Identification System)의 가드존(Guard Zone) 및 최근접점 경보(Closest Point of Approach Alarm)기능 등을 설정하여 충돌을 방지하기 위한 경보시스템을 활용하는 경우가 있지만, 식별된 선박들에는 충돌위험 선박뿐만 아니라 안전하게 통과하는 선박도 상당수가 포함되며 피항침로에 대한 정보를 제공해주지 않기 때문에 충돌위험을 방지하는 효과가 다소 부족하였다. 따라서 충돌위험 선박을 파악하여 그 접근을 인식시킬 뿐만 아니라 본선의 피항침로를 권고하는 지원 장치가 필요하며, 이러한 인적과실을 방지할 수 있는 연구가 더욱 진전되어야 할 것이다.

저자들은 안전항해를 확보하기 위해 항해 중 만날 수 있는 고정구조물(Kim et al., 2017, Kim et al., 2017, Kim and Kim, 2018)과의 충돌 방지책을 연구해 왔다. 선박이 항해 중 방파제나 섬 등 주변의 고정구조물에 접근함에 따라 운항자가 위험감을 느끼는 정도를 평가하여 항해안전에 적용하고자 한 것이 기존 연구의 한 분야이다. 이 연구 결과는 본선이 고정구조물에 접근함에 따라 선박 운항자의 충돌에 대한 위험감을 정량화하여 나타내었으나, 안전피항항로를 제공하는 것이 아니므로 그 결과를 충돌위험 선박의 피항에 적용하기에는 한계가 있었다. 또한, Kijima and Fukukawa(2001) 및 Son et al.(2009)의 연구는 퍼지이론에 의해 충돌의 위험성을 정량화하여 평가하였으나 이 또한 안전피항항로의 정보를 제공해주지는 못하였다.

따라서 후속 연구(Kim et al., 2019)에서는 안전피항항로에 초점을 맞추어 피항선인 중소형선박이 해상에서 선박과 같은 이동구조물에 충돌하지 않으면서도 해사안전법에 따라 오른쪽으로 피항할 수 있도록 판단해주는 충돌회피 지원모델을 제시하였다. 이 모델에서는 충돌위험을 정량화한 CAL(Collision Avoidance Level)을 정의하였으며, 피항선이 진행하는 항로를 기준으로 좌우 80도에 걸쳐 CAL 값을 평가하여 해사안전법을 준수하는 안전한 항로를 제공해주었다. 또한 CAL에는 선박의 접근에 따라 충돌위험 상황으로의 진전 또는 해소에 관한 알고리즘이 적용되기 때문에 위험한 상황을 명확히 파악할 수 있었다.

그러나 소형어선은 어로 작업의 특성과 우수한 조종성능 등에 의하여 상선에서의 피항동작보다는 더욱 근접상황에서 조치를 취하는 경향이 있으며, 기존의 충돌회피지원모델(Kim et al., 2019)은 중소형 상선의 특성을 반영하였기 때문에 연안어선, 내수면 선박 등의 소형 선박에 모델을 직접적으로 적용하기에는 무리가 따른다.

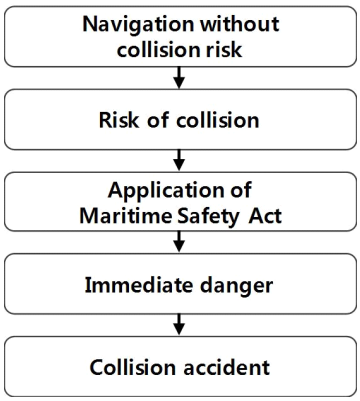
따라서 이 연구에서는 인적과실에 의한 충돌사고의 대부분을 발생시키는 소형어선을 대상으로 상대선과의 충돌가능성을 파악하고 위험 시에 충돌회피항로를 제공하여 인적과실을 방지할 수 있는 피항지원모델을 고찰하고자 한다.

Ⅱ. 연구 방법

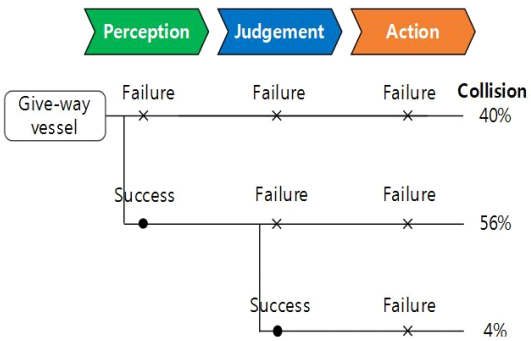
1. 인적과실에 의한 충돌사고

충돌사고의 인적과실은 인식실패, 판단실패 및 조종실패로 분류할 수 있으며, 인식실패는 상대방의 존재를 몰랐거나 충돌 직전에 근접하여 인식한 경우, 판단실패는 상대선이 안전하게 지나가거나 피항할 거라는 판단을 한 경우, 조종실패는 조종 부적절 또는 장비운용 미숙으로부터 발생한다. 충돌사고가 일어나는 과정은 다음 [Fig. 1]과 같이 나타낼 수 있다.

일반적으로 [Fig. 1]에서 항법 적용시까지 인식, 판단 및 조종이 이루어져 충돌사고에 이르지 않도록 해야 한다. [Fig. 1]의 충돌사고 발생과정에서 인적과실에 의한 충돌사고 확률을 나타내면 [Fig. 2]와 같다.



[Fig. 1] Process of collision accident.



[Fig. 2] The process of collision caused by human errors.

[Fig. 2]에서 인식실패에 의한 충돌사고의 비율이 약 40%이며, 40%에는 상대선에 근접하여 피항할 여유가 없어 충돌한 결과(24%)가 포함되어 있다. 충돌사고의 약 56%는 상대선을 인식하였지만 상대선이 안전하게 지나가거나 또는 피항할 거라는 판단의 실패에 의한 것이다. 따라서 충돌사고의 약 96%가 인식실패 또는 판단실패에 의해 발생함을 알 수 있다(Arimura et al., 1992).

한편, Jung(2014)에 의하면, 상대선을 전혀 인식하지 못한 충돌사고의 비율이 28%, 상대선에 근접하여 충돌 직전에 인식하여 발생한 사고의 비율이 28%이다. 두 연구 결과가 약간의 차이는 있지만 인식실패가 충돌사고의 큰 비율을 차지함을 알 수 있다. 이런 인적과실의 발생을 방지하기 위해서는 첨단기기 등 신뢰할 수 있는 장치의 도움을 받는 것이 효과적일 것이다. 즉, 인식실패를 방지하기 위해서 충돌의 위험이 있는 선박의 접근을 알리는 경보나 조종자가 인식하도록 하는 대체장치, 판단실패를 방지하기 위한 타선정보의 수집, 처리를 수행하는 기계 영역과 감각정보를 판단하는 인간 영역을 연계시키는 능력을 제고시키기 위한 교육이나 훈련과 동시에 상대선이 충돌선이라는 판단을 제공하는 대체장치가 필요하다. 또한 조종실패를 방지하기 위해서는 충돌사고시 상대선과의 거리가 너무 접근되어 시간 여유가 부족하므로 조종자를 개입시키지 않고 자동으로 피항조종이 가능한 대체장치가 필요하다.

반면에 대체장치의 개발에 따른 안전성의 확보에는 경제적인 부담을 고려해야 하며 안전성과 경제성을 어느 정도에서 충족시켜야 하는가 하는 판단이 필요하다. 또한 안전성을 확보하기 위해서 모든 경우에 안전 쪽으로 작용하는 본질안전대책이 추구되어야 하나, 일부는 경제성이나 기술적인 문제 때문에 제어안전대책을 추구하는 경우도 있다.

2. 소형어선의 피항특성

Matsumoto(2017)는 10톤 이내의 저인망어선, 쌍끌이어선 등 14척을 이용하여 조업 또는 비조업인 경우에 선박교통이 폭주하는 아카시해협 등에서 어선과 비어선 간의 항과 거리를 분석하였으며, 그 결과를 요약하면 <Table 1>과 같다.

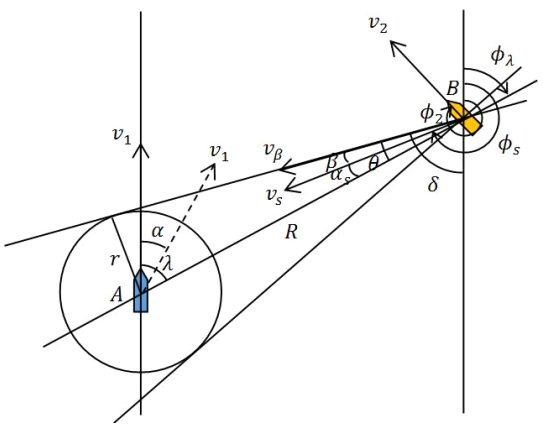
<Table 1>을 참고하면 다른 선박의 항과거리는 소형어선의 선미방향을 제외하고 조업의 여부 및 속력에 관계없이 0.3마일(약 556미터)로 간주할 수 있다. 소형어선은 조업 시에 2노트이하, 비조업 시에는 18노트정도의 속력으로 운항한다. 선미방향은 어망 끌기 등을 고려해 조업 중에 0.33마일(약 611미터), 비조업 시에는 0.34마일(약 630미터)로 다른 방향에 비해 약간 크지만 다른 방향과 균형을 취하기 위해 0.3마일로 간주한다.

<Table 1> Average passing distance according to the position of the opponent ship

Position of the opponent ship	Fishing operation	Non-fishing operation
Forward	0.31	0.31
Starboard bow	0.29	0.29
Starboard abeam	0.30	0.29
Starboard quarter	0.31	0.31
Aft	0.33	0.34
Port quarter	0.30	0.31
Port abeam	0.29	0.30
Port bow	0.31	0.30

Unit: nautical mile(NM)

어선은 예망 중 이외에는 조종성능이 우수하기 때문에 안전거리를 확보할 수 있는 상황에서 타선을 근거리에서 피할 수 있다. 그러나 <Table 1>의 결과와 같이 자선의 0.3마일 거리 이내에는 다른 선박의 접근을 허용하지 않으며 이 영역을 충돌위험영역이라 한다.



[Fig. 3] Vector indications according to the position of two ships.

[Fig. 3]에서 소형선 A는 속력 v_1, 진침로 000도, A의 충돌위험영역은 반지름이 r인 영역이다. 상대선 B는 속력 v_2, 진침로 ϕ_2(방위), 상대속력 v_s, 상대침로 ϕ_s(방위)이며, 상대선이 소형선 A의 충돌위험영역 안으로 접근하는 경우, 상대선이 이 영역 밖으로 진행하도록 소형선의 침로를 α만큼 변경하면 상대선의 속력은 v_β, 침로는 β만큼 상대적으로 변경되어 상대선이 이 영역을 침범하지 못하도록 하는 것이다. α를 구하기 위해, 우선 상대선이 충돌위험영역을 침범하지 못하도록 하는 각도 θ(반지름 r인 원의 접선)를 다음 식에서 얻는다.

$$\theta = \sin^{-1}\left(\frac{r}{R}\right) \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (1)$$

여기에서, R은 두 선박 간의 거리이다. 또한 그림에서 ϕ_λ는 상대선의 상대방위, α_s는 소형선과 상대선을 연결한 직선과 상대선의 상대속력 v_s방향이 이루는 사이각 및 δ(=$\phi_s+\beta-\pi$)는 뒤에서 설명한다. 소형선이 피항선인 경우, 즉 $\phi_\lambda+\pi-\theta \le \phi_s \le \phi_\lambda+\pi+\theta$인 범위에서 다음 식이 성립한다.

$$\phi_s \ge \phi_\lambda+\pi \text{이면} \quad \beta = \theta - \alpha_s \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (2a)$$

$$\phi_s < \phi_\lambda+\pi \text{이면} \quad \beta = \theta + \alpha_s \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (2b)$$

한편, 상대선의 침로에 β의 상대적인 변경이 일어나도록 해사안전법을 준수하여 피항선인 소형선은 오른쪽으로 침로를 α만큼 변경한다.

다음 식을 이용하여 충돌위험영역의 접선으로 접근하는 접근속력 v_β를 구한다.

$$v_\beta = -v_2(\sin\delta\sin\phi_2+\cos\delta\cos\phi_2) + \sqrt{v_2^2(\sin\delta\sin\phi_2+\cos\delta\cos\phi_2)^2 - v_2^2 + v_1^2} \quad \cdots\cdots \quad (3)$$

여기에서, $\delta = \phi_s+\beta-\pi$이다.

또한 상대선이 충돌위험영역에의 접근을 차단하는 소형선의 피항침로 α를 다음 식에서 얻는다.

$$\alpha = \sin^{-1}\left(\frac{v_\beta \sin\delta + v_2 \cos\phi_2}{v_1}\right) \quad \cdots\cdots\cdots\cdots(4)$$

3. 소형어선의 충돌방지 경험 모델

해사안전법 제71조 [추월], 제 72조 [마주치는 상태] 및 제 73조 [횡단하는 상태]에서 정상적으로 항해 중인 두 동력선 간의 피항선 또는 유지선의 의무는 선박의 크기와 관계없이 상대적인 위치관계에 의해 정해진다. 따라서 선박의 크기와 관계없이 소형선박과 대형선박은 대등한 입장에서 상대적인 위치관계에 의해 해사안전법에 규정된 항법이 적용된다. 따라서 소형어선 역시 다른 선박과 대등한 입장에서 항법관계가 성립한다. 또한 충돌 위험의 판단 시기는 선박의 대소, 조종성능, 주위의 상황 등에 의해 변하며 운항자의 주관적 판단에 의해 결정되는 성질을 가진다. 특히 소형어선의 경우 타 선박이 근접하였을 때 피항을 하는 경향이 있다.

선박이 자선의 존재를 소형어선 등에 알리는 경우 통상적으로 기적의 취명, VHF에 의한 통화 등을 활용한다. 기적의 취명은 바람방향에 따라서는 전혀 들리지 않을 수 있으며, 소형어선은 VHF를 장비한 선박이 적거나 외국선박으로부터의 영어에 의한 호출에 응답하기 어려운 경우가 많다. 이러한 두 가지 방법은 선박에서 많이 활용되고 있지만 상황에 따라서는 효과적이지 않을 수 있으며, 불확실한 소리나 음성에 집중하다보면 항해안전에 소홀해져 위험한 상황에 직면할 수도 있다. 따라서 상대선의 기적취명, VHF호출 등과는 무관하게 소형어선에서 스스로 충돌의 위험을 인식하고 판단하는 대체장치에 의해 항해의 안전을 확보하는 것이 바람직하다. 기존의 충돌회피지원모델은 중소형선박을 대상으로 연구되었기 때문에 한계영역(Kim et al., 2019)은 과소평가되어 소형어선에 그대로 적용하게 되면 두 선박이 매우 근접한 상태를 형성시킬 수 있다. 따라서 중소형선박과의 조종특성 차이를 파악하여 소형어선을 위한 피항모델을 구축할 필요가 있다.

이 연구에서는 소형어선이 실제 해상에서 경험으로 얻은 피항 특성(Matsumoto, 2017) 등을 고려하여 피항 알고리즘을 다음과 같이 구성한다. <Table 1>의 결과를 참고하여 소형선박의 충돌위험영역을 반지름 r이 0.3마일인 원으로 설정하고 식 (1)-(4)를 이용하면 상대선박과의 충돌을 회피할 수 있는 피항각 α를 산출할 수 있다.

<Table 2> 및 <Table 3>은 두 선박이 계속하여 진행할 시 충돌하는 사례에 해당하며, 선박 간의 거리가 1마일 및 0.5마일로 접근한 경우 충돌을 피하기 위한 최소한의 우현 피항각 α를 나타낸다. <Table 2>의 마주치는 경우에는 두 선박이 상호 피항의 의무를 가지지만 본선만의 피항 동작을 가정하여 피항각을 산출하였으며, <Table 3>의 횡단하는 경우는 피항선인 본선만의 피항각도를 산출하였다. 마주치는 경우에 소형선의 진침로는 000도, 상대선의 진침로는 180도, 횡단하는 경우에 소형선의 진침로는 000도, 상대선의 진침로는 270도이다. 추월하는 경우, 일반적으로 추월하는 소형어선은 피추월선을 인식하고 있는 것으로 판단되므로 그 결과를 생략한다.

<Table 2> Collision avoidance angle of head-on situations (Unit : degree)

Own ship(m/s) \ Opponent ship(m/s)	2	5	8
2	35	67	-
	74	-	-
5	25	35	47
	51	74	-
8	22	29	35
	46	59	74

The distance between two ships:
1.0NM(upper cell) / 0.5NM(lower cell)

마주치는 경우, 소형선박(본선)의 속력이 클수록 상대선의 속력이 작을수록, 또한 먼 거리에서

피항할수록 피항각이 작아진다. 소형선의 속력이 작고 상대선의 속력이 큰 경우(예를 들면, 소형선 2m/s, 상대선은 8m/s), 소형선은 피항각을 매우 크게 하여 피항하여야 한다. 표에서 산출한 소형선박의 피항각 α는 상대선박의 피항동작이 포함되지 않았기 때문에 다소 크게 나온 경향이 있으며, 실제로 두 선박의 피항관계를 고려한다면 피항각 α는 더 작아질 것으로 판단된다.

<Table 3> Collision avoidance angle of crossing situations (Unit : degree)

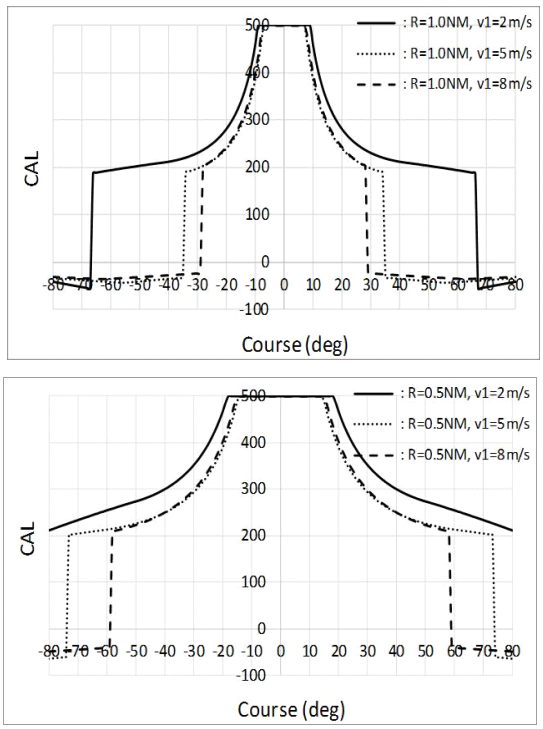
Own ship(m/s) \ Opponent ship(m/s)	2	5	8
2	35	75	-
	74	-	-
5	22	35	51
	47	73	-
8	20	25	34
	42	55	70

The distance between two ships:
1.0NM(upper cell) / 0.5NM(lower cell)

횡단하는 경우에도 소형선의 속력이 클수록 상대선의 속력이 작을수록, 또한 먼 거리에서 피항할수록 피항각이 작아진다. 대체로 마주치는 경우보다 피항각이 작으며, 마주치는 경우와 마찬가지로 소형선의 속력이 작고 상대선의 속력이 큰 경우(예를 들면, 소형선 2m/s, 상대선은 8m/s), 소형선은 피항각을 매우 크게 하여 피항하여야 한다.

Ⅲ. 연구 결과

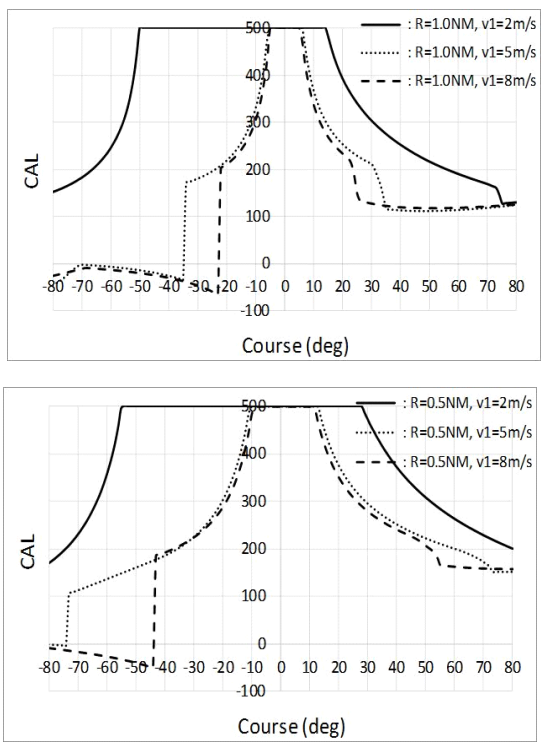
앞에서 설명한 경험 모델은 실제 어선의 피항을 모델로 하여 본선 주위의 충돌위험영역에 상대선이 침범하지 못하도록 본선이 피항할 수 있는 피항각을 제공하는 경험적인 피항법이다. 충돌위험영역의 반지름 r을 0.3마일인 원으로 하고 CAL법(Kim et al., 2019)을 적용하면 피항각을 알 수 있을 뿐만 아니라 본선 진행방향에서 좌우 90도까지를 포함하여 전 방위의 충돌회피 가능 항로를 파악할 수 있다.



[Fig. 4] CAL assessment in head-on situations
(a) R=1.0NM, (b) R=0.5NM.

마주치는 상태로 상대선의 거리가 1마일인 경우의 CAL 값을 [Fig. 4]의 (a)에 나타낸다. 본선은 소형어선으로 속력 2m/s, 5m/s 및 8m/s로 상대선을 향해서 진행중이고, 상대선의 속력은 5m/s인 경우이다. 두 선박이 1 마일 근접한 경우의 CAL을 산정하였다. 가로축은 본선을 기준으로 좌우 80도의 각도를 나타내며, 세로축은 최대 CAL 값을 나타낸다. 이 때, CAL은 본선이 계속 진행하는 경우 발생할 수 있는 최대값을 의미한다. 본선속력이 8m/s인 경우, 본선의 좌우 29도에서 CAL 값이 200이하로 급격히 떨어진다. 따라서 본선은 해사안전법의 오른쪽 피항원칙을 적용하

여 오른쪽 29도 이상으로 피항하면 상대선은 소형어선인 본선의 0.3마일 이내로 침범하지 못한다. 본선의 속력이 커질수록(2m/s, 5m/s, 8m/s) 피항각은 작아진다(각각 67도, 35도 및 29도). 또한 CAL법은 경험 피항법에 비해 시각적인 효과를 극대화시켜 운항자가 쉽게 이해할 수 있다. 마주치는 경우, 상대선의 거리가 0.5마일인 경우의 결과를 [Fig. 4]의 (b)에 나타낸다. 근거리에서의 피항이므로 상대선이 1마일 떨어진 경우보다 피항각이 커지며, 본선의 속력이 커질수록 피항각은 작아진다.



[Fig. 5] CAL assessment in crossing situations (a) R=1.0NM, (b) R=0.5NM.

횡단하는 상태로 상대선의 거리가 1마일인 경우의 CAL 값을 [Fig. 5]의 (a)에 나타낸다. 본선의 속력은 2m/s, 5m/s 및 8m/s로 상대선의 속력은 5m/s인 경우이다. 본선속력이 8m/s인 경우, 본선의 오른쪽 25도, 왼쪽 23도에서 CAL 값이 200이하로 급격히 떨어진다. 왼쪽 23도 이상으로 피항하면 충돌위험이 거의 없겠지만 이 경우에도 피항선인 본선은 해사안전법의 오른쪽 피항원칙을 준수하여 오른쪽 25도 이상으로 피항하여야 하며, 이 때 상대선은 소형어선인 본선의 0.3마일 이내로 침범하지 못한다. 본선의 속력이 커질수록(2m/s, 5m/s, 8m/s) 피항각은 작아진다(각각 75도, 35도 및 25도). 횡단하는 경우, 상대선의 거리가 0.5마일인 경우의 결과를 [Fig. 5]의 (b)에 나타낸다. 근거리에서의 피항이므로 상대선이 1마일 떨어진 경우보다 피항각이 커지며, 본선의 속력이 커질수록 피항각은 작아진다. 왼쪽으로의 피항이 가능한 경우도 존재하지만, 가능하다면 해사안전법의 오른쪽 피항원칙을 준수하여 상대선박에 혼란을 가중시키지 않아야 한다. 상황에 따라 왼쪽으로의 피항이 불가피한 경우에는 상대선박과의 교신 및 협조를 얻어서 조치를 취할 필요가 있다.

Ⅳ. 결 론

해양안전심판원의 통계자료에 따르면, 최근 5년간 발생한 충돌사고 중 어선의 사고가 전체의 63%로 가장 높은 비율을 차지하고 있다(KMST, 2019). 이는 어선의 조업에 따른 열악한 근무환경, 해기사와 당직인원의 부족에 따른 피로누적, 안전에 대한 주의 결여 등과 같은 운항 특성에 기인하는 바가 컸으며, 이로 인한 선박 운항자의 인적 과실이 사고로 이어졌다. 또한 충돌사고의 약 95%는 인식실패 또는 판단실패에 의해 발생하였기 때문에 소형어선의 충돌사고를 방지하기 위해서는 충돌침로로 접근하는 선박을 청각과 시각에 의해 인식시키고, 소형어선이 미처 인식하지 못하여 상대선박을 근거리에서 발견하게 되더라도 소형어선의 운항자가 당황하지 않고 신속하게 대처할 수 있도록 지원해주는 장치가 필요하다.

이 연구에서는 충돌사고의 대부분을 발생시키는 소형어선을 대상으로 미숙련자라도 상대선의 충돌가능여부의 파악이 가능하고 긴급 시에 충돌회피항로를 제공하여 인적과실을 방지할 수 있는 피항모델에 관해 고찰하였다. 즉, 조종성능이 탁월하고 크기가 작은 소형어선, 내수면 선박 등의 매우 작은 선박에 직접 적용할 수 있는 피항모델을 새롭게 제안하였으며, 이 피항모델에 CAL법을 적용시켜 시각적인 효과가 극대화되는 효과를 얻었다.

이 모델은 충돌위험시의 항해안전을 평가하여 인식실패, 판단실패 등 인적과실사고의 방지에 큰 역할을 할 것이며, 선박조종자에게는 경계 시의 정신적 부담과 판단착오를 경감시킬 수 있을 것이다. 또한 앞으로 더욱 고도화된 자율운항선박의 출현이나 e-Navigation의 실현에도 이바지할 것으로 기대된다.

References

Arimura N, Yamada K, Sugasawa S, Taga K, Ikegami J and Hatta I(1992). A Study on the Navigation Decision Support Display System, Ship's Research, 29(3), Research Report, 13~32.

Jung CH(2014). A Study on the Requirement to the Fishing Vessel for Reducing the Collision Accidents, The Journal of the Korean Society of Marine Environment & Safety, 20(1), 18~25. https://doi.org/10.7837/kosomes.2014.20.1.018

Kijima K and Furukawa Y(2001). Design of Automatic Collision Avoidance System Using Fuzzy Inference, IFAC Proceedings, 34(7), 65~70. https://doi.org/10.1016/S1474-6670(17)35060-7

Kim WO and Kim CJ(2018). Establishment of Navigational Risk Assessment Model Combining Dynamic Ship Domain and Collision Judgement Model, The Journal of the Korean Society of Marine Environment & Safety, 24(1), 36~42. https://doi.org/10.7837/kosomes.2018.24.1.036

Kim WO, Gang SJ, Youn DG, Bae JY and Kim CJ(2017). A Study on the Coastal Navigation Safety by Navigational Risk Assessment Model, The Journal of the Korean Society for Fisheries and Marine Sciences Education, 29(6), 1670~1675. https://doi.org/10.13000/JFMSE.2017.29.1.201

Kim WO, Kang SJ, Kim YR and Kim CJ(2019). A Study on a Small and Medium-sized Ship's Collision Avoidance Support Model, The Journal of the Korean Society for Fisheries and Marine Sciences Education, 31(4), 1032~1039. https://doi.org/10.13000/JFMSE.2019.8.31.4.1031

Kim WO, Kim CJ, Youn DG and Kim DH(2017). Development of Maritime Traffic Risk Assessment System based on ECDIS, The Journal of the Korean Society for Fisheries and Marine Sciences Education, 29(6), 1670~1675. https://doi.org/10.13000/JFMSE.2017.29.6.1670

Korean Maritime Safety Tribunal(2019). Statistical annual reports from 2014 to 2018, Status of marine accidents' causes as per types and years, 43~48. https://www.kmst.go.kr/kmst/statistics/annualReport/selectAnnualReportList.do.

Matsumoto H(2017). A Study on Effective Uses of a Simplified AIS on Board a Ship, Doctoral Thesis, Kobe University, 142.

Son NS, Kim SY and Gong IY(2009). Study on the Estimation of Collision Risk of Ship in Ship Handling Simulator using Fuzzy Algorithm and Environmental Stress Model, Journal of Navigation and Port Research, 33(1), 43~50. https://doi.org/10.5394/KINPR.2009.33.1.043

- Received : 24 September, 2019
- Revised : 14 October, 2019
- Accepted : 24 October, 2019