

국내 해역의 월별 해양사고건수에 관한 통계적 고찰

김 정 훈*

† 한국해양대학교 해사산업연구소 연구교수

A Statistical Observation on the Monthly Number of Marine Accidents in Korean waters

Jung-Hoon Kim*

† Research Institute of Maritime Industry, Korea Maritime University, Busan 606-791, Korea

요 약 : 본 논문에서는 월별 해양사고건수를 이용하여 국내 해역의 해양사고에 관한 통계적인 기초분석을 수행하였다. 이를 위해서 해역간 해양사고건수의 차이여부, 연간 해양사고건수의 차이여부, 그리고 월간 해양사고건수의 차이여부 등을 국내 해역별 및 어선과 비어선으로 나누어 일원분산분석을 통해 확인하였다. 그리고 추가적으로 사후분석을 수행하여 분석그룹에 대한 평균차이의 검정을 하였다. 결론적으로 해역간 사고건수에는 서해, 남해, 그리고 동해순으로 많았고 서로 유의한 차이가 있었다. 연간 사고건수의 차이에서는 어선의 경우 남해와 동해에서, 비어선의 경우 남해에서 유의한 차이가 나타났다. 또한 월간 해양사고건수에 대한 차이에서는 어선에 대해서만 서해와 동해에서 서로 유의한 차이를 보였다.

핵심용어 : 해양사고, 월별 사고건수, 일원분산분석, REGW-F 검정, GH 검정

Abstract : This paper made some statistical analyses on marine accidents in Korean waters using marine accident statistics. They were verified through analyses of one-way ANOVA: the difference in average number of marine accidents among Korean waters, between fishing and non-fishing vessels, and by year and by month. The pairwise post hoc multiple comparisons of REGW-F or GH test were additionally tested. As a result, there were significant differences among Korean waters. The difference of marine accidents by year was verified to have a statistical significance in the South and the East Sea for the fishing vessel, and in the South Sea for the non-fishing vessel. There were significant differences of monthly marine accidents by month in the Yellow and the East Sea for the fishing vessel only.

Key words : Marine accidents, Monthly accident number, One-way ANOVA, REGW-F test, GH test

1. 서 론

우리나라는 3면이 바다로 둘러싸인 지형적인 환경으로 항만을 통한 해상물류가 활성화되어 있다. 이에 따라 상선의 항행과 더불어 연근해 어선의 어로활동이 공존하는 해상교통의 특성을 가지고 있다. 이러한 특성은 해양사고가 상대적으로 많이 발생할 수 있는 환경을 조성하여 해양오염의 위험도가 증시키는 현상을 초래할 수 있다.

선박 항해자의 안전의식이 향상되고, 해양안전제도 개선과 해상교통 환경 개선 및 안전사고 예방활동 등의 노력으로 인해 2004년 이후로 해양사고건수가 감소하는 추세를 보이고 있다(김, 2006). 그러나 지난 2007년 12월 충남 태안군 해상에서 발생한 사고로 해양사고에 대한 국민적 경각심이 높아지고 있다. 따라서 해양사고에 관한 연구를 통해 그 특성을 파악하고, 사전예방 및 사후관리의 과학적 접근이 더욱 중요하게 되었다. 또한 해양사고에 대한 추이 및 예방활동의 성과를 다양한 관점에서 파악하는 것이 필요하다.

본 연구에서는 국내 해역의 월별 해양사고건수를 중심으로 해양사고에 관한 통계분석을 수행하였다. 어선과 비어선으로 구분하여 해역간 해양사고건수, 연간 해양사고건수, 그리고 월간 해양사고건수에 대한 차이여부 등을 해역별로 나누어 일원분산분석하였다. 추가적으로 사후분석을 수행하여 분석그룹에 대해서 검정하였다. 이로써 본 연구에서는 해양사고의 발생건수와 관련된 기초적인 통계적 분석을 통해 해양사고에 대한 연구를 수행하였다.

2. 해양사고 현황

해양사고현황을 분석하기 위해서 사고선종을 크게 어선과 비어선으로 구분하였다(해, 2007). 여기에서 비어선은 어선을 제외한 모든 선종으로서 화물선, 유조선, 여객선, 예선 및 기타 선박을 말한다. 본 연구에서 사용한 해양사고건수는 해양안전심판원의 조사자료로서 2002년부터 2006년까지 월별로

* 교신저자 : 김정훈(정회원), jf1999@empal.com 070)7568-8315

구분된 해역별 사고건수이다.

국내 해역은 크게 서해, 남해, 동해로 나누어진다. 현재 서해와 동해는 12해리, 남해는 일본과의 협의로 3해리를 영해기선으로 하고 있다. 서해는 서태평양의 북서부에 위치하는 연해로서 중국대륙과 한반도에 의해 둘러싸여 있고, 제주도와 양자강을 연결하는 선으로 동중국해(East China Sea)와 구분하고 있다. 동해는 한반도, 일본열도, 시베리아 동부지역에 의해 둘러싸여 있고, 남으로는 대한해협, 북으로는 Tsugaru, Soya, Tartar 해협을 통해 북태평양에 연결되는 연해(marginal sea)이다(국, 2008). 본 연구에서도 해양사고가 발생된 해역의 구분을 기존과 동일한 해역으로 적용하였다.

2.1 연간 해양사고건수

1) 어선

국내 해역에서 2002년 이후 발생한 어선의 연간 해양사고건수를 보면 Table 1에서와 같이 2004년 478건으로 가장 많은 건수를 보이다가 지속적으로 감소하는 추세를 나타냈다. 이것을 해역별로 보면 남해에서 전체 해양사고건수의 30.6%인 928건으로 가장 많았다. 서해는 746건으로 24.6%, 동해는 481건으로 15.8%를 차지하였다. 또한 지난 6년간 국내 해역에서 어선의 해양사고건수는 총 2,155건으로 전체 해양사고건수의 71.0%를 보였다.

2) 비어선

국내 해역에서 발생한 비어선의 연간 해양사고건수를 보면 Table 1에서와 같이 어선과 마찬가지로 2004년에 최대 206건을 보였다. 2005년 이후로는 120~135건 이내로 감소된 사고건수를 나타냈다. 이를 해역별로 보면 남해와 서해에서 각각 전체 해양사고건수의 12.2%, 12.9%인 372건과 391건으로 거의 비슷한 건수를 보였다. 상대적으로 동해에서는 119건으로 단지 3.9%를 차지하였다. 또한 6년간 국내 해역에서 비어선의 전체 해양사고건수는 882건으로 전체 해양사고건수 중에서 29.0%를 차지하였다.

2.2 월별 해양사고건수

1) 어선

어선의 전체 월 평균 해양사고건수를 보면 Table 2에서와 같이 약 29.9건이었다. 해역별로 보면 남해에서 12.9건으로 가장 많았으며, 서해와 동해에서 각각 10.4건, 6.7건을 보였다. 또한 월별로 보면 10월에 44.2건으로 가장 많았고, 2월에 약 23.0건으로 가장 적게 발생한 것으로 나타났다.

어선에 대한 각 해역의 월별 평균 해양사고건수를 보면 Table 2에서와 같이 서해에서는 10월에 16.0건으로 가장 많았고, 1월에 6.2건으로 가장 적었다. 남해의 경우에는 9월에 17.5건으로 가장 많았고, 7월에 10.7건으로 가장 적게 발생하였다. 동해의 경우에는 10월에 13.0건으로 가장 많았고, 5월에 3.3건으로 가장 적었다.

Table 1 The number of annual marine accidents by waters (단위: 건)

구분	서해		남해		동해		전해역	
	어선	비어선	어선	비어선	어선	비어선	어선	비어선
2002년	91 (7.58) ^{주2}	50 (4.17)	155 (12.92)	67 (5.58)	90 (7.50)	16 (1.33)	336 (28.00)	133 (11.08)
2003년	92 (7.67)	63 (5.25)	118 (9.83)	69 (5.75)	121 (10.08)	26 (2.17)	331 (27.58)	158 (13.17)
2004년	167 (13.92)	89 (7.41)	229 (19.08)	99 (8.25)	82 (6.83)	18 (1.50)	478 (39.83)	206 (17.17)
2005년	148 (12.33)	60 (5.00)	155 (12.92)	40 (3.33)	86 (7.17)	20 (1.67)	389 (32.42)	120 (10.00)
2006년	124 (10.33)	57 (4.75)	149 (12.42)	52 (4.33)	61 (5.08)	26 (2.17)	334 (27.83)	135 (11.25)
2007년	124 (10.33)	53 (4.42)	122 (10.17)	64 (5.33)	41 (3.42)	13 (1.08)	287 (23.92)	130 (10.83)
계	746 (10.36)	372 (5.17)	928 (12.89)	391 (5.43)	481 (6.68)	119 (1.65)	2,155 (29.93)	882 (12.25)
비율 (%) ^{주3}	24.6	12.2	30.6	12.9	15.8	3.9	71.0	29.0

자료 : 해안심판원의 내부자료를 발췌·정리

주1) 대한민국의 영해내를 의미하며, 내수면의 사고건수는 제외됨(총 2건)

주2) () : 해당연도의 월평균 사고(건)

주3) 국내 해역내 총 해양사고건수 대비의 비율(%)

각 해역의 어선에 대한 월별 평균 해양사고건수를 보면 Table 2에서와 같이 서해에서는 10월에 16.0건으로 가장 많았고, 1월에 6.2건으로 가장 적었다. 남해의 경우에는 9월에 17.5건으로 가장 많았고, 7월에 10.7건으로 가장 적게 발생하였다. 동해의 경우에는 10월에 13.0건으로 가장 많았고, 5월에 3.3건으로 가장 적게 나타났다.

2) 비어선

Table 2에서와 같이 비어선의 전체 월 평균 해양사고건수를 보면 약 12.3건이었다. 해역별로 보면 남해 및 서해에서 각각 약 5.4건, 5.2건으로 비슷하며, 1.7건의 동해보다 상대적으로 많이 나타났다. 또한 이를 월별로 보면 7월에 18.5건으로 가장 많았고, 3월에 9.0건으로 가장 적게 나타났다.

비어선에 대한 월별 평균 해양사고건수를 보면 Table 2에서와 같이 서해에서는 7월에 8.8건으로 가장 많았고, 4월에 3.2건으로 가장 적었다. 남해의 경우에는 7월에 8.2건으로 가장 많았고, 2월과 11월에 4.0건으로 가장 적게 나타났다. 동해에서는 5월에 3.2건으로 가장 많았고, 2월과 3월에 0.8건으로 가장 적게 발생하였다.

2.3 연구방법

본 연구에서는 해역별, 연간, 월간 사고건수의 차이여부를 확인하기 위하여 일원분산분석을 Fig. 1과 같은 절차로 수행하였다. 분산분석은 그룹의 평균이 모두 같다는 귀무가설을 검정하는 것이다. 이 분석의 가정 중에서 등분산성이 가장 중요하다.

먼저 우선적으로 Levene 검정을 이용하여 각 그룹마다 분산의 크기가 일정한지를 확인하였다. 등분산의 가정을 충족한 경우에는 분산분석의 F 검정으로 평균의 차이여부를 유의수

준 0.05에서 확인하였다. 만일 등분산성을 위반시에는 Welch의 검정통계량을 F-검정 대신에 사용하며, 유의수준은 0.1로 하였다.

3. 해양사고 분석

3.1 해역간 해양사고건수의 차이

어선 및 비어선에 대한 각 해역간 사고건수의 차이여부를 일원분산분석을 수행한 결과는 Table 3~5와 같다. 먼저 Table 3에서와 같이 등분산성가정의 검정에서 Levene 검정통계량의 유의확률은 어선과 비어선 모두에서 유의수준 0.05보다 낮아 집단간 분산이 다르다고 할 수 있었다. 이처럼 등분산성의 가정이 위반될 때 평균의 차이여부를 검정하는데 적용할 수 있는 Welch의 통계량을 Table 4에서 보면 그 유의확률이 0.05보다 적어 모두 평균의 차이가 있는 것으로 나타났다.

Table 2 The present state of marine accidents on a monthly average in Korean waters

(단위: 건)

구분	서해		남해		동해		전해역	
	어선	비어선	어선	비어선	어선	비어선	어선	비어선
1월	6.17	5.00	12.83	4.17	6.33	1.33	25.33	10.50
2월	7.17	4.33	12.00	4.00	3.83	0.83	23.00	9.17
3월	7.33	3.50	13.00	4.67	6.17	0.83	26.50	9.00
4월	9.00	3.17	11.00	5.50	5.83	1.33	25.83	10.00
5월	8.33	4.67	12.00	5.33	3.33	3.17	23.67	13.17
6월	11.67	7.83	10.83	6.17	4.83	1.83	27.33	15.83
7월	11.33	8.83	10.67	8.17	7.00	1.50	29.00	18.50
8월	11.50	6.33	13.50	6.67	4.67	2.00	29.67	15.00
9월	13.33	3.67	17.50	5.17	9.67	2.00	40.50	10.83
10월	16.00	3.67	15.17	5.50	13.00	1.50	44.17	10.67
11월	13.50	5.50	15.00	4.00	7.67	1.67	36.17	11.17
12월	9.00	5.50	11.17	5.83	7.83	1.83	28.00	13.17
평균	10.36	5.17	12.89	5.43	6.68	1.65	29.93	12.25

자료 : 해난심판원의 내부자료를 발해·정리

Table 3 Test of homogeneity of variance for the monthly vessel number of marine accidents in Korean waters

구분	Levene 통계량	자유도1	자유도2	유의확률
어선	11.504	2	213	0.000
비어선	5.863	2	213	0.003

Table 4 Robust tests of equality of means for the monthly number of marine accidents in Korean waters

구분	통계량 ^{주)}	자유도1	자유도2	유의확률
어선	75.028	2	119.478	0.000
비어선	26.579	2	136.543	0.000

주) Asymptotically F distributed.

또한 모든 그룹간의 평균이 통계적으로 유의하게 차이가 나는 경우에는 쌍별 사후다중비교로 REGW(Ryan-Einot-Gabriel-Welsch)-F 검정을 수행하였다. REGW-F 검정은 등분산성을 위반하지 않고 각 실험요소집단의 표본크기가 같은 경우에 SNK 검정이나 Duacan 검정에 비해 검정력이 우수한 것으로 알려져 있다. 그러나 등분산성을 위반한 경우에는 GH (Games-Howell) 검정을 수행하여 모든 그룹간의 평균차이를 확인하였다. GH 검정은 일반적으로 각 그룹의 표본크기가 50개 이상인 경우에 선택할 수 있는 다중비교절차이다(이, 2000).

등분산성의 가정이 지켜지지 않는 경우에 사용하는 GH 검정으로 다중비교를 수행한 결과 Table 5와 같이 어선과 비어선 모두 유의확률이 0.05보다 적어 서해, 남해, 그리고 동해에서 발생된 해양사고건수가 서로 다르다고 할 수 있었다. 따라서 유의수준 5%에서 남해가 다른 해역에 비해 가장 많은 사고가 발생되며, 그다음으로 서해이고 동해가 가장 적게 발생되었다고 할 수 있었다.

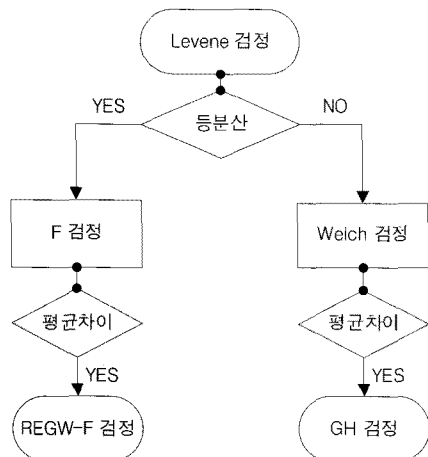


Fig. 1 Statistical process for analyses

Table 5 Homogeneous subsets for the number of marine accidents in Korean waters

구분	해역 (A)	해역 (B)	평균차이 (A-B)	표준오차	유의확률
어선	서해	남해	-2.52778	0.99212	0.032
		동해	3.68056	0.76303	0.000
	남해	서해	2.52778	0.99212	0.032
		동해	6.20833	0.92127	0.000
	동해	서해	-3.68056	0.76303	0.000
		남해	-6.20833	0.92127	0.000
비어선	서해	남해	-2.52778	0.99212	0.032
		동해	3.68056	0.76303	0.000
	남해	서해	2.52778	0.99212	0.032
		동해	6.20833	0.92127	0.000
	동해	서해	-3.68056	0.76303	0.000
		남해	-6.20833	0.92127	0.000

3.2 연간 해양사고건수의 차이

1) 어선

어선에 대한 각 해역간 연간 월평균 사고건수의 차이여부를 일원분산분석한 결과는 Table 6~10과 같다. 먼저 Table 6에서와 같이 등분산성의 검정에서 Levene 검정통계량의 유의확률은 서해와 남해의 경우에 유의수준 0.05보다 낮아 집단간 분산이 다르다고 할 수 있었다. 그러나 동해는 0.05보다 높아 모든 집단의 분산이 같다고 할 수 있었다.

월평균의 차이여부를 확인하기 위한 서해와 남해의 Welch의 통계량을 Table 7에서 보면 그 유의확률이 유의수준 0.1보다 적어 모두 평균에 차이가 있는 것으로 나타났다. 동해의 경우도 Table 8에서와 같이 유의확률이 5%보다 낮아 평균이 다르다고 할 수 있었다.

Table 6 Test of homogeneity of variance for the monthly vessel number of marine accidents by year on the fishing vessel

구분	Levene 통계량	자유도1	자유도2	유의확률
서해	3.746	5	66	0.005
남해	5.234	5	66	0.000
동해	1.871	5	66	0.111

Table 7 Robust tests of equality of means for the monthly number of marine accidents by year on the fishing vessel

구분		통계량 ^{주)}	자유도1	자유도2	유의확률
Welch	서해	3.076	5	30.560	0.023
	남해	2.509	5	30.121	0.052

주) Asymptotically F distributed.

Table 8 Analysis of variance table for the monthly number of marine accidents by year on the fishing vessel of the East Sea

구분	제곱합	자유도	평균제곱	F	유의확률
집단-간	308.569	5	61.714	4.889	0.001
집단-내	833.083	66	12.622		
합계	1,141.653	71			

서해와 남해에 대해 이분산인 경우의 사후다중비교로서 GH 검정을 수행한 결과 서해에서는 그 차이가 유의수준 0.1에서 쌍별 유의한 차이를 보이지 않았다. 이는 Welch의 검정과 사후다중비교인 GH의 검정통계량 절차가 모순을 발생한 것으로써 결과적으로 서해의 어선에 대한 연간 월평균 사고건수의 차이여부를 통계적으로 제시할 수 없었다. 반면 남해의

경우에는 GH 검정을 통해 유의수준 0.1에서 2004년의 월평균 사고건수가 2003년과 2007년에 비해 많이 발생했다고 할 수 있었다.

동해에 대한 연간 월평균 어선 사고건수의 사후다중비교를 REGW-F검정으로 수행한 결과 Table 10에서와 같이 3개의 동질적인 집단으로 분류되었다. 이 결과를 보면 유의수준 5%에서 동해에서 발생한 2006년과 2007년의 월평균 어선 사고건수가 2003년에 비해 낮았다고 볼 수 있었다.

Table 9 Homogeneous subsets for the number of marine accidents by Korean waters on the fishing vessel of the South Sea

년 (A)	대용년 (B)	평균차이 (A-B)	표준오차	유의확률
2004	2002	6.16667	3.38651	0.476
	2003	9.25000*	2.93952	0.067
	2005	6.16667	3.20491	0.422
	2006	6.66667	3.33239	0.378
	2007	8.91667*	3.04086	0.090

*: The mean difference is significant at the 0.1 level.

Table 10 Homogeneous subsets for the number of marine accidents by year on the fishing vessel of the East Sea

구분	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
2007	12	3.4167		
2006	12	5.0833	5.0833	
2004	12	6.8333	6.8333	6.8333
2005	12		7.1667	7.1667
2002	12		7.5000	7.5000
2003	12			10.0833
유의확률		0.089	0.18	0.064

2) 비어선

비어선에 대한 각 해역간 연간 월평균 사고건수의 차이여부를 일원분산분석을 수행한 결과는 Table 11~14와 같다. 먼저 Table 11에서와 같이 등분산성의 검정에서 Levene 검정통계량의 유의확률은 서해의 경우에 유의수준 0.05보다 낮아 집단간 분산이 다르다고 할 수 있었다. 그러나 남해와 동해는 0.05보다 높아 등분산 가정을 만족한다고 할 수 있었다.

서해에 대한 Welch의 통계량을 Table 12에서 보면 그 유의확률이 유의수준 0.1보다 높아 평균에 차이가 없는 것으로 나타났다. 남해의 경우에는 Table 13에서와 같이 유의확률이 0.05보다 낮아 평균이 다르다고 할 수 있었다. 또한 동해에서는 그 유의확률이 0.05보다 높아 비어선의 연간 월평균 사고건수가 서로 다르다고 할 수 없었다.

Table 11 Test of homogeneity of variance for the monthly vessel number of marine accidents by year on the non-fishing vessel

구분	Levene 통계량	자유도1	자유도2	유의확률
서해	2.632	5	66	0.031
남해	0.362	5	66	0.873
동해	0.562	5	66	0.729

Table 12 Robust tests of equality of means for the monthly number of marine accidents by year on the non-fishing vessel of the South Sea

구분	통계량	자유도 1	자유도 2	유의확률
Welch	1.034	5	30.421	0.415

Table 13 Analysis of variance table for the number of marine accidents by months on the non-fishing vessel of the South Sea and the East Sea

구분	제공합	자유도	평균 제공	F	유의 확률	
남해	집단-간	164.236	5	32.847	4.430	0.002
	집단-내	489.417	66	7.415		
	합계	653.653	71			
동해	집단-간	11.736	5	2.347	1.481	0.208
	집단-내	104.583	66	1.585		
	합계	116.319	71			

Table 14에서와 같이 남해에 대해 연간 월평균 비어선 사고건수의 REGW-F검정을 수행한 결과 2개의 동질적인 집단으로 분류되었다. 이로써 유의수준 5%에서 남해에서 발생한 2005년과 2006년의 월평균 비어선 사고건수는 2004년에 비해 낮았다고 할 수 있었다.

Table 14 Homogeneous subsets for the number of marine accidents by year on the non-fishing vessel of the South Sea

구분	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
2005	12	3.3333	
2006	12	4.3333	
2007	12	5.3333	5.3333
2002	12	5.5833	5.5833
2003	12	5.7500	5.7500
2004	12		8.2500
유의확률		0.166	0.056

3.3 월간 해양사고건수의 차이

1) 어선

어선에 대한 각 해역의 월간 사고건수의 차이여부를 일원 분산분석한 결과는 Table 15~19와 같다. 먼저 Table 15에서와 같이 등분산성의 검정에서 Levene 검정통계량의 유의확률은 서해와 남해의 경우에 유의수준 0.05보다 낮아 집단간 분산이 다르다고 할 수 있었다. 그러나 동해는 0.05보다 높아 모든 집단의 분산이 같다고 할 수 있었다.

서해와 남해의 Welch의 통계량을 Table 16에서 보면 그 유의확률이 서해에 대해서는 유의수준 0.1보다 적어 평균에 차이가 있는 것으로 나타났다. 반면 남해의 유의확률은 유의수준 0.1보다 높아 평균에 차이가 없다고 할 수 있었다. 또한 Table 17에서와 같이 동해의 경우는 유의확률이 0.05보다 낮아 평균이 다르다고 할 수 있었다.

Table 15 Test of homogeneity of variance for the monthly vessel number of marine accidents by month

구분	Levene 통계량	자유도1	자유도2	유의 확률
서해	2.401	11	60	0.015
남해	2.301	11	60	0.020
동해	0.993	11	60	0.463

Table 16 Robust tests of equality of means for the monthly number of marine accidents by month on the fishing vessel of the Yellow Sea and the South Sea

구분	통계량	자유도1	자유도2	유의확률	
서해	Welch	2.870	11	23.481	0.015
남해	Welch	0.451	11	23.487	0.915

Table 17 Analysis of variance table for the number of marine accidents by month on the fishing vessel of the East Sea

구분	제공합	자유도	평균 제공	F	유의 확률	
동해	집단-간	474.819	11	43.165	3.884	0.000
	집단-내	666.833	60	11.114		
	합계	1,141.653	71			

서해의 월간 해양사고건수에 대한 GH 검정을 수행한 결과에서는 Table 18과 같이 유의수준 10%에서 10월의 어선 사고건수가 1~3월에 비해 많이 발생하였다고 할 수 있었다. 동해의 경우에는 Table 19와 같이 REGW-F검정을 수행한 결과로서 2개의 동질적인 집단으로 나뉘었다. 이로써 유의수준 5%에서 동해에서 발생한 어선의 10월 사고건수는 1~8월에 비해 높았다고 볼 수 있었다.

Table 18 Homogeneous subsets for the number of marine accidents by month on the fishing vessel of the Yellow Sea

월 (A)	대응월 (B)	평균차이 (A-B)	표준오차	유의확률
10월	1월	9.83333*	2.07230	0.035
	2월	8.83333*	1.95647	0.059
	3월	8.66667*	2.12394	0.069
	4월	7.00000	2.04939	0.166
	5월	7.66667	2.12394	0.123
	6월	4.33333	3.25235	0.952
	7월	4.66667	2.70391	0.823
	8월	4.50000	3.23265	0.938
	9월	2.66667	3.23179	0.999
	11월	2.50000	2.90689	0.998
	12월	7.00000	2.46306	0.287

* : The mean difference is significant at the 0.1 level.

2) 비어선

Table 19 Homogeneous subsets for the number of marine accidents by month on the fishing vessel of the East Sea

구분	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
5월	6	3.3333	
2월	6	3.8333	
8월	6	4.6667	
6월	6	4.8333	
4월	6	5.8333	
3월	6	6.1667	
1월	6	6.3333	
7월	6	7.0000	
11월	6	7.6667	7.6667
12월	6	7.8333	7.8333
9월	6	9.6667	9.6667
10월	6		13.0000
유의확률		0.060	0.076

비어선에 대한 월간 사고건수의 차이여부를 일원분산분석으로 수행한 결과는 Table 20~22와 같다. 먼저 Table 20에서와 같이 등분산성의 검정에서 Levene 검정통계량의 유의확률은 서해의 경우에 유의수준 0.05보다 낮아 집단간 분산이 다르다고 할 수 있었다. 그러나 남해와 동해는 0.05보다 높아 분산분석의 등분산 가정을 만족한다고 할 수 있었다.

서해에 대한 Welch의 통계량을 Table 21에서 보면 그 유의확률이 유의수준 0.1보다 높아 평균에 차이가 없는 것으로 나타났다. 그리고 남해와 동해에 대한 유의확률은 Table 22에서와 같이 0.05보다 높아 모든 집단의 평균이 같다고 할 수 있었다.

따라서 모든 해역에서 비어선 사고건수는 유의수준 5%에서 각 월에 대해서 차이가 없는 것으로 나타났다.

Table 20 Test of homogeneity of variance for the monthly vessel number of marine accidents by month on the non-fishing vessel

구분	Levene 통계량	자유도 1	자유도 2	유의확률
서해	3.264	11	60	0.002
남해	1.396	11	60	0.199
동해	1.717	11	60	0.091

Table 21 Robust tests of equality of means for the monthly number of marine accidents by month on the non-fishing vessel of the Yellow Sea

구분	통계량	자유도 1	자유도 2	유의확률
Welch	1.539	11	23.548	0.183

4. 결론

본 연구에서는 월별 해양사고건수를 자료로 하여 어선 및 비어선별 국내 해역의 해양사고에 관한 통계적인 기초분석을 수행하였다. 이에 해역간 해양사고건수의 차이여부, 연간 해양사고건수의 차이여부, 그리고 월간 해양사고건수의 차이여부 등을 국내 해역별로 나누어 일원분산분석으로 확인하였다. 그리고 분산분석에서 평균의 차이가 유의한 경우에는 모든 비교쌍에 대한 사후분석을 수행하였다.

Table 22 Analysis of variance table for the number of marine accidents by month on the non-fishing vessel of the South Sea and the East Sea

구분	제공합	자유도	평균 제공	F	유의확률	
남해	집단-간	96.486	11	8.771	0.945	0.505
	집단-내	557.167	60	9.286		
	합계	653.653	71			
동해	집단-간	25.153	11	2.287	1.505	0.154
	집단-내	91.167	60	1.519		
	합계	116.319	71			

어선 및 비어선의 사고건수에 대한 각 해역간 차이여부를 보면 모두 차이가 있는 것으로 나타났다. 사후분석인 REGW-F검정에서 서해가 가장 많이 발생한 것으로 나타났고, 동해에서는 다른 해역에 비해 해양사고가 적음을 통계적으로 확인하였다.

각 해역의 어선에 대한 연간 사고건수의 차이여부를 보면 서해의 경우 분산분석으로 그 통계적 유의를 확인할 수 없었다. 남해에서는 2003년과 2007년에 발생한 사고건수가 2004년에 비해 적었다고 할 수 있었다. 그리고 동해에서는 2006년과 2007년의 사고발생건수가 2003년에 비해 적었다고 할 수 있었다. 또한 비어선에 대한 연간 사고건수의 차이여부를 보면 서

참 고 문 헌

해와 동해의 경우에 차이가 없었고, 남해에서 통계적 유의성을 확인할 수 있었다. 2005년과 2006년에 남해에서 발생한 사고건수는 2004년에 비해 적었다고 할 수 있었다.

어선에 대한 월간 사고건수의 분석에서는 남해에서 평균의 차이가 없으나 서해와 동해는 통계적으로 유의한 차이가 있었다. 서해의 경우 10월의 사고건수가 1~3월에 비해 많이 발생하였다고 할 수 있었다. 동해에서는 10월이 1~8월에 발생하는 각 월의 평균사고건수에 비해 높았던 것으로 나타났다. 반면 각 해역의 비어선에 대한 월간 해양사고건수는 모든 해역에서 차이가 나지 않았던 것으로 나타났다.

이와 같은 연구의 결과는 국내 해역을 통항하는 선박들의 해양사고현황에 대한 체계적인 파악과 더불어 안전통항관리의 수립에 기초자료로서 제공될 수 있을 것이다. 그러나 본 연구는 해양사고의 건수만을 고려함으로써 해양사고건수당 사고척수 및 손상정도 즉 사고 피해의 크기와 인명사고에 대한 고려가 없다. 따라서 향후 연구과제로서는 이러한 해양사고의 경중에 대한 요소들을 종합적으로 고려하여 분석하는 것이 필요하다. 또한 장래 해양사고의 발생건수를 예측하는 시계열 모형 등의 구축이 필요하다고 판단된다.

후 기

“이 논문은 2006년도 정부(교육인적자원부)의 재원으로 한국학술진흥재단의 지원을 받아 수행된 연구임”(KRF-2006-353-F00014)

- [1] 국립해양조사원(2008), <http://search.nori.go.kr>.
- [2] 건설교통부(2007), “2006년도 교통안전연차보고서”, 건설교통부.
- [3] 김영식, 김정창(1994), “다변량분석법에 의한 해난사고의 분석”, 수산해양교육연구, 제6권 제2호, pp. 190~197.
- [4] 김정훈(2007), “인천항의 장래 교통량 추정 및 조류신호의 정보가치 분석”, 한국항해항만학회지, 제31권 제6호, pp. 455~462.
- [5] 박병수, 안영섭(2007), “ANOVA에 의한 해양사고의 통계분석”, 해양환경안전학회지, 제13권 제3호, pp. 191~198.
- [6] 서만석, 배석제(2002), “해양사고의 분석과 방지대책에 관한 연구”, 수산해양교육연구, 제14권 제2호, pp. 149~160.
- [7] 양원재, 금중수(2007), “선박충돌사고 위험성 제어방안에 관한 연구”, 해양환경안전학회지, 제9권 제1호, pp. 51~56.
- [8] 이영준(2000), “분산분석의 이해”, 석정, pp. 141~146.
- [9] 전찬영(2006), “해양수산동향”, 한국해양수산개발원, Vol. 1214.
- [10] 해양수산부(2007), “2007년 해양사고 방지대책”, 해양수산부.

원고접수일 : 2008년 6월 9일

심사완료일 : 2008년 12월 19일

원고채택일 : 2008년 12월 24일