

救命胴衣着用による人命損失数減少効果について

海上安全研究領域 旅客安全・バリアフリー研究グループ ＊金湖富士夫
国土交通省海事局安全基準課安全評価室 植村忠之

1. はじめに

平成 13 年 3 月に中央交通安全対策会議（会長：内閣総理大臣）により決定された「第 7 次交通安全基本計画」では、年間の海難及び船舶からの海中転落による死亡・行方不明者数を平成 13 年の 320 人から平成 17 年までに 200 人以下にするという数値目標が設定されており、この目標達成のための重点施策の一つとして救命胴衣着用率の向上がとりあげられている。救命胴衣は、転落事故等の際に人命を守るためのものであり、その着用率を高めることは人命の損失を防ぐために極めて有効であるが、実際にはその未着用による事故が後を絶たない。このため、行政及び各種海事関係機関は救命胴衣の着用率向上に向けた様々な啓発活動に取り組んでいる。

このような背景の下「船舶職員法」が改正され、平成 14 年 6 月 7 日に「船舶職員及び小型船舶操縦者法」として公布され、小型船舶操縦者の遵守事項の一つとして一定の船舶に対して救命胴衣の着用が平成 15 年 6 月 1 日から義務化されることとなった。

これに先立って、独立行政法人海上技術安全研究所は国土交通省の委託を受けて、水上オートバイに乗船する場合及び小型漁船に乗船する場合、更に水上オートバイ以外のプレジャーボート（モーターボート、ヨット、小型遊漁船）に乗船する場合の 4 通りに関して、義務化対象とした場合の救命胴衣着用の効果及び規制コストについて評価を行った。

本安全評価では、現在、国際海事機関（IMO: International Maritime Organization）で検討されている FSA（Formal Safety Assessment）の手続きに倣い、安全対策として救命胴衣の着用率を考え、それらによるリスク減少効果として年間溺死者数の減少数を推定し、その後、費用対効果の評価を実

施した。リスク減少効果の推定には、救命胴衣着用率の他、小型船舶の種類等表 1 に示す本措置の効果に影響する各要素および事故後の事態の推移によりイベントツリーを作成し、確率論的なアプローチで定量的な評価を行った。

なお、効果の指標としては、現状からの 1 年当たりの死者の減少数を用い、規制コストの指標としては、義務化により追加購入する救命胴衣の総額を用いた。さらに、費用便益については、死者を 1 人減らすのに必要な規制コスト（GCAF: Gross Cost of Averting Fatality）で評価を行った。

表 1 各イベントツリーの構成要素

ライフジャケット着用率	現状（表 2 参照）、50%、75%、100%（4 種類）
小型船舶の種類	水上オートバイ、プレジャーボート、小型遊漁船、5 ト未満漁船、5～20 ト未満漁船（5 種類）
事故の種類	衝突、転覆、浸水、海中転落（4 種類）
年齢別のグループ	大人、子供（2 種類）
組合せ合計	160 通り

2. リスク解析

ここでは、イベントツリーを簡略にするため、イベントツリーに同様の分岐を与える表 1 の要素をイベントツリーの前に出し、それらの違いを分岐確率として与え、結果として、要素の組合せ毎に事故後の推移のみを示すイベントツリーをそれぞれ 160 通り作成し定量化することにした（図 1）。この方法の利点はイベントツリーが大きくなり、全体が理解し難くなることを防止して、個々のイベントシーケンスを把握しやすくてできることである。なお、本報では以下、イベントシーケンスの

ことをシナリオと呼ぶことにする。

救命胴衣着用の施策として、以下の 4 種類を考慮する。

- ① 子供のみ着用
- ② 水上オートバイのみ着用(大人、子供とも)
- ③ プレジャーボート(モーターボート+ヨット+小型遊漁船、大人、子供とも)
- ④ 小型漁船のみ(5t 未満漁船+5t 以上 20 トン未満漁船)

また、各船種の船舶数として、平成 11 年の値を使用する。

なお、計算にあたっては以下のパラメータを使用する。パラメータの値を表 2 の該当箇所に示す。

- (1) 事故発生数(船種、事故種類別)(資料①、⑥)
- (2) 船舶数(船種、事故種類別)(資料②、③)
- (3) 救命胴衣着用率(資料④)
- (4) 着用時死亡率(船種、事故種類、大人／子供の違いにより変化)(資料④、⑤)

この数値は、海中転落でかつ救命胴衣着用にて死亡した者のうち、ハイポサーミア^{注1)}等で、長く海面に浮いているものの死亡するという、救命胴衣の恩恵を受けずに死亡した人数を差し引いた数を、海中転落で救命胴衣着用者の総数で除したものである。このような処理を施しているのは資料⑤であり、ここで考慮している船種のうち水上オートバイを除いた船について求

めている。水上オートバイの場合は資料④から求めた。

- (5) 非着用時死亡率(船種、事故種類、大人／子供の違いにより変化)(資料④)
- (6) 1 隻当り乗船者数(船種により変化)(資料⑤、⑦)
- (7) 溺死率(船種、事故種類により変化)(資料⑧)
溺死率とは転覆、衝突の際に海中に投げ出された乗船者で死亡した人のうち、衝撃等でなく、溺死した人の割合。浸水、事故によらない海中転落では全て溺死する(溺死率=1)と仮定する。
- (8) 非溺死率：衝撃等、溺死以外の理由で早期に死亡した海中転落者の、全海中転落者に対する割合である。これは、(1),(8),(9)より計算して求める。ただし、救命胴衣の着用の有無により非溺死率は変化しないと仮定する。浸水事故、事故によらない海中転落では、非溺死率=0 である。

溺死率を r 、対象とする事故が発生した船舶の数を N 、死者数を n 、対象とする船舶の 1 隻当りの乗組員数を m とすると、非溺死率(w)を以下のように定義する。

$$w = \frac{n \cdot (1 - r)}{N \cdot m}$$

- (9) マリンレジャーを行う子供の大人に対する割合(2.3%)(資料⑤)

事故発生	救命胴衣着用or Not	非溺死(衝撃等による早期の死)	生存or Not	シナリオの説明	シナリオNo.	シナリオ発生頻度(1/(年・乗船者))	死者(推定値)
5.740E-04	0.048	0.032					
救命胴衣着用率：a				事故、着用、非溺死	1	8.79E-07	3.12E-01
非溺死(非溺死率：w) 0.981				事故、着用、溺死予想	2	2.62E-05	
				生存(着用時生存率：b) (1-w) 溺死(1-b)	3	5.13E-07	1.82E-01
事故、着用、溺死				事故、非着用、非溺死	4	1.74E-05	6.19E+00
(1-a)				事故、非着用、溺死予想	5	5.09E-04	
非溺死(非溺死率：w) 0.962				生存(非着用時生存率：C) (1-w) 溺死(1-c)	6	2.03E-05	7.21E+00
				事故、非着用、溺死			
					組合せ 27 における合計	5.74E-04	13.90

図 1 作成したイベントツリー例(救命胴衣着用率：現状、種類：5 トン未満漁船、事故：衝突、大人)

表2 イベントツリーのパラメータ

		1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999			検証欄		事故発生頻度	乗船者数/隻	着用率(現状)	着用率(50%)	着用率(75%)	着用率(100%)	海難時溺死者率	着用時死亡率	着用時死亡率(子供)	非着用時死亡率	非着用時死亡率(子供)	非溺死率	非溺死率(子供)
年		5	6	7	8	9	10	11	H5-11合計	H7-11合計	H11死者推定数(実データの隻数に比例)A	H11死者推定数(本手法)													
水上オートバイ	隻数	71209	78678	84510	90970	95580	99580	103213		473853				1.4	0.913	1	1	1							
	転覆(隻数)	1	0	6	1	0	1	0		8			1.69E-05												
	転覆(死者・不明者)	0	0	2	0	0	0	0		2	0.436	0.418							0.61	0.0641	0.0961	0.5794	0.8691	0.0696	0.1045
	衝突(隻数)	18	26	34	17	25	21	22		119			2.51E-04												
	衝突(死者・不明者)	4	0	3	1	2	1	2		9	1.960	1.934							0.61	0.0194	0.0291	0.1753	0.2629	0.0211	0.0316
	浸水(隻数)	0	0	0	2	1	1	0		4			8.44E-06												
	浸水・死者・不明者	0	0	0	0	0	0	0		0	0.0	0.0							1	0.0		0.0		0.0	
	海中転落									0	0.0	0.0								0.0603	0.0905	0.5455	0.8182		
小型プレジャーボート	隻数	296184	305634	312583	321237	327507	332943	335718		1629988				2.91	0.101	0.5	0.75	1							
	転覆	111	60	41	68	59	85	56		309			1.90E-04												
	転覆・死者・不明者	6	5	10	5	9	4	3		31	6.385	6.347							0.61	0.0095	0.0143	0.0223	0.0335	0.0134	0.0202
	衝突	56	66	71	88	76	69	79		383			2.35E-04												
	衝突・死者・不明者	2	3	9	12	6	3	3		33	6.797	6.750							0.61	0.0082	0.0123	0.0192	0.0288	0.0115	0.0173
	浸水	19	22	31	24	14	31	23		123			7.55E-05												
	浸水・死者・不明者	3	0	5	5	1	2	0		13	2.678	2.679							1	0.0164	0.0246	0.0386	0.0578		0.0
	海中転落									49	10.09	10.10	4.76E-05							0.2860	0.5	0.6710	1.0		
小型遊漁船	隻数	58277	59177	59671	60761	61466	61818	61868	1518113	305584				6.3	0.095	0.5	0.75	1							
	転覆	7	4	4	4	3	4	4		19			6.22E-05												
	転覆・死者・不明者	1	0	3	0	2	5	3		13	2.632	2.565							0.61	0.0299	0.0448	0.0701	0.1051	0.0424	0.0635
	衝突	19	17	17	16	18	20	14		85			2.78E-04												
	衝突・死者・不明者	0	2	2	1	2	3	2		10	2.025	2.014							0.61	0.0051	0.0077	0.0120	0.0181	0.0073	0.0109
	浸水	5	3	1	5	1	3	0		10			3.27E-05												
	浸水・死者・不明者	0	0	0	0	0	0	0		0	0.0	0.0							1	0.0		0.0			
	海中転落									44	8.908	8.910	2.27E-04							0.2860	0.5	0.6710	1.0		
5未満漁船	隻数	220896	221105	220065	217557	213707	213288	211495	560	1076112				1.68	0.048	0.5	0.75	1							
	転覆	96	52	54	62	42	70	61		289			2.69E-04												
	転覆・死者・不明者	19	16	23	19	20	24	19		105	20.636	19.559							0.54	0.0600		0.1196		0.0995	
	衝突	135	137	125	131	113	113	136		618			5.74E-04												
	衝突・死者・不明者	19	13	18	15	13	13	13		72	14.151	13.901							0.54	0.0193		0.0384		0.0319	
	浸水	20	11	22	10	7	10	14		63			5.85E-05												
	浸水・死者・不明者	2	0	2	2	2	1	3		10	1.965	1.964							1	0.0486		0.0968		0.0	
	海中転落										78	78.06	4.55E-04						1	0.4170		0.8310			
5以上20未満漁船	隻数	26466	26466	26420	26355	26286	26257	26210	184460	131528				3.24	0.048	0.5	0.75	1							
	転覆	18	13	7	15	11	10	16		59			4.49E-04												
	転覆・死者・不明者	9	16	2	12	9	10	24		57	11.400	10.527							0.54	0.0828		0.1650		0.1372	
	衝突	49	38	41	53	45	24	42		205			1.56E-03												
	衝突・死者・不明者	12	10	2	2	6	0	4		14	2.800	2.778							0.54	0.0059		0.0117		0.0097	
	浸水	8	15	11	9	5	10	10		45			3.42E-04												
	浸水・死者・不明者	0	0	0	0	0	0	1		1	0.200	0.199							1	0.0035		0.0070		0.0	
	海中転落										20	19.644	9.42E-04						1	0.4170		0.8310			
合計(海中転落はA列の値)		175.6	163.6	179.6	172.6	170.6	164.6	194.1			191.1	188.3													

小型プレジャーボート：モーターボート＋ヨット
漁船の海中転落者は平成5年～11年までの合計数のみ入手可能であったため、H5-11の欄にその数を記入する。
小型プレジャーボートの海中転落者の数は平成7年から11年までが入手可能であったため、H7-11の欄にその合計数を記入する。また、プレジャーボートの海難事故数、死者数は海中転落と同様H7－11年の数値を使用する。

表3 シナリオ計算表

救命胴衣着用率	船種	乗船者数／隻	航行隻数	事故種類	船種毎事故発生頻度	大人／子供	レクリエーション人数比(対大人)	非溺死率	着用時死亡率	非着用時死亡率	組合せNo.	シナリオ1		シナリオ2		シナリオ3		シナリオ4		シナリオ5		シナリオ6		計	
												シナリオ頻度	溺死者	シナリオ頻度	溺死者	シナリオ頻度	溺死者	シナリオ頻度	溺死者	シナリオ頻度	溺死者	シナリオ頻度	溺死者	シナリオ頻度合計	溺死者合計
0.913	水上オートバイ	1.4	103213	転覆	1.69E-05	大人	1	0.070	0.064	0.579	1	1.07E-06	0.16	1.344E-05		9.20E-07	0.13	1.02E-07	0.01	5.75E-07		7.93E-07	0.11	1.69E-05	0.25
						子供	0.023	0.105	0.096	0.869	2	1.61E-06	0.01	1.249E-05		1.33E-06	0.00	1.54E-07	0.00	1.72E-07		1.14E-06	0.00	1.69E-05	0.01
				衝突	2.51E-04	大人	1	0.021	0.019	0.175	3	4.83E-06	0.70	2.200E-04		4.35E-06	0.63	4.60E-07	0.07	1.76E-05		3.75E-06	0.54	2.51E-04	1.17
						子供	0.023	0.032	0.029	0.263	4	7.24E-06	0.02	2.155E-04		6.46E-06	0.02	6.90E-07	0.00	1.56E-05		5.56E-06	0.02	2.51E-04	0.04
				浸水	8.44E-06	大人	1	0.000	0.000	0.000	5	0.00E+00	0.00	7.706E-06		0.00E+00	0.00	0.00E+00	0.00	7.34E-07		0.00E+00	0.00	8.44E-06	0.00
						子供	0.023	0.000	0.000	0.000	6	0.00E+00	0.00	7.706E-06		0.00E+00	0.00	0.00E+00	0.00	7.34E-07		0.00E+00	0.00	8.44E-06	0.00
0.101	小型ブレイジャーボート	2.91	335718	転覆	1.90E-04	大人	1	0.013	0.010	0.022	9	2.58E-07	0.25	1.875E-05		1.80E-07	0.18	2.30E-06	2.24	1.65E-04		3.76E-06	3.67	1.90E-04	3.85
						子供	0.023	0.020	0.014	0.033	10	3.87E-07	0.01	1.853E-05		2.68E-07	0.01	3.45E-06	0.08	1.62E-04		5.61E-06	0.13	1.90E-04	0.13
				衝突	2.35E-04	大人	1	0.012	0.008	0.019	11	2.74E-07	0.27	2.327E-05		1.92E-07	0.19	2.44E-06	2.38	2.05E-04		4.00E-06	3.91	2.35E-04	4.10
						子供	0.023	0.017	0.012	0.047	12	4.11E-07	0.01	2.304E-05		2.86E-07	0.01	3.66E-06	0.08	1.98E-04		9.79E-06	0.22	2.35E-04	0.23
				浸水	7.55E-05	大人	1	0.000	0.016	0.039	13	0.00E+00	0.00	7.500E-06		1.25E-07	0.12	0.00E+00	0.00	6.53E-05		2.62E-06	2.56	7.55E-05	2.68
						子供	0.023	0.000	0.025	0.058	14	0.00E+00	0.00	7.438E-06		1.88E-07	0.00	0.00E+00	0.00	6.39E-05		3.93E-06	0.09	7.55E-05	0.09
0.095	小型遊漁船	6.3	61868	転覆	6.22E-05	大人	1	0.042	0.030	0.070	17	2.50E-07	0.10	5.490E-06		1.69E-07	0.07	2.38E-06	0.93	5.01E-05		3.78E-06	1.47	6.22E-05	1.54
						子供	0.023	0.065	0.045	0.105	18	3.86E-07	0.00	5.276E-06		2.47E-07	0.00	3.68E-06	0.03	4.71E-05		5.53E-06	0.05	6.22E-05	0.05
				衝突	2.78E-04	大人	1	0.007	0.005	0.012	19	1.92E-07	0.07	2.608E-05		1.35E-07	0.05	1.83E-06	0.71	2.47E-04		3.01E-06	1.17	2.78E-04	1.23
						子供	0.023	0.011	0.008	0.018	20	2.88E-07	0.00	2.592E-05		2.01E-07	0.00	2.75E-06	0.02	2.44E-04		4.50E-06	0.04	2.78E-04	0.04
				浸水	3.27E-05	大人	1	0.000	0.000	0.000	21	0.00E+00	0.00	3.107E-06		0.00E+00	0.00	0.00E+00	0.00	2.96E-05		0.00E+00	0.00	3.27E-05	0.00
						子供	0.023	0.000	0.000	0.000	22	0.00E+00	0.00	3.107E-06		0.00E+00	0.00	0.00E+00	0.00	2.96E-05		0.00E+00	0.00	3.27E-05	0.00
0.048	5t未満漁船	1.68	211495	転覆	2.69E-04	大人	1	0.099	0.060	0.120	25	1.28E-06	0.46	1.093E-05		6.98E-07	0.25	2.55E-05	9.05	2.03E-04		2.76E-05	9.80	2.69E-04	10.05
						子供	0.023	0.000	0.000	0.000	26	0.00E+00	0.00	1.291E-05		0.00E+00	0.00	0.00E+00	0.00	2.56E-04		0.00E+00	0.00	2.69E-04	0.00
				衝突	5.74E-04	大人	1	0.032	0.019	0.038	27	8.79E-07	0.31	2.616E-05		5.13E-07	0.18	1.74E-05	6.19	5.09E-04		2.03E-05	7.21	5.74E-04	7.39
						子供	0.023	0.000	0.000	0.000	28	0.00E+00	0.00	2.755E-05		0.00E+00	0.00	0.00E+00	0.00	5.46E-04		0.00E+00	0.00	5.74E-04	0.00
				浸水	5.85E-05	大人	1	0.000	0.049	0.097	29	0.00E+00	0.00	2.672E-06		1.36E-07	0.05	0.00E+00	0.00	5.03E-05		5.39E-06	1.92	5.85E-05	1.96
						子供	0.023	0.000	0.000	0.000	30	0.00E+00	0.00	2.808E-06		0.00E+00	0.00	0.00E+00	0.00	5.57E-05		0.00E+00	0.00	5.85E-05	0.00
0.048	5t-20t未満漁船	3.24	26210	海中転落	4.55E-04	大人	1	0.000	0.417	0.831	31	0.00E+00	0.00	1.273E-05		9.11E-06	1.93	0.00E+00	0.00	7.32E-05		3.60E-04	76.13	4.55E-04	78.06
						子供	0.023	0.000	0.000	0.000	32	0.00E+00	0.00	2.184E-05		0.00E+00	0.00	0.00E+00	0.00	4.33E-04		0.00E+00	0.00	4.55E-04	0.00
				転覆	4.49E-04	大人	1	0.137	0.083	0.165	33	2.96E-06	0.25	1.706E-05		1.54E-06	0.13	5.86E-05	4.98	3.08E-04		6.08E-05	5.17	4.49E-04	5.30
						子供	0.023	0.000	0.000	0.000	34	0.00E+00	0.00	2.155E-05		0.00E+00	0.00	0.00E+00	0.00	4.27E-04		0.00E+00	0.00	4.49E-04	0.00
				衝突	1.56E-03	大人	1	0.010	0.006	0.012	35	7.26E-07	0.06	7.372E-05		4.34E-07	0.04	1.44E-05	1.22	1.45E-03		1.71E-05	1.46	1.56E-03	1.49
						子供	0.023	0.000	0.000	0.000	36	0.00E+00	0.00	7.488E-05		0.00E+00	0.00	0.00E+00	0.00	1.49E-03		0.00E+00	0.00	1.56E-03	0.00
0.048	5t-20t未満漁船	3.24	26210	浸水	3.42E-04	大人	1	0.000	0.004	0.007	37	0.00E+00	0.00	1.636E-05		5.79E-08	0.00	0.00E+00	0.00	3.23E-04		2.29E-06	0.19	3.42E-04	0.20
						子供	0.023	0.000	0.000	0.000	38	0.00E+00	0.00	1.642E-05		0.00E+00	0.00	0.00E+00	0.00	3.26E-04		0.00E+00	0.00	3.42E-04	0.00
				海中転落	9.24E-04	大人	1	0.000	0.417	0.831	39	0.00E+00	0.00	2.586E-05		1.85E-05	0.48	0.00E+00	0.00	1.49E-04		7.31E-04	19.16	9.24E-04	19.64
						子供	0.023	0.000	0.000	0.000	40	0.00E+00	0.00	4.435E-05		0.00E+00	0.00	0.00E+00	0.00	8.80E-04		0.00E+00	0.00	9.24E-04	0.00

定量化結果を表 4 および図 2 に示す。

なお、イベントツリーの計算表の一部（現状の推定）を表 3 に示す。

表 4、図 2 より、他船種の場合と比較して、小型漁船が救命胴衣着用の効果が顕著に表れていることがわかるが、小型漁船の現状の救命胴衣着用率がかかなり低い（4.8%：表 2）ことから当然の結果と思われる。小型プレジャーボートも着用率は低いが、海中転落者で死亡する人が小型漁船と比べて低いため、小型漁船ほどは効果が見られない。携帯電話等で救助時間の短縮を図ることができれば、更なる死者の減少が期待できると考えられる。

3. 費用対効果解析

ここで評価対象とした船種のうち水上オートバイ及びプレジャーボートについては、既に船舶安全法及び関連する省令等により救命胴衣の積付が義務付けられているため、基本的には船舶職員法の改正によって新たにこれを購入する必要はなく、新たな費用負担は発生しないと考えられる。

一方、小型漁船については、船舶安全法及び関連する政令に、「専ら本邦の海岸から 12 海里以内の海面又は内水面において従業する 20 トン未満の漁船については、当分の間施設強制の規定を適用しない」

表 4 着用率による溺死者推定数の変化(年当り)

救命胴衣着用対象	現状	着用率50%		着用率75%		着用率100%	
	溺死者	溺死者	溺死者減少	溺死者	溺死者減少	溺死者	溺死者減少
子供	1.25	0.94	0.31	0.76	0.49	0.58	0.67
水上オートバイ	1.47					0.86	0.60
プレジャーボート	33.60	25.41	8.19	20.30	13.30	15.20	18.41
5t未満漁船(A)	97.46	74.98	22.49	62.54	34.92	50.11	47.36
5t-20t漁船(B)	26.63	20.49	6.14	17.09	9.54	13.69	12.94
小型漁船(A+B)	124.10	95.47	28.63	79.63	44.47	63.80	60.30
合計	160.42	121.82	37.13	100.70	58.25	80.44	79.98

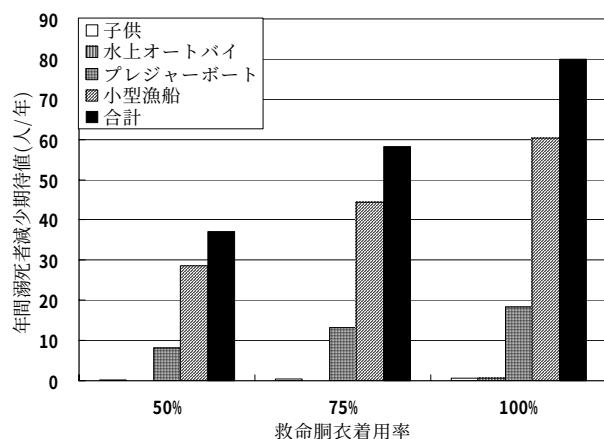


図 2 着用率による溺死者減少推定数の変化(年当り)

旨規定されており、これに該当する小型漁船であって、着用義務化の必要性の高いものとして今後特に省令で定められるもの（例えば、防水措置した携帯電話を持たずに一人乗りで航走しながら漁労作業を行っているような小さな漁船。）に該当する場合は、既に自主的に購入されている場合等を除き、これらについて新たな費用負担が発生すると考えられる。

現状の小型漁船における救命胴衣の装備状況として、以下のような仮定を置く。

- 1) 船舶安全法が適用され、救命胴衣が既に搭載されている小型漁船が全体の 3 割程度あり(現在の着用率の設定値 4.8%はこの内数と仮定)、これに加えて自主的な購入分等が全体の 1 割程度ある、すなわち、新たに救命胴衣の購入が必要な小型漁船は総数の 6 割と仮定。
- 2) 20 トン未満の平成 10 年の沿岸漁業共同組合員数は、285,743 人であり、これを 5 トン未満(A)と 5 トン以上 20 トン未満(B)の漁船の各隻数に各平均乗船者数を掛けた数値の比率で配分して、以下のように算出する。

組合員数(5 トン未満)=226,529 人

組合員数(5 トン以上 20 トン未満)=54,141 人

さらに、これらを乗船する総人数とみなす。

- 3) 救命胴衣単価：4400 円
- 4) 救命胴衣耐用年数：2 年

以上より、小型漁船の船種毎の救命胴衣の目標着用率における総費用(P)は以下の式にて表される。

$$P = \text{組合員数} \times (\text{目標着用率} - \text{安全法適用漁船分比率} - \text{自主購入等比率}) \times 1 \text{ 着のコスト} / \text{耐用年数}$$

また、 ΔC ：1 年当りのコストの増加分、 ΔR ：1 年当りのリスクの減少期待値、とすると、

$$GCAF = \frac{\Delta C}{\Delta R}$$

と表される。

よって、G C A F は以下の式にて計算される。

$$GCAF = P(5 \text{ トン未満}) / \text{目標着用率における溺死者減少期待値} + P(5 \text{ トン以上 } 20 \text{ トン未満}) / \text{目標着用率における溺死者減少期待値}$$

結果を表 5 に示す。

なお、着用措置の効果として、救命率の向上により例えば漁業者による搜索活動に費やされる時間の

低減等の社会的便益等も期待されるが、ここでは簡単のため、これらの効果は考慮していない。

なお、本手法による結果の妥当性を示すために、海外における種々の交通機関の安全対策の費用対効果を示す ICAF (Implied Cost of Averting a Fatality : GCAF と同様、安全対策の施行に伴う追加コストをその安全対策により救助される人数の期待値で除した値) を表 9 に示す。表 6 から、欧州の種々の交通機関の ICAF は 5000 万円～3 億円程度であることがわかる。この値には、安全対策実施に伴うあらゆるコストが含まれており、本研究による値と単純な比較は困難であるが、本研究による GCAF の推定値は欧州の 10%程度であり、極めて妥当であると言える。

4. まとめ

以上の解析より、リスク減少効果が最も高い施策は小型漁船への救命胴衣の義務化であると結論付けることが可能と思われる。現状の救命胴衣着用率が最も低い船種は小型漁船であるため当然の結果と言える。また、ここで解析した 5 船種の平成 11 年における海難および海中転落による溺死者推定数(平

表 5 費用対効果解析結果

目標着用率	救命胴衣価格(円)	救命胴衣耐用年数(年)	年毎追加費用(百万円)	年毎救助人数増加(人)	年毎GCAF(百万円)
50%	4400	2	61.7	28.63	2.16
75%	4400	2	216.1	44.47	4.86
100%	4400	2	370.5	60.3	6.14

表 6 リスク許容基準として公表された値 (in MSC72/16 by Norway)

ORGANIZATION	SUBJECT	ICAF(GCAFと同様、コストを救助される推定人数で割っている)	SOURCE	日本円換算 (百万円)
US Federal Highway Administration	Road Transport	\$2.5m(£ 1.6m)	FHWA(1994)	300
UK Department of Transport	Road Transport	£ 1.0m(1998, uprated with GDP per capita)	DETR(1998)	187.5
UK Health & Safety Executive	Industrial safety	As above or higher	HSE(1999)	≥187.5
Railtrack(UK rail infrastructure controller)	Overground railways	As above to £ 2.65m	Railtrack(1998)	198.75
London Underground Ltd	Underground railways	£ 2m	Rose(1994)	150
EU	Road Transport	ECU 1m(£ 0.667m)	from Evans(1998)	50.025
Norway	All hazards	NOK 10m(£ 0.8m)	Norway(1996)	60

成 11 年の海中転落者は推定数のため)の合計が 160 人(表 4)であり、乗船者すべてに救命胴衣着用を義務付けることにより 80 人ほど、すなわち、現状の溺死者の約半数の命が救われる可能性があることは注目に値すると言える。また、この施策による個人当たりの費用の増加は救命胴衣の購入費として良いため、費用の面からも合理的である。救命胴衣着用を妨げている主要な問題は作業性および見栄えの悪さと思われるが、救命胴衣メーカーはそれらの改善を図りつつあること、また、この施策の実施を契機として着用率の一層の向上が図られ、海難等による死亡者数の減少につながっていくことが大いに期待される。

5. 使用したデータ

- ①「要救助海難統計」、H5-11、海上保安庁
- ②表 2.1.2 プレジャーボート等小型船舶の種類毎の隻数の推移、「第 49 基準研究部会 船舶の総合的安全評価に関する調査研究」平成 12 年度報告書分冊、H13 年 3 月、(社)日本造船研究協会
- ③表 2.1.3 漁船保険統計表および母集団の推定、「第 49 基準研究部会 船舶の総合的安全評価に関する調査研究」平成 12 年度報告書分冊、H13 年 3 月、(社)日本造船研究協会
- ④表 20 トン未満のプレジャーボートおよび漁船からの海中転落者等の救命胴衣着用、非着用による生存率、安全評価室
- ⑤表 プレジャーボート等、小型漁船からの海中転落者の救命胴衣着用、非着用による死亡率「運輸政策の経済的効果に関する調査」報告書、H13 年 3 月、(財)運輸政策研究機構
- ⑥表 1.2-1 漁船の海中転落(船舶海難によらない人身事故)における総トン数別事故者数および事故隻数(1993-1999)、「小型船舶用救命胴衣の常時着用化に関する評価検討のための基礎調査」報告書、H13 年 3 月、(社)日本海難防止協会
- ⑦I 海面漁業の生産構造及び就業構造に関する統計 1-(1)-ア経営体階層別統計(ア)総括、「第 10 次漁業センサス」
- ⑧3 章(3) ①、海上交通の安全における目標値の設定について、海上保安庁

注 1) ハイポサーミア：低体温。海中に投げ出された場合、海水に熱が奪われ体温が低下する現象。