

ケミカルタンカーの環境汚染レベル

(第二報、トルエン輸送の場合)

環境・エネルギー研究領域 * 宮田 修、 間島 隆博

上田 浩一、山之内 博

柴田 清

1 . はじめに

国際海事機関 (IMO) では、ベンゼンを 0.5% 以上含む物質を輸送する船上で TWA (Time Weighted Average) が 1ppm、STEL (Short Term Exposure Limit) が 5ppm を越える場合、保護具を装着するよう勧告している。当所では平成 14 年度から「船舶から発生する有害揮発性ガスによる複合汚染低減化に関する研究」(環境省予算) を開始し、前報¹⁾ではキシレンの海上輸送における環境汚染レベルの実態を報告した。本報告では平成 15 年度に行ったトルエンについての実船計測結果と、現在までに当所で実船計測したケミカルタンカーの化学物質による環境汚染レベルの傾向について報告する。

2 . 実船計測

現在までに海上輸送量が多いベンゼン (国内海上輸送量 2 位) 及びキシレン (同 1 位) についてデータの取得に努めたが、平成 15 年度はベンゼンやキシレンと同様に輸送量が多いトルエン (同 5 位) について実船計測を行った。前報¹⁾に示したようにケミカルタンカーの輸送サイクルは、積み荷役 航海 揚げ荷役 タンククリーニングの順に行われ、次の積み荷が同じ物質の場合はを行わない場合もある。今回も各輸送サイクルの環境汚染レベル (以下、環境濃度) を得るため、キャニスターによる気体採取を行い、ガスクロマ

トグラフ質量分析法にてガス採取時間内の平均濃度として取得した ((財) 日本環境衛生センターに分析依頼)。また、気温・海水温・風向・風速の記録、積み荷役時のタンク内の液面上昇に伴うベント管からの排出ガスの採取、及び、乗組員全員を対象に 1 輸送サイクル内の曝露濃度の計測とアンケート調査を行った。これらのデータの解析結果については別途報告する。

3 . 実船計測結果

計測結果を表-1 に示す。計測は主に京葉地区内の各事業所の専用岸壁及び海上で行われた。積み荷役 2 回航海 1 回揚げ荷役 2 回タンククリーニング 2 回のデータを得た。

過去に実船計測されたベンゼン³⁾⁴⁾とキシレン¹⁾及びトルエンの実船計測データを用い、表-2 に示す項目について相関係数 (r : ピアソンの積率相関係数) を求めたものを表-3~7 に示す。表-3~6 の結果からデータ数 (N=8) は少ないが、ここでは比較的に相関係数が多い (r = 0.6 以上) 項目について注目すると、次のような傾向を示した。

蒸気圧と食堂の環境濃度は積み荷役時に正の相関で、航海時と揚げ荷役で負の相関を示す。気温と甲板の環境濃度は、揚げ荷役の時に負の相関を示す。

表-1 実船計測結果 (平成 15 年度)

物質名	船名	総トン数 (GT)	満載量 (kL)	積載量 (kL)	作業日	作業内容	計測地区	計測時間(分)	気温 (℃)	濃度 ^{*1} (ppm)			
										食堂	ポンプ室	甲板	BG
トルエン	F	498	1229	400	7/30/03	積み荷役	京葉	120	24	0.0063	0.0078	0.0089	0.0130
	G	499	1300	580	10/16/03	積み荷役	京葉	142	20	0.0021	0.0053	0.0048	-
					10/16/03	航海	京葉	101	20	0.0220	0.0300	0.1280	-
	H	355	700	174	1/26/04	揚げ荷役	京葉	53	13.5	0.0156	0.5220	1.6300	-
	I	434	650	575	2/19/04	揚げ荷役	京葉	123	16	0.2770	0.3450	0.2060	-
					2/19/04	クリーニング	京葉→京浜	884	-	0.2990	870 ^{*2}	0.4060	-
	J	498	1300	574	3/12/04	クリーニング	京葉→外房	915	10	0.1880	7.9500	0.9370	-

*1 濃度は計測時間から求めた平均濃度

*2 参考値

表-2 分析項目

項目	内容			
化学物質	ベンゼン	トルエン	キシレン	-
蒸気圧(Kpa, at20)	10	2.9	0.9	-
計測条件	気温()			
ケミカルタンカー	総トン数、積載率(積載量/最大積載量)			
環境濃度(ppm)	食堂(居住区)、ポンプ室、甲板(ベント管下)			

総トン数と甲板の環境濃度は、航海時と揚げ荷役とで負の相関を示す。

積載率と甲板の環境濃度は、航海時の時に正の相関を示す。

食堂の環境濃度は、航海時のポンプ室の環境濃度、またタンククリーニング時の甲板と正の相関を示す。

ポンプ室の環境濃度は、積み荷役の甲板の環境濃度と正の相関を示す。

表-7 に全ての輸送サイクルのデータ 37 件を用いた相関係数について示す。高い正の相関係数($r = 0.658$, $N=37$, 95%信頼区間 $0.48 \sim 0.82$) を示したのは、食堂と甲板の環境濃度であった。この食堂と甲板の環境濃度の測定値を図-1 に示す。

4. まとめ

トルエン輸送の環境汚染レベルを示した。また、ベンゼン・キシレン・トルエンの計測結果を用いた関連項目間の相関係数を求め、ケミカルタンカーの輸送サイクルにおける環境濃度の傾向を示した。

実船計測にあたり、乗組員、事業所及び運航会社の方々に多大な協力を得ました。ここに、感謝の意を表します。

参考文献)

- 1)宮田、他：ケミカルタンカーの環境汚染レベル(第1報キシレン輸送の場合)第3回海上技術安全研究所研究発表会講演集
- 2)間島、他：化学物質輸送船乗組員に及ぼす有害ガス暴露の健康影響評価、航海学会論文集第108号
- 3)山口、他：ケミカルタンカーにおけるベンゼン輸送中の乗員のガス暴露濃度、航海学会論文集第102号
- 4)山口、他：ベンゼン等有害揮発性物質の船舶からの排出量低減に関する研究、平成11年度環境省

表-3 積み荷役時データによる相関係数

積み荷役の相関係数 (データ数12件)						
項目	蒸気圧	気温	総トン数	積載率	食堂	ポンプ室 甲板
化学物質	蒸気圧 1.000					
環境	気温 -0.017	1.000				
ケミカルタンカー	総トン数 -0.184	-0.043	1.000			
	積載率 -0.267	0.322	-0.220	1.000		
環境濃度	食堂 0.675	-0.448	0.029	-0.098	1.000	
	ポンプ室 0.265	0.147	0.036	0.192	0.051	1.000
	甲板 -0.349	0.034	-0.067	-0.079	-0.080	0.833 1.000

表-4 航海時データによる相関係数

航海時の相関係数 (データ数8件)						
項目	蒸気圧	気温	総トン数	積載率	食堂	ポンプ室 甲板
化学物質	蒸気圧 1.000					
環境	気温 0.692	1.000				
ケミカルタンカー	総トン数 0.015	0.247	1.000			
	積載率 0.667	0.586	-0.217	1.000		
環境濃度	食堂 -0.656	-0.080	0.091	-0.315	1.000	
	ポンプ室 -0.373	0.326	0.200	-0.190	0.892	1.000
	甲板 0.286	0.015	-0.737	0.608	-0.408	-0.447 1.000

表-5 揚げ荷役時データによる相関係数

揚げ荷役の相関係数 (データ数9件)						
項目	蒸気圧	気温	総トン数	積載率	食堂	ポンプ室 甲板
化学物質	蒸気圧 1.000					
環境	気温 0.403	1.000				
ケミカルタンカー	総トン数 0.259	0.823	1.000			
	積載率 -0.235	0.506	0.533	1.000		
環境濃度	食堂 -0.693	-0.304	-0.236	0.421	1.000	
	ポンプ室 0.277	0.413	0.230	0.288	-0.170	1.000
	甲板 -0.117	-0.643	-0.944	-0.552	0.067	-0.200 1.000

表-6 タンククリーニング時データによる相関係数

タンククリーニング時の相関係数 (データ数8件)						
項目	蒸気圧	気温	総トン数	積載率	食堂	ポンプ室 甲板
化学物質	蒸気圧 1.000					
環境	気温 0.879	1.000				
ケミカルタンカー	総トン数 -0.482	-0.482	1.000			
	積載率 0.199	0.378	-0.166	1.000		
環境濃度	食堂 0.575	0.141	-0.480	-0.502	1.000	
	ポンプ室 -0.306	-0.042	-0.197	0.299	-0.191	1.000
	甲板 0.412	0.223	-0.526	0.299	0.649	-0.238 1.000

表-7 全輸送サイクルによる相関係数

輸送サイクル全体の相関係数 (データ数37件)						
項目	蒸気圧	気温	総トン数	積載率	食堂	ポンプ室 甲板
化学物質	蒸気圧 1.000					
環境	気温 0.405	1.000				
ケミカルタンカー	総トン数 -0.184	-0.075	1.000			
	積載率 0.344	0.412	-0.076	1.000		
環境濃度	食堂 0.205	-0.233	-0.120	-0.137	1.000	
	ポンプ室 -0.154	-0.147	-0.043	0.131	-0.039	1.000
	甲板 0.129	-0.103	-0.195	-0.062	0.658	-0.028 1.000

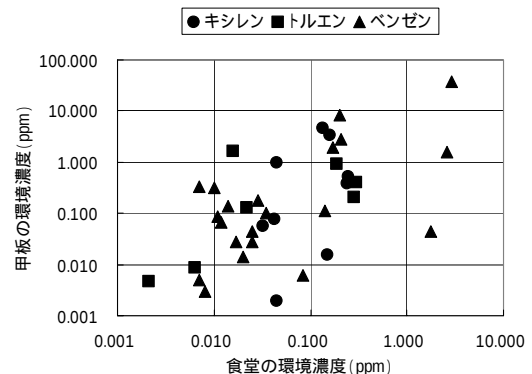


図-1 輸送サイクル全体の食堂と甲板の環境濃度

報告書

- 5)伊藤：多変量解析の理論、昭和44年培風館