

流出油の時間経過に伴う性状変化

月原 努

興亜石油（株）麻里布製油所

はじめに

原油タンカー事故等によって海上に流出した原油は、風波の影響を受けて海水を取込みエマルジョン化したり、海水中に分散する等の様々な変化を示す。その流出油の防除作業を円滑に実施するためには、流出油の性状（特に粘度）変化に見合った最も適切な防除資機材を選定することが重要であるが、そのためには、予め種々の原油の性状変化を把握しておく必要がある。そこで、石油連盟は、海上に流出した原油の性状変化を模倣できる回流水槽を作成して、1993年度から「流出油の性状変化実験」を開始した。1997年度で26種類の原油と1種類のC重油の性状変化データを収集し、種々の知見を得たので報告する。



Figure 1 Circulating water channel

実験油種

日本に輸入されている80種余りの原油の中から軽、中、重質の主要原油を選定した。又、船舶からの燃料重油の海上流出を想定して、C重油を1種選定した。表1は、これまでに実験に供した油種を示している。

表1 実験油種

産地	グループ	油種名
中東	低流動点、特に軽質	Berri Crude
		Mubarras Blend Crude
		Murban Crude
		Qatar Marine Crude
		Umm Shaif Crude
	低流動点、軽質	Arabian Light Crude
		Arabian Medium Crude
		Dubai Crude
		Forozan Blend Crude
Hout Crude		
低流動点、重質	Iranian Light Crude	
	Iranian Heavy Crude	
	Kuwait Crude	
東南アジア	高流動点、軽質	Attaka Crude
	中流動点、軽質	Light Seria Crude
	高流動点、軽質	Sumatra Light Crude
	高流動点、中質	Labuan Crude
	高流動点、重質	Duri Crude
中国	高流動点、重質	Shengli Crude
メキシコ	低流動点、中質	Isthmus Crude
オーストラリア	低流動点、重質	Wandoo Crude
日本	低流動点、重質	Fuel Oil C

実験条件

表2は、本実験の条件を示している。

実験は、夏期と冬期に分けて行い、各季節における海水温度と波の違いによる性状変化を調査した。図．2と図．3はこの実験で使用した2種類の波の“弱い波”と“強い波”を示している。これらの波は、気象庁の波浪階級（波の高さ）を参考にして設定したが、実験水槽で発生させる波は、波浪階級で表される波の強さよりも、強いエネルギーを持っている。従って“弱い波”は、静穏な海域で見られる波、又“強い波”は荒天時の海域で見られる波を想定している。

実験条件	Case1(夏) 弱い波	Case2(夏) 強い波	Case3(冬) 弱い波	Case4(冬) 強い波
波高 (cm)	5~9	10~15	5~9	10~15
周期 (sec)	1	0.5	1	0.5
波浪階級	1	2	1	2
風速 (m/s)	2.6	6.4	2.6	6.4
海水量 (t)	4	4	4	4
水深 (cm)	60	60	60	60
海水温度 ()	25	25	10	10
原油投入量 (L)	10	10	10	10
油層厚さ (mm)	1.4	1.4	1.4	1.4

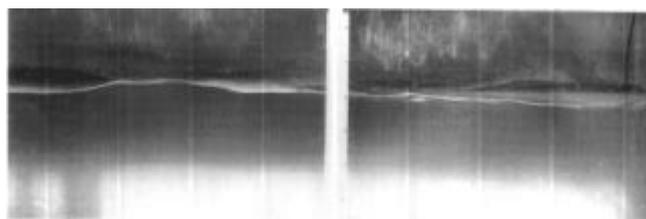


Figure 2 Weak Wave

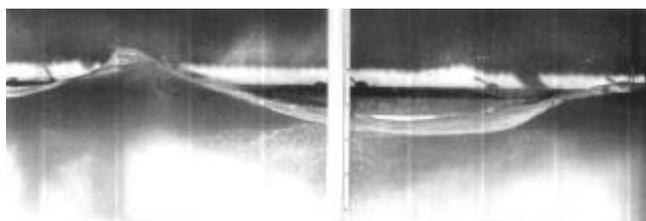


Figure 3 Strong Wave

表．2 実験条件

実験方法

実験は、規定の波が発生している回流水槽の海水表面に原油を流し込み、その後、96時間経過まで、規定の時間経過毎に、海水表面上の原油を採取してその性状（水分、粘度、密度、蒸発率）を測定した。

実験結果

表．3は、物性（密度、動粘度、流動点）によって原油を9グループに分類して、それぞれのグループに、これまでに性状変化データを収集した、26原油を当てはめた結果を示している。

表．3

グループ	性状の範囲			実験データ収集済み 該当原油
	密度@15 (g/cm ³)	動粘度@50 (cSt)	流動点()	
低流動点・特に軽質	0.79 ~ 0.84	1.1 ~ 4.2	-60 ~ -5	Murban, UmmShaif, Q. Marin, Berri, Mubarras, Attaka
低流動点・軽質	0.85 ~ 0.87	4.1 ~ 6.1	-55 ~ -20	Arabian Lt, Dubai, Iranian Lt, Hout, U-Zakum, Isthmus
低流動点・中質	0.85 ~ 0.88	6 ~ 10	-45 ~ -10	Oman, Iranian Hy, Kuwait, Forozan B Arabian M
低流動点・重質	0.89 ~ 0.92	10 ~ 36	-40 ~ -25	Arabian Hy, Khafji Wafra, Wandoo
中流動点・特に軽質	0.79 ~ 0.87	1.8 ~ 2.1	7.5 ~ -12.5	Labuan, Lt Seria
高流動点・特に軽質	0.77 ~ 0.84	1.7 ~ 3.0	15 ~ 30	
高流動点・軽質	0.83 ~ 0.85	6 ~ 15	22.5 ~ 40	Smatra Lt
高流動点・重質	0.86 ~ 0.90	22 ~ 100	30 ~ -40	Shengli
高流動点・特に重質	0.92 ~ 0.97	150 ~ 600	5 ~ 17.5	Duri

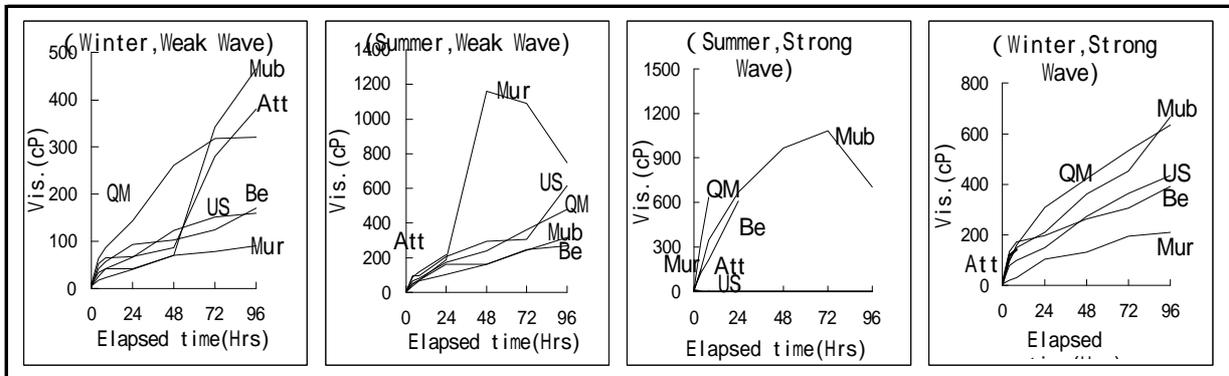
このグループ化により、各グループの性状変化にそれぞれ特徴があることが判った。

低流動点・特に軽質原油グループ

- ・ 粘度上昇が96時間後でも1000cPを超えない。
- ・ “強い波”で海水中に分散する傾向が大きい。
- ・ 冬期には、気泡を含んだ、粗くて脆いエマルジョンを形成する。
- ・ パラフィン分の多い南方産原油は、短時間で揮発成分が蒸発して固形化する。

図．4は、低流動点・特に軽質原油の粘度変化を示している。

図．4



低流動点・軽質原油 & 低流動点・中質原油グループ

- ・ 性状変化が油種によって、著しく異なり、不安定なエマルジョンを形成する程度のものや、安定なエマルジョンを形成して、更に強固なムース油となるものもある。
- ・ ドバイ原油、フォロザン・ブレンド原油に見られるように、条件の違いによって、極端に性状変化が異なるものがある。

図．5は、低流動点・軽質原油の粘度変化を示している。又、図．6は、低流動点・中質原油の粘度変化を示している。

図．5

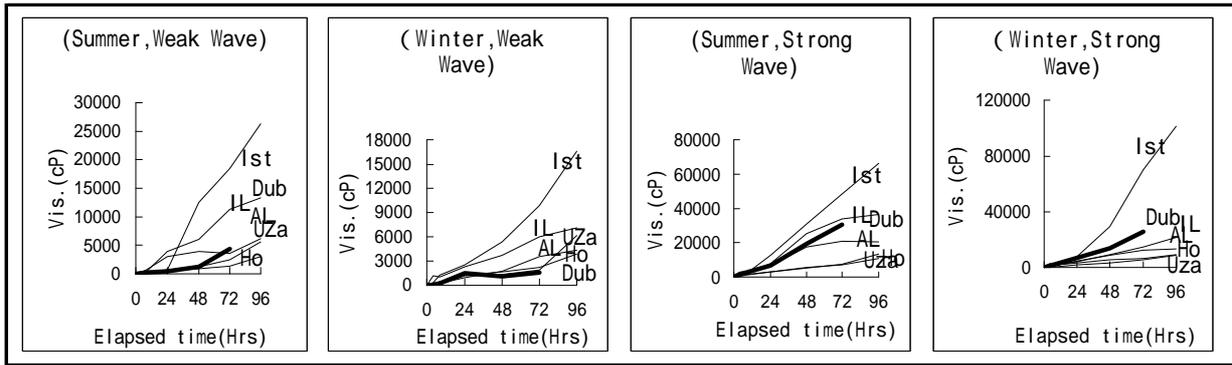
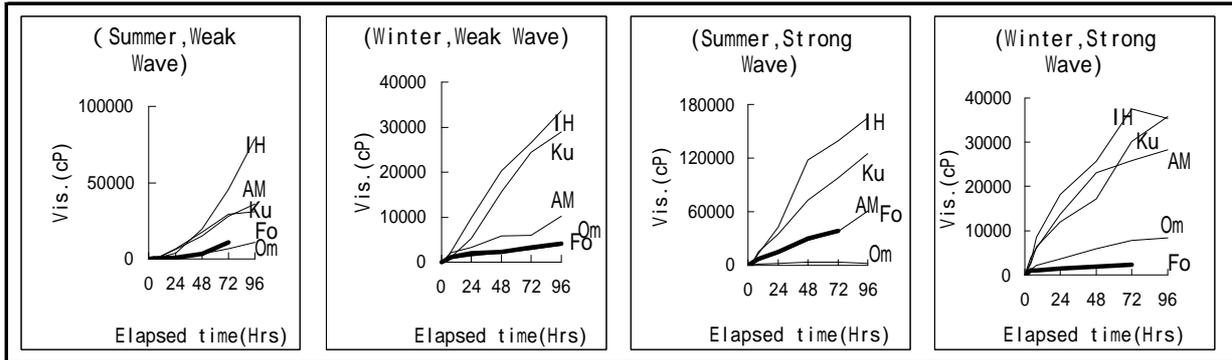


図 . 6

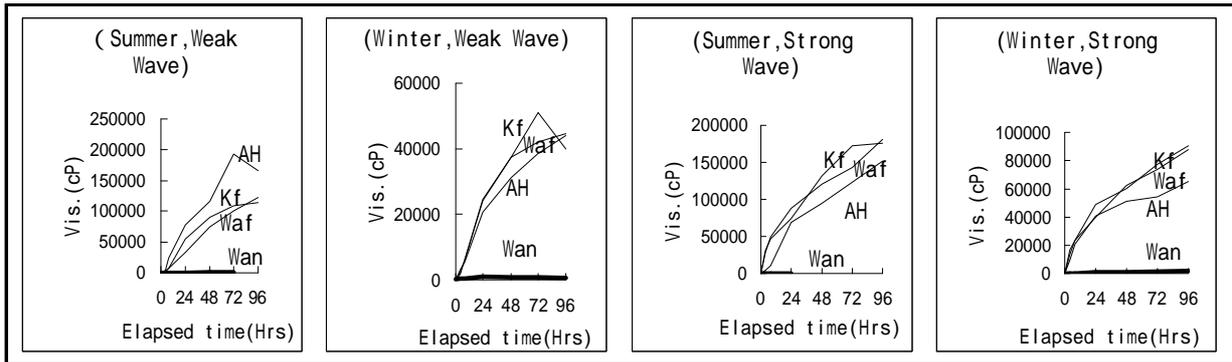


低流動点・重質原油グループ

- ・ 中東産の原油は、何れの条件においても、ほぼ同様の強固なムース油を形成する。
- ・ オーストラリア産のワンドゥー原油は、殆どエマルジョン化しないで、“強い波”では海水中に分散する。

図 . 7 は、低流動点・重質原油の粘度変化を示している。

図 . 7

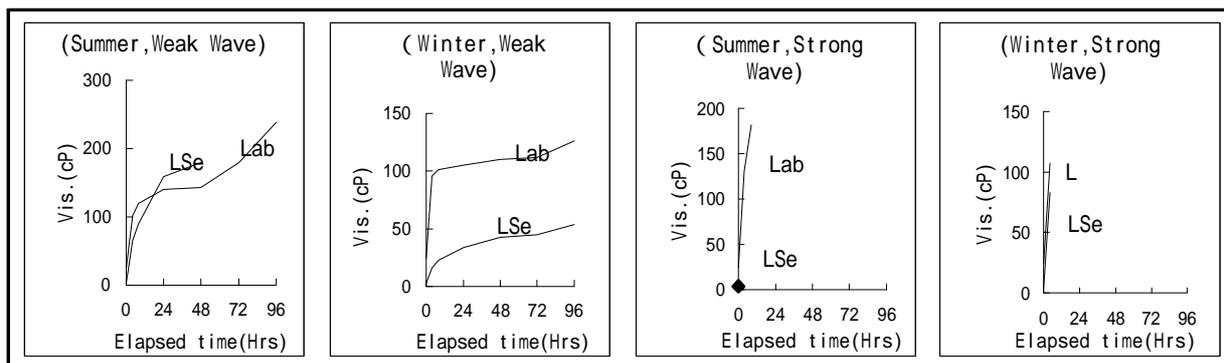


中流動点・特に軽質グループ

- ・ 不安定なエマルジョンが形成するのみで、性状変化も僅か。
- ・ 冬期には、固形化する。
- ・ “強い波”では、海水中に分散する。

図 . 8 は、中流動点・特に軽質原油の粘度変化を示している。

図 . 8



高流動点原油グループについては、一般的に“固形化した油塊”を形成するのみで、顕著な性状変化も見られないので、割愛する。

結論

- ・ 流出原油のエマルジョン化は、その原油の産地特有の成分構成によって、大きな違いを示す。(添付表. 1 参照)
- ・ 一般的には、アスファルテン分の含有量が多い原油は、エマルジョン化し易く、アスファルテン量とエマルジョン化の傾向との間には、正相関がある。(添付図. 1 参照)
- ・ 低流動点で特に軽質グループに属する原油は、エマルジョン化が弱く、海水中への分散傾向が強い。
- ・ 低流動点で軽・中質グループに属する原油は、様々なエマルジョン化の傾向を示す。
- ・ 低流動点で重質グループに属し、アスファルテン分が多い原油は、強固なムース油を形成する。

展望

我が国に輸入される原油は、80余種類に上るが、これらの“性状変化”を全て把握しておくことが流出油の防除作業において重要である。現在、我々が本実験により収集した性状変化データは、27油種を数えるまでになったが、今後更に、データを収集して最終的には50油種程度の“性状変化データベース”を構築する予定である。又、このデータベースを利用して、「流出油の性状変化シミュレーション」PCソフトを現在開発しており、経時変化実験ができない油種についても“性状変化”を任意にシミュレートできるようにする計画である。

以上

添付

添付表 . 1 原油の産地とエマルジョン化の傾向

産地	エマルジョン化の傾向			特徴
	軽質原油	中質原油	重質原油	
中東				芳香族成分に富み、レジン分、アスファルテン分多い。
メキシコ				芳香族成分に富み、レジン分、アスファルテン分多い。
南方				飽和成分に富み、ワックス分多い。
中国				飽和成分に富み、ワックス分多い。
オーストラリア				飽和成分に富み、ワックス分、アスファルテン分少ない。

注 . の数が多いほど、エマルジョン化の傾向が大きい。

添付図 . 1 原油のエマルジョン化とアスファルテン含有量との関連性

