COM に 関 す る 研 究 (第 3 報)

COM の安定性に及ぼす添加物の影響 (Ⅱ)

竹下寿雄*, 前田 滋*, 今吉盛男*, 満尾良弘*, 片山佳樹*, 神川智裕*

太平洋炭とアラビアンライト蒸留残さ油から、種々の添加剤を用いて COM を製造し、その安定性を試験した。その結果、新たに 3 種の EDTA モノアルキルアミド二ナトリウム塩と、3 種の EDTA モノアルキルエステル二ナトリウム塩および市販のジアルキルスルホコハク酸ナトリウム塩、オクタデシルベタインが有効な添加剤であることを見出した。このうちの EDTA モノドデシルアミド二ナトリウム塩およびジアルキルスルホコハク酸ナトリウム塩とソフト型ドデシルベンゼンスルホン酸ナトリウムを添加剤として用いると、三池、赤平、夕張、ハンターバレー、ピッツトン、ビートリス炭から、それぞれ安定で優秀な COM が製造できることを見出した。

1. 結 言

著者らは先に COM 中における石炭と石油の挙動を研究し、また COM を製造する場合の添加物の COM 安定性に及ぼす影響の研究から、添加剤としては、ソフト型ドデシルベンゼンスルホン酸ナトリウムと EDTA モノヘキサデシルエステル二ナトリウム塩が特にすぐれており、0.1% の添加でも 15 日間安定な COM を製造することができることを見出した²⁾。今回は第 2 報²⁾ に引き続き、新たに数種の市販の代表的な界面活性剤および著者らの研究室で今までに新規に開発した数種の EDTA 誘導体型界面活性剤^{3), 4)} を添加剤として使用した COM を製造して、その安定性に及ぼす添加剤および原料石炭、重質油の影響を研究したのでここに報告する。

2. 実 験

2.1 試 料

2.1.1 石 炭

使用した石炭の分析結果を Table 1 に示す。太平洋炭と三池炭は第 1 報¹⁾、第 2 報²⁾ で用いたのと同じ試料であるが、他は実際に COM 原料として使用する場合の見地から低灰分炭

を選び検討した。

2.1.2 重質油

第 1 報¹⁾、第 2 報²⁾ で用いたのと同じアラビアンライト蒸留残さ油 (アラビアンライト RC 油) と市販の 2.0 C 重油を用いた。物性などを Table 2 に示す。

2.1.3 添加剤

市販の陰イオン性 4 種、陽イオン性 2 種、非イオン性 5 種、両性 1 種の合計 12 種の界面活性剤 (いずれも花王石鹼 (株) 製) と、著者らの研究室で独自に合成した 3 種の EDTA モノアルキルエステル二ナトリウム塩³⁾ および 3 種の EDTA モノアルキルアミド二ナトリウム塩⁴⁾ 界面活性剤を添加剤として使用してその安定効果を調べた。市販の界面活性剤のうち効果のあった 2 種と、合成界面活性剤 6 種を Table 3 に示す。

2.2 COM 製造法

前報²⁾ と同じ方法で製造した。成分の配合割合を Tables 4 ~ 8 の欄外に示す。水分配合量は、前報^{1), 2)} で結果の良かった 4% を採用した。

2.3 COM 安定性試験法

COM を第 1 報¹⁾ の Fig. 1 に示すガラスシリンダー B に入れて、70°C の恒温槽に浸して放置し、7 日目と 15 日目に、

Table 1 Analyses of Coals

Coal Brand	Industrial Analysis (%)				Total Sulfur (%)	Fuel Ratio
	Moisture	Ash	Volatile Matter	Fixed Carbon		
Taiheiyo (Japan)	6.1	11.2	44.1	38.6	0.31	0.88
Miike (Japan)	1.3	8.5	41.5	48.7	2.07	1.17
Akabira (Japan)*		6.6	41.5	51.9	0.72	1.25
Yubari (Japan)	1.6	6.2	40.8	51.4	0.32	1.26
Huntervalley (Australia)	2.6	6.9	33.3	57.2	0.41	1.72
Pittston (U. S. A.)*		7.0	29.0	64.0	0.75	2.21
Beatrice (U. S. A.)	1.3	4.2	18.9	75.6	0.74	4.00

* Dry base

Table 2 Properties of Oils

Oil Samples	d_4^{15}	Kinematic Viscosity (cSt) 50°C	Pour Point (°C)	Sulfur (%)
Arabian Light RC Oil	0.952	179.8	10.0	3.17
2.0 C Heavy Oil	0.939	151.3	7.5	1.92

昭和 57 年 11 月 29 日受理
* 鹿児島大学工学部応用化学科 (890 鹿児島市郡元 1-21-40)

Table 3 Chemical Additives

Symbol	Chemical Name (Trade Name)	Chemical Structure	Content (%)	Source
A	Sodium salt of dialkyl-sulfosuccinate ("Pelex OT-P")	$\text{CH}_2\text{COO}-\text{R}$ $\text{Na}-\text{O}_3\text{S}-\text{CH}-\text{COO}-\text{R}$	70	Commercially Available from Kao Soap K. K.
B	Octadecylbetaine ("Amphitol 86 B")	$\text{C}_{18}\text{H}_{37}-\text{N}^+(\text{CH}_3)_2-\text{CH}_2\text{COO}-$	27	
C	Disodium salt of EDTA-monododecylester	$\text{Na}-\text{OOCCH}_2\text{N}-\text{CH}_2\text{CH}_2-\text{N}-\text{CH}_2\text{CORO}-\text{Na}$ $\text{HOOCCH}_2\text{N}-\text{CH}_2\text{CH}_2-\text{N}-\text{CH}_2\text{COO}-\text{Na}$	100	Synthesized ³⁾
D	Disodium salt of EDTA-monotetradecylester	"	100	" 3)
E	Disodium salt of EDTA-monooleylester	"	100	" 3)
F	Disodium salt of EDTA-monododecylamide	$\text{Na}-\text{OOCCH}_2\text{N}-\text{CH}_2\text{CH}_2-\text{N}-\text{CH}_2\text{CONH}-\text{R}$ $\text{HOOCCH}_2\text{N}-\text{CH}_2\text{CH}_2-\text{N}-\text{CH}_2\text{COO}-\text{Na}$	100	" 4)
G	Disodium salt of EDTA-monoheptadecylamide	"	100	" 4)
H	Disodium salt of EDTA-monooctadecylamide	"	100	" 4)

Table 4 Effects of Chemical Additives on Sedimentation Stability of Taiheiyo-COM*¹⁾ (Rod Penetration Test)

Name of COM	7 Days		15 Days	
	Penetration (%)	Penetration Time (sec)	Penetration (%)	Penetration Time (sec)
COM(A)* ²⁾	100	2.0	100	32.2
COM(B)	100	4.6	100	16.8
COM(C)	100	3.3	100	5.4
COM(D)	100	7.0	100	5.6
COM(E)	100	2.6	100	9.4
COM(F)	100	2.6	100	1.8
COM(G)	100	4.2	100	8.4
COM(H)	100	2.8	100	4.5

*¹⁾ COMs are composed of dry coal(Taiheiyo) (46%), heavy oil (Arabian Light RC Oil) (49.9%), water (4 %) and additive (variable) (0.1%).

*²⁾ Letters in parentheses refer to the chemical additives used which are shown in Table 3.

Letters refer to the additives used which are shown in Table 3. COM compositions are given in Table 4.

Fig. 1 Effects of Additives on Sedimentation Stability (Specific Gravity) of Taiheiyo-COM

前報^{1),2)}と同じ方法で棒貫入試験を行い、また上下層の比重を測定してその差を求めた。ただし今回は棒貫入試験については、棒貫入時間は90 sec以上の試料についても棒が停止するまでの時間を測定した。

3. 実験結果と考察

3.1 添加剤の影響

Table 1 に示した石炭のなかでは最も添加剤の選択が難しい太平洋炭を使用して、各種界面活性剤のCOM安定性への影響を調べた。棒貫入試験の結果をTable 4に示す。試験した市販界面活性剤のうちTable 3に示さなかったドデシル硫酸ナトリウム、アルキルナフタレンスルホン酸ナトリウム、アルキルフェニルオキシポリ(エチレンオキシ)硫酸ナトリウム、オクタデシルアミン-アセテート、アルキル-ベンジル-ジメチルアンモニウム-クロリド、ノニルフェニル-ポリ(オキシエチレン)-エーテル (HLB: 12.2), ノニルフェニル-ポリ(オキシエチレン)-エーテル (HLB: 15.1), ポリ(オキシエチレン)ソルビタン-モノオクタデカノアート, ポリ(オキシエチレン)-モノオクタデカノアート, ポリ(オキシエチレン)-モノオクタ

デセノアートなどの界面活性剤を用いて調製したCOMは静置15日間以前に石炭の沈降が進行し、棒貫入率が100%にいたらなかった。すなわち、今回試験した12種の市販界面活性剤のうち太平洋COMを安定化できたのはTable 3に示したジアルキルスルホはく酸ナトリウム塩(A)にオクタデシルベタイン(B)の2種のみであった。

Table 4から、試験したすべてのEDTA誘導体型界面活性剤(C~H)は静置15日後も棒貫入率100%のCOMを与えることがわかる。これらのCOMの棒貫入時間は全て10 sec以下であり、市販界面活性剤のうち最も効果の大きかったAおよびBよりも粘度の小さいCOMを与えている。

静置15日後も棒貫入率100%を示したCOMについての、上下層間比重差測定結果をFig. 1に示す。Fig. 1によれば、上下層間比重差は7日後より15日後の方が大きくなるものが多いが、COM(F)は小さくなり、COM(G)はほとんど変化しなかった。COM(G), -(F)が15日後の上下層間比重差が小さく、COM(G)は0であり、ついでCOM(H), -(D), -(C), -(E)が小さかった。COM(A), -(B)はEDTA誘導体型界面活性剤からのCOMに比べて15

Table 5 Influence of Coal Brand on Sedimentation Stability of COM(A)*
(Rod Penetration Test)

Name of COM	Coal Brand used in COM (A)	7 Days		15 Days	
		Penetration (%)	Penetration Time (sec)	Penetration (%)	Penetration Time (sec)
Miike-COM (A)	Miike	100	1.4	100	4.0
Akabira-COM (A)	Akabira	100	2.6	100	1.2
Yubari-COM (A)	Yubari	100	1.6	100	1.0
Huntervalley-COM (A)	Huntervalley	100	1.8	100	4.8
Pittston-COM (A)	Pittston	100	1.0	100	0.8
Beatrice-COM (A)	Beatrice	100	1.4	100	1.2

* COMs are composed of dry coal (variable) (46%), heavy oil (Arabian Light RC oil) (49.9%), water (4%), and additive (A : sodium dialkylsulfosuccinate) (0.1%).

Table 6 Influence of Coal Brand on Sedimentation Stability of COM(I)*1)
(Rod Penetration Test)

Name of COM	Coal Brand used in COM (I)	7 Days		15 Days	
		Penetration (%)	Penetration Time (sec)	Penetration (%)	Penetration Time (sec)
Miike-COM (I)*2)	Miike	100	1.4	100	1.6
Akabira-COM (I)	Akabira	100	2.8	100	1.6
Yubari-COM (I)	Yubari	100	2.4	100	1.0
Huntervalley-COM (I)	Huntervalley	100	1.8	100	2.2
Pittston-COM (I)	Pittston	100	1.0	100	1.0
Beatrice-COM (I)	Beatrice	100	1.2	100	1.0

*1) COMs are composed of dry coal (variable) (46%), heavy oil (Arabian Light RC Oil) (49.9%), water (4%), and additive (I : sodium dodecylbenzenesulfonate) (0.1%).

*2) Values are quoted from the previous paper²⁾.

日後上下層間比重差はやや大きくなったが、棒貫入率が 100%を示したので実用的な COM であると考えられる。以上実験の結果、太平洋炭とアラビアンライト RC 油からの COM の場合は、添加剤として F、G がもっともすぐれ、ついで H、D、C、E が良いが、A、B も使用できることがわかった。

良い COM を与えた添加剤について考察してみると、B を除いては、第 2 報²⁾ですぐれていることのわかったソフト型ドデシルベンゼンスルホン酸ナトリウムを含めて、いずれも陰イオン性界面活性剤であった。しかし特に有効であったのは **Table 3** 記載の 6 種の合成した EDTA 誘導体型界面活性剤であり、なかでも EDTA モノアルキルアミド型活性剤を用いると上下層間にはほとんど比重差を生じない。これらは構造上金属イオンのキレート化力を有しており、この性質が関係しているかも知れない。EDTA 誘導体型を除くと、市販の陰イオン性界面活性剤中では、第 2 報²⁾で結果の良かったソフト型ドデシルベンゼンスルホン酸ナトリウム（以下、I と略称する）と今回の添加剤 A（ジアルキルスルホコハク酸ナトリウム塩）の二種類が有効であることがわかったが、両者に共通していることはいずれもスルホン酸ナトリウム塩の構造を有していることである。

試験した他の型の界面活性剤では、ペタイン型の両性界面活性剤である B（オクタデシルペタイン）が有効であったのは注目される。

3・2 石炭種類の影響

第 2 報²⁾では石炭の種類も COM の安定性に大きな影響を及ぼすことがわかったので、前回有効であることのわかった市

COM compositions are given in Table 5.

Fig. 2 Influence of Coal Brand on Sedimentation Stability (Specific Gravity) of COM(A)

販添加剤 I、今回太平洋 COM に対して有効であることがわかった市販添加剤 A と、合成添加剤 F を用い、**Table 1** の太平洋炭を除く 6 種の石炭とアラビアンライト RC 油から COM を製造して、その安定性を試験した。添加剤 A を用いた場合の棒貫入試験結果を **Table 5** に、上下層間比重差試験の結果を **Fig. 2** に示す。**Table 5** によると、15 日後いずれも棒貫入率 100% を示し、棒貫入時間も 5 sec 以下であり、太平洋炭を用いた COM(A) (**Table 4**) の 15 日後棒貫入時間 32.2 sec に対して非常に短かく、良い COM であった。また **Fig. 2** によると、15 日後上下層間比重差は、太平洋炭を用いた COM (A) (**Fig. 1**) が 0.206 を示したのに対し、ピットトン炭を用いたピットトン COM(A) が一番大きくて 0.099、ハンタ

Table 7 Influence of Coal Brand on Sedimentation Stability of COM(F)*
(Rod Penetration Test)

Name of COM	Coal Brand used in COM (F)	7 Days		15 Days	
		Penetration (%)	Penetration Time (sec)	Penetration (%)	Penetration Time (sec)
Miike-COM(F)	Miike	100	1.9	100	3.2
Akabira-COM(F)	Akabira	100	1.7	100	4.1
Yubari-COM(F)	Yubari	100	2.3	100	2.3
Huntervalley-COM(F)	Huntervalley	100	1.4	100	1.5
Pittston-COM(F)	Pittston	100	1.0	100	1.4
Beatrice-COM(F)	Beatrice	100	1.5	100	1.1

* COMs are composed of dry coal (variable) (46%), heavy oil (Arabian Light RC Oil) (49.9%), water (4%), and additive (F : disodium salt of EDTA-monododecylamide) (0.1%).

COM compositions are given in Table 6.

Fig. 3 Influence of Coal Brand on Sedimentation Stability (Specific Gravity) of COM (I)

ーパレー COM(A) が 0.063 を示したが、他はそれ以下であり、いずれの石炭も添加剤Aを用いる COM の原料炭として適していることがわかった。特に赤平 COM(A)、夕張 COM(A) は、15 日後上下層間比重差 0、棒貫入時間 1sec 程度を示し、全然沈降せず極めて優秀な COM であることがわかった。

添加剤 I を用いた場合の棒貫入試験と上下層間比重差測定の結果をそれぞれ Table 6 と Fig. 3 に示す (ただし、三池炭については前報²⁾ の測定値を引用した)。Table 6 によれば、15 日後いずれも棒貫入率 100%、棒貫入時間 2.2sec 以下を示し、極めて優秀であった。また Fig. 3 によれば、15 日後上下層間比重差は、ピットトン COM(I) が 0.118 とやや高いほかはいずれも 0.042 以下でこの点も非常に優秀であった。この添加剤を用いれば、第 2 報²⁾ でも多くの石炭から優秀な COM が得られることを報告しているが、今回新たに 5 種の石炭からも優秀な COM が得られることが明らかになった。

合成添加剤 F を用いた場合の COM の棒貫入試験と上下層間比重測定結果をそれぞれ Table 7 と Fig. 4 に示す。Table 7 によれば、すべての石炭について静置 15 日後も棒貫入率 100% を示した。棒貫入時間も 4.1sec 以下であり、前述の市販添加剤 A、I の COM と同様極めて優秀な COM であった。Fig. 4 によれば 15 日後の上下層間の比重差は赤平 COM (F) が 0.109、三池 COM(F) が 0.077 とやや高いほかはいずれも 0.041 以下でありこの点でも優秀であった。市販添

COM compositions are given Table 7.

Fig. 4 Influence of Coal Brand on Sedimentation Stability (Specific Gravity) of COM (F).

加剤 A、I では比重差が比較的高かったピットトン炭も、合成添加剤 F を用いると比重差の小さい COM が得られた。

太平洋炭のような低炭化度の石炭を用いた場合は、市販の界面活性剤に比べて、合成した EDTA 誘導体型界面活性剤の方が COM の安定化効果が大きいことが、Table 4 と Fig. 1 から明らかであるが、高炭化度の石炭を用いた場合は、市販の最も効果の大きかった界面活性剤と合成界面活性剤の効果の差は小さいことが Tables 5~7 と Figs. 2~4 からわかる。

太平洋炭の場合に特に EDTA 誘導体型界面活性剤の効果が大きかった理由について考察する。試験した石炭のうち、太平洋炭のみ燃料比が 1 以下で (Table 1)、石炭化度が低いため極性基含量が高く、しかも灰分・金属含量も高いので石炭表面の親水性が他の石炭に比べてかなり大きい。このことは乾燥石炭粉末を水面に浮かべたとき、燃料比の大きいビートリス炭などは長時間経過しても水に濡れず沈降しないが、太平洋炭は水に濡れてすぐに沈降することからもわかる。燃料比の異なる数種の石炭について添加剤なしで調製した COM の安定性試験によると¹⁾、燃料比の最も小さい太平洋炭が最も早く沈降・凝集しており、COM 中での石炭の安定性は石炭表面の親水性に大きく左右されることがわかる。界面活性剤の添加による COM 安定化機構の一つは、石炭表面の極性基・親水基部分に界面活性剤の親水基が配向・吸着し、石炭の極性基・親水基同志の凝集が阻止されることにある。このとき太平洋炭のように灰分とくに金属含量の高い石炭の場合は、通常の市販界面活性剤ではこの灰分とくに金属部分の保護が困難であるが、試験

Table 8 Influence of Heavy Oil on Sedimentation Stability of COM(I) *1)
(Rod Penetration Test)

Name of COM	Heavy Oil used in COM (I)	7 Days		15 Days	
		Penetration (%)	Penetration Time (sec)	Penetration (%)	Penetration Time (sec)
Miike-COM (I) *2)	Arabian Light RC Oil	100	1.4	100	1.6
Miike-COM (I) No. 2	2.0 C Heavy Oil	100	1.4	100	1.4

*1) COMs are composed of dry coal (Miike) (46%), heavy oil (variable) (49.9%), water (4%), and additive (I: sodium dodecylbenzenesulfonate) (0.1%).

*2) Data are quoted from our previous paper²⁾.

COM compositions are given in Table 8.

Fig. 5 Influence of Heavy Oil on Sedimentation Stability (Specific Gravity) of Miike-COM (I)

した EDTA 誘導体型界面活性剤のように、分子中に親水基を多数有し、しかも金属とはキレート結合が可能な配位子を有する界面活性剤では、石炭表面の金属部分と強く結合することによりその親水性が効果的に保護されるものと考えられる。試験したその他の石炭は太平洋炭に比べて灰分含量が小さく、また親水性も小さいので、EDTA 型界面活性剤と市販界面活性剤 (A, I) の効果に大きな差が現れなかったものと考えられる。

第 2 報²⁾ の結果とも併せて考察すると、添加剤 A, I, F にも Table 1 の各石炭とアラビアンライト RC 油から COM を製造する際に有効な添加剤であることがわかった。また 15 日後、いずれの添加剤を用いた COM も棒貫入率 100% を示し安定な COM であるが、添加剤 A, I を用いた場合の太平洋 COM とピットン COM、添加剤 F を用いた場合の赤平 COM がやや上下層間比重差を生ずることがわかった。添加剤 A, I を用いた場合の太平洋 COM の場合は棒貫入時間もやや長く、太平洋炭は COM 原料としてはあまり適していない。

3.3 重質油種類の影響

COM 成分の重質油は、当然 COM の粘性その他の性質に大きな影響を及ぼすが、COM の安定性にはどのような影響を及ぼすかを検討するために、Table 2 記載の 2.0 C 重油を用い、三池炭と添加剤 I から COM を製造し、第 2 報²⁾ Table 7, Fig. 4, Fig. 5 の No. 10 COM (重質油のみアラビアンライト RC 油、他成分は同一) と安定性を比較した。

棒貫入試験と上下層間比重差測定の結果をそれぞれ Table 8 と Fig. 5 に示す。Table 8 によると、15 日後上下層間比重差はやや三池 COM (I) No. 2 が小さかったが大差なく、い

ずれもすぐれていた。Table 2 に示すように、2.0 C 重油の方が、粘度、比重がやや小さいのであるが、この程度の物性差は COM の安定性にほとんど影響しないことがわかった。

4. 結 言

第 2 報²⁾ に引き続いて、太平洋炭・アラビアンライト RC 油系 COM について、安定な COM を製造する際の有効な添加剤を種々検索した結果、著者らの研究室で合成した EDTA モノドデシルアミド二ナトリウム塩⁴⁾、EDTA モノヘキサデシルアミド二ナトリウム塩⁴⁾、EDTA モノオクタデシルアミド二ナトリウム塩⁴⁾、EDTA モノドデシルエステル二ナトリウム塩³⁾、EDTA モノテトラデシルエステル二ナトリウム塩³⁾、EDTA モノオレイルエステル二ナトリウム塩³⁾ の EDTA 誘導体型の界面活性剤が、非常に安定な COM を与えることを知った。また市販の界面活性剤のうちでは、陰イオン性界面活性剤のジアルキルスルホはく酸ナトリウム塩 (A) と、両性界面活性剤のオクタデシルベタイン (B) が有効な添加剤であることを見出した。

第 2 報²⁾ と本報でそれぞれ有効であることのわかったソフト型ドデシルベンゼンスルホン酸ナトリウム (I)、ジアルキルスルホはく酸ナトリウム塩 (A) および EDTA モノドデシルアミド二ナトリウム塩 (F) の 3 種の陰イオン性界面活性剤を添加剤として用い、Table 1 記載の各種石炭とアラビアンライト RC 油から COM を製造して安定性を試験したところ、いずれの添加剤ともすべての石炭から 15 日間安定な COM をつくることができること、ただし前二者の添加剤を用いた場合には、太平洋炭からの COM、ついでピットン炭からの COM が 15 日後棒貫入率 100% を示すけれども、上下層間にやや比重差を生ずることを知った。

また重質油成分として 2.0 C 重油を用いて、三池炭と添加剤 I から製造した COM について試験したところ、安定性についてアラビアンライト RC 油を用いた COM と差はないことを確認した。

本研究は、昭和 57 年 11 月 17 日、日本化学会九州・中国・四国支部合同大会で発表したものであり、また本研究の研究費の一部は昭和 57 年度科学研究費 (エネルギー特別研究) によったものである。

References

- 1) Takeshita, T., Maeda, S., Imayoshi, M., Kitada, Y.,

- J. Japan Petrol. Inst.*, **25**, 136 (1982).
- 2) Takeshita, T., Maeda, S., Imayoshi, M., Mitsuo, Y., Tokumura, H., *J. Japan Petrol. Inst.*, **25**, 389 (1982).
- 3) Takeshita, T., Wakebe, I., Maeda, S., *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **57**, 430 (1980).
- 4) Takeshita, T., Shimohara, T., Maeda, S., *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **59**, 104 (1982).

Summary

Studies on COM (Part 3)

Effects of Additives on Sedimentation Stability of COM (II)

Toshio TAKESHITA*, Shigeru MAEDA*, Morio IMAYOSHI*, Yoshihiro MITSUO*, Yoshiki KATAYAMA* and Tomohiro KAMIKAWA*

In order to investigate the effects of additives, coals and heavy oils on COM's stability, various compositions of COMs were prepared by the method described in our previous paper¹⁾. The rod penetration test and the specific-gravity test of the COMs prepared were also carried out according to the methods described in our previous paper^{1),2)}. A summary of the experimental results is as follows.

(1) Additives : Data shown in **Table 4** and **Fig. 1** revealed that the COMs prepared from six EDTA-derivatives, disodium salts of EDTA-monoalkyl esters (R=dodecyl-(C), tetradecyl-(D), oleyl-(E))³⁾ and disodium salts of EDTA-monoalkylamides (R=dodecyl-(F), hexadecyl-(G), octadecyl-(H))⁴⁾, all of which were prepared by the authors and shown in **Table 3**, were much more stable, without exception, than those

prepared from the commercially available surfactants tested.

Anionic sodium salt of dialkylsulfosuccinate(A) and amphoteric octadecylbetaine(B) were found to be better additives than the other commercially available surfactants tested.

(2) Coals : Influences of the coals listed in **Table 1** on COM's stability were investigated by use either of commercial additive A, a soft-type of dodecylbenzene-sulfonate(I), or synthesized additive F. The experimental results shown in **Tables 5~7**, and **Figs. 2~4** led to the conclusion that stable COMs could be prepared satisfactorily from the coals tested by use either of the additives.

(3) Heavy oils : Effects of the two oils listed in **Table 2** on Miike-COM's stability were compared. The results shown in **Table 8** and **Fig. 5** led to the conclusion that both oils gave stable COMs and that the difference in their effects was negligible.

* Department of Applied Chemistry, Faculty of Engineering, Kagoshima University (1-21-40, Korimoto, Kagoshima 890)

Keywords

Coal oil mixture, Heavy oil, Surfactant, Sedimentation stability, Additive