

# I-1. 原油および石油製品

## 1.1 はじめに

世界のエネルギー事情をみると1996年の一次エネルギー供給量は原油換算で83億トンを超え、その40%を石油が占めている。我国では一次エネルギー供給量5億トン（原油換算）のうち54%を石油が占め、イタリアと並び他の欧米諸国に比べて石油への依存割合が高いのが特徴となっている（OECD/IEA Energy balance of OECD countries (1995-96)）。世界の石油需要をみると1996年の石油消費量は40億klで、このうちアメリカが25%と最大の消費国で、日本は8.4%で世界第2位の消費国となっている。

我が国では石油の安定的確保のため東南アジアなど輸入先の多様化を図っているものの、「エネルギー生産・需給統計」によると1996年の石油輸入量2億6千万klの80%を中東諸国が占め、中東への依存度が依然高い。そのため緊急時に備えて国家備蓄と石油会社などの民間備蓄を合わせて約160日分の石油が蓄えられている。

原油はタンカーで我が国へ移送され、原油輸入基地（568基、容量4000万kl）に蓄えられる。製油所で作られた石油製品は製品・半製品タンク（4,500基、容量4,400万kl）に蓄えられ、内航タンカー（1,100隻）で油槽所（600カ所、41,00基、容量900万kl）に運ばれ、その後タンクローリー（17,000台）でガソリンスタンドや石油製品販売所に運ばれる。我が国では、タンカーとタンクローリーによる輸送が一般的で、全輸送量の90%を占める。このように、原油や石油製品は船によって海上を運ばれるため、原油輸入基地、製油所及び二次基地である油槽所は、海に接して立地している。

そのため、輸送中のタンカーや貯蔵タンクで事故が起るとはほぼ例外なく海が汚染され、原油及び石油製品は比重が小さいため潮流で拡散し、被害を広げる結果となりやすい。大きな事故になると、水島の重油流出事故や

最近のナホトカ号の重油流出事故などのように100億円単位の漁業被害並びに海の生態系に大きな影響をもたらす。さらに、流出油の回収や汚染された環境の浄化復元にも莫大な費用と時間がかかる。また、石油生産量の3.4%が農林水産用に、2.7%が運輸・船舶用に使われていることから、一般の船舶の事故でも燃料重油等の流出による海の汚染の原因となっている。我が国における石油等による海洋汚染事例を見ると、原油と重油によるものが大部分を占めていることがわかる。

## 1.2 原油に含まれる成分

原油は、分子量の異なる多種類の炭化水素の混合物であり、含まれる成分の割合によって性質が異なる。原油には、炭化水素類の他に硫黄化合物、酸性物質、重金属などが微量に含まれている。炭化水素類は、n-パラフィン（直鎖飽和化合物）、オレフィン（直鎖不飽和化合物）、単環芳香族、多環芳香族、ナフテン（飽和環状化合物）、アスファルテン等から構成されている。それら化合物の集合である炭化水素混合物中のパラフィン、ナフテン、芳香族の割合で混合物の特性が異なり、一般に比重、粘度、沸点等の物理的性状がその特性を表す手段として使われる。アスファルテンは原油の成分で最も重い部分に含まれ、多環芳香族化合物で1分子中の炭素数は50を越すのが普通で炭素の水素に対する比率が高い。アスファルテン含量が多いとその物質は強く安定した結合材となりアスファルトと呼ばれる。

原油は多かれ少なかれ硫黄を含み、それらは遊離硫黄、硫化水素、メルカプタン、硫化アルキル、環状硫化物、スルホン酸、チオフェン等多様な化合物からなっている。わが国では、硫黄分2%（重量パーセント）以上含む原油を高硫黄原油、1%以下のものを低硫黄原油、中間のものを中硫黄原油と呼ぶ。重油燃焼時に発生するSO<sub>2</sub>公害問題で硫黄排出量の削減のため、重油脱硫の実

表 1.1.1 原油の蒸留温度と製品の種類及び生産割合

| 沸点(°C)  | 留分         | 製品     | 比重        | 生産割合(%) |
|---------|------------|--------|-----------|---------|
| ～ 30    | 石油ガス留分     | LP ガス  | 0.50～0.60 | 4       |
| 30～180  | ガソリン・ナフサ留分 | ガソリン   | 0.73～0.76 | 22      |
|         |            | ナフサ    | 0.65～0.75 | 7       |
| 170～250 | 灯油留分       | ジェット燃料 | 0.76～0.80 | 3       |
|         |            | 灯油     | 0.78～0.80 | 11      |
| 240～350 | 軽油留分       | 軽油     | 0.80～0.84 | 20      |
| 350～    | 残油         | A重油    | 0.83～     | 12      |
|         |            | B, C重油 | ～0.96     | 17      |
|         |            | アスファルト | 1.00～1.06 | 4       |



### 1.3 石油製品の種類と特徴

液化石油ガス (LPG)：一般に市販されている LPG は炭素数 3 及び 4 の炭化水素でプロパン、プロピレン、ブタン、ブチレンの混合物である。環境に流出した場合、速やかに大気中に揮発、拡散する。

ガソリン：成分的には炭素数 4 から 12 程度までの炭化水素の混合物で、含まれる炭化水素の種類は数十から数百に及ぶ。n-アルカン、iso-パラフィン、オレフィン、ナフテン、芳香族炭化水素を含む。海洋に流出した場合これら成分の一部は大気中に揮発拡散するが、一部は海水中に溶存して、水生生物に急性的影響を起す。

ナフサ：ナフサは原油を蒸留した際、LPG と灯油の間に留出するもので軽質ナフサと重質ナフサに分けられる。軽質ナフサは沸点 30~130°C、比重 0.65~0.70 で熱分解の行いやすいパラフィン系炭化水素に富み、石油化学原料 (エチレン製造用) や化学工業原料に用いられる。重質ナフサは沸点 90~170°C 比重 0.70~0.75 で芳香族化が行いやすいアロマ・ナフテン系炭化水素に富み、接触改質ガソリンの原料や芳香族炭化水素製造原料などに用いられる。

灯油 (ケロシン)：灯油は石油製品のなかで最も古くから使用されていたもので、沸点範囲は 160~300°C 程度のものである。

軽油：軽油は沸点範囲が 200~370°C の範囲で灯油の次に留出するものである。ほとんどは、ジーゼルエンジンの燃料として用いられる。灯油、軽油は高沸点成分の占める割合が多くなり、海洋に流出した場合大気への揮発は小さく、主として海洋汚染を引き起す。ジーゼルエンジンには灯油や重油も使用され、エンジンの形式によってその燃料も変わる。高速ジーゼルエンジンは軽

油、中速ジーゼルエンジンは 1, 2 種重油、低速ジーゼルエンジンは 1 種から 3 種重油を使用する。ジーゼル燃料の名称は国によって慣用名があるので、参考のためにジーゼル燃料の各種規格と慣用名称の対照表を表 I.1.3 に示す。

重油：我が国でガソリンを抑えて最も多量に生産されている製品で 30% を占めている。重油は JIS の規定ではジーゼル機関用、ボイラー用及び各種炉の燃料として適当な鉱油で、製造上の区分ではナフサ留分までの軽質油以外の留出油と蒸留残油の混合物、あるいは蒸留残油そのものを総称した燃料油をさす。すなわち、重油は蒸留残油を主とし、または軽油、減圧蒸留の留出油等を混合した石油製品である。粘度は種類分けする上で重要な性質で重油の用途にも関係している。たとえば A 重油は予熱の必要がないが、高粘度の C 重油では予熱して適当な粘度に調整して使用するのが普通である。海洋に流出した場合、粘度が高いためにウォーターインオイルエマルジョン (ムース) を形成しやすく、海岸に漂着して汚染の原因になるとともに、一般的に水生生物に対して慢性的な影響が危惧されている。

潤滑油：潤滑油は、機械の摩擦部分を潤滑にして摩擦を減少させ、焼き付きや摩耗を防ぐ性質を有する。石油系潤滑油は安価のため広く使われている。潤滑油留分は常圧蒸留残油や重質原油を減圧蒸留して留出した潤滑油原料にいろいろな精製を行って得られる。微量の硫黄、酸素、窒素を含むが、大部分は炭素数で 20 から数十の炭化水素化合物で構成されている。

アスファルト：アスファルトは、道路舗装用や建築材料として利用されるが、その歴史は古くメソポタミアやエジプト時代から防水・防腐用として、また建造物の接着剤として使われていた。石油・石炭あるいはその他の

表 I.1.3 ジーゼル燃料の各種規格と慣用名称の対照表 (石油連盟, 1997 年より)

| JIS による名称       | 3, 3, 2, 1, 特 1 軽油                           | 1 種重油   | 2 種重油                     | 3 種重油<br>1 号     | 3 種重油<br>2 号   | 3 種重油<br>3 号       |
|-----------------|--|---|---------------------------|------------------|----------------|--------------------|
| JIS の粘度規格 (cSt) | >1.8 ~ >2.7<br>(30°C)                        | <20<br>(50°C)   | <50<br>(50°C)             | <250<br>(50°C)   | <400<br>(50°C) | 400~1000<br>(50°C) |
| ASTM            | ← No.1 → ← No.2 →                            | ← No.4 → ← No.5 →                                       | ← No.6 →                  |                  |                |                    |
| アメリカ規格の名称 PS    | ← PS110 → ← PS →                             | ← 200 → ← PS300 →                                       | ← PS400 →                 |                  |                |                    |
| イギリス規格の名称       | ← BS1 class A →                              | ← BS1 class B →   | ← BS class 3-C →          | ← BS class 2-D → |                |                    |
| 日本の慣用名称         | ← 軽油 →                                       | ← A 重油 → ← B 重油 →                                       | ← C 重油 →                  |                  |                |                    |
| 外国の慣用 (アメリカ 1)  | ← gas oil → ← Diesel oil →                   | ← bunker A → ← bunker B →                               | ← bunker C →              |                  |                |                    |
| (アメリカ 2)        |  | ← light fuel oil → ← heavy fuel oil →                   |                           |                  |                |                    |
| ヨーロッパ           |  | ← light marine fuel oil → ← medium marine fuel oil →    | ← heavy marine fuel oil → |                  |                |                    |
| 一般名称            | Diesel oil                                   | ← boiler fuel oil, bunker fuel oil or marine fuel oil → |                           |                  |                |                    |
| 使用機関の種類         | ← 高速ジーゼル機関 →<br>← 中速ジーゼル機関 →<br>← 低速ジーゼル機関 → |   |                           |                  |                |                    |

ASTM: American society for testing and materials, PS: pacific specification, BS: British standard

有機物が熱的に変化してできるタール状の物質をピチューメンというが、アスファルトはピチューメンを主成分とする黒色または黒褐色の固体または半固体の可塑性物質で、原油を蒸留した際に得られる残油やこれと類似の成分からなる天然産のものを指す。

#### 1.4 おわりに

以上述べたように石油は多数の炭化水素の混合物であり、その組成は産地によって大きく異なる。我が国の石油による海洋汚染事故は主に原油と重油が占めているが、石油流出事故に伴う影響を考える場合その生物に対する毒性が重要な要因となる。原油流出後、揮発性成分が時間とともに蒸発するためその成分組成も変化する。石油成分では、揮発性成分特に芳香族化合物の毒性が大

きいことが知られている。従って揮発性の成分を含む原油の方が、蒸留でそれらの成分が除かれた重油に比べて毒性が大きい。また、油が海表面を覆うことによる影響もあり、油の物性も重要である。そのため、事故に際して流出油の種類や性状を把握することは非常に重要である。

#### 引用文献

- 石油連盟, 1997. 石油製品の品質と規格, 139 pp.  
山本研一・堤 繁, 1962. 石油・石油化学, 日刊工業新聞社, 269 pp.  
W. L. レフラー (狩野滋 訳), 1983, 石油精製の基礎知識, リーベル出版, 183 pp.

<有馬 郷司>