

# エンジン内デポジットの診断技術

有機分析研究室 中井恭子, 江崎泰雄

## Diagnostics for Formation Mechanism of Deposits in Gasoline Engine

Kyoko Nakai, Yasuo Esaki

### 1. はじめに

エンジンの内部には燃料やエンジンオイルあるいはそれらの不完全燃焼生成物が徐々に堆積する。この堆積物をデポジットと呼び、過度の堆積は自動車のエミッションやドライバビリティに悪影響を及ぼす。デポジットを抑制するためには、その生成メカニズムを明らかにする必要がある。しかし、デポジットの性状はエンジンデザイン、運転条件、堆積部位などによって複雑に変化するため、エンジン全域のデポジットの生成メカニズムを統一的に解析する手法は確立されていない。

そこで今回、ガソリンエンジンの各部に堆積するデポジットの性状調査を通して、それらの生成源と生成経路を診断する技術を確認した。

### 2. デポジットの診断技術

#### (1) 生成源の識別

エンジン各部に堆積するデポジットの性状を各種分析手段を用いて調査した。その結果、デポジットの構成成分を、各々の物理・化学的特性の違いから **Table 1** に示す5種類に分類でき、生成源の識別が可能になった。成分FarとFalは燃料に由来する物質であり、前者は燃料中の芳香族炭化水素が燃焼室内で酸化重合した生成物<sup>1)</sup>、後者は脂肪族炭化水素の熱分解物（オレフィン類）がNO<sub>x</sub>と

反応して生成した物質である<sup>2)</sup>。成分 Oh, Om, Ol はオイルに由来する物質であり、堆積部位における、あるいは堆積に至る過程で受ける熱履歴の違いによる3物質である。

#### (2) 生成経路の推定

エンジン内には複数の燃焼ガスの流れとオイルの消費経路がある。識別した各成分の生成経路を明らかにするため、エンジンの吸気系から排気系に堆積するデポジットの性状を同時解析し、相互の成分差から経路が推定できた。

解析例を **Fig. 1** に示す。吸気系全域に存在する成分 Ol は PCV ( クランクケース内強制換気システム ) から飛来したオイルによる。また、スロットルバルブ近傍の成分 Fal は PCV を経由したブローバイガスの滞留の影響であり、吸気弁およびインジェクタ周辺の成分 Far は燃焼室からの吹き返しの影響であることなどが診断できた。

本技術は、デポジットの迅速な原因究明と対策に有効な手段と考える。

### 参考文献

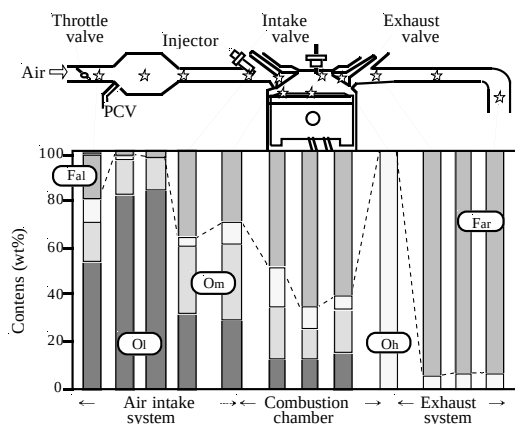
- 1) 江崎泰雄, ほか 4 名 : 自動車技術会学術講演会前刷集, 964(1996), 169
- 2) Kawamura, M., et al. : SAE Tech. Pap. Ser., No.892105(1989), 11p.

**Table 1** Characteristics of deposit components

| Source     |     | Component                                                                     | Solubility                         | Weight loss range by TG*2 | Specific functional group | Specific element          |
|------------|-----|-------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| Fuel       | Far | Oxidation products of aromatic HC*1 in combustion chamber                     | Insoluble in hexane and chloroform | 500 ~ 700 ℃               | C=C ring<br>C=O           | C, O                      |
|            | Fal | Reaction products of NOx and olefinic HC*1, combustion products               | Soluble in chloroform              | 350 ~ 500 ℃               | C=O<br>C NO2              | C, O<br>N                 |
| Engine oil | Oh  | Highly oxidized fractions (mainly inorganic oxides from additives)            | Insoluble in hexane and chloroform | Residue at 700 ℃          | SO42-<br>PO43-            | O<br>Ca, Zn<br>P, S       |
|            | Om  | Partially oxidized fractions (organic additives and their oxidation products) | Soluble in chloroform              | 350 ~ 500 ℃               | CH3-C-CH3<br>COO-         | C, O<br>Ca, Zn<br>P, S, N |
|            | Ol  | Slightly oxidized fractions (mainly base oil)                                 | Soluble in hexane and chloroform   | 200 ~ 350 ℃               | C H                       | C                         |

\*1 HC : Hydrocarbon

\*2 TG : Thermal gravimetry analysis (in the air)



**Fig. 1** Composition of each deposit in gasoline engine. (Test condition : 1.8L engine, 1600rpm, 57N·m, 300H)