

# 국내 유통 엔진오일 품질 모니터링

임영관<sup>†</sup> · 이은율 · 이경묵 · 나용규 · 김종렬

한국석유관리원

(2018년 1월 5일 접수, 2018년 2월 10일 심사, 2018년 2월 14일 채택)

## Quality Monitoring for Domestic Distributing Engine Oil

Young-Kwan Lim<sup>†</sup>, Eun-Yul Lee, Kyoung-Mook Lee, Yong-Gyu Na, and Jong-Ryeol Kim

Korea Petroleum Quality & Distribution Authority, Chungcheongbuk-Do 28115, Korea  
(Received January 5, 2018; Revised February 10, 2018; Accepted February 14, 2018)

### 초 록

자동차용 윤활유가 국내 윤활유 시장의 35%를 차지하고 있으며, 이 중 엔진오일이 자동차용 윤활유의 77%를 차지하고 있다. 운전자와 엔진보호를 위해 유통 엔진오일의 품질이 적절하게 관리되어야 한다. 하지만 KS제품과 합성엔진오일(합성기유가 30% 이상 포함된 제품)은 석유 및 석유대체연료 사업법상 품질검사에서 제외되어져 있다. 본 연구에서는 국내 유통되고 있는 합성엔진오일 30개 제품에 대한 품질 모니터링을 실시하였다. 품질 모니터링 결과, 2개 제품이 품질이 부적합하였는데, 이 중 1개 제품은 해외에서 수입한 합성엔진오일이며, 다른 1개 제품은 KS제품이면서 합성엔진오일이었다. 또한 고온모사증류시험(SIMDIST)을 이용해 엔진오일의 패턴을 분석한 결과, 해외 수입제품 몇 개를 제외하고는 대부분 일반 광유 엔진오일의 전형적인 넓은 탄소수 분포 패턴을 보였다. 따라서 소비자의 피해를 예방하기 위해 KS제품과 합성엔진오일에 대한 적절한 품질관리 법규가 필요한 것으로 판단된다.

### Abstract

The vehicle lubricant has captured 35% of the total lubricant market while the engine oil possessed 77% of the vehicle lubricant market in Korea. The suitable quality management of circulating engine oil is thus required for the driver and engine protection. But, KS and synthetic engine oil products (containing over 30% synthetic oil) are exempt to any quality inspections under Petroleum and Alternative Fuel Business Act. In this study, our research group investigated the quality monitoring of 30 kinds of domestic distributing synthetic engine oils. Two kinds of the engine oil showed an off specification from the test results; one engine oil is an imported and the other is a KS synthetic one. Also, the pattern of engine oils were analyzed using SIMDIST (simulated distillation) and the most engine oils had a broad carbon number spectrum, which is a typical of mineral oils except several imported products. Thus, we concluded that relevant laws for the proper quality management of synthetic oils and KS products are needed to be established for preventing consumer's damages.

**Keywords:** engine oil, KS product, synthetic lubricant, quality monitoring

## 1. 서 론

아무리 정교하게 제작된 장비(설비)라고 하더라도, 움직이는 두 접촉면에서는 반드시 마찰이 발생되며, 마찰에 의한 동력손실과 마찰·마모로 인한 고장을 방지하기 위해 장비(설비)에 윤활유를 사용한다 [1]. 윤활유제품은 일반적으로 윤활기유(base oil)에 기능성 첨가제를 일정 비율로 혼합하여 생산된다. 윤활유제품의 주성분인 윤활기유는 원유를 정제하여 만든 광유(mineral oil)와 저분자 단위체를 이용해 고분자량으로 전환한 형태의 합성기유(synthetic base oil)로 구분된다. 합성기유는 일반 광유의 단점을 보완한 다양한 성능(내마모성, 산화

안정성 등)을 지니는 것으로 알려져 있다[2].

일반적으로 합성기유로는 에틸렌(ethylene)이나 1-데센(1-decene)과 같은 올레핀(olefin) 형태의 단량체(monomer)를 중합시켜 만든 PAO (poly alpha olefin)가 대표적이며, PAO는 윤활유산업 초기 광유의 열악한 산화안정도 등을 보완하는 고성능 윤활기유로 알려져 있다[3,4]. 그 밖의 엔진오일용 합성기유로는 폴리부텐(polybutene), 알킬벤젠(alkylbenzene), 디에스테르(diester), 폴리올 에스테르(polyolester), 폴리알킬렌글리콜(polyalkylene glycol) 등이 있지만 대부분 사용량이 작다[5,6].

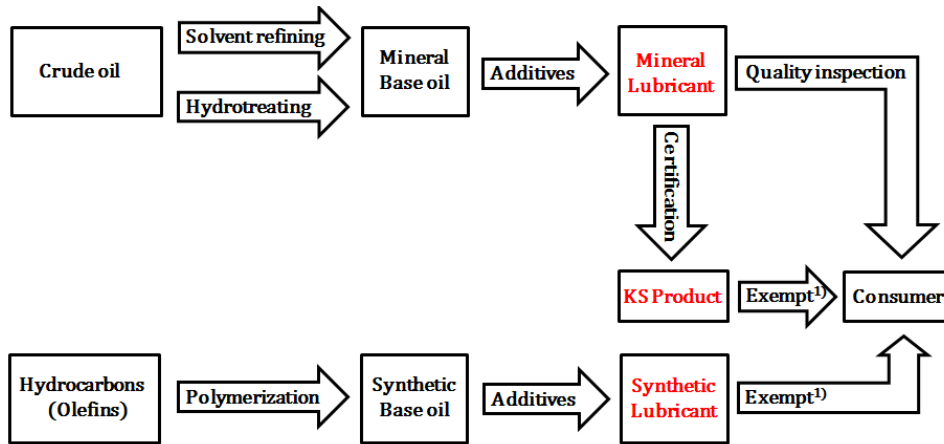
Figure 1은 일반적인 윤활유 생산공정을 나타내고 있으며, 원유로부터 기인된 윤활기유에 첨가제를 첨가하여 생산한 일반윤활유와 올레핀과 같은 단량체로부터 인위적으로 합성된 합성기유에 첨가제를 첨가하여 생산한 합성윤활유로 구분된다. 합성윤활유는 일반윤활유에 비해 비교적 비싼 가격으로 유통되고 있다.

국내에서는 합성윤활유 외에 KS 제품을 등록, 판매하고 있다. KS

<sup>†</sup> Corresponding Author: Korea Petroleum Quality & Distribution Authority, Chungcheongbuk-Do 28115, Korea  
Tel: +82-43-240-7973 e-mail: yklim92001@kpetro.or.kr

Table 1. Specification of Vehicle Engine Oil in Korea[11]

Item	Grade	Grade SAE0W	Grade SAE5W	Grade SAE10W	Grade SAE15W	Grade SAE20W	Grade SAE25W	Grade20 SAE20	Grade30 (SAE30)	Grade40 (SAE40)	Grade50 (SAE50)	Grade60 (SAE60)
Flash Point (°C)		over 170	over 170	over 170	over 175	over 180	over 185	over 180	over 190	over 195	over 200	over 205
Cold Cranking Simulator (Pa · s)		below 6.20 (-35 °C)	below 6.60 (-30 °C)	below 7.00 (-25 °C)	below 7.00 (-20 °C)	below 9.50 (-15 °C)	below 13.00 (-10 °C)	-	-	-	-	-
Kinematic Viscosity (100°C, mm <sup>2</sup> /s)		over 3.8	over 3.8	over 4.1	over 5.6	over 5.6	over 9.3	5.6~9.3	9.3~12.5	12.5~16.3	16.3~21.9	21.9~26.1
Viscosity Index		over 85	over 85	over 85	over 85	over 85	over 85	over 85	over 85	over 85	over 85	over 85
Pour Point (°C)		below -35.0	below -30.0	below -25.0	below -22.5	below -22.5	below -17.5	below -12.5	below -10.0	below -7.5	below -5.5	below -2.5
Oxidation Stability (165.5 °C, 24 h)	Ratio of Viscosity	below 1.5	below 1.5	below 1.5	below 1.5	below 1.5	below 1.5	below 1.5	below 1.5	below 1.5	below 1.5	below 1.5
	Increase of TAN (mg KOH/g)	below 1.6	below 1.6	below 1.6	below 1.6	below 1.6	below 1.6	below 1.6	below 1.6	below 1.6	below 1.6	below 1.6
	Lacquer	light	light	light	light	light	light	light	light	light	light	light



Note 1) Exempt quality inspection under Petroleum and Alternative Fuel Business Act

Figure 1. The process of lubricant production and quality inspection.

표시 인증은 업계의 사내표준화와 품질경쟁을 도입, 촉진하고 우수 공산품의 보급확대로 소비자보호를 위해 특정상품이 한국산업표준 수준에 해당함을 인정하는 제품 인증제도이다[7]. KS로 등록된 윤활유 제품은 3년에 한 번씩 한국표준협회 등 관련 기관의 정기검사를 받아야 하지만, 심사 주기가 비KS 석유제품에 비해 매우 길다.

국내 윤활유시장은 해마다 증가되고 있으며, 그중 35%가 자동차용 윤활유로 가장 큰 부분을 차지하고 있으며, 자동차용 윤활유 중 77%가 엔진오일이 차지하고 있다[8]. 윤활유 시장의 가장 큰 비중을 차지하고 있는 엔진오일은 국내·외 자동차시장의 호황에 따라 계속적으로 증가되고 있어, 2016년 기준 475,088 kL의 생산량을 보였다[9].

이러한 엔진오일은 ‘석유 및 석유대체연료사업법’에 따라 품질관리 상태를 확인하기 위해 정기적으로 품질검사를 받아야 한다. 하지만 국내 유통되고 있는 엔진오일의 대부분을 차지하고 있는 합성엔진오일과 KS제품은 ‘석유 및 석유대체연료사업법’에서 품질검사 제외 대상으로 정해져 있다. 따라서 품질검사 제외 대상에 대해서는 생산자 외에는 정기적인 품질관리가 이루어지고 있지 않은 상태이다.

우리 연구팀에서는 국내 유통되고 있는 합성엔진오일을 고온증류

모사시험(SIMDIST, simulated distillation)을 통해 분석한 결과, 합성유로 광고, 판매되고 있는 대부분의 엔진오일이 합성기유인 PAO가 함유되어 있지 않거나, PAO함량이 매우 낮다는 것을 기존에 발표하였다[10]. 하지만 기존 연구에서는 단지 SIMDIST를 통해 PAO함량에 대한 접근을 하였으며, 품질에 대한 접근은 하지 못했다.

본 연구에서는 석유 및 석유대체연료사업법에서 품질검사 대상은 아니지만, 국내 엔진오일 유통시장의 대부분을 차지하고 있는 합성엔진오일 제품과 KS제품으로 등록, 판매된 30종의 엔진오일에 대해 품질상태를 확인하기 위해 품질 모니터링을 실시하였다.

## 2. 실 험

### 2.1. 국내 유통 엔진오일

국내 판매량이 높은 엔진오일에 대한 품질 모니터링을 위해 30개 엔진오일 제품을 시중에서 구매하였다. 엔진오일은 KS제품 또는 합성엔진오일로 등록되어져 있어 석유 및 석유대체연료사업법 상 품질검사에서 제외된 제품들로 선정하였다.

**Table 2. Kinds of Engine oil Product for Quality Monitoring**

Engine Oil	Viscosity	Engine type	Grade	KS product
Mobil 1	0W20	Gasoline/LPG	Fully Synthetic	-
Mobil 1	0W30	Gasoline/LPG	Fully Synthetic	-
Mobil 1	0W40	Gasoline/LPG	Fully Synthetic	-
Shell Helic Ultra	0W30	G/D	Fully Synthetic	-
Castrol EDGE	0W30	G/D	Fully Synthetic	-
Castrol EDGE Titanium	0W40	G/D	Fully Synthetic	-
KIXX NEO	0W30	Gasoline	Synthetic	KS
Aral Super Tronic	0W40	G/D/LPG	100% Synthetic	-
MITASU SM Hybrid	0W20	Hybrid	100% Synthetic	-
ZIC X7	5W30	Gasoline/LPG	Synthetic	KS
ZIC X9	5W40	G/D/LPG	100% Synthetic	KS
Mobil super 3000	5W30	G/D/LPG	Fully Synthetic	-
KIXX PAO	5W30	Gasoline	100% Synthetic	KS
ZIC TOP	5W30	Gasoline/LPG	100% Synthetic	KS
S-oil Seven Gold	5W30	G/D	100% Synthetic	KS
S-oil Seven Red 1	5W30	Gasoline	100% Synthetic	KS
Total Quarts INEO 229.31	5W40	G/D	Synthetic	-
Total Quartz 9000 Future GF-5	5W30	Gasoline	Synthetic	-
BP Visco 7000	5W30	G/D/LPG	100% Synthetic	-
Miratec	5W30	G/D/LPG	Fully Synthetic	-
Miratec	5W40	G/D/LPG	Fully Synthetic	-
Liqui Moly Top Tec	5W40	G/D/LPG	100% Synthetic	-
KIXX D1 RV	5W30	Diesel	Synthetic	KS
Vavoline Turbo GX10	5W40	Gasoline/LPG	Fully Synthetic	-
Vavoline Turbo GX10	5W30	G/D/LPG	Fully Synthetic	-
ZIC A	5W30	Gasoline	Synthetic	KS
KIXX Ga	7.5W30	Gasoline	Synthetic	KS
ZIC 5000 Power	10W40	Diesel	Synthetic	KS
KIXX Turbo RV	10W40	Diesel	Synthetic	KS
KIXX LPG	10W40	LPG	Synthetic	KS

\* G/D : Engine oil for gasoline and diesel engine (universal oil).  
 \* G/D/LPG : Engine oil for gasoline, diesel, and LPG engine (universal oil).

**2.2. 엔진오일 품질 분석**

**2.2.1. 동점도 및 저온겔보기점도 분석**

동점도는 Cannon Instrument Company, CAV 2000 series의 Cannon 1257 유리제 모세관식 튜브를 이용하여 40 ℃와 100 ℃에서 ASTM D 445 방법에 따라 측정하였다. 모세관식 튜브에는 3개의 벌브(bulb)가 있으며, 벌브 사이에 온도센서가 있어 시료 약 15 mL를 흡입 상승시킨 뒤, 시료가 중력에 의해 하강하는 시간을 온도센서로 감지함으로써 동점도를 측정하였다[12].

저온겔보기점도는 Cannon Instrument Company의 CCS-2000 series를 이용하여 50 mL의 시료를 취해 해당 점도에 따라 -35, -30, -25 ℃에서 회전자의 속도와 점도와의 함수관계를 이용하여 저온겔보기점도를 측정하였다[13].

**2.2.2. 인화점 및 유동점 분석**

인화점은 용기에 시료 70 mL를 채운 뒤, Tanaka사의 ACO-T602장비를 이용하여 클리브랜드 개방컵(Cleveland open cup), KS M ISO 2592 방법에 따라 분석하였다. 시료의 온도를 높이면서, 가열된 전기 코일에 의해 인화되는 최저온도를 인화점으로 측정하였다[14].

유동점(Pour point)은 ASTM D 97 방법에 의해 Tanaka사의 MPC-602를 이용하여 측정하였다. 4 mL의 시료를 용기에 채운 뒤, 45 ℃로 가온한 후, 분당 1 ℃의 속도로 냉각하면서 시료가 고체상으로 전환되어 유동되지 않는 온도를 유동점으로 측정(3 ℃ 단위로 측정)하였다[15].

**2.2.3. 산화안정도 및 전산가**

산화안정도는 Yoshida사의 ISOT-D8을 이용하였으며, KS M 2021 방법에 따라 시험하였다.

**Table 3. SIMDIST Analytic Instrument and Test Conditions**

Manufacture	Thermo
Model	Trace GC Ultra
Test Method	ASTM D 2887
Column	10 m × 0.53 mm ID × 0.88 μm
Oven Temp.	Trace GC Ultra Initial; 40 °C, 1 min hold Increase; 15 °C/min to 360 °C, 10 min hold
Detector	FID (370 °C)

시료컵에 일정 크기의 강판과 구리판 촉매를 넣고, 250 mL의 시료를 넣은 뒤, 165.5 ± 0.8 °C로 승온하여 회전막대를 1300 ± 15 rpm으로 회전시켜 24 h 동안 시료를 산화시킨 후, 40 °C에서 동점도를 측정하여 산화 전·후에 대한 동점도 변화정도와 함께 전산가를 측정해 산화 전·후에 대한 전산가 증가 정도를 측정하였다[16].

전산가는 Metrohm사의 805 Dosimat을 이용하였으며, KS M ISO 6618방법에 의거해 분석하였다. 시료 1~2 g의 시료를 유리컵에 취한 뒤, 100 mL의 용매(Tol : IPA : Water = 50 : 49.5 : 0.5)로 시료를 녹인 후, 0.1 N KOH를 이용하여 적정하여 전류값의 변환지점을 당량점으로 인식하여, 시료의 전산가를 분석하였다[17]. 레커도(lacquer)는 산화안정도 시험에서 사용되는 유리막대에 윤활유의 산화생성물(열화생성물)의 부착 여부를 육안으로 확인하였다.

**2.3. 고온모사증류시험 분석**

일반 가스크로마토그래피를 이용해 윤활유분석을 할 경우, 일부 고비점 성분이 컬럼을 통과하지 못해 분석결과에 오류를 범할 수 있다. 고온모사증류시험(SIMDIST)은 이러한 고비점 물질에 대한 분석에 적합한 분석시험방법으로 윤활기유, PAO 및 유평 엔진오일에 대한 증류시험 분석을 위해 활용하였으며, 분석장비 및 시험방법은 Table 3과 같다[18].

**3. 결과 및 고찰**

**3.1. 인화점, 저온겉보기점도 및 유동점 품질 모니터링**

인화점은 점화원 존재하에서 시료를 서서히 가열하여, 불이 붙는 최저온도로 석유제품의 화재안전성과 연관되는 품질항목이다. 저온겉보기점도는 엔진오일의 점도기준에 따라 일정한 온도(-35, -30, -25 °C)에서 분석하였으며, 저온에서의 시동성과 연관되는 품질항목이다. 유동점은 온도를 낮추어 시료의 흐름성이 없는 최고 온도로 저온에서의 시동성이나 흐름성과 연관되는 품질항목이다. 국내 유통되고 있는 30개 엔진오일 제품의 인화점, 저온겉보기점도 및 유동점에 대해 품질 모니터링을 한 결과, 모두 품질기준에 적합하였다(Table 4).

**3.2. 동점도, 점도지수 및 산화안정도 품질 모니터링**

동점도는 시료를 자유낙하 시켰을 때 낙하속도로부터 산출되며, 자유낙하 속도가 늦으면, 높은 동점도를 갖게 되며, 높은 동점도는 윤활성을 향상시킬 수 있으나, 동력손실에 따른 차량의 연비저하를 일으킬 수 있다. 윤활유의 동점도는 높은 온도에서는 낮아지고, 낮은 온도에서는 증가되는데, 온도변화에 따라 동점도 변화값이 작을수록 높은 점도지수를 갖게 된다. 점도지수가 높을수록 점도 측면에서는 좋은 윤활유제품으로 판단한다. 엔진오일은 고온의 엔진룸에서 장기간 사용하기 때문에 산화안정도가 우수해야 한다. 엔진오일의 산화안정도

**Table 4. Test Result of Flash Point, Cold Cranking Simulator, and Pour Point**

Engine Oil	Flash point (°C)	CCS (mPa · s)	Pour point (°C)
1	230	2401 ( -35 °C)	-57
2	230	5761 ( -35 °C)	-45
3	218	5456 ( -35 °C)	-51
4	232	5707 ( -35 °C)	Below -57
5	230	5254 ( -35 °C)	Below -57
6	242	5755 ( -35 °C)	-48
7	226	4721 ( -35 °C)	-45
8	236	5832 ( -35 °C)	Below -57
9	218	4929 ( -35 °C)	-51
10	234	5725 ( -30 °C)	-39
11	230	5795 ( -30 °C)	-42
12	226	5021 ( -30 °C)	-42
13	230	5396 ( -30 °C)	-45
14	228	5706 ( -30 °C)	-45
15	236	5446 ( -30 °C)	-39
16	234	5549 ( -30 °C)	-33
17	232	6337 ( -30 °C)	-42
18	242	3661 ( -30 °C)	-39
19	230	5992 ( -30 °C)	-39
20	216	5625 ( -30 °C)	-42
21	232	6075 ( -30 °C)	-42
22	234	5724 ( -30 °C)	-39
23	222	2520 ( -30 °C)	-45
24	232	6417 ( -30 °C)	-33
25	234	5599 ( -30 °C)	-42
26	224	5175 ( -30 °C)	-42
27	234	5763 ( -25 °C)	-42
28	236	5003 ( -25 °C)	-39
29	236	4624 ( -25 °C)	-45
30	262	4519 ( -25 °C)	-33

는 산화 전·후의 시료에 대한 점도비와 전산가 증가를 통해 판단하며, 점도비와 전산가 증가가 낮을수록 산화안정도 면에서 우수한 제품으로 판단할 수 있다.

30개 엔진오일제품에 대한 품질 모니터링 결과, 점도지수와 산화안정도는 품질기준에 적합하였다. 하지만 22번 제품과 30번 제품은 동점도 품질기준이 12.5~16.3 mm<sup>2</sup>/s이지만, 22번 제품은 12.13 mm<sup>2</sup>/s, 30번 제품은 9.691 mm<sup>2</sup>/s로 분석되어, 품질 부적합을 보였다. 22번 제품은 해외에서 수입되고 있는 합성엔진오일이며, 30번 제품은 국내에서 합성엔진오일로 광고, 판매되고 있는 제품이면서 KS제품으로 등록된 제품이다.

**Table 5. Test Result of Kinematic Viscosity, Viscosity Index and Oxidation Stability**

Engine Oil	Kinematic Viscosity (mm <sup>2</sup> /s)		Viscosity Index	Oxidation Stability (165.5 °C, 24 h)		
	40 °C	100 °C		Ratio of Viscosity	Increase TAN (mg KOH)	Lacquer
1	45.56	8.704	173	0.96	-0.07	No attached
2	65.63	11.93	181	0.92	0.15	No attached
3	75.22	13.52	185	0.92	-0.36	No attached
4	58.94	11.57	195	0.96	0.01	No attached
5	70.15	12.22	173	0.97	-0.06	No attached
6	77.58	13.06	171	0.98	0.01	No attached
7	62.03	11.17	175	0.96	-0.06	No attached
8	76.84	13.08	173	0.96	-0.17	No attached
9	42.74	8.114	167	0.96	-0.48	No attached
10	64.87	10.82	158	0.96	0.04	No attached
11	83.22	13.67	168	0.92	0.04	No attached
12	65.26	11.58	174	0.95	0.26	No attached
13	69.75	12.19	174	0.93	0.04	No attached
14	70.30	12.07	170	0.91	0.75	No attached
15	71.95	12.25	169	0.94	0.07	No attached
16	62.71	10.60	160	0.95	0.01	No attached
17	86.31	14.19	170	0.91	0.01	No attached
18	62.92	10.58	158	0.94	0.29	No attached
19	71.23	12.38	174	0.97	0.21	No attached
20	65.85	11.16	163	0.98	1.24	No attached
21	98.67	14.61	154	0.98	0.01	No attached
22	70.84	<b>12.13</b>	170	1.01	0.48	No attached
23	67.08	11.93	176	0.95	0.01	No attached
24	82.96	13.49	166	0.95	0.29	No attached
25	65.78	11.48	170	0.92	0.11	No attached
26	63.66	10.74	160	0.97	-0.23	No attached
27	66.57	10.09	136	0.98	-0.07	No attached
28	102.0	15.29	158	0.89	0.01	No attached
29	95.80	14.92	163	0.96	-0.03	No attached
30	60.37	<b>9.691</b>	144	0.96	0.01	No attached

**3.3. 윤활기유 및 PAO의 SIMDIST 분석[10]**

광유로부터 생산된 윤활기유는 수천 가지 이상의 분자혼합물이기 때문에 SIMDIST를 이용해 분석할 경우, broad한 탄소수 분포 스펙트럼(spectrum)이 얻어지며, PAO와 같은 합성유는 olefin의 중합반응에 의해 특정분자로 전환되었기 때문에 SIMDIST로 분석할 경우, 특정성분의 sharp한 스펙트럼이 얻어진다. Figure 2는 광유 윤활기유(Base)에 합성기유(PAO)를 일정 비율로 혼합하여, SIMDIST를 분석한 결과이다. 분석결과, 광유에 합성기유인 PAO가 함유될 경우, PAO 혼합비율이 높아질수록 sharp한 PAO 특정피크가 증가되었다. 또한 PAO가 20%만 혼합되어도, PAO의 혼합여부를 SIMDIST를 통해 충분히 확인이 가능할 수 있을 정도로 sharp한 PAO의 특정 피크가 검출됨을 볼 수 있다.

**3.4. 국내 유통 엔진오일 제품 SIMDIST 분석**

순수한 윤활기유와 PAO를 일정 비율로 혼합하여 SIMDIST를 분석한 후, 국내 유통 중인 30개 엔진오일 제품에 대해 SIMDIST 분석을 실시하였다. 석유 및 석유대체연료 사업법 상, 합성유는 합성기유가 30% 이상 함유되어야 하며, 이들 제품에 대해서는 품질검사서에서 제외된다.

Figure 3에서 보는 바와 같이 Aral Super Tronic 제품은 전형적인 합성기유의 특정 패턴을 보였다. 하지만 몇몇 해외제품(Mobil 1, Castrol EDGE, Liqui Moly Top Tec, Aral Super Tronic)을 제외하고, 합성유로 광고, 판매되고 있는 대부분의 제품들이 광유 윤활기유의 전형적인 broad한 탄소수 분포 스펙트럼을 보였다. 이는 합성기유인 PAO가 30% 이상 혼합되지 않은 제품으로 판단할 수 있다.

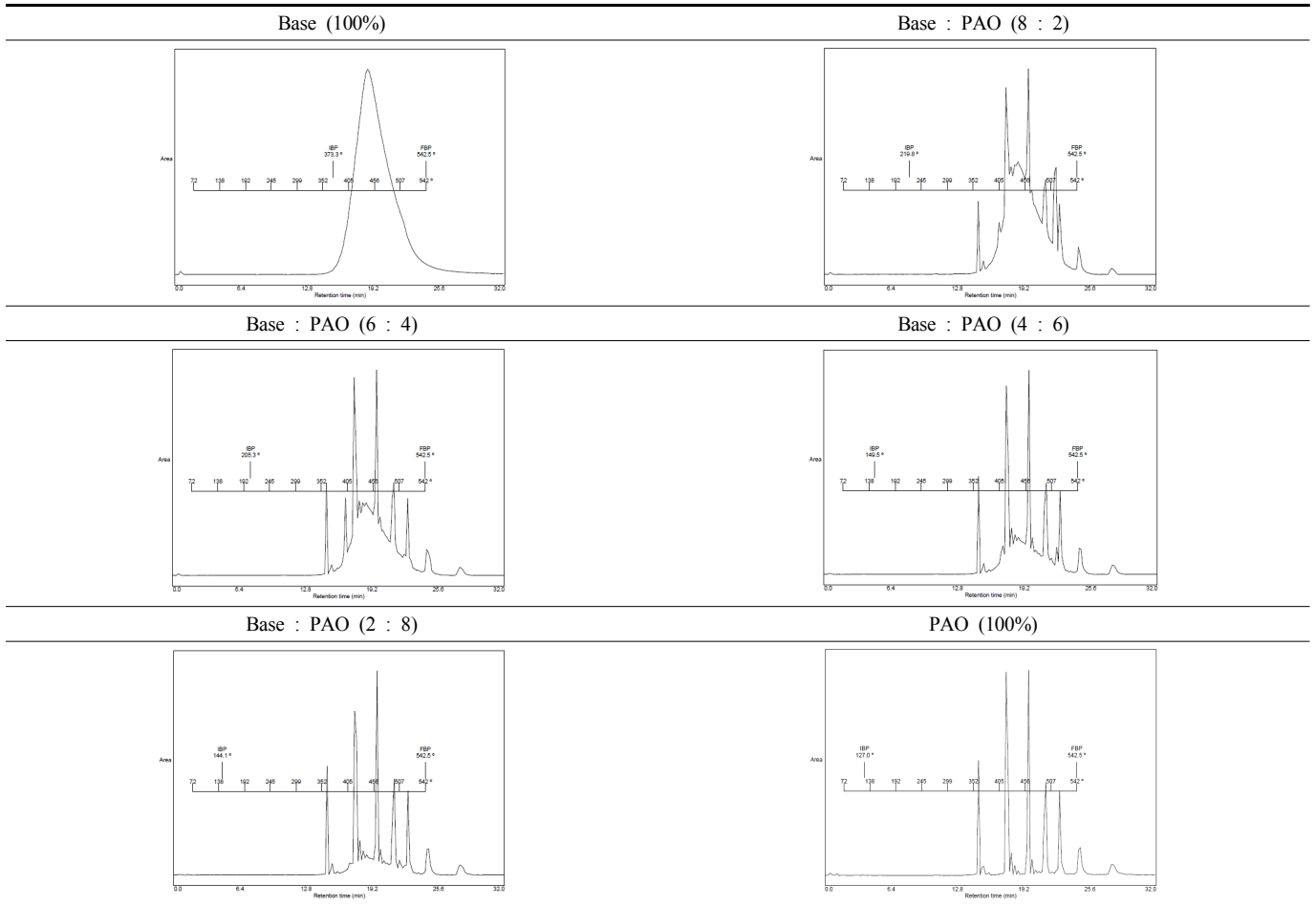


Figure 2. SIMDIST analysis for mineral base oil blended with PAO.

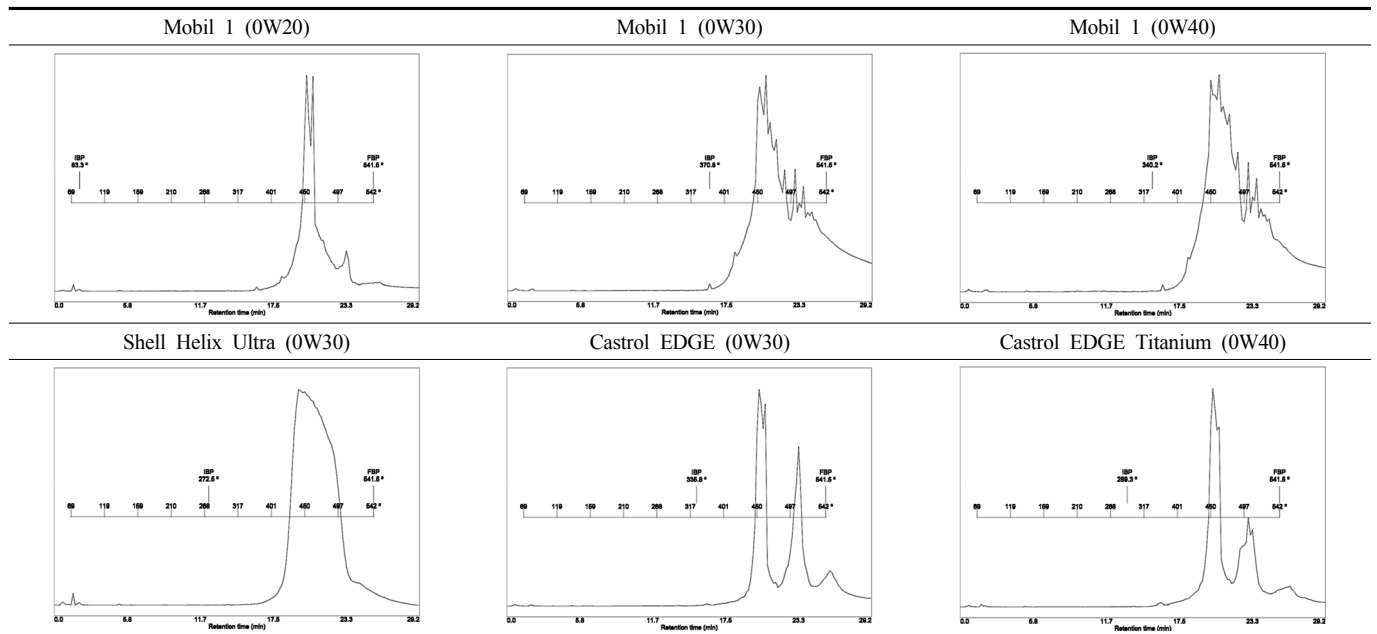


Figure 3. SIMDIST analysis for distributed engine oil in Korea.

To be continued

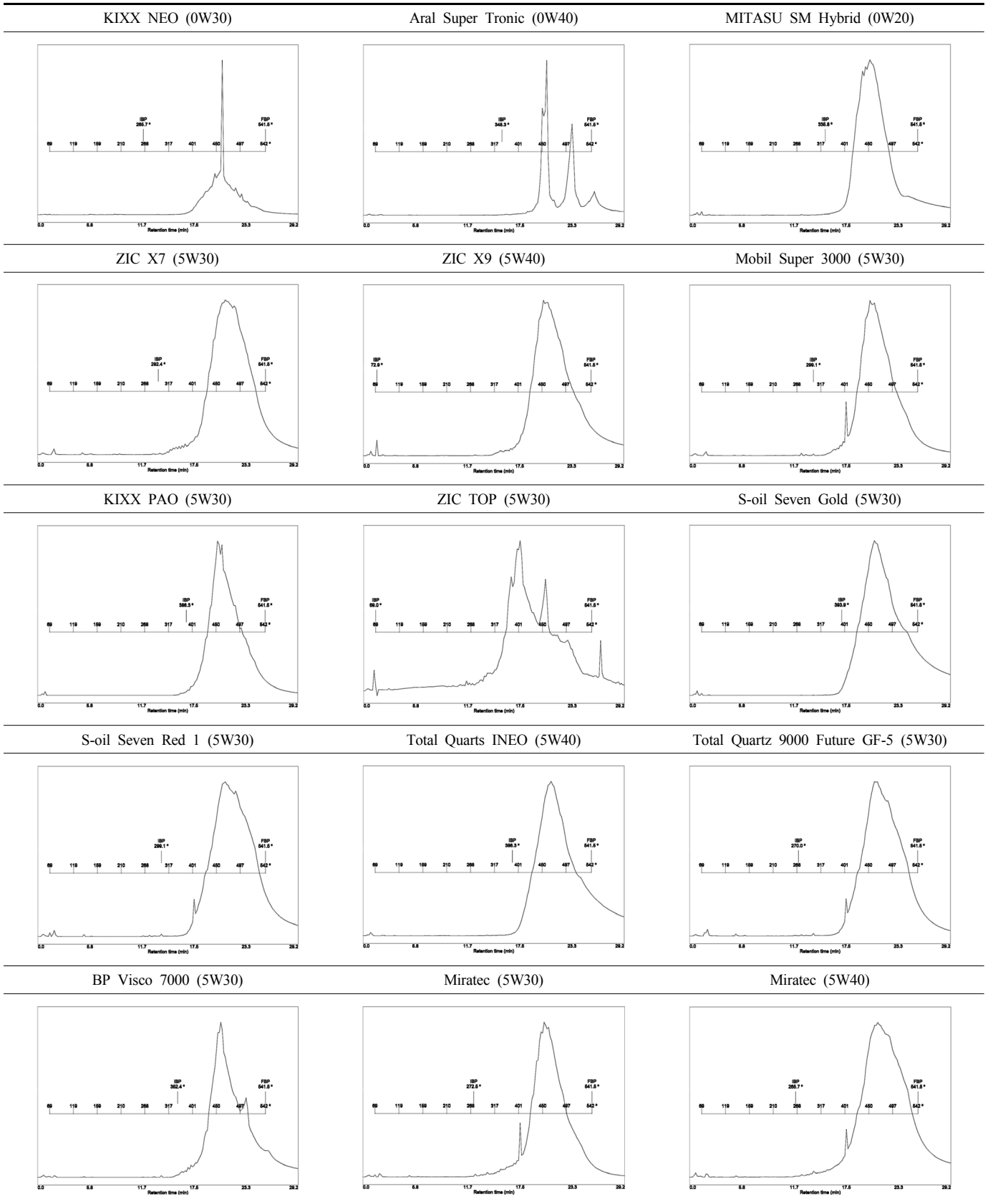


Figure 3. Continued.

To be continued

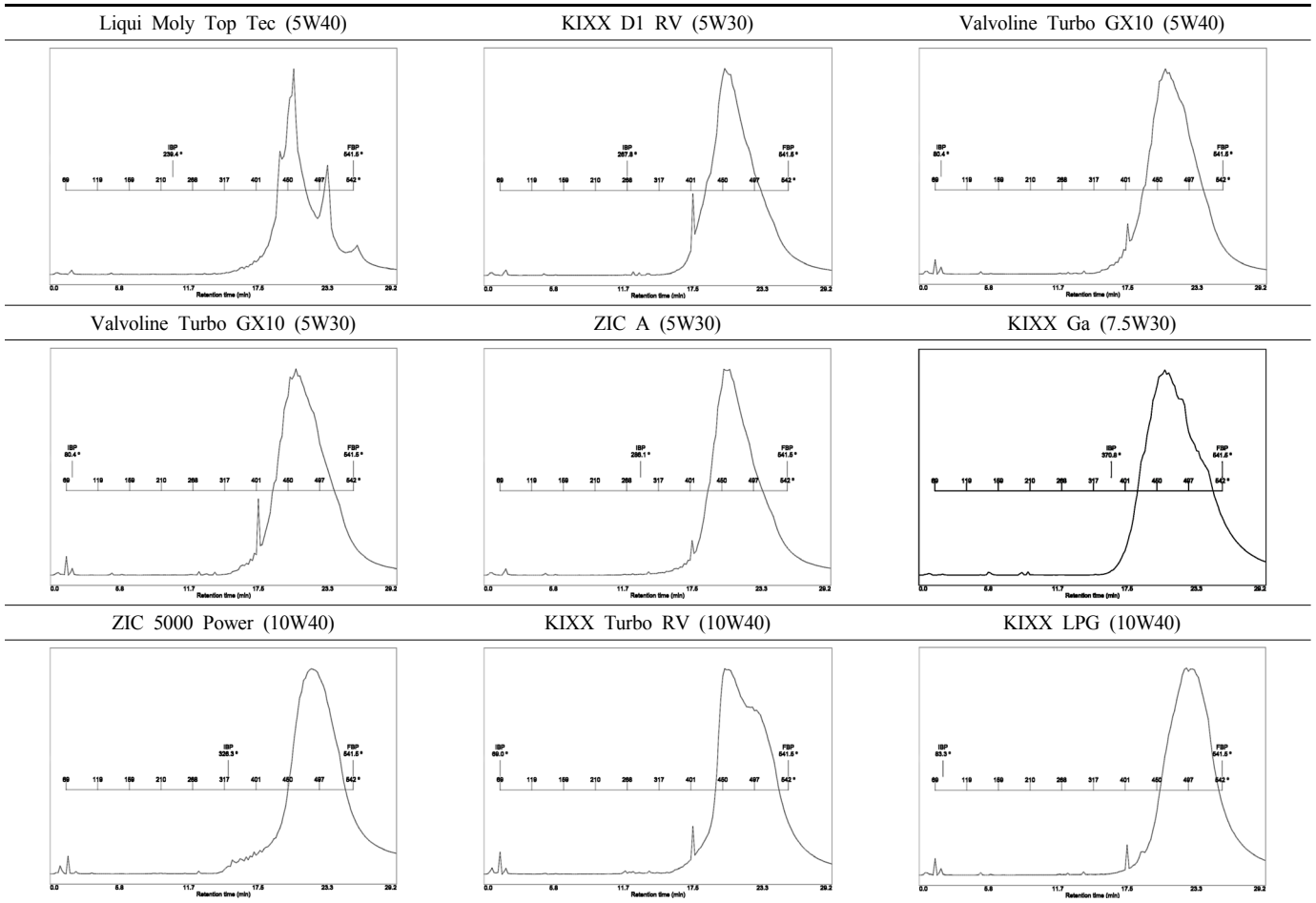


Figure 3. Continued.

### 4. 결 론

### References

국내 윤활유시장은 계속 증가하고 있으며, 윤활유시장 중에서 자동차용 엔진오일이 차지하는 비중이 가장 높다. 운전자의 안전과 엔진 보호를 위해 엔진오일에 대한 품질검사가 정기적으로 이루어져야 하지만, 석유 및 석유대체연료사업법에서는 국내 엔진오일의 대부분을 차지하고 있는 합성엔진오일과 KS제품을 품질검사 제외 대상으로 분류하고 있다.

본 연구에서는 국내 판매량이 높은 엔진오일 30개 제품에 대해 품질 모니터링을 실시하였다. 모니터링 결과 2개 제품이 동점도에서 품질 부적합을 보였으며, 이들 중 1개는 해외에서 수입, 판매되는 합성엔진오일이며, 다른 1개는 국내 합성엔진오일로 생산, 판매되고 있을 뿐만 아니라 KS제품으로 등록된 제품이다.

또한 이들 30개 엔진오일 제품을 대상으로 SIMDIST를 분석한 결과, 일부 해외 수입제품을 제외한 대부분의 제품들이 합성유로 광고, 판매하고 있지만 광유 윤활기유의 전형적인 broad한 스펙트럼을 보임으로써, 합성기유인 PAO가 30% 이하로 혼합되고 있는 것을 확인하였다.

따라서 기존 관련 법규의 개정 등을 통해 품질검사 사각지대에 있는 윤활유제품(합성유, KS제품)에 대한 적절한 품질관리를 함으로써 소비자의 피해예방이 이루어져야 할 것으로 판단된다.

1. J. M. Lee, *Empirical Evaluation of Quality Status and Oil Change Intervals of Lubricants for Vehicles*, PhD Dissertation, Chungbuk National University, Cheongju, Korea (2016).
2. Z. A. Wang and Z. R. Zhou, An investigation of fretting behaviour of several synthetic base oil, *Wear*, **267**, 1399-1404 (2009).
3. S. Jiang, S. Li, L. Liu, L. Wang, and N. Mominou, The tribological properties and tribochemical analysis of blends of poly alpha-olefins with neopentyl polyol esters, *Tribol. Int.*, **86**, 42-51 (2015).
4. M. Kano, Super low friction of DLC applied to engine cam follower lubricated with ester-containing oil, *Tribol. Int.*, **39**, 1682-1685 (2006).
5. I. A. El-Magly, H. K. Nagib, W. M. Mokhtar, Aspects of the behavior of some pentaerythritol ester base synlubes for turbo-engines, *Egypt. J. Pet.*, **22**, 169-177 (2013).
6. J. C. J. Bart, E. Gucciard, and S. Cavallaro, Lubricants; Properties and characteristics, *Biolubricants*, 24-73 (2013).
7. Korea Agency for Technology and Standards, <http://kats.go.kr>.
8. Korea Lubricating Oil Industry Association, <http://www.kloia.or.kr>.
9. Enforcement Rule of Petroleum and Alternative Fuel Business Act, Article 28, Section 1, Korea.



10. Y. K. Lim, J. Y. Kim, J. R. Kim, and J. H. Ha, The SIMDIST (simulated distillation) analysis of distributing engine oil, *Appl. Chem. Eng.*, **28**, 632-637 (2017).
11. Business Act for Quality Standard, Inspection Method and Inspection Fee of Petroleum Products, Ministry of Trade, Industry and Energy, Korea, 2016-20.
12. ASTM D 445, Standard test method for kinematic viscosity of transparent and opaque liquids and calculation of dynamic viscosity.
13. ASTM D 5293, Standard test method for apparent viscosity of engine oils between -5 and -35 °C using the cold-cranking simulator.
14. KS M ISO 2592, Determination of flash and fire points-Cleveland open cup method.
15. ASTM D 97, Standard test method for pour point of petroleum products.
16. KS M 2021, Testing methods for oxidation stability of internal combustion engine oil.
17. ISO 6648, Petroleum products and lubricant-Determination of acid or base number-Colour indicator titration method.
18. ASTM D 2887, Standard test method for boiling range distribution of petroleum fractions by gas chromatography.