

# 일본의 석유하류부문 효율성제고

이 자료는 제17차 JCCP 국제심포지움에서 일본 코스모석유의  
모토노부 사사키 전무가 발표한 내용을 번역·정리한 것이다.

〈편집자 주〉

모든 산업에 있어 기업은 그들의 경영과 사업운영을 더욱 합리적·효율적으로 수행하기 위해 지속적인 노력을 경주하고 있다. 일본의 석유산업 또한 다양한 합리화·효율화 프로그램을 통해 석유제품을 소비자에게 안정적이고 낮은 가격에 공급하기 위해 노력하고 있다. 일본 정유회사의 사업운영을 연구한 미국의 한 민간연구소에 따르면 일본의 정유회사는 효율성면에서 세계 최고수준에 올라있다. 물론 이러한 결과는 하루아침에 이루어진 것이 아니라 수년간의 노력을 축적한데서 비롯된 것이다. 여기서는 일본 석유산업의 합리화·효율화 방안을 4가지 측면에서 소개하고자 한다.

했다. 하지만 1973년 석유위기 이후 발전부문과 제철 사업에 쓰이던 중유는 석탄이나 천연가스로 대체되었다. 결과적으로 총 석유제품수요 가운데 중유의 췌어는 약 15%로 하락했다. 한편 경질유분의 점유율은 85% 이상으로 확대되었다. 여기서 말하는 경질유분의 범위는 휘발유에서 경질중유(B-C유)이다. 일부국가에서는 경질중유를 산업용 경유나 선박용 경유로 부르기도 한다.

수요패턴의 변화에 대응하기 위해서는 세가지 방안이 가능하다.

- 1) 수요변화에 더욱 적합한 원유의 도입
- 2) 공급이 부족한 석유제품의 수입
- 3) 2차시설을 활용한 석유제품의 수율조정

## 석유제품수요변화에 대한 대응

첫 번째 측면은 일본 석유회사들이 석유제품 수요변화에 어떻게 대처하는가에 관한 것이다. 1960년대에서 1970년에 걸쳐 중유는 석유제품수요의 약 절반을 차지

일본의 기본정책은 국내정유산업을 통해 필수적인 석유제품의 공급을 확보하는 것이다. 결과적으로 일본 석유회사들은 정제원유를 교체하거나 공급이 부족한 석유제품을 수입함으로써 석유제품수요의 계절적·일시적

변화에 대응하여 왔다. 그리고 수요구조의 변화가 장기간 지속될 경우에는 2차시설 생산능력의 확충으로 대응해 왔다. 1970년대 이후 저유황 중유와 경유의 수요가 증가함에 따라 일본 석유산업은 먼저 *Cracking*(FCC시설을 사용)과 *Mild Hydrocracking*(직·간접 탈황시설 사용)를 이용해 중유를 경질유로 전환하였다. 따라서 일본내 *Cokers*와 *Visbreakers*를 사용하는 열분해와 수첨분해의 비중은 줄어들었다.

하지만 최근 몇 년간 현저한 중유 수요감소에 직면한 석유업계는 현재 탈황과 FCC시설에 의한 중유의 분해에서 여러 대응방안으로 다각화하고 있다. 이러한 다각화 방안은 *Ebullated-bed* 처리(*H-Oil*)를 통한 수첨분해, *Gasification*을 통한 아스팔트 분해 그리고 IPP를 사용한 직접연소등을 포함한다. 기술적 선택방법은 전력공급의 규제완화로 확대되고 있다.

## 정제비와 물류비의 적정화

하류부문 합리화와 효율성 제고의 두번째 측면은 정제비와 물류비를 절감하는 노력이다. 석유정제는 석유가 처리되는 동안 열처리와 냉각의 반복작업이 필요한 에너지 다소비 산업이다. 그러므로 정제비 절감의 열쇠는 연료사용의 효율성에 있다. 기본적인 방법으로는 증류탑 배출가스를 통해 대기중으로 사라지거나 혹은 냉각수에 의해 방출되는 엄청난 양의 "폐열"을 회수하는 것이다. 기존의 방식중 가장 열효율이 높은 방법은 증류탑내에 과도한 산소의 투입을 조절하는 방식과 공기 예열장비를 설치하는 방법, *Flare gases*를 회수하는 방법등이 있다.

또한 최근 석유회사들은 열병합 발전시설과 폐열회수

와 발전을 위한 *FCC flue*가스 증폭기를 설치중이다. 더욱이 석유회사들은 공장내 열교환기와 다양한 원유의 유입비율을 조절할 수 있는 첨단 컴퓨터시스템의 덕을 보기 시작했다. 이러한 컴퓨터 통제시스템을 활용하기 위해서는 컴퓨터 통제시스템의 운영조건이 수요전망에 조정되는 진보된 통제능력을 확보하는 것이 중요하다. 이는 여러 종류의 원유가 정제되고 정제원유의 종류가 자주 바뀌는 일본에서 특히 중요하다. 최근 중유의 가격이 낮기 때문에 에너지절약에 투자하기는 어려운 시기이다. 하지만 석유산업은 최소한 두가지의 장기적 목표 즉, 1) 국제적으로 이산화탄소 배출가스를 저감에 공헌하고, 2) 대체연료에 대한 석유의 경쟁력을 강화하려는 목표를 달성하기 위해 그같은 투자를 감행할 필요가 있다.

석유제품 물류와 관련해 일본은 장거리 파이프라인 시스템을 갖추지 못하고 있다. 석유제품은 정유공장에서 저유소로 수송되고, 수송의 합리화를 위해 연안 유조선과 탱크로리를 통해 정유공장에서 소비자에게로 직접 수송하고 있다. 많은 소규모 저유소를 유지하고 이들 저유소에서 제품을 개별 사용자에게 수송함에 따라 많은 비용이 발생한다. 이러한 경향이 계속되면서 정유회사들은 저유소의 합동운영과 제품교환을 통해 수송비를 절감하고 있다. 예를 들어 일부 코스모 주유소는 이미 일본석유의 저유소에서 제품을 공급받고 있으며 그 반대의 상황도 이루어지고 있다. 저유소를 공동운영하면서 석유회사제품간의 품질격차는 줄어들고 있다. 아마도 더 중요한 것은 저유소 공동운영으로 수송거리가 짧아지면서 에너지절약에도 공헌하고 있다는 것이다.

## 생산과 물류부문의 효율성 극대화

세 번째 측면은 정유회사의 생산과 물류부문의 효율성을 극대화 시키는 것이다. 생산량은 석유제품의 수요전망과 공급조건에 따라 계획하므로 일본 정유회사는 생산계획에 영향을 주는 수 많은 변수를 고려해야 한다. 먼저 수요측면을 볼 때 석유제품의 양과 규격은 계절별·지역별로 다양하다. 특별히 영향을 주는 변수는 난방용 등유의 급격한 수요증가와 동절기 다양한 경유제품규격의 유지이다.

공급측면에서 석유제품의 생산수율은 원유의 종류에 따라 상당히 변화하는데 이는 일본이 상당히 다양한 종류의 원유를 수입하기 때문이다. 원유처리량과 석유제품 생산수율은 정기보수나 일부 2차시설의 생산중단에 따른 가동중지가 상당한 영향을 줄 수 있다. 결과적으로 이러한 요인들을 충분히 고려하면서 생산계획을 수립하는 것은 매우 중요하다. 이밖에 각 정유공장의 생산계획은 수입 또는 국내구매 석유제품의 양, 이들의 재고량, 수송거리 그리고 기타요소를 필히 고려해야 한다. 컴퓨터가 그 다양한 요인들을 포함해 최적의 생산계획을 수립하는데 사용되어 왔으며, 현재 일본 석유회사들은 다단계 *linear programming* 기술을 사용하여 복잡한 계산을 수행하는 고속컴퓨터를 이용하고 있다.

### 컴퓨터를 이용한 생산성향상

앞서 언급한 4가지 측면은 정유공장의 합리성과 효율성을 향상시킨다. 정유회사의 본사에서 공장의 일일 운영에 관한 최적의 계획을 수립하는 것은 어려운 일이다. 각 공장별로 다양한 많은 종류의 원유를 처리하고 있다. 원유, 반제품, 최종제품에 따라 탱크의 숫자와 능력 또한 정유공장마다 상이하다. 이러한 차이를 수용할 스프

트웨어를 만들기는 지극히 어려운 일이기 때문에 코스모 석유는 효율성을 극대화하기 위해 일일운영계획을 각 공장별로 작성하고 있다.

각 정유공장의 운영계획을 수립할 때 물류와 제품수송의 합리화를 고려하는 것은 물론 중요하다. 소비자의 주문과 주문의 변화를 신속히 컴퓨터에 입력하는 것도 필수적인 사항이다. 종종 날씨의 갑작스런 변화로 운송업자의 용선이 불가능해지거나 혹은 예기치 못한 기온의 변화로 최초 계획했던 난방용 등유의 수요가 상당히 변화될 경우도 발생한다. 시장이 이러한 일시적인 변화요인에 능동적으로 대처하기 위해서는 설비능력, 원유이용도, 제품 비축능력에 관한 계획을 통합해야 한다. 각 정유공장의 대응방법은 반드시 본사에 보고되어야 하며, 본사, 마케팅부, 공장간의 컴퓨터망 구축은 필수적이다.

### 결론

마지막으로 일본의 하류부문, 특히 정제와 물류부문에서 추진되는 효율화 프로그램을 요약해 보겠다. 먼저 일본석유회사는 중유수요의 구조적인 감소에 대응하기 위해 IPP시설과 잔사유 수첨분해시설을 도입하기 시작했다. 정제비 절감을 위한 노력은 효율적인 폐열발전과 선진 통제시스템의 도입에 의해 가능하다. 다단계 LP모델은 각 정유공장별 최적의 생산계획작성에 이용된다. 정유공장의 스케줄은 전체 회사의 물류부문 효율을 증대시킬 수 있는 물류계획과 밀접한 관계가 있다. 저유소의 숫자는 줄어들고 있으며 석유회사간의 저유소 공동사용이 추진되고 있다. 일본석유회사들은 컴퓨터의 *Hardware* 및 *Software* 기술이 발달하면서 더 높은 효율성 제고를 추진하고 있다. (번역: 기획조사팀)

## 국내 석유제품 가격동향

### 정유사 판매가격

(단위 : 원/l)

	무연휘발유				보일러등유				경 유(0.05%)				저유황B-C유(0.5%)			
	'98. 11~12	제1~2주	제3~4주	제1~2주	제3~5주	제1~2주	제3~4주	제1~2주	제3~5주	제1~2주	제3~4주	제1~2주	제3~5주	제1~2주	제3~4주	제1~2주
세전가격	222.87	222.87	213.78	204.69	239.14	239.14	221.85	218.82	259.46	259.46	218.56	206.44	221.89	221.89	208.25	199.16
세후가격	1,119.27	1,119.27	1,109.27	1,099.27	360.95	360.95	341.94	338.61	487.81	487.81	442.81	429.48	244.08	244.08	229.08	219.08

(주) 1. 소수점 3자리 이하 사사오입/매주 화요일에 조사 '98. 8. 1부터 등유는 보일러등유로 변경되었음.  
2. 좌측부터 제1~2주, 제3~4주는 11월 2주간 평균가격, 그 다음의 제1~2주, 제3~5주는 12월 2주 및 3주간 평균가격임.

### 대리점 판매가격

(단위 : 원/l)

지 역	무연휘발유				보일러등유				경 유(0.05%)				저유황B-C유(0.5%)			
	'98. 11~12	제1~2주	제3~4주	제1~2주	제3~5주	제1~2주	제3~4주	제1~2주	제3~5주	제1~2주	제3~4주	제1~2주	제3~5주	제1~2주	제3~4주	제1~2주
서울특별시	1,135.63	1,135.63	1,125.66	1,115.62	372.78	372.78	359.65	355.40	499.55	499.55	462.13	448.17	250.54	250.54	235.54	225.54
부산광역시	1,132.66	1,134.47	1,123.50	1,116.21	366.44	368.24	353.86	351.13	494.83	493.50	449.83	438.70	247.83	247.83	228.71	224.31
대구광역시	1,143.38	1,143.22	1,133.38	1,121.91	376.20	377.29	361.20	356.08	495.63	497.04	456.35	441.24	249.30	249.09	233.16	224.01
인천광역시	1,130.73	1,130.73	1,117.23	1,106.90	367.81	367.81	351.98	347.15	493.36	493.36	443.86	431.97	248.11	248.11	233.47	223.78
광주광역시	1,139.80	1,139.80	1,129.13	1,119.13	373.33	373.33	355.98	352.09	499.00	499.00	454.65	440.76	-	-	242.18	229.98
대전광역시	1,139.18	1,139.18	1,130.18	1,120.18	372.25	372.25	357.55	353.21	498.38	498.38	455.05	441.16	250.23	250.23	235.23	225.23
울산광역시	1,135.93	1,135.93	1,125.93	1,115.93	370.63	370.63	356.80	352.91	499.30	499.30	455.63	441.74	249.23	249.23	234.30	224.30
경 기	1,139.43	1,139.43	1,129.43	1,119.43	371.80	371.80	355.63	351.57	498.97	498.97	455.13	441.41	250.21	250.21	235.21	225.21
강 원	1,133.43	1,134.52	1,125.60	1,115.68	372.47	372.47	354.80	350.26	497.00	497.00	452.47	438.59	-	-	-	-
충 북	1,137.03	1,136.98	1,125.19	1,117.40	373.50	373.25	357.00	352.42	497.74	496.74	455.00	440.23	250.73	250.73	235.73	225.73
충 남	1,134.11	1,134.78	1,124.00	1,112.94	373.32	372.98	356.27	351.91	497.39	497.18	453.26	439.08	-	-	-	-
전 북	1,129.09	1,128.75	1,123.47	1,114.58	369.59	370.25	355.49	353.27	497.70	498.38	455.24	446.35	252.23	252.23	237.23	227.40
전 남	1,140.80	1,140.80	1,130.47	1,120.47	373.75	373.75	356.90	353.01	499.17	499.17	455.32	441.43	250.70	250.70	235.70	225.70
경 북	1,136.14	1,136.14	1,126.13	1,115.97	370.77	370.44	353.77	348.82	497.21	497.13	454.04	439.85	248.84	248.97	233.78	224.00
경 남	1,133.33	1,133.33	1,123.33	1,113.33	371.33	371.33	356.33	351.55	497.00	497.00	452.67	438.78	252.08	252.08	236.68	226.81
제주	1,170.50	1,170.50	1,160.50	1,150.50	386.00	386.00	370.00	366.67	510.13	510.13	465.13	451.80	-	-	-	-
전국평균	1,137.58	1,137.85	1,127.65	1,117.79	372.37	372.46	356.86	352.73	498.05	498.01	454.67	441.25	249.63	249.63	234.50	225.02

(주) 1. 소수점 3자리 이하 사사오입/매주 화요일에 조사 '98. 7. 1부터 서울을 비롯한 광역시에서는 중유 1.0%를 사용할 수 없음. '98. 8. 1부터 등유는 보일러등유로 변경되었음.  
2. 좌측부터 제1~2주, 제3~4주는 11월 2주간 평균가격, 그 다음의 제1~2주, 제3~5주는 12월 2주 및 3주간 평균가격임.

### 주유소 판매가격

(단위 : 원/l)

지 역	무연휘발유				보일러등유				경 유(0.05%)			
	'98. 11~12	제1~2주	제3~4주	제1~2주	제3~5주	제1~2주	제3~4주	제1~2주	제3~5주	제1~2주	제3~4주	제1~2주
서울특별시	1,207.66	1,208.28	1,200.00	1,190.04	428.00	428.00	413.00	409.52	549.40	549.40	506.45	491.78
부산광역시	1,204.46	1,208.33	1,198.63	1,187.44	426.90	426.92	412.34	408.00	547.04	547.35	504.34	490.15
대구광역시	1,198.81	1,186.86	1,200.00	1,186.24	427.81	427.31	412.44	409.19	547.00	544.84	504.95	489.72
인천광역시	1,207.40	1,205.97	1,199.85	1,188.54	426.68	426.55	412.06	408.49	546.23	545.08	506.79	491.17
광주광역시	1,203.90	1,203.79	1,194.89	1,187.76	427.15	427.15	412.00	408.21	543.86	543.65	501.11	488.55
대전광역시	1,179.73	1,179.93	1,171.08	1,158.38	424.35	422.07	406.63	402.94	538.54	537.35	494.70	481.87
울산광역시	1,212.74	1,214.36	1,201.15	1,192.26	426.91	426.96	412.25	408.00	547.07	547.00	504.43	490.36
경 기	1,202.89	1,202.45	1,191.88	1,180.83	425.79	425.06	409.31	405.22	542.46	541.97	500.42	485.41
강 원	1,215.38	1,215.69	1,207.45	1,195.36	426.47	426.50	412.30	408.22	549.31	549.31	507.71	492.18
충 북	1,203.57	1,204.28	1,195.34	1,187.11	425.18	423.95	409.33	405.01	545.17	543.46	504.29	489.28
충 남	1,210.88	1,211.29	1,201.68	1,189.69	426.69	426.23	410.89	407.35	548.15	548.44	506.16	491.74
전 북	1,212.03	1,209.97	1,199.68	1,191.23	426.65	425.86	410.80	407.46	546.07	544.80	503.49	488.89
전 남	1,209.83	1,207.35	1,199.47	1,187.65	425.76	425.45	409.87	405.40	545.74	545.01	502.77	486.98
경 북	1,207.64	1,205.57	1,197.16	1,185.53	425.82	425.85	411.15	407.89	545.98	544.90	503.65	488.89
경 남	1,209.22	1,208.80	1,199.46	1,190.40	426.98	427.03	411.99	408.33	545.64	544.75	504.39	489.65
제주	1,226.29	1,225.57	1,216.43	1,207.05	435.00	435.00	420.00	416.39	557.79	557.79	517.61	504.10
전국평균	1,207.53	1,206.84	1,198.54	1,187.87	426.72	426.39	411.36	407.54	546.41	545.83	504.31	489.57

(주) 1. 소수점 3자리 이하 사사오입/매주 화·목요일에 조사 '98. 8. 1부터 등유는 보일러등유로 변경되었음.  
2. 좌측부터 제1~2주, 제3~4주는 11월 2주간 평균가격, 그 다음의 제1~2주, 제3~5주는 12월 2주 및 3주간 평균가격임.

# 석유 동향 지표

## 석유지표

(단위 : 천배럴, 천\$)

	1997		1998		증 감 (%,%P)	
	11	1-11	11	1-11	전년동월대비	전년동기대비
총 수입	102,704	969,900	85,960	906,679	-16.30	-6.52
(금 액)	2,009,776	19,452,516	1,145,253	12,226,600	-43.02	-37.15
- 원 유	88,124	803,955	69,395	744,100	-21.25	-7.45
(단 가, \$)	19.20	19.33	12.75	12.88	-33.61	-33.39
(원유배, 천\$)	1,692,193	15,539,826	884,735	9,580,760	-47.72	-38.35
- 제 품	14,580	165,945	16,565	162,579	13.61	-2.03
(금 액)	317,583	3,912,690	260,518	2,645,840	-17.97	-32.38
원 유 처 리	78,707	791,753	72,387	748,174	-8.03	-5.50
(가동률, %)	107.61	97.23	98.97	91.88	-8.64	-5.35
제 품 생 산	83,497	827,510	75,937	783,228	-9.05	-5.35
제 품 소 비	71,285	711,004	59,081	601,910	-17.12	-15.34

(주) 단가, 원유대는 FOB기준  
총수입: 원유 + 제품, 금액은 CIF기준

## 지역별 원유도입

(단위 : 천배럴)

	1997		1998		증 감 (%)	
	11	1-11	11	1-11	전년동월대비	전년동기대비
중 동	65,388	592,247	52,420	564,104	-19.83	-4.75
남 아	11,973	103,173	6,024	88,505	-49.69	-14.22
미 주	2,077	22,161	-	16,243	-100.00	-26.70
유럽·아프리카	8,296	78,920	8,908	61,395	7.38	-22.21
오세아니아	390	7,455	2,043	13,852	424.27	85.82
계	88,124	803,955	69,395	744,100	-21.25	-7.45

## 석유제품 수급

(단위 : 천배럴)

	생 산		소 비		생 산 증 감 (%)		소 비 증 감 (%)	
	11	1-11	11	1-11	전년동월대비	전년동기대비	전년동월대비	전년동기대비
휘 발 유	6,171	69,712	5,117	55,706	-19.78	-2.66	-11.24	-14.69
등 유	8,267	48,819	6,970	48,629	5.41	-23.25	-23.53	-30.27
경 유	17,900	215,473	10,308	109,437	-24.75	-9.95	-27.68	-26.95
B - C 유	17,511	185,851	8,686	99,215	-13.05	-12.23	-37.06	-32.14
나 프 탄	14,169	138,904	18,064	193,805	-0.98	-0.72	1.05	9.79
프 로 판	802	8,377	4,210	38,450	4.16	26.66	-8.38	-11.56
부 탄	1,769	16,786	2,160	22,672	27.08	38.99	8.82	11.47
아스팔트	1,369	11,332	1,190	8,584	-4.86	-16.66	-6.52	-19.42
기 타	7,979	87,974	2,376	25,412	30.31	27.41	-9.31	-12.22
계	75,937	783,228	59,081	601,910	-9.05	-5.35	-17.12	-15.34

(주) 제품소비는 내수 기준

## 석유제품 수출입

(단위 : 천배럴, 천달러)

	수 입		수 출		수 입 증 감 (%)		수 출 증 감 (%)	
	11	1-11	11	1-11	전년동월대비	전년동기대비	전년동월대비	전년동기대비
물 량	16,565	162,579	28,135	312,506	13.61	-2.03	5.27	22.66
금 액	260,518	2,645,840	405,557	4,664,564	-17.97	-32.38	-30.51	-17.82

(주) 수출은 국제빙커링 및 미군납 포함