

나프타와 石油化學工業

朴 堧

(韓國石油化學工業協會 企劃調查部長)

I. 머리말

풍요로운 생활을 향유하려는 것은 인간이 추구하고 있는 가장 기본적인 욕구중의 하나로서 人類歷史가 시작되면서부터 인류는 물질적인 만족을 얻기 위해 부단한 노력을 해오고 있다. 인류의 이러한 욕망을 충족시켜 주는데 있어서 중요한 역할을 해온 것이 石油이다. 石油은 주요에너지源으로 그리고 원료로서 20세기를 석유문명의 시대로 꽃피우게 했다. 石油化學은 말그대로 石油와 天然가스를 원료로 하여 각종 화학제품을 만들어 내는 化學工業이다.

石油化學工業은 50여년에 불과한 일천한 역사를 가지고 있지만 오늘날 同工業이 화학공업의 총아로 발전할 수 있었던 주요요인의 하나가 원료인 石油의 低價, 定安確保가 가능했기 때문이다.

이렇게 급속한 발전을 하여왔던 石油化學工業도 두차례의 석유파동을 거치는 동안 성장둔화와 구조적인 문제를 안게 되었으며 80년대에 접어들면서 史上 처음으로 마이너스성장을 하는 어려움을 겪기도 하였다. 80년대 들어와서 구조적인 문제가 대두되면서 어려움을 겪게 된 것은 불황의 장기화에 따른 수요부진도 크지만 원료의 수급 및 價格急變이 중요요인이 되고있다.

本稿에서는 나프타를 중심으로 한 국내의 石油化學工業의 원료동향과 우리의 과제를 살펴보고자 한다.

II. 나프타와 石油化學工業원료

1. 나프타란 무엇인가

나프타(Naphtha)라는 것은 그리스어의「나프트」에서 유래된 것으로 原油를 정제하는 과정에서 생산되는 석유류 제품의 하나이다. 原油를 380~400℃로 가열하여 蒸溜를 하면 그 沸點에 따라 각종 석유류제품이 생산되는데 일반적으로 30~200℃ 부근에서 溜出되는 輕質溜分을 나프타라 부른다.

나프타는 比重에 따라 輕質나프타(Light Naphtha)와 重質나프타(Heavy Naphtha)로 구분하기도 한다. 輕質나프타는 沸點이 30~130℃, 比重 0.65~0.70이며, 重質나프타는 沸點이 90~170℃, 比重이 0.70~0.75정도를 말하며 이를 구분하지 않은 것은 Full Range(또는 whole) 나프타라 한다. 美國에서는 나프타에 포함된 성분에 따

라 구분하기도 하는데 대체로 ① 脂肪族系(Aliphatics), ② 芳香族系(Aromatics), ③ 中間系(Intermediates), ④ 無臭系(Odorless) 등 4 단계로 구분하고 脂肪族系는 포함된 성분에 따라 나프텐系와 파라핀系로 세분하기도 한다. 따라서 나프타는 原油의 性狀, 生産條件에 따라 性狀이 다르기 때문에 품질에 대하여는 표준화된 것이 없고 다만 제품인도시 당사자간의 협정에 따르고 있다.

나프타의 용도는 크게 두가지로 구분할 수 있는데 하나는 燃料용이고 다른 하나는 工業용 즉 原料용이다. 燃料용은 휘발유, 항공유제조용이 가장 크고 기타 각종 석유류제품의 沸點조절등을 위하여 燃料용에 혼합사용하고 있다. 工業용으로는 石油化學用이 가장 크고 일부가 암모니아제조용 및 용제용으로 사용되고 있으나 용제용은 미미하고 암모니아제조용도 대부분 天然가스로 대체되었고 일부 남은 것도 대체하는 단계에 있어 工業용의 대부분이 石油化學用으로 사용되고 있다고 할 수 있다.

세계나프타 수요의 80% 이상이 燃料용으로 사용됨으로써 燃料용의 수요가 주류를 이루고 있다. 그러나 우리나라는 휘발유등 유송용수요가 적어 약80%전후가 工業용으로 사용하고 있으나 앞으로는 수송용수요는 승용차의 증가와 함께 크게 늘어날 전망이다.

2. 石油化學工業의 발달

石油化學工業에 대한 관심이 짝트게 된 것은 內燃機關의 보급으로 휘발유수요가 급증하게 되자 증진과 같은 常壓蒸溜方法으로는 重質油의 생산과잉을 초래하게 되었다. 따라서 原油나 重質油를 熱分解하여 휘발유를 증산하는 방법을 고찰하여 工業화하면서 여기서 副産되는 熱分解가스의 유효이용을 검토하면서 부터이다.

그러나 石油化學工業의 嚆矢는 1920년 美國의 Standard Oil이 올레핀가스를 사용하여 이소프로필알콜을 工業적으로 생산하기 시작한 때부터로 보고 있다. 물론 그 이전에도 天然가스로부터 카본블랙을 제조하는 등 石油 또는 天然가스를 原料로 하는 일부 화학제품의 工業화가 존재하기는 하였으나 고도의 화학기술을 응용한 근대적인 石油化學工業의 시작으로는 보지 않고 있다.

石油化學工業이 1920년대부터 일부 제품이 생산되었지만 근대적인 산업으로 면모를 갖추기 始作한 것은 第2次 世界大戰以後부터이다. 戰後의 복구를 위하여 美國을

중심으로한 선진국들은 합성화학에 관심을 갖게 되었으며, 기존 石炭化學의 기술을 바탕으로 하여 혁신적인 신기술이 개발됨으로 石油化學에 본격 진입하게 된 것이다. 그후 해를 거듭할수록 신기술과 개량기술이 속속 개발됨으로써 60년대에 들어와서는 세계경제의 급속한 성장에 힘입어 他産業의 추종을 불허한 정도의 빠른 발전을 하여왔다.

이러한 石油化學의 발달로 그간 石炭이나 天然材에서 原料를 조달하여 오던 연관산업들이 석유화학방법으로 전환하게 되어 오늘날에는 有機化學工業原料의 90% 이상이 석유화학제품을 原料로 하는 등 重要 素材産業으로 발전하여왔다.

석유화학제품은 처음부터 점차 고갈되어가는 天然素材의 대체품인 개발된 합성화학물로서 대량생산이 가능하고 성능이 우수함으로써 대체율은 점차 증가하는 추세에 있다. 鐵·나무·종이의 대체품으로 개발된 合成樹脂 즉 플라스틱제품은 약25~30%의 대체율을 보이고 있으며 인간생활을 영위하는 三大必須品의 하나인 의복의 경우는 약 70%가 화학섬유로 바뀌었고, 天然고무는 약 65%가 석유화학에서 생산되는 합성고무로 대체되었다.

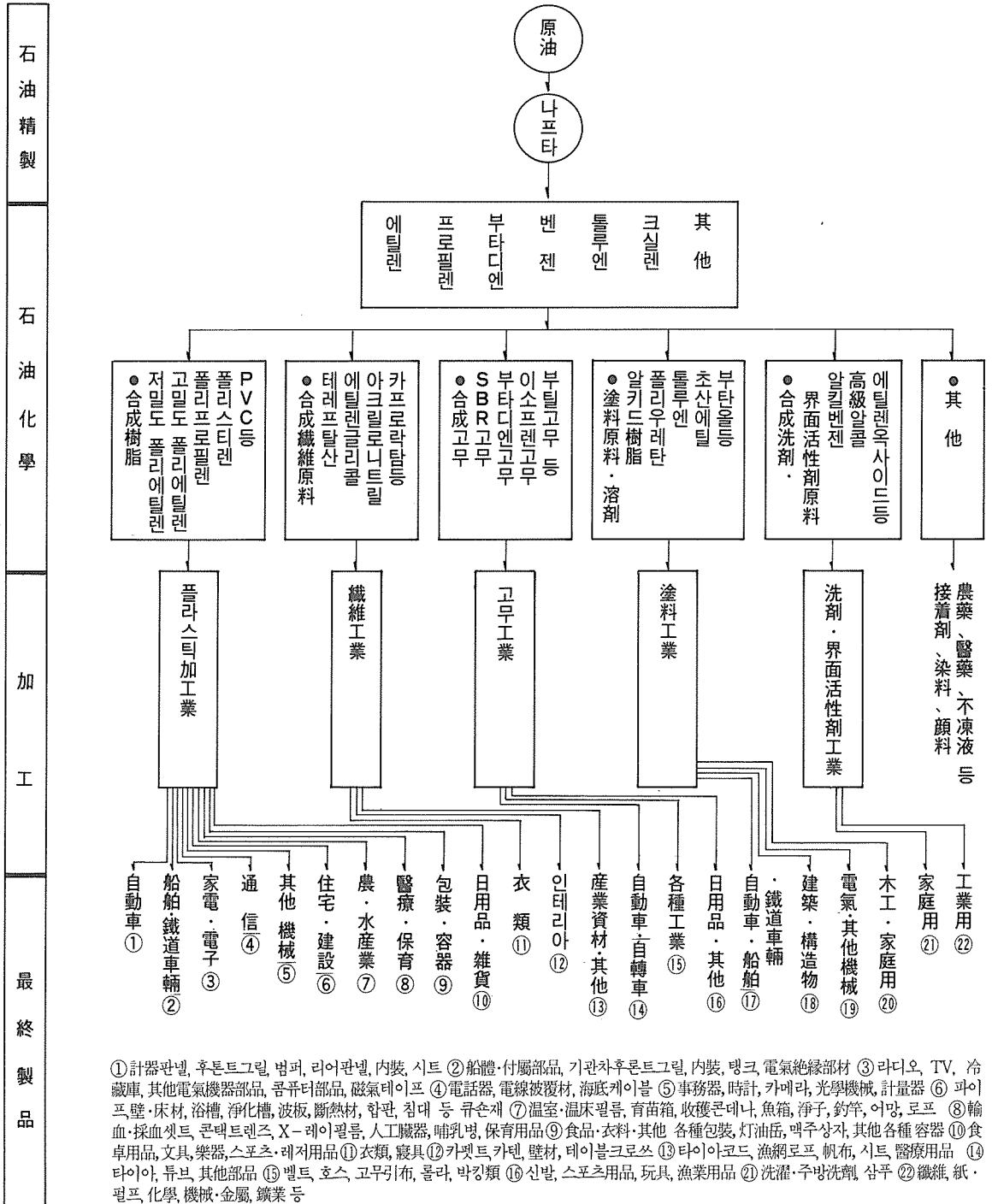
이밖에도 石炭이나 天然素材를 原料로 하는 의약, 농약, 塗料, 洗劑 등 정밀화학품의 原料들이 대부분 석유화학제품으로 바뀌었다.

앞으로도 이를 대체할만한 제3의 혁신素材가 개발되지 않는한 석유화학제품의 수요는 경제성장과 함께 점차 늘어날 전망이다이며 최근에는 高分子를 중심으로 新素材가 적극 개발되는 단계에 있어 석유화학제품이 이제는 汎用品의 범위를 넘어 첨단산업의 重要 素材供給源으로 등장할 전망이다.

시설면에서는 세계 石油化學工業은 60년대까지만 하여도 美國·西歐·日本등 선진국을 중심으로 발전하였으나 70년대부터 개발도상국 및 일부 산유국들의 적극적인 개발로 선진국들의 비중은 감소하는 반면 개도국 및 산유국의 비중이 점차 증가하는 추세에 있다.

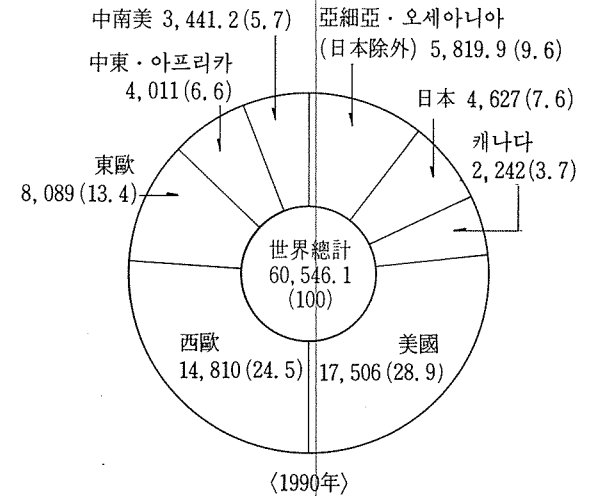
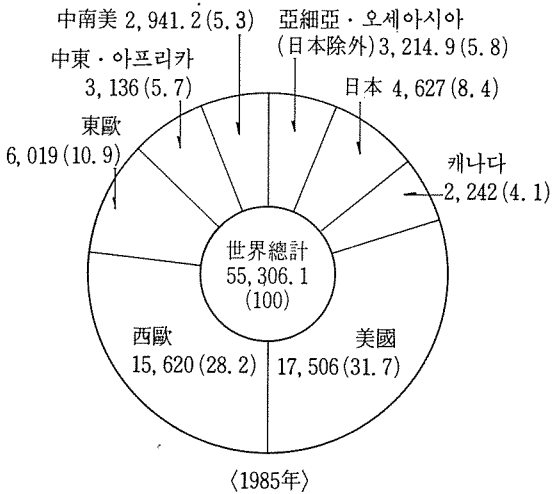
'70년대까지만 하여도 상기 선진 3개그룹이 세계 석유화학제품 생산능력의 85%를 점하였고 세계교역도 거의 독점하였으나 최근에는 이들 나라의 비중이 70%이하로 감소되었고, 90년에는 65%이하로 감소되는 반면 개도국 및 산유국의 비중이 크게 늘어날 전망이다.

石油化學製品的 生産過程과 용도



세계石油化學製品の 生産能力전망 (에틸렌基準)

單位：千톤 / 年 (%)



3. 石油化學工業의 원료동향과 나프타

石油化學工業의 원료는 크게 두가지로 대별하고 있다. 하나는 천연가스를 원료로 하는 것이고 다른 하나는 石油 즉 液狀을 原料로 하는 것이다.

천연가스는 전부 석유화학의 원료로 사용하는 것이 아니고 가스중에 포함되어 있는 에탄, 프로판, 부탄 등을 抽出하여 사용함으로써 천연가스가 90% 이상이 메탄(CH₄) 성분임을 감안하여 볼 때 현재 가스중 石油化學原料로 사용될 수 있는 것은 10% 미만이다. 또한 회수된 프로판, 부탄은 石油化學原料보다는 연료용수요가 크기 때문에 천연가스를 원료로 하는 石油化學이라하면 주로 에탄을 원료로 하는 것을 말한다.

한편 液狀 즉 石油을 원료로 하는 石油化學工業도 原油를 精製하는 過程에서 생산되는 나프타, LPG, 가스오일(Gasoil) 등이 사용되고 있으나 나프타가 주를 이루고 있고 가스오일의 사용량은 많지 않다.

석유파동전까지만 하여도 原油價格의 저렴으로 石油化學工業의 원료는 생산국들의 원료조달여건에 따라 선택적으로 사용되어왔고 原價中 원료비의 비중이 45% 이하인데 반하여 固定費의 비중이 높기때문에 규모의 경제(Scal Merit)를 향유기 위하여 단위규모를 대형화하는

데 주력하여 왔다. 따라서 美國 등 일부 천연가스가 풍부한 나라에서는 가스를 원료로 하였으나 西歐·日本 등 非 산유국들은 90% 이상을 나프타에 의존하여 왔다.

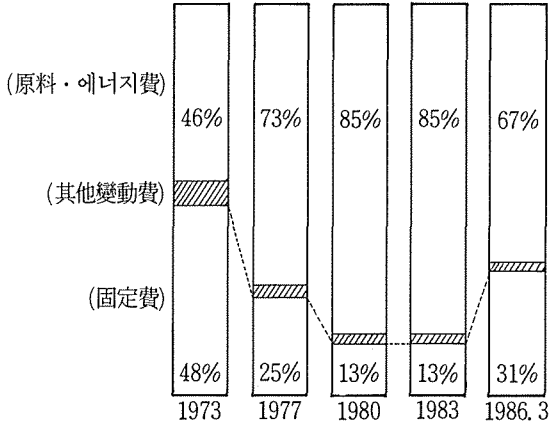
그러나 70년대에 두차례의 석유파동을 거치는 동안 油價의 급등에 따른 원료나프타(ℓ)의 상승으로 천연가스를 원료로 하는 石油化學과 나프타 등 液狀을 원료로 하는 石油化學에 진출과 原油의 수급불안에 따른 원료의 수급불안까지 겹치게 되어 원료구조의 큰 변화를 가져오게 되었다.

나프타分解工場의 경우 73년만 하더라도 원료 및 에너지비용이 原油에서 차지하는 비중이 46%에 불과하던 것이 두차례의 석유파동을 겪은 80년에는 85%를 점하게 됨으로써 원료는 경쟁력의 관건이 되었다.

이러한 原價構造의 변화에 따라 各國은 경쟁력제고와 원료의 안정확보를 위하여 원료다양화 즉 나프타에서 에탄·LPG·가스오일을 사용할 수 있는 併用施設의 설치, 산유국에로의 진출, 기존시설의 합리화에 의한 능력감축 등으로 석유화학공업의 원료는 나프타의 비중이 점차 감소하는 반면 에탄, LPG 등 가스의 비중이 점차 증가하는 추세에 있다.

최근 들어서 原油價의 급락에 따른 液狀원료가격의 하락으로 각종 원료를 併用할 수 있도록 건설된 공장들은

나프타分解工場の 原價構成比 변화추이



資料 : Hydrocarbon Processing

에탄보다는 나프타를 원료를 사용하는 量이 늘어나고 있어 앞으로도 石油化學工業의 원료구조는 수급여건, 경제성에 따라 상당히 가변적인 향을 보일 것으로 전망된다.

중·장기적으로는 油價動向에 따라 다소의 변화는 다르겠지만 산유국들이 자원의 유효활용과 공업화를 위하

세계에틸렌生産原料構成

	1980年	1984年	1989年	1994年
에 탄	21.5%	22 %	27%	30%
L P G	11.6	15	14	11
나 프 타	55.4	54	48	46
가스오일	10.0	8	10	12
其他	1	1	1	1
計	100	100	100	100

資料 : TECNON 및 Dewitt

여 가스를 원료로 한 石油化學工業의 진출을 적극 추진하고 있어 天然가스 즉 에탄의 비중은 점차 증가할 전망이다. 그러나 다음과 같은 점을 감안하여 볼 때 세계 石油化學工業의 원료는 다음과 같은 점때문에 앞으로도 나프타가 계속 주류를 이루어 나갈 것으로 豫見된다.

즉, ①天然가스를 원료로 하는 石油化學工業은 에틸렌 系列제품만 생산할 수 있어 수요의 60~70%를 점하는 非 에틸렌 系列제품의 수요충족을 위하여는 나프타 Gasoil 등 液狀원료의 石油化學工場稼動이 불가피하며,

②石油化學工業은 重要素材産業이기 때문에 各國은 산업구조의 고도화, 수입대체, Bargaining-Power 유지 등

原料別 分解溜分の 대표적 생성 비율

(單位 : %)

分解溜分	原			料		
	天然가스	L P G		나프타	常 壓 가스오일	減 壓 가스오일
	에 탄	프 로 판	n-부탄			
水素-rich 가스	10	2	1	1	1	1
메탄-rich 가스	4	27	21	14	11	8
에틸렌	80	43	40	31	26	21
프로필렌	2	16	19	14	15	14
부타디엔	2	3	4	5	5	5
부틸렌/부탄	...	2	6	5	5	6
熱分解가솔린	2	6	7	22	18	19
(벤젠)	(1)	(3)	(3)	(5)	(6)	(4)
(톨루엔)	(..)	(..)	(1)	(5)	(3)	(3)
(C ₈)	(..)	(..)	(..)	(3)	(2)	(2)
(기타)	(1)	(3)	(3)	(9)	(7)	(10)
Fuel Oil	..	1	2	8	19	26
計	100	100	100	100	100	100

資料 : SRI資料分析

을 위하여 非산유국이라 할지라도 산업적인 차원에서 適正自給度維持를 위하여 液狀을 원료로 한 石油化學工業을 유지 발전시킬 것이며,

③ 天然가스의 개발이 石油化學原料차원보다는 에너지 차원에서 개발되고 있어 장기적으로는 熱量을 기준으로 하여 原油와 等價를 이루는 선에서 가격이 형성될 전망이므로 원료에서 오는 경쟁력격차는 축소될 것이고,

④ 油類수요의 輕質化와 原油의 重質化에 대처키 위한 重質油분해기술의 발달과 분해시설의 확대로 液狀원료의 안정확보가 가능시된다는 점 등이다.

Ⅲ. 국내石油化學工業의 원료동향

1. 石油化學工業의 현황

우리나라 石油化學工業은 선진국보다 20~30년이 늦은 60년대말부터 개발에 착수하였지만 그간의 경제성장과 정부지원에 힘입어 괄목할 만한 발전을 하여 왔다.

시설면에서는 内外資 약23억 달러를 투입하여 2개의 나프타 分解工場과 관련 40여개의 계열공장이 가동중

있으며 현재 内外資 약10억달러를 투입하여 나프타分解工場의 증설을 포함한 12개 석유화학공장의 신·증설을 추진중에 있다. 이들 공장이 완공되면 에틸렌생산 능력은 현재 505천톤에서 850천톤으로 늘어나며 시설능력면에서도 세계18위에서 15위가 될 것이다.

수요면에서는 70년대까지만 하여도 높은 경제성장률에 힘입어 연평균 20%이상의 높은 수요신장을 시현하였으나 80년대 접어 들면서 국내외 경기불황의 장기화로 수요부진을 면치 못하다가 83년부터 경기회복과 더불어 착실한 성장을 하고 있다. 중기적으로 석유파동과 같은 급격한 환경변화가 없는 한 90년대초까지는 GNP성장을 상회하는 안정성장이 기대되고 있다.

自給率面에서는 합성원료를 제외한 국내생산되는 제품은 대부분 자급자족을 하고 있으며, 전체적인 自給率은 약75%선을 유지하고 있다. 그러나 수요증가에 따른 新設 및 증설사업이 없는 한 90年경에는 自給率이크게 떨어질 전망이다. 현재 나프타分解工場을 포함한 10여개 石油化學工場들이 신·증설중에 있다. 이들 공장이 완공되면 90년에도 현재의 自給度水率을 유지할 수 있을 것으로 전망된다.

따라서 國內石油化學工業은 수요면에서 크게 무리가 없을 것으로 예견되나 수출용 原資材供給比重이 높은 취약한 시장구조를 가지고 있고 여기에 수입자유화까지 크게 확대되고 있어 덤핑제품의 유입이 우려되고 있다.

區 分	나프타分解工場 (에틸렌基準)	系列工場	建設費	完工年度
蔚山團地	155千톤 / 年	20個工場	914百달러	1972. 10.
麗川團地	350 "	19 "	1,350 "	1979. 11.
其他地區		2 "	23 "	
計	505 "	40 "	2,287 "	

주요 石油化學製品의 수요와 自給率 추이

(단위: 千톤)

	'76	'77	'78	'79	'80	'81	'82	'83	'84	'85	연평균 증가율 (76-85)
에틸렌	233	320	444	506	439	468	505	643	757	832	16.0
系列製品											
合成樹脂	328	482	625	733	592	639	666	874	1015	1121	16.3
合纖原料	276	360	463	540	592	680	709	783	923	1024	16.4
合成 고무	46	61	86	95	103	92	74	92	100	100	14.0
自給率(%)	58.7	49.7	48.9	49.1	77.0	79.3	80.5	77.6	73.8	76.2	

- 註: 1. 에틸렌 潛在需要 포함
 2. 合成樹脂는 LDPE, HDPE, PVC, PP, PS/ABS 基準
 3. 合纖原料는 카프로락탐, TPA, EG, AN 基準
 4. 合成고무는 SBR, BR 基準

2. 原料動向과 課題

石油化學工業의 원료는 다른 非산유국들과 마찬가지로 나프타를 主原料로 사용하고 있다.

'72년말에 완공된 油公의 나프타分解工場(에틸렌 基準 年産155千톤)은 全量 나프타를 사용하도록 건설되었고 79년말에 완공된 湖南에틸렌의 麗川나프타分解工場은 나프타뿐만 아니라 원료의 供給여건에 彈力的으로 대처키 위하여 LPG와 Gasoil도 사용토록 건설되었으나 LPG 와 Gasoil은 供給 및 경제성 때문에 거의 사용되지 않고 지금까지 원료는 거의 나프타에 의존하고 있는 실정이다.

原油를 정제케 되면 性狀, 정제조건에 따라 차이는 있지만 우리나라의 경우 약17%전후의 나프타가 생산되는 것으로 알려지고 있다. 이중 약5%전후가 휘발유등 燃料용으로 사용되고 12%가 工業용으로 供給되고 있다. 工業용으로 供給된 나프타中 약3%가 肥料용으로, 그리고 나머지 9%가 석유화학용으로 사용되고 있어 石油化學은 국내나프타의 가장 큰 수요처가 되고 있다.

'83년전까지만 하여도 석유화학공업용 나프타는 국내 생산분으로 충족시켜 왔다. 그 이후부터 석유화학제품의 수요가 늘어나면서 나프타의 수요는 계속 증가하는 반면 油類製品의 수요둔화에 따른 정유공장의 가동율저하로 供給은 수출에서 수입으로 반전하게 되었으며 지난해만 하여도 5백만배럴에 가까운 量을 수입 사용하였다.

중기적으로도 작년말에 완공된 油公의 BTX공장의 본격 가동, 89년을 전후한 蔚山 및 麗川團地의 증설나프타 분해공장의 가동으로 석유화학용 나프타수요는 계속 늘어 날 展望이다.

그러나 供給측면에서 보면 脫石油政策에 따른 油類需要의 증가율이 둔화되는데 반하여 나프타의 주요 수요처인 휘발유 등 輕質油需要의 높은 증가 등으로 나프타의 수입의존도는 점차 심화될 전망이다.

따라서 국내石油化學工業은 원료나프타의 안정확보가 무엇보다 중요課題로 대두되고 있다.

일부에서는 天然가스를 수입하여 원료로 사용할 수 있지 않으나 하는 의견도 가지고 있지만 天然가스는 국내생산이 되지 않는 한 경제성이 없고 또한 시장여건 즉 非에틸렌系需要가 많기 때문에 현실적으로 불가능하여 앞으로 石油化學의 원료는 나프타 등 液狀原料에 의존할 수

공업용 나프타의 需給實績 및 展望

	'82	'84	'86	'88	'90
需 要	53.4	65.3	82.4	91.2	125.6
供 給	57.4	51.8	62.2	67.2	72.8
過 不 足	4.0	△13.5	△20.2	△24.0	△52.8
(輸入依存度%)	0	21	25	26	42

밖에 없다.

다만 국내石油化學工場은 원료수급여건에 탄력적으로 대처키 위하여 일부공장은 이미 대체원료인 LGP, Gasoil, LNG 등을 사용할 수 있도록 건설되어 있고 앞으로 신·증설될 공장들도 이를 감안하여 건설될 전망이다. 원료의 국내외수급여건에 따라 선택적인 사용이 가능시되고 있다. 그러나 이들 원료를 선택적으로 사용하는 데는 아직도 많은 제약이 따르고 있으므로 제도의 개선이 따라야 할 것으로 본다.

IV. 맺는말

나프타는 燃料로서도 중요하지만 工業용 원료로서도 중요하다. 石油化學工業의 경우 원료의 50%이상을 나프타에 의존하고 있기 때문에 石油化學工業과는 불가분의 관계를 가지고 있다.

우리나라 石油化學工業도 지금까지 나프타를 원료로 사용하여 왔고 앞으로도 계속 될 것이다. 그러나 국내석유류제품의 供給전망을 감안하여 볼 때 나프타의 부족량은 점차 증가할 전망이다. 石油化學業界는 원료의 안정확보가 주요과제로 등장하고 있다.

물론 업계는 원료안정확보를 위하여 원료다량화, 수입시설확충 등 다각적인 대응책을 강구하여야 하겠지만 동제품의 供給 및 가격이 에너지정책의 一環으로 이루어지고 있어 業界 단독으로 해결하는 데는 많은 어려움이 따르고 있다.

石油化學工業은 중요 素材産業으로 산업구조의 고도화, Bargaining-Power 유지, 외화절약과 자원의 유효활용등을 위하여 적정 자금도유지가 불가피하므로 나프타에 대하여는 燃料이 아닌 原料次元에서 官民이 합심하여 안정확보대책이 마련되어야 할 것으로 본다. □