

페플라스틱의 분별 및 유화기술

이 상 호

산업기술정보원 환경건설부(책임연구원/공학박사)

I. 머리말

최근의 심각한 환경오염과 함께 페플라스틱의 발생량도 날로 증대하고 있다. 그 이유는 우리 생활과 밀접하게 관련된 플라스틱 제품이 그 사용의 간편성 때문에 다양한 형태로 그 이용이 증가하고 있고 특히 페플라스틱은 눈에 띄기 쉽고 부피가 크며 매립이 곤란하고 썩지 않는다는 점에서 재활용의 필요성은 더욱 크다고 하겠다.

페플라스틱의 재활용 방법은 크게 나누어 세가지로 생각해 볼 수 있는데 우선 재생플라스틱으로 다시 이용하는 방법과 액화, 가스화, 또는 고형화하여 연료로 하는 방법, 그리고 연소시켜 에너지를 회수하는 방법이 있겠다.

최근에는 케미컬 리사이클이 선진국에서 개발되어 주목되고 있으나 여기에서는 재생플라스틱으로 재활용하기 위한 전단계로서 혼합페플라스틱의 분별기술과 유화기술에 대해 최근 개발, 이용되고 있는 기술들을 간략히 소개하고자 한다.

II. 페플라스틱의 분별기술

플라스틱의 분별기술을 크게 나누면 그림 1과 같다. 플라스틱의 제품형태를 이용하여 분별할 때에는 그 제품의 오염물질이나 라벨을 미리 제거해야 할 필요가

있으며 분쇄 후에 분별할 때에는 분별해야 할 혼합물이 단일편으로 되어 있어야 한다.

1. X선, 형광 X선 분별

X선 장치에 의한 분별은 수작업에 의한 분별을 보조하기 위해 병(PET병과 PVC병)을 선별하는데 이용하기 시작했다. 그 방법은 플라스틱의 종류에 따라 X선의 흡수율이 다른 차이를 이용한 비접촉, 비파괴검사 시스템으로서 피검사물을 하나씩 컨베이어로 이동시키면서 분별한다. 투하한 X선의 강약을 전기신호로 변환하여 제거해야 할 병이라고 판정된 것은 에어젯 등으로 벨트컨베이어로부터 불어 날림으로써 선별한다.

형광X선에 의한 분별은 X선을 방사하여 피검사물에서 발생한 특성X선(형광X선)을 분광하여 주요성분의 정량성을 판정하는 것으로 화학결합의 상태에 따라 변화하는 형광X선의 스펙트럼을 이용하여 플라스틱 병의 선별용으로 개발한 것이다.

2. 색깔분별

색채에 의해 분별하는 기술로 피검사물의 색을 몇 개의 필터를 통해 각각의 밝기를 전류치로 하고 이것을 연산하여 그룹으로 분리한다. 색의 식별장치와 재료 식별장치를 조합하여 플라스틱병의 색조를 광학적으로 나눈 후 에어블로우를 사용하여 착색병을 불어 날려서 분리한다. 전처리의 세정불량품이나 열화가 심해 색

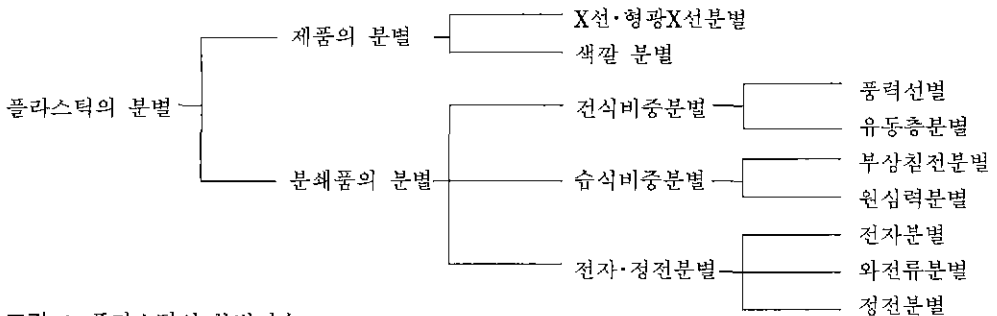


그림 1. 플라스틱의 분별기술

조변화를 가져온 병들을 제외시키고자 할 경우도 유효하게 이용할 수 있다.

3. 건식비중분별

건식비중분별에는 풍력선별과 유동층분별이 있다.

풍력선별은 공기의 흐르는 방향을 이용하여 공기중에서 비중 분리하는 방법이며 모래, 유리와 같은 비중이 큰 것과 종이, 플라스틱과 같은 비중이 작은 것을 선별하는데 아주 효과적이고 경제적인 방법이다. 플라스틱끼리는 비중이 비슷하고 분쇄편의 형상이 고르지 않아서 분별효율은 조금 떨어진다.

유동층분별은 플라스틱의 분쇄혼합물을 회전원판상에 정량 공급하고 원심력을 작용시켜 균일하게 분산시킨 뒤 분리콘의 원추경사판 위로 중력낙하시켜 낙하도중에 흡기상승류를 이용하여 혼합물 중의 경량물을 흡인분별하고 비중이 큰 물질을 분리콘의 저부에서 낙하시키는 방법으로 재료간의 비중이 비슷하다라도 형상이 크게 다르면 분별할 수 있다.

건식비중분별은 같은 형상의 플라스틱 분별에 있어서 정밀도를 높이는 데에는 아직 문제가 있다.

4. 습식비중분별

습식비중분별에는 부상침전분별과 원심력분별이 있다. 모두가 물을 사용하여 물보다 비중이 큰 물질과 작은 물질을 분별하는데 사용된다. 가꿈은 물보다 비중이 큰 물질을 분별하기 위해 염을 용해시킨 용액을 매체로 쓰는 일도 있다.

이 분별법은 폴리올레핀계 플라스틱과 그 이외의 플라스틱을 분별하는데 효과적으로 사용되나 폐수처리를 해야 하는 결점이 있다.

부상침전분별을 정밀하게 행하기 위해서는 플라스틱의 친수성화를 꾀하여 분리조를 사용하여 비중차이에 의해 액면과 분리조 저부에서 부상침전 분별한다.

원심력분별의 한 예로서 하이드로 사이클론을 사용한 분별이 있는데 이것은 선회류와 대체에 대한 플라스틱의 비중차이를 이용한 것으로 단순한 부상침전분별에 비해 처리량이 대단히 크다.

5. 전자·정전분별

전자 정전분별로서는 전자분별, 와전류분별, 정전분별 등이 있다.

전자분별은 자력에 의해 플라스틱 중의 철분을 제거, 분리하는 방법이다.

와전류분별은 비철금속류를 분별하는 방법으로서

이동자계 중에 알루미늄과 같은 비철금속을 넣으면 그 내부에 와전류가 발생하여 이 와전류와 이동자계의 상호작용에 의해 비철금속에 힘이 작용하여 이동자계의 이동방향으로 비철금속이 움직인다. 와전류분별은 이 현상을 응용한 기술로서 전처리로서의 파쇄, 철제거가 중요하며 파쇄입도가 적절하고 파쇄물이 엉켜있지 않으며 철의 분리가 완전할 것 등이 전제가 되고 있다.

정전분별은 정전기의 흡인력을 이용하여 분별하는 기술로서 정전기의 발생상태나 대전성이 다른 점을 이용한 것이다. 정전분별의 경우는 미리 플라스틱의 입경, 형상을 갖추고 완전히 건조될 필요가 있으며 분리의 정밀도에는 약간 문제가 있다. 그러나 플라스틱은 절연도가 높고 정전기를 대전시키므로 흡인되기 쉬워서 이 성질을 이용해 종이나 섬유, 유리로부터 플라스틱을 분리하는 방법으로서 유효하게 이용되고 있다.

6. 하이드로사이클론을 이용한 분별

이 기술은 사이클론의 원리와 플라스틱류의 비중차이를 이용하여 분리하는 기술로서 종래의 풍력선별이나 부상침강 분별에 비해 분리효율이 아주 높다.

처리공정을 살펴보면 우선 파쇄, 세정 등의 전처리를 한 폐플라스틱 혼합물을 일정속도로 교반저류조에 공급하여 균일하게 분산시킨다. 다음으로 이 플라스틱과 물의 혼합물을 펌프로 하이드로사이클론에 정량 공급하여 사이클론 상부에서 저비중 플라스틱, 하부에서 고비중 플라스틱을 물과 함께 배출한 후 각각 탈수하여 제품으로 한다.

분별하는 재료에 맞추어 하이드로사이클론의 구조, 직경, 길이, 상하부 구경, 침전판 길이, 저부 형상 등의 최적 사양과 최적 조작조건이 크게 달라진다.

III. 廢 플라스틱 油化技術

1. 후지 리사이클(株) 技術

- 廢플라스틱은 용융→열분해→接觸分解→응축·액화의 공정을 거치며, 생성유는 가솔린과 비슷한데, 고체 산성도가 큰 제올라이트 觸媒를 사용하므로 接觸分解度가 크고 가스 발생량도 많으며, 발생 가스는 가열용 연료로 사용되고 있다.
- 플로 시트는 그림 2과 같다.
- 표 1에는 대표적인 廢플라스틱 종류와 열(접촉)분해법 및 다음에 소개할 倉田(KURATA)법에 의한 처리가능 정도를 나타내었는데, 후지리사이클법은 열(접촉)분해법의 범위에 드는 廢플라스틱을 처리할 수 있다.

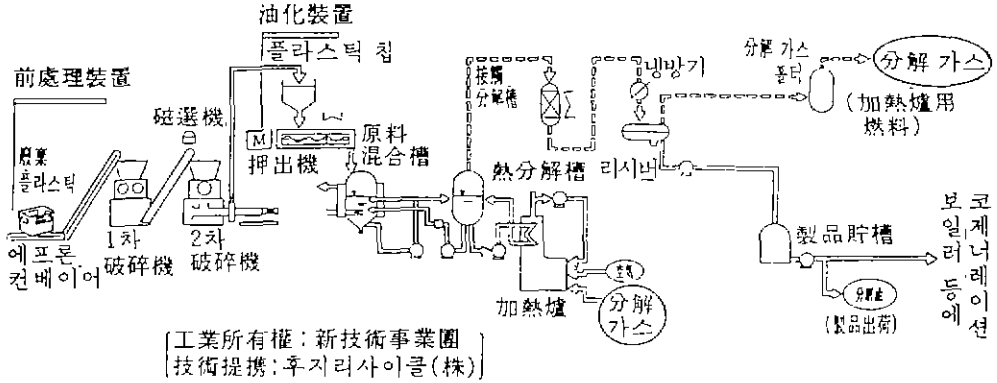


그림 2. 후지 리사이클(株)의 廢플라스틱 油化處理設備 플로

표 1. 廢플라스틱 分解可否 추정 一覽表

플라 스틱 (標準英名)	熱(집속)분해법	倉田法	기타
熱可塑性 樹脂(thermoplastic resins)			
① 폴리에틸렌(polyethylene;PE)	◎◎	◎◎	△
② 폴리프로필렌(polypropylene;PE)	◎◎	◎◎	△
③ 폴리스티렌(polystyrene;PS)	◎◎	◎◎	△
④ ABS樹脂(acrylonitrile-butadiene styrene;ABS)	○	◎◎	△
⑤ AS樹脂(acrylonitrile styrene;AS)	△	△	△
⑥ 폴리에틸렌테레프탈레이트(polyethylene terephthalate;PET)	×	△	◎
⑦ 폴리부틸렌 테레프탈레이트(polybutylene terephthalate;PBT)	△	△	◎
⑧ 폴리페닐렌 설파이드(polyphenylene sulfide; PPS)	△	△	△
⑨ 폴리페닐렌 옥사이드(polyphenylene oxide; PPO)	○	○	△
⑩ 폴리아세탈(polyacetal;POM)	○	○	△
⑪ 폴리카보네이트(polycarbonate;PC)	○	○	△
⑫ 아크릴 樹脂(methacrylic;PMMA)	○	○	△
⑬ 나일론 66, 나일론 6(nylon 66, nylon 6; polyamide;PA)	×	△	△
⑭ 架橋 폴리에틸렌(crosslinking;PE)	◎◎	◎◎	△
⑮ 테플론(teflon;polytetrafluoroethylene;PTFE)	×	×	△
⑯ 합성고무(synthetic rubber)	○	○	△
⑰ 폴리 염화비닐(polyvinylchloride;PVC)	×	添加劑에 의해 分解度가 달라짐.	△
熱硬化性 樹脂(thermosetting resins)			
① 페놀 樹脂(phenolic resin;PF)	×	×	△
② 발포 폴리우레탄(urethane elastomer)	×	○	△
③ 不飽和 폴리에스테르(unsaturated polyester)	×	○	△

◎ : 單體處理 可. ○ : 混合處理 可. △ : 연구조사를 요함. × : 不可.

• 염화비닐 혼입물 15wt.%의 處理實績을 가지고 있으며, 기본적으로 鹽酸가스와 같은 不純 氣스는 계 밖으로 배출·회수하는 것이 經濟性, 安全性, 安定運

轉面에서 重要하다고 판단하고 있다.

• 생성유의 性질은 폴리에틸렌 100%의 경우, 포화 탄화수소 약 35.7vol.%, 불포화 탄화수소 약 0.3vol.%,

방향족 탄화수소 약 64vol.%, 비중 약 0.8정도의 구성비를 가지는 분해유가 얻어지며, 이 분해유를 가솔린, 등유, 경유로 분류한 경우 유분별 품질은 아래 표에 나타난 바와 같다.

	가솔린 유분	등·경유 유분
초유점	32℃	102℃
50%	144℃	254℃
90%	255℃	302℃
중유점	270℃	361℃
비 중	약 0.78	약 0.82
옥탄가	100.9	-

JIS나 市販品の 규격에는 맞지 않으나 塩素, 황, 窒素 등이 적으면 석유제품의 블렌드 재료에 사용할 수 있다.

- 商品으로서 設計·販賣 가능한 설비능력 범위는 연속 투입으로서 연간 처리량 1,000~2萬톤 정도이며, 연간 처리량 3,000톤 이상이면 經濟性이 있다고 한다.
- 분별 설비와 생성유의 정제 설비를 제외한 장치의 建設費用은 연간 처리량이 5,000톤인 경우 7億엔 전후로 예상되며, 발전기 비용으로서 1億 2,600萬엔이 소요된다.
- 연간 처리량 5,000톤의 장치에 대해 인건비를 제외한 運轉 코스트(엔/생성유 1리터)는 다음과 같다.

① 유틸리티

전기료 : 100% 코제너레이션 발전으로부터 공급
 연 료 : 100% 분해 가스로 공급
 공 기 : 공급장치가 부착
 물 : 순환 사용
 질소, 열매체 : ④항의 기타에 포함됨.

② 감가상각(4년 상각)

1億 7,700萬엔/年

③ 촉매 리스 요금

1,500萬 엔/年

④ 메인テナンス, 기타

2,500萬 엔/年

- 판매방침 : 石油會社에 의한 생성유 評價를 기초로 하여 나프타, 등유, 경유는 각각 다음의 용도를 예상하고 있다.

나프타 : 自動車 가솔린 블렌드 基材, 에틸벤젠과 같은 방향족 유분이 많은 특성을 살려 석유화학용 원료 및 용제

등 유 : 백등유 블렌드 基材, 용제, 연료유

경 유 : 디젤 경유 블렌드 基材, 연료유

- 현재 판매문의나 실질적 교섭건수는 日本 국내와 해외에 다수 있다.
- 세일즈 포인트
 - ① 廢 플라스틱의 케미컬 리사이클을 목적으로 개발되었다.
 - ② 집축분해 공정을 가지고 있으므로 열분해는 온화한 조건에서 운전할 수 있어서 장기간 안정 운전이 가능하다.
 - ③ 産業廢棄物 쓰레기를 1년 가까이 연속처리한 實績이 있어서 전처리를 포함해 상당한 기술적 노하우를 축적하고 있다.
 - ④ 유력한 엔지니어링 회사와 提携하고 있어서 기술수준이 높은 신뢰성 있는 장치를 공급할 수 있다.
 - ⑤ 현재 燈油, 輕油는 코제너레이션 연료로 사용되고 있으며, 나프타 유분은 품질이 좋아 석유회사로부터 상당히 높은 評價를 받고 있다.

2. (株)USS 技術

- 「아프라스」라는 상품명을 가지며 廢플라스틱은 熔解→熱分解→接觸分解→凝縮液化的 공정을 거쳐 처리되는데, 觸媒는 알루미늄, 니켈, 구리와 같은 금속으로 금속별 역할이나 선택성은 잘 알려져 있지 않으나, 촉매의 분해효율은 후지 리사이클法에 비해 낮다
- 觸媒의 분해성능은 운전중에 향상한다고 하며, 溶解, 熱分解槽와 집축분해조 사이에 미분해된 분량을 순환시켜 分解效率를 높이려고 하며, 그림 3에 處理設備의 흐름도를 나타내었다.
- 처리할 수 있는 廢플라스틱 종류로 올레핀계 플라스틱 대부분과 FRP, PET, 고무계 廢棄物, 각종 복합재료 등이며, 열경화성 樹脂의 일부와 할로겐계 樹脂를 제외하고서 테스트를 실시중에 있다.(표 1 참조)
- 塩化 비닐 혼입률 5% 정도라면 기기가 腐蝕되지 않는다고 추측되나, 이 수치는 현실적으로 어려우므로 이의 對策으로서 기기의 코팅 방법과 腐蝕의 원인으로 생각되는 塩酸 생성에 대처하기 위해 스크러버에 의한 알칼리 중화법, 그리고 耐蝕性이 우수한 금속을 사용하는 방법을 생각하고 있다.
- USS생성유의 品質을 표 2에 나타내었다.
- 商品으로서 設計·販賣 가능한 설비능력 범위는 CB형이 50~300kg/h, OG-C형이 50~300kg/h이며, 1일

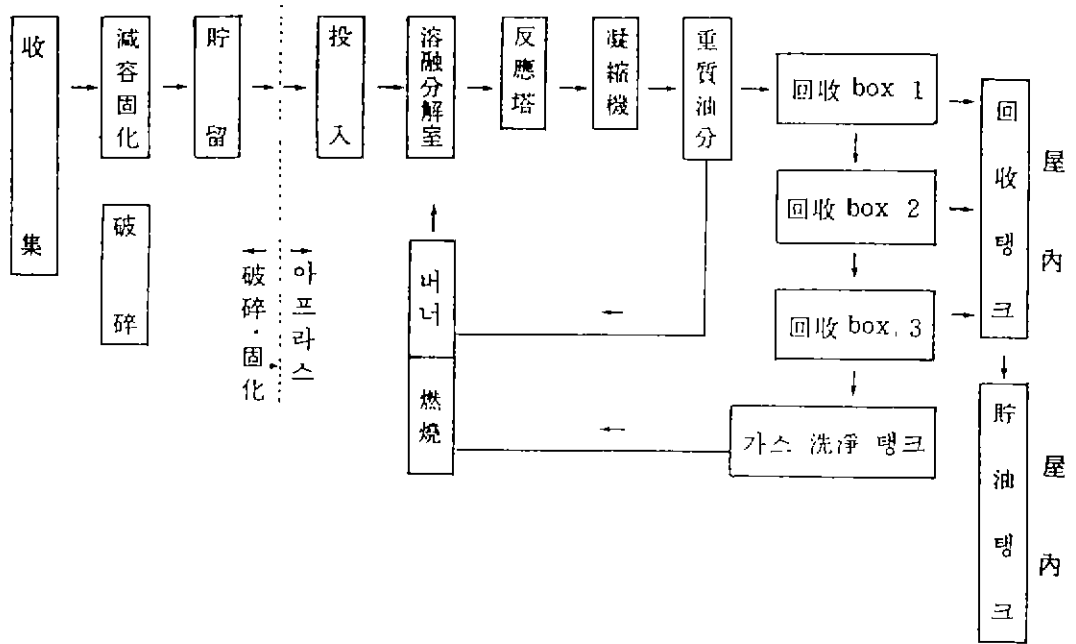


그림 3. (株)USS法(商品名:아프라스)의 廢플라스틱 油化處理設備 블록 플로

표 2. USS 生成油의 品質

蒸溜性狀	폴리에틸렌	폴리프로필렌	ABS	폴리아미드
初溜点	22.0	28.0	49.0	77.0
5 vol. %	61.0	60.0	64.0	106.0
10 vol. %	71.0	64.0	76.0	114.0
20 vol. %	98.0	122.0	113.0	136.0
30 vol. %	123.0	138.0	138.0	144.0
40 vol. %	146.0	139.0	140.0	151.0
50 vol. %	168.0	141.0	146.0	170.0
60 vol. %	190.0	143.0	149.0	193.0
70 vol. %	215.0	183.0	152.0	219.0
80 vol. %	248.0	214.0	167.0	240.0
90 vol. %	291.0	248.0	225.0	286.0
95 vol. %	332.0	290.0	244.0	331.0
97 vol. %	357.0	318.0	279.0	364.0
終點	439.0	429.0	412.0	466.0

24시간, 연간 250일로稼動하면 연간 처리량은 300~1,800톤으로 추정된다.

- 각 모델에 대해 人件費를 제외한 운전 코스트(엔/생성유 1리터)는 표 3과 같으며, 減價償却 기간은 5년이고, 그 이후는 심하게 손상된 금속등 일부만을 보수하여 재가동이 가능하며, 6년 이후의 償却費는

극히 적어질 것으로 예상된다.

- 分別設備과 생성유의 정제설비를 제외한 장치의 建設費用
- 販賣方針은 플렌트로서 經濟性을 중시하여 處理費用에 맞는 가격을 설정할 예정이다.
- 현재 販賣問議는 약 400건, 실질적 교섭건수는 약

연간처리능력(톤)	가 격	모 델
300	5,000萬 엔	OG-C 2000
600	6,000萬 엔	CB-1000
1,020	1億 엔	CB-1200
1,800	1億 2,000萬 엔	CB-1500
2,040	1億 6,200萬 엔	CB-1200X2
3,600	1億 9,500萬 엔	CB-1500X2

80건이며, 판매 예정대수는 5대인데, 그 가운데 3대는 수주가 끝난 상태이다.

- 販賣 豫定臺數가 파악되었기 때문에 현재 아프라스가 공전용 공장을 규모 720m²로 건설중이며, 大企業 엔지니어링 회사와 제휴하여 품질 높은 信賴性 있는 설비를 공급할 예정이다.

3. 日本 理化學研究所 기술

- 「ZZZ=KURATA」(倉田)라는 상품명을 가지며, 상술한 두 방법과 전혀 다른 프로세스로서 廢플라스틱은 熔解→分解, 再配列→凝縮液化的 공정을 거쳐 처리된다.
- 破碎된 廢플라스틱은 대기압에서 140℃ 전후로 유지된 감용 액화실에 투입되어 계가 閉鎖되면 감용 촉진제가 뿌려져 주성분이 등유인 액상이 되며, 1매치 40kg이 약 1분에 액화가 완료된다.
- 化學反應室로 옮겨진 液化物은 대기압 240~250℃에서 알루미늄, 니켈, 구리를 포함한 5종류의 金屬 觸媒에 의해 분해·재배열 되어 3종류로 나누어지며, 주성분으로 등유가 얻어지는데, 이 생성유의 일부는 화학반응실의 가열용 연료와 감용촉진제의 용제로 이용된다.
- 이 방법의 또 다른 특징은 廢塩化 비닐도 처리할 수 있으며, 塩素 회수계통이 충실히 설계되어 있고, 그림

4에 흐름도를 나타내었다.

- 후지 리사이클법과 USS방법의 반응잔사는 모두 흑색인데 비해, 이 방법에 의한 殘渣는 갈색을 띠고 있는 것으로 보아 분해 프로세스가 분명히 다른 것임을 알 수 있다.
- 모든 플라스틱을 종류에 관계 없이 처리할 수 있으며, 플라스틱의 선별, 塩化비닐 除去, 수세나 건조가 필요 없고 나무, 金屬, 종이, 유리, 물 등이 附着해 있어도 상관없다.
- USS법이 고무계 폐기물을 처리할 수 있다고 하는 독특한 특징이 있는 반면, 동 방법은 選別作業 없이 간단한 운전으로 모든 플라스틱 쓰레기를 등유로 전환할 수 있다고 하는데, 熱分解의 상식으로는 이해하기 어려운 뛰어난 기법으로 생각된다.
- 프로세스 개발 초기부터 가정 쓰레기를 대상으로 했으므로, 현재는 塩化비닐이 20 중량% 혼입해도 생성유의 塩素含有率이 100wt.ppm 이하로서 탈염소율이 99.9%이며, 塩素는 현재의 설계에서 堽화 칼슘으로 회수하고 있다.
- 塩化 비닐 混入率이 높아지면 생성유의 수율이 떨어져 經濟性에 있어서 불리하므로 20중량%를 最大值로 하고 있다.
- 플라스틱 쓰레기의 油化率은 1년 10개월의 平均値로 79 중량 %, 가스 성분 8%, 잔사 13% 이었으며, 생성유의 品質은 표 4와 같다.
- 專門研究機關에 JIS에 준해서 분석 의뢰한 후지 리사이클(株), (株)USS, 日本 理化學研究所의 생성유 데이터를 표 2, 표 5, 표 6에 비교하였다.
- 종류 범위를 비교해 보면 폴리에틸렌, 폴리프로필렌의 경우 후지 리사이클이 62.5~283.5℃, USS가 22~439℃로서 USS의 分解選擇性이 낮고, 모든 플라스틱의 종류 중점도 USS가 400℃를 넘어서고 있다.

표 3. 모델별 運轉 코스트

모 델	CB-1000	CB-1200	CB-1500	CB-1200X2	CB-1500X2	OG-C2000
電力: 엔/kg 20엔/kw	2.0	2.0	2.0	4.0	4.0	2.0
水: 엔/kg 200엔/m ³	0.2	0.2	0.2	0.4	0.4	0.4
減價償却: 엔/kg (5年)	20.0	19.6	13.3	15.9	10.8	33.3
維持管理費: 엔/kg	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
合計(엔/kg)	23.2	22.8	16.5	21.3	16.2	36.7

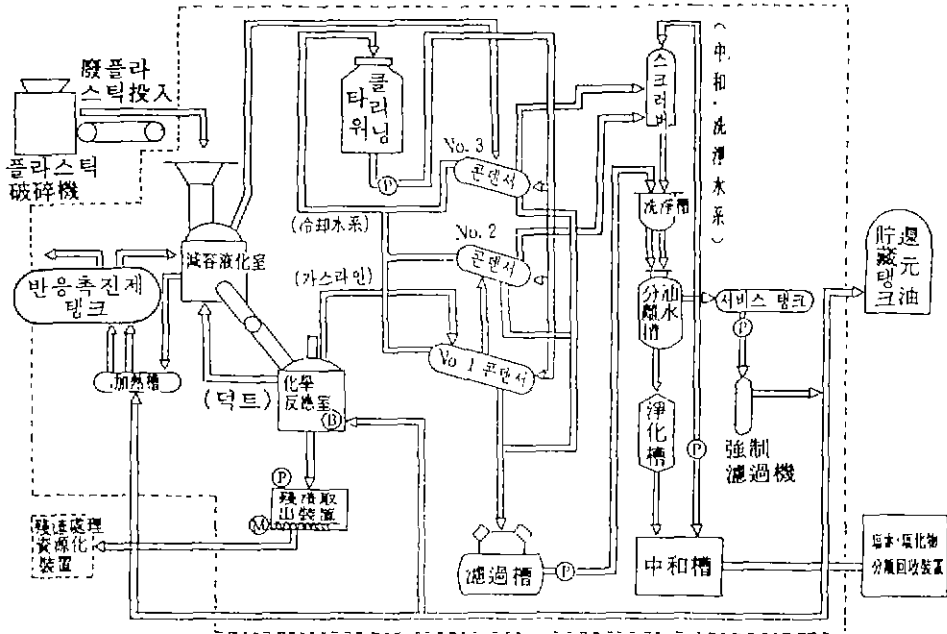


그림 4. 日本理化學研究所法(商品名:ZZZ=KURATA)의 廢플라스틱 油化還元裝置 플로

표 4. 還元生成油와 市販燈油의 물성비교

項 目	還元生成油	市販燈油	試 驗 法
密度(15°C) g/cm ³	0.758~0.792	0.786~0.788	JISK 2249
引火點 °C	40~48	42~44	JISK 2265
外 觀	微黃色透明	無色透明	
蒸溜性狀 °C			JISK 2254
初溜點	151	151	
10 vol. %	163	166	
30 vol. %	171	177	
50 vol. %	181	189	
70 vol. %	195	205	
90 vol. %	223	229	
95 vol. %	235	239	
97 vol. %	240	—	
終 點	253	253	
全溜出量 vol. %	98.5	99.0	
殘 油 量 vol. %	1.5	1.0	
減 失 量 vol. %	0.0	0.0	

• 家庭 쓰레기에 대해 후지 리사이클과 日本 理化學研究所를 비교해 보면, 증류비점이 5%에서 72°C와 161°C, 50%에서 218°C와 193°C, 증류중점이 363°C와 256°C로서 日本 理化學研究所의 생성유는 모두燈

油이나 후지리사이클에서는 燈油 유분을 빼면 수율이 떨어지며, 종합적으로 보아도 후지 리사이클과 USS는 한 그룹에 속하고, 日本 理化學研究所와는 다르다는 것을 알 수 있다.

표 5. 후지 리사이클 生成油 品質 및 物質收支

蒸溜性狀	폴리에틸렌	폴리스티렌	家庭 쓰레기
	폴리프로필렌		PE, PP, PS, PVC, 기타 (中小企業事業團)
初溜点	62.5	123.0	
5 vol. %	98.5	131.5	72
10 vol. %	123.5	134.0	100
20 vol. %	148.0	136.5	130
30 vol. %	160.0	138.5	146
40 vol. %	170.5	142.0	173
50 vol. %	182.0	147.0	218
60 vol. %	193.5	155.5	263
70 vol. %	207.5	205.0	289
80 vol. %	225.0	295.5	310
95 vol. %	267.0	322.5	350
終点	283.5	323.5	363
炭化水素構成比	容量 %	容量 %	
飽和炭化水素	48.2	4.8	
不飽和炭化水素	13.0	3.7	
芳香族炭化水素	38.8	91.5	
密度 15℃, g/cm ³	0.8036	0.8880	0.8110
物質收支	重量 %	重量 %	
生成油	80	90	
가 스	15	5	
殘 渣	5	5	

• 폴리스티렌의 생성유에 대해 炭化水素 성분을 비교해보면,

	후지리사이클(株)	日本 理化學研究所
포화탄화수소(파라핀)	4.8 vol. %	82.2 vol. %
불포화탄화수소(올레핀)	3.7	0
방향족탄화수소(에리메타)	91.5	17.8

으로서 폴리스티렌의 벤젠핵을 고려한다면 熱分解에 의해 방향족 炭化水素를 많이 포함해야 하나, 日本 理化學의 생성유는 飽和炭化水素를 많이 함유하고 있다.

• 분별설비와 생성유의 정제설비를 제외한 장치의 建設費用은 아래와 같다.

연간처리능력(톤)	가 격
1,250(5톤/일)	4億 5,000萬 엔
2,500(10톤/일)	8億 엔

3,750(15톤/일)	11億 엔
6,250(25톤/일)	18億 엔
7,500(30톤/일)	20億 엔
1萬 2,500(50톤/일)	30億 엔

• 후지 리사이클의 熱分解法은 생성유의 炭化水素 구성비가 원료 플라스틱의 종류에 따라 영향을 받는데 비해, 日本 理化學研究所의 倉田法은 원료 플라스틱 종류의 영향이 적어 分別·分解가 필요 없어서 일반 생활 廢棄物인 혼합 廢플라스틱의 처리에 가장 적합하다.

• 본 日本 理化學研究所의 유화기술을 상품으로서 設計·販賣할 경우, 設備能力 범위는 1일 5~300톤으로서 연간 250일을 가동하면 연간 처리량은 1,250~7萬 5,000톤으로 추정된다.

▪ 人件費를 제외한 運轉費用

표 6. 日本 理化學研究所 생성유의 성질

蒸溜性状	家庭쓰레기	發泡폴리스티렌	燈油規格 JIS K 2203
初溜点	145.0	142.0	
5 vol. %	161.0	160.0	
10 vol. %	165.0	164.5	
20 vol. %	172.0	171.5	
30 vol. %	179.5	179.5	
40 vol. %	186.0	186.5	
50 vol. %	193.0	195.0	
60 vol. %	201.5	204.0	
70 vol. %	211.5	215.0	
80 vol. %	222.0	226.5	
90 vol. %	235.5	241.0	
95 vol. %	244.5	250.0	270 이하
97 vol. %	249.5	255.5	
終点	256.0	261.5	
全溜出量 vol. %	98.5	98.0	
殘油量 vol. %	1.0	1.0	
減失量 vol. %	0.5	1.0	
銅版腐蝕 50℃ 3h	1a(註)	1a(註)	1 이하(註)
色(saybolt)	+26	+22	+25 이상
炭化水素構成比	容量 %	容量 %	
飽和炭化水素	82.7	82.2	
不飽和炭化水素	0.0	0.0	
芳香族炭化水素	17.3	17.8	
密度 15℃, g/cm ³	0.7945	0.7975	
引火点 ℃	43.0		40 이상
煙点 mm	24.5	25.0	23 이상
硫黃分 wt.ppm	25	30	150 이하
窒素分 wt. %	<0.01	<0.01	
鹽素分 wt.ppm	17	7	

① 러닝 코스트

생성유 1리터당 약 7엔

액화촉진제 약 5엔

유틸리티 약 2엔

② 電力

油化還元油에 의한 自家發電으로 공급할 수 있으며, 전력을 구입하더라도 가격이 低廉하다.

③ 熱源

유화환원유 및 환원시 발생 가스의 자가소비로 충당한다.

④ 물

중화수와 클린타워용으로 쓰이는데, 모두 循環 사용되므로 소비량은 적다.

⑤ 反應機

觸媒 시스템이 裝填되어 있는 반응기는 5년마다 유상으로 交換할 것을 고려하고 있으나, 교환기간은 단축되기보다는 연장될 可能性이 크다.

- 특히 사용하기 쉽도록 중점을 두어 개발한 장치이므로 모든 시장에 폭넓게 普及, 販賣할 방침이다.
- 현재 販賣問議는 4,000건을 넘어서고 있으며, 실질적 교섭건수도 250~260건, 그리고 10건이 계약이 끝났는데, 계약내용은 10톤/일 1기, 15톤/일 5기, 25톤/일

표 7. 油化 프로세스 선택의 條件

原料 廢플라스틱	處理裝置의 선택	生成油의 취급
생활폐기물인지 산업폐기물인지 혹은 둘 다인지, 양·종류·분별·계속성은 어떤지, 수송·저장방법·적정재고량의 검토	초기투자·操業의 難易, 危險物 제조의 認識, 原料變動에의 대응성, 始動·停止의 融通性, 보수·관리의 難易	생성유의 種類, 品質, 市場性의 바른 이해와 把握, 石油稅의 지식, 全油種 全量 거래의 확인, 자체 販賣網의 確立運營
수집비용의 수지 재검토	運轉 코스트·人員配置	매상액 증가인가, 지출경비의 절감인가

3기, 30톤/일 1기로 모두 합한 總處理能力은 190톤/일, 연간 처리능력은 4萬 7,500톤이 예상되고 있다.

- 同社는 장치의 操作性, 安全性, 經濟性을 중시하고 있으며, 특히 운전개시와 정지가 아주 쉬워서 중단 혹은 유지중에 廢플라스틱의 변질이나 배관이 막힐 염려가 없고, 인화성이 높은 유분도 없으므로 화재 위험성도 낮으며, 溫度·壓力 등의 운전 조건도 安全하다.

4. 프로세스의 選擇

- 어떤 종류의 廢플라스틱을 효율적으로 어느 정도 수집할 수 있을 것인가가 프로세스 選擇의 제1조건이 된다.
- 어떤 생성유를 희망하며, 생성유의 販路·取扱法 등의 면에서 어떤 프로세스가 가장 적합한지를 결정해야 하며, 石油業 제품과의 경쟁을 고려해야 할 지역도 있음을 주지할 필요가 있다.
- 장치선택은 運轉形態, 運轉者의 교육훈련, 油化處理 공장의 處理運營 형태를 정한 뒤에 결정해도 늦지 않으며, 잔사처리도 신중히 검토해야 할 사항 중의 하나이다.
- 참고로 프로세스의 選擇 조건을 표 7에 나타내었다.

IV. 맺음말

혼합폐플라스틱의 단순한 분리기술과 일본에서 상용화 된 폐플라스틱 유화기술을 간단히 소개했는데 최근들어 이웃 일본을 비롯한 선진국에서 이미 실증 시험이 끝난 우수한 케미컬 리사이클기술이 많이 소개되고 있다. 특히 본 산업기술정보원에서 주관하여 1994. 9.13~16일에 걸쳐 개최된 韓日테크노마트에서 일본측에서 기술이전을 희망하고 있는 기술인 폐플라스틱에서 석유를 회수하는 기술은 폴리올레핀 폐플라스틱 1kg으로부터 약 1리터의 생성유를 회수할 수 있다고 하는데 그 성분은 가솔린 유분이 50~60% 나머지가 등, 경유 성분이라고 한다. 이와같이 기술적으로는 충분히 가능하나 상업화 하는데에는 여러가지 제약(예를들면 폐플라스틱의 회수시스템이나 재생품의 시장성, 가격경쟁력, 품질의 안정성, 상업규모의 설비투자비, 홍보 등)이 뒤따르기 때문에 폐플라스틱의 재생사업은 현재 상업화를 위한 여건이 성숙되기를 기다리고 있는 형편이며 우리나라도 관계부처의 주도하에 회수시스템의 정비와 같은 가능한 사업부터 시작하는 것이 중요할 것으로 생각된다.