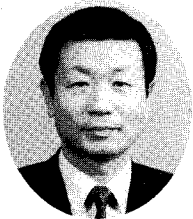


유 활 연 구

# 환경보전 윤활제



한진유화공업(주)  
부사장 김 주 항

## 1. 서 론

과학기술의 발달과 더불어 경제활동의 진보는 우리 주변 개개의 생활수준을 비약적으로 향상시켜 주었으나, 한편 자동차나 공장으로부터 배출되는 각종 유해gas에 의한 지구의 온난화(溫暖化), Freon등에 의한 ozone층의 파괴, 사막의 급격한 확대, 열대우림의 감소, 산성비로 말미암아 지구촌의 환경을 파괴 시키고 또한 지속적으로 일으키고 있다는 사실은 심각한 일이 아닐수 없다.

1992년 6월 Brazil Riodejaneiro에서 국제환경개발의(the earth summit)가 개최된바, 참가 163개국들은 세계적으로 환경보전에 대한 green round에 관심이 고조된바 있듯이 환경보전이라는 차원은 예외가 있을수 없으며 이에 병행하여 우리 주변에서 항시 접하고 있는 각종 윤활제도 공해유발과 무관하지는 않는 인자임에 제목건을 중심으로한 생분해성 윤활제의 세계적 동향 및 시험방법에 대해서 간단하게 살펴보기로 하겠다.

## 2. 생분해성 윤활제의 종류

현재 세계적으로 시판되고 있는 생분해성 윤활제는 선외기용(船外機用)engine oil을 비롯하여 chainsaw oil, 건설기계용 유압작동유, 농업기계용 grease가 있다.

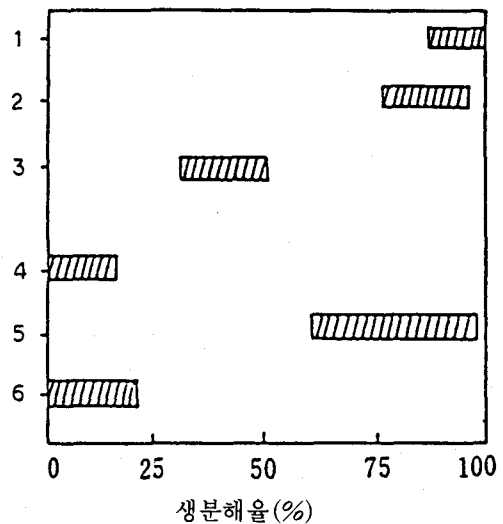
이들의 제품에 있어서 생분해성을 살펴 보면 base oil의 선택에 따라 생분해성이 크게 좌우된다고 생각하면 틀림이 없다.

그림1과 표1에서 보는 바와 같이 윤활유에 쓰여지고 있는 일반적인 base oil의 생분해율은 천연계 식물유가 생분해성이 높은 것으로 되어져

있으며, 광유계는 분해성이 낮으며 한편 합성유는 그의 구성에 따라서 크게 차이가 있다.

환경오염으로서 문제가 되고있는 유압작동유는 천연계의 수요가 고조되어 유럽에서 1989년 4,000톤에서 1995년에는 54,000톤으로 14배의 확대가 예상되고 있다(1)

그러나 식물유는 광유에 비하여 열·산화안정성(熱·酸化安定性)이 낮고 사용조건이 한정되었다는 점이 난점으로 되고 있으므로 이러한 결점 보완을 고려한 각종 생분해성 윤활제가 개발되어 지고있다.



- Legend :
1. 식물유
  2. 지방산 ester
  3. paraffin계 광유
  4. naphthene계 광유
  5. polyethylene glycol
  6. polyethylene/propylene glycol

그림1. 각종base oil의 생분해율(1)

표1. 각종Base oil의 생분해율(2)

Base oil의 분류			시험항목	점도, 40°C mm/s	생분해율(%) (CEC L-33-T-82)
광 유 계	paraffine계	hydrotreated base	a	16.3	73
			b	45.1	50
		solvent extraction base	c	25.8	58
			d	555	47
	naphthene계	-	b	8.78	0
합 성 계	eater	TMPT (trimethylol propane triheptanate)		14.0	100
		PETE (pentaerythritol tetra ester)		33.5	99
		DIOA (di-isooctylazelate)		12.5	97
		DTDA (di-tridecyl adipate)		26.1	84
		DIDA (di-isodecyl adipate)		14.1	90
		DTDP (di-tridecyl phthalate)		81.6	18
	탄화수소계	PAO (poly- $\alpha$ -olefine)		32.0	10
	polyalkylene glycol계	polyethylene glycol		-	>70
polypropylene glycol		-	<15		
천 유 지 계	-	rapeseed oil		32-50	98

2-1 작동유

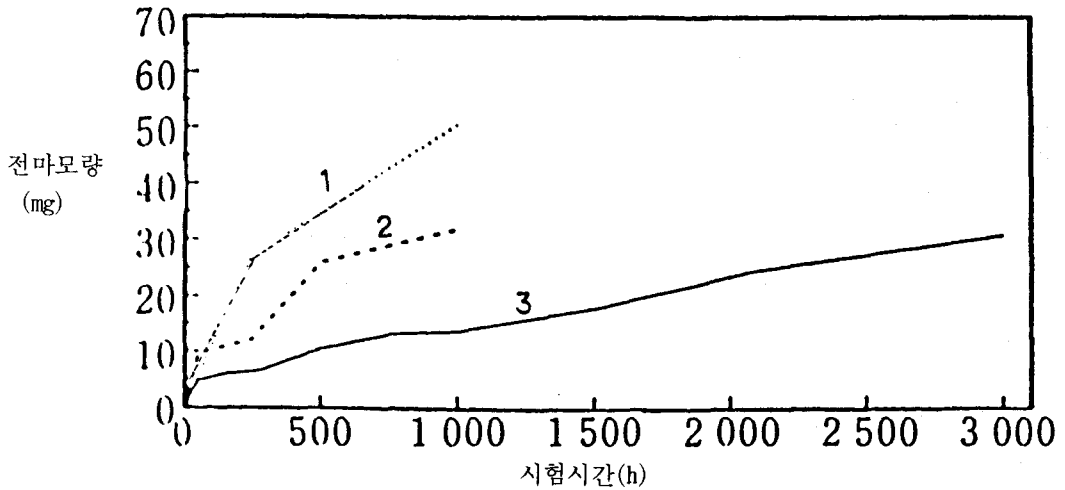
생분해성 작동유는 base oil로서 식물유, 합성유가 사용되고 있으며, 이들 식물유 또는 합성유의 특징을 살펴보면 다음과 같다.

- 점도지수가 높다.
- 저온유동성이 우수하다.
- 그림2에서 살펴 보듯이 ane pump시험에 있어서 내마모성이 우수하다.

따라서 점도지수가 높다는 것은 polymer첨가가 불필요한 것이되며 전단안정성을 높이게 된다. 또한 생부해성 oil은 작동유로서 필요한 고무제

및 각종금속과의 적합성에 있어서 광유계와 동등한 성능을 나타내 주고 있는 것으로 알려지고 있다. 한편, 열.산화안정성에 있어서 합성계 작동유는 그림3에서 살펴보듯이 사용한계온도(80°C) 시험에서 500시간 때부터 변색이 시작되어 1,000시간부터 전산값과 점도가 상승, 광유계에 비하여 안정성이 낮다.

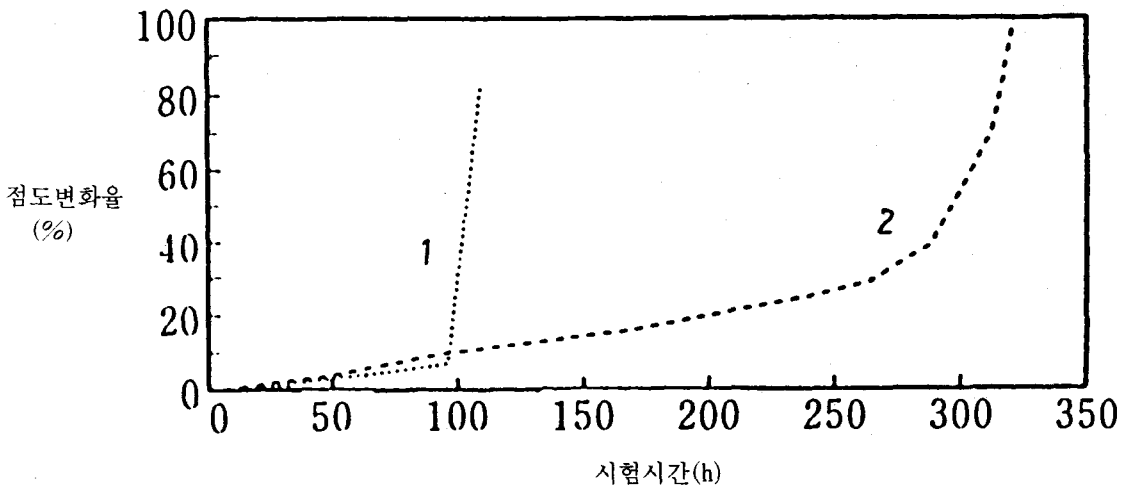
따라서 사용조건을 충분하게 검토하여 base oil 선정에 생분해성 작동유로서의 활용 가치 평가가 충분 한가를 우선적으로 고려 하여야 할것이다.



legend : 시험조건 (1,500 rpm.140 kg/cm<sup>2</sup>.65°C)

- (1) 광유계 작동유
- (2) 합성계 작동유
- (3) 천연유지계 작동유

그림2. 작동유의 Vane pump test 결과(2)



legend : ISOT(indiana stirring oxidation test)

165.5°C×336h에서의 시험 조건임

- (1) 광유계 작동유
- (2) 합성유 작동유

그림3. 생분해성 작동유의 고온산화안정성(2)

2.2 chainsaw oil

chainsaw oil에 요구되는 성능은 chainsaw의 마모, 과열방지 기타 oil의 비산방지(chain 부착성의 양호), main이나 또는 절단부의 부식방지 작용 뿐만이 아니라 oil의 비산에 의한 토양오염 방지를 위하여 생분해성 oil의 필요성도 고조되고 있다.

따라서 생분해성 chainsaw oil은 식물유를 base로 하여 이에 마모 및 과열방지성, 부착성을 갖추고 CEC(co-ordinating european council)법에서 생분해율이 85%이상으로 되고 있는것들이 현재 선진국에서는 시판되고 있다.

이밖에 chainsaw oil의 특징은 점도지수가 높기 때문에 동절기 및 하절기에 무리없이 사용할수 있는 장점이 내포되 있다.

2.3 2 Stroke Engine oil

하천, 호수, 바다에서 사용되고 있는 선외기용(船外機用)engine의 경우 배기gas와 함께 미연소 engine oil은 물(水)중에 배출 시키기 때문에 이로인한 수질오염이 문제시 되고 있다. 미국에서는 1984년 SAE(society of automotive engineers)의 dusk force가 "북미에 있어서 motorboat가 많은 호수와 적은 호수의 수질조사를 한 결과 oil로 기인 하는 수질오염의 기술적 근거가 인정되지 않았다."라고 보고가 된바 있었지만, 유럽에서는 호수의 환경보전을 위하여 2 Stroke engine oil에 있어서 생분해성에 관한 법률제도가 규격화가 진행되어 지고 있다.

현재 IMEC(international marine environment committee)에 의하여 NMMA(national marine manufacturing association)이 제정한 2 stroke engine oil에 관한 규격이 되는 TC-W 또는 TC-W II 성능으로 생분해성을 가미한 ICOMIA(international council of marine industry association)/ISO(international standards organization) standard가 제안되고 있다. TC-W II는 고성능 2 stroke engine 대응을 고려한 규격이 되며, hot tube test에 의한 열안정성 이라든가, 또는 2종의 engine test에 의하여 청정성과 내소부성(耐燒付性)을 평가 하고 있다.

근간 선진국에서 시판되고 있는 생분해성 2

stroke engine oil의 생분해율은 7일후에 84%, 21일 후에 90%(생분해성 미대척유의 경우에 있어서는 21일후에 25%로 생분해율을 나타냄)로 되고 있으며, engine test결과도 piston 내부 총평점 9이상, Torque 변화율도 표준 oil에 비하여 15-30%가 우수한 것으로 알려지고 있다.

선외기용 engine의 대부분은 수냉식으로서 engine 유온이 대부분 높지 않으므로 충분한 생분해성을 갖고 있을 뿐만이 아니라 높은 열안정성과 윤활성을 유지시키는 것이 가능한 것으로 알려지고 있다.

그렇지만 최근에 있어서 고출력 engine에는 고온정도, 내 ring 교착성이 필요로 하고 있기 때문에 보다 우수한 열안정성과 윤활성을 요구하는 규격인 TC-W III이 검토되어 지고 있다.

이밖에 신유뿐만 아닌 배기gas가운데 미연소유의 생분해성에 있어서도 연구가 지속되어 왔으며 미연소유에도 충분히 생분해성이 있는 것으로 보고되고 있다.(3)

2.4 Grease

우선 윤활유에 비하여 생분해성grease의 역사는 오래되지 않았다. 이는 세계적으로 약 3년전부터 turck의 chassis, 오수정화 plant, 철도용, 농업용기계에 사용하는 grease에 생분해성이 요구되기 시작하였다.

현재 생분해성 grease의 기유에는 식물유 또는 합성유가 사용되고 있지만, 지금까지의 기술과 같이 식물계유를 사용할 경우, 광유에 비하여 열안정성이 낮고 또한 저온에서 결정화 하기 쉽기 때문에 사용온도 범위가 좁은 것이 단점으로 되고 있다.

그림4에서 살펴 보듯이 각종 기유에 의한 주도의 경시변화 보다 식물유가 주도 저하가 크고 저온에서의 사용 한계가 좁은것으로 알려지고 있다.(2)

또한 표2에서는 기유가 다른 grease의 각종 ring시험 결과를 나타 낸것이다. 식물유를 기유로 한 grease는 광유를 기유로한 base에 비하여, 산화안정성과 내소부성이 못하지만 극압첨가제 무첨가와 관련하여 사구시험의 결과는 합성계 grease와 비교 함에 크게 뒤지지 않는다.

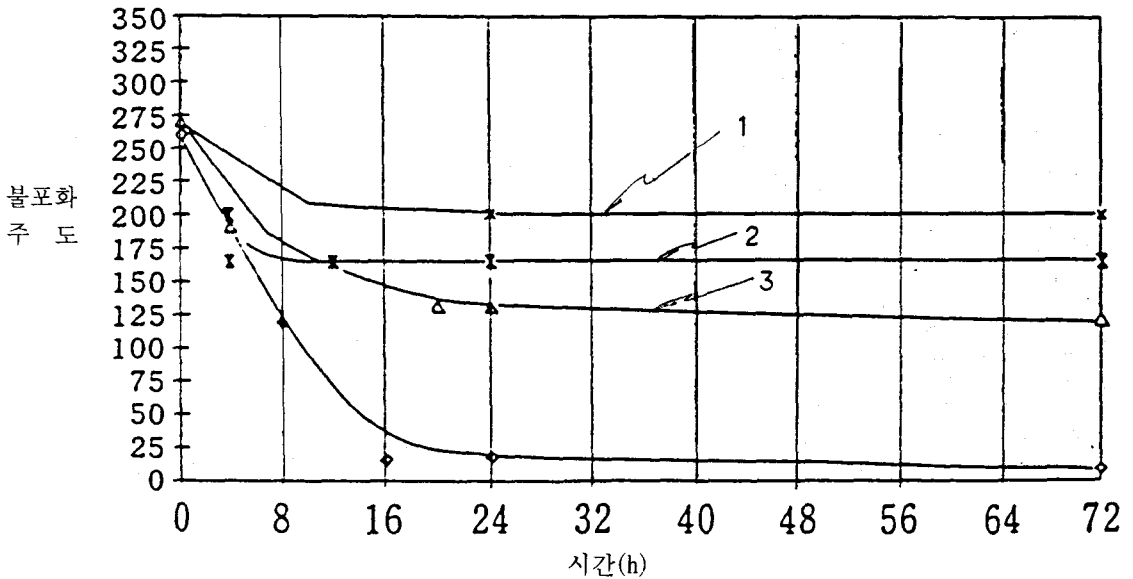
이러한 현상이란 식물성 기유는 극성(極性)이 높기 때문에 base oil이 금속과 반응하여 피막을 형성하기 때문이라고 추측된다.

이밖에 부식성에 관하여서는 광유 또는 합성유 base oil의 grease와 동등의 성능을 갖고 있다.

여기서 식물유의 결점이 되는 산화안정성, 내하중성능을 ester계 base oil을 사용, 또는 첨가제

증량등에 의하여 보충 하는것은 가능하지만, 이에 대응하는 생산비 증대와 첨가제의 생분해성이나 독성을 무시할수는 없는 것이다.

따라서 생분해성 grease를 개발함에는 그의 용도, 사용조건에 적합한 조성을 충분히 검토하지 않으면 않된다.



- legend ; 온도-15°C일때,  
 1. 합성유계 grease  
 2. 광유계 grease  
 3. Semi 합성계 grease  
 4. 식물계 grease

그림3. 불포화 주도의 경시변화(4)

표2. 각종 Grease의 성능

시험항목 \ 기유	광 유 (paraffin)	합 성 유 (ester)	castor/ester (1:1)	rapeseed/polymer
증 주 제	Li/Ca 12-OH-stearate	Li/Ca 12-OH-stearate	Li/Ca 12-OH-stearate	Li/Ca 12-OH-stearate
첨 가 제	산화방지제, 부식방지제, 내마모제, Tackiness			· 산화방지제 · 부식방지제 · Tackiness
점도(40°C)mm/s	150	88	85	80
혼화주도	280	280	280	280
적점(°C)	190	193	170	180
동관부식(평점)	1	1	1	1
shell 4구 용착하중(N)	>2400	2400	2400	1600
티르켄 합격하중(N)	>200	160	160	68
산화안정성(BOMB) 100×100°C, Kpa	-15	-25	-150	-400
적용온도(°C)	-25-130	-35-120	-20-110	-15-100
적용개소	범용	범용	· truck chassis · 농업기기	· tunnel공사용 · seal grease · 농업기기

### 3. 환경보전

환경보전이라는 관점에서 볼때 윤활제에 대한 요구도 오직 윤활성만을 추구하는 것은 아닌 것이다.

예를들어 oil의 Recycle이라고 하는 과제도 하나의 이슈가 되겠지만 선외기용 engine oil, chainsaw oil, 건설기계용 유압작동유, 채굴(採掘) 및 chassis grease등 소위 호수나 토양에 유출 가능성이 있는 윤활제에 관하여서는 생분해성 즉 환경보전이 요구되고 있다. 따라서 현재 선진국에서는 이미 생분해성을 갖는 윤활제가 판매되어 왔으며, 그의 기준도 엄격한 것으로 되어 있다.

가까운 일본국의 경우 1989년 환경보호 Mark로 되는 "ECO Mark"제도가 도입되어 환경청 외 각 단체로서 재단법인 일본 환경협회가 Mark의 인정을 실시 하고 있으며 1992년 9월 현재 인증을 받고 있는 40개 품목, 2300상품의 분류중 석유제품류에서는 1990년 10월 최초로 생분해성

2 stroke 기관용 engine oil "ECO Mark"의 인정을 받은 바 있다.

그후 유압작동유를 비롯하여 chainsaw oil이 뒤를 이었고, 금후 계속하여 생분해성 윤활유의 수요가 증가되어 질것으로 예측된다.

한편 스위스의 경우 호수의 수질오염방지를 위하여 생분해성을 갖는 선외기용 2 stroke engine oil이 사용된 것이 생분해성 윤활유의 시초가 되고 있다.

생분해성 윤활유의 기준은 "제품의 생분해율이 구주규격자문위원회법(CEC)에서 67%이상"으로 되는 것으로 규정하고 있다.

그러나 실제 스위스에서 판매되고 있는 생분해성 윤활유는 CEC법에서 80%이상의 분해율을 나타내고 있다. 이밖에 독일의 경우 1978년부터 환경에 대하여 낮은 부하를 주는 제품에 대하여 "환경보전 Mark(Blue Angel)"를 표시 하는 제도가 도입되어 왔으며, 이에 특성을 스위스에 비교

하건데 아래와 같이 비교적 엄격하게 규정하고 있다.

- CEC법에 의한 제품의 생분해율은 80%이상 일것.
- 첨가제를 함유한 각조성물이 독일 수질오염 등급에서 “대체로 무독”에 속할 것
- 제품에는 유기염소 화합물, Nitrile(R-CN) 화합물을 함유하지 않아 할것
- CEC법에 의한 함유율 5%이상 base oil의 생분해율이 80%이상 일것.

- 함유율 5%미만의 첨가제에도 이분해성(易分解性) 시험에서 분해성 불량인 경우, 본질적 분해성 시험으로 되는 “Zahn-wellens” 시험에서 생분해성이 있는 것을 볼수 있을 것.

여기서 CEC법과 Zahn-wellens시험의 개요를 살펴보면 다음표3과 같다.

표3. 생분해성 시험방법의 개요

항목	종류	CEC 법	Zahn-wellens시험법
	분류	이분해성 시험	본질적 생분해 시험
시험방법의 원리		무균(無菌)배지(培地)에 시료와 미생물을 첨가하여 호기적(好氣的)으로 배양, 종료후 배양액을 4염화탄소가 1,1,2 trichloro fluoro ethane에서 추출하여 IR spectral에 의하여 분해율을 결정한다.	활성오니, 무기영양염 및 유일의 탄소원으로서 시험 물질은 교반기와 통기기(通氣器)를 함께 부착한 1-4L의 유리용기에 넣는다. 이의 혼합액은 28일간 22C (±3°C)의 암실 또는 미산란광에서 교반하여 폭기한다. 분해과정은 매일 또는 적당히 일정간격으로서 여액의 DOC값 측정에 의하여 감시한다. 시험개시시 DOC값에 대한 일정간격에서의 제거율은 생분해도로서 나타내며 그때의 분해도를 가르킨다. 그결과를 시간에 대한 생분해도 곡선으로서 plot한다.
식종원		도시 하수처리장 오니	하수처리장 으로부터 채취된 활성오니 특별한 경우, 혼합물(처리장, 토양의 추출액, 하천수등)을 사용
식종농도		1flask(培地 150ml)당 1ml	0.2-1.0 2/L
공시물농도		7.5mg/L	50-400 mg/L (DOC)
시험기간(온도)		21일간 25°C	28일간 22(±3)°C
결과 평가방법		IR spectral(2930cm-1의 흡광도)	DOC 제거율
시험의 유효성		기준물질 DITA(di-iso-tridecyl adipate)가 21일간에서 67%이상의 생분해율	20%이상 DOC 제거율때 본질적 분해성이 있고 70%이상 일때 완전분해성이 있다.

비고 : DOC는 Dissolved Organic Carbon의 약자임.

4. 생분해성 시험방법

4.1 생분해성

“생분해”라고 일컫는 말은 유기화합물질이 미생물에 의하여 산화되어서 탄산gas, 물 및 생성균체(生成菌體)로 변화하여 반응되어 지는 것을 말한다.

지방족화합물에는 미생물에 의한 산화분해에 의해서 말단 Methyl기가 산화되어서 지방산으로 되고, 그후 산화에 의하여 신진대사를 이루는 것을 지칭한다. 따라서 이러한 산화분해의 경로를 살펴보면 그림 4와 같다.

(말단 Methyl의 산화)

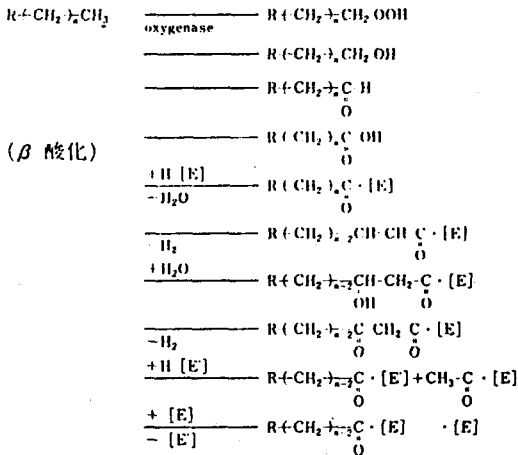


그림4. 지방족화합물의 미생물에 의한 산화분해 경로

한편 이과정에서의 분해성은 화학구조와 물성에 의하여 좌우되고 있으며, 이러한 Data나 문고(6,7)를 정리 하면 다음과 같이 요약 할수 있다.

- 생물체 구성물질(탄수화물, Amine산, 지방산)등은 생분해 되기가 쉽다.
- 방향족화합물은 일반적으로 생분해가 어렵지만 치환기의 종류에 의하여 생분해성이 다르다, 예를 들자면 -OH, -COOH, -NN<sub>2</sub>, -NH, -CH<sub>3</sub>, -OCH<sub>3</sub>를 갖는 benzene환은 생분해가 쉽고, -X(halogen), -NO<sub>2</sub>, -SO<sub>3</sub>H를 갖는 benzene환은 분해하기가 어렵다.

- 직쇄상 탄화수소의 것이 분기형 탄화수소에 비하여 생분해 하기가 쉬우며
- 4급탄소를 갖는 경우는 극히 생분해 하기가 어렵다.

이상과 같이 유기물 구조가 생분해성에 미치는 영향은 이미 알려지고 있는것과 같이 생분해성을 측정하는 시험은

- 사용균 종류가 특정되어 있지 않을것.
  - 시료량이 적을것.
  - 사용 기구의 오염도 영향이 크기 때문에 재현성이나 반복성이 낮을것등,
- 다시 말하여 적용되고 있는 기준에 의하여 시험방법이 다르기 때문에 생분해성의 정의는 통일성이 없는것이 현재의 실태이다.

4.2 생분해성 시험방법

현재 생분해성 시험방법은 여러종류가 있으나 국제적으로 통일 된것이 아직은 없다. OECD (organization for economic coporation and development)로 규정 되어진 이분해성(易分解性) 시험에도 수정 XFNOR(association francaise de normalization)시험, 수정 OECD screening 시험, 수정 MITI(japanese ministry of international trade and industry)시험, Cleased Bottle시험, 수정 sturm시험이 있다.

따라서 이러한 이분해성 시험의 개요를 살펴 보면 표4에서 보는 바와 같으며, 이분해성 시험에서 충분한 분해성을 나타낸 물질은 자연계에 있어서도 용이하게 분해하게 된다.

한편 CEC에서는 이분해성 시험으로서 CEC-L-33-T82시험(이하 CEC법)이 제정 되어 있다. CEC법에는 무균 배양한후, 탄화수소분을 4염화탄소가 1, 1.2 trichlorofluoro ethane으로서 추출하여 적외흡수 spectral흡광도의 변화로 부터 분해도를 구하는 방법이 된다.

이의 시험법은 생분해성 2 stroke용 engine oil의 개발과 동시에 개발되어진 것이 있으며, 생분해성의 기준은 ICOMIA(international council of marine industry association)이 제정되어 67%이상 분해를 나타낸 윤활유가 생분해성 윤활유로서 인정된다.

각각의 생분해시험의 상관 관계에 있어서는



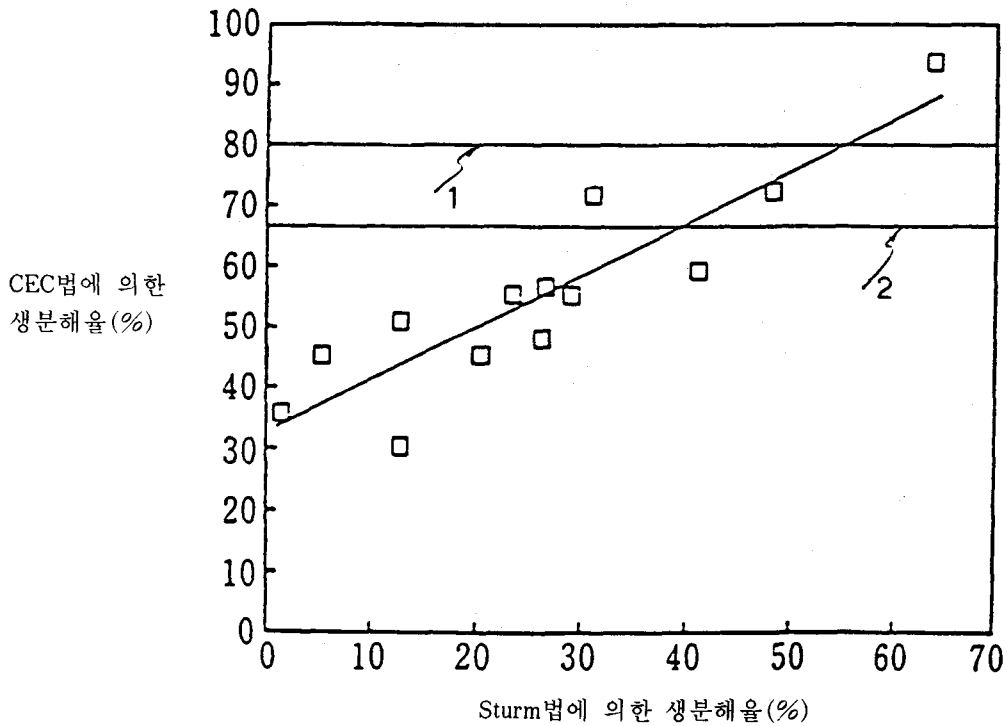
명확한것은 아니지만 이중에서 sturm법과 CEC 법 간에는 그림5에 나타낸 바와 같이 상관성이 인정되고 있다.

현재 CEC법은 기준값이 다른 유럽 각국에서 도입된 것으로 윤활유 생분해성 시험으로서 넓게 인정되고 있다.

한편 이웃 일본국의 화학물질 심사및 제조등의 규제에 관한 법률(化審法)에는 수정 MITI법

이 채용되고 있고, 미생물은 다르지만 수정 MITI법으로 35-40%의 분해도가 CEC법 67%에 상당하는 사유에 해당 된다고는 하나 그의 상관 관계는 알려지지 않고 있다.

CEC법이 예상 하건데 일반적으로 넓게 채용되고 있는 점으로 미루어 보아 금후 윤활유의 생분해성 기준시험도 본시험이 채택되지 않을가 사료된다.



legend ; (1) blue angel의 요구값  
(2) ICOMIA 기준

그림5. CEC법과 Sturm법의 상관관계도

표4. 이분해성 시험방법의 개요

시험방법의 항목	수정 AFNOR 시험	수정 STURM 시험	수정 OECD 시험	수정 MITI 시험	Closed bottle 시험
시험방법의 원리	물중에 용해한 유기물 생분해성을 그 유기물을 유일 탄소원으로 후사(後射) 미생물에 의하여 조사한다.	화학적으로 규정 되어진 액체 배지(培地), 특히 다른 유기탄소원을 함유하지 않은 것에 공시 물질을 가하여 오수의 미생물을 식종(植種)한다. 발생한 Co <sub>2</sub> 는 BaCO <sub>3</sub> 로서 포착한다. 적당한 plankton control을 대상으로서 시험기간중 공시물질로부터 발생하는 Co <sub>2</sub> 총량을 정량하여 공시물질의 탄소 조성에 기초로서 이론적으로 생성하는 CO <sub>2</sub> 전량에 대한 백분율로서 산출한다.	공시물질 일정량에 무기배양기에 녹여서, 5-40mg DOC/L으로 한다. 용액에는 혼합오니 보다 소량의 미생물을 식종해서 20-25°C의 암실 또는 미산란광하에서 품기한다. 분해도는 28일간의 DOC분석에 의하여 나타낸다. 조작은 기준물질에 의하여 check한다	폐쇄계 산소소비량 자동 측정장치를 사용한다. 기간중 BOD 측정장치로서 생물화학적 산소요구량을 연속 측정한다. 생분해도는 BOD와 용존산소의 측정이 나 화학물질의 잔류농도 측정등 보조적 화학분석을 기본으로 산출한다. 공시물질로서 미리 미생물을 순화(巡和)하지 않는다	미리 정하여 놓은 양의 화합물을 무기 배양지에 용해한다. 농도 1L당 활성물질 2mg으로 한다. 농도는 혼합식종원으로 부터 소량의 미생물을 식종하여 20±1°C의 항온 증탕가운데에서 어두운 장소에서 병을 밀봉 상태로 놓아두고 분해는 28일 경과한 개소에서 용존산소 농도를 분석결정한다.
식종원(植種源)	2개소 오수처리장으로 부터의 혼합물(특별한 오염원 처리장 오수는 불가함)	도시하수의 처리장 오니의 상등수	(1) 도시하수의 처리장 오니의 상등수 (2) 토양현탁액 상등수 (3) 표층수 (4) 상기 1-3의 혼합물	전국 10개소 이상으로부터 수집하여 합성 하수로서 순양(順養)한 활성 오니	(1) 도시하수처리오니의 상등액 (2) 비료를 가하지 않은 휴현탁액의 상등수 (3) 시험소처리오니의 상등수 (4) 상기1-3의 3중 혼합물
식종농도	5±×10 <sup>2</sup> 개/ml	1%	0.5ml	고형물로서 30mg/L	1적/L (10 <sup>3</sup> -10 <sup>5</sup> 개/L)
공시물 농도	유기탄소로서 4-mg/L	10-20mg/L	유기탄소로서 5-40mg/L	100mg/L	2mg/L
시험기간(온도)	28일간 25±1°C	28일간 실온	28일 20-25°C	14일간 25±1°C	28일간 20±1°C
결과평가방법	수용성유기탄소의 측정에 의해 분해도를 구함	발생 CO <sub>2</sub> /이론 CO <sub>2</sub> 생성	수용성 유기탄소의 측정에 의하여 분해도를 구함	(1) 측정된 BOD/TOD (2) 화학분석	측정된 BOD/이론 BOD
시험의 유효성	7일 외모로서 80%이상 분해	28일 60%이상 CO <sub>2</sub> 를 생성	아닐린이 7일 외모로서 BOD 40%이상, 14일 외모로 60%이상 분해	28일간 TOD에 대하여 60% 이상의 BOD값을 나타 낼것	

비고 : BOD(Biochemical Oxygen Demand) TOD(Total Oxygen Demand)

## 5. 맺는말

지금까지 생분해성 윤활제에 대한 종류 및 수요 동향 그리고 시험방법에 대하여 간략하게 살펴 보았다.

우리 주변에서 이제 생활화가 되어진 윤활제에 있어서도 환경을 도외시 할수는 없는 실정임을 감안할때 Recycle도 중요하지만, 미래지향적 관점에서 볼때 생분해성 윤활제의 요구는 점진적으로 고조될것으로 사료된다.

윤활유는 사용용도 및 개소에 따라 요구성능을 달리하고 있음을 감안할때 이에 성능을 만족시키고 한편 병행하여 생분해도를 만족 시키기란 아직까지는 검토할점이 많이 내포되 있다.

예를 들어 Base oil선택에서 식물계를 할것인지 또는 합성계를 할것인지, 이에 가미하여 첨가제의 연구과 생분해성의 기준, 그리고 Cost면에 대응등 많은 난제는 우리나라 윤활업계의 숙제일 것이다.

## 참고문헌

- (1) 稻垣 毅夫 : 油脂, 44(1). p.37(1991)
- (2) 北村 奈美 : Tribologists, 38(5).p.427(1993)
- (3) 石丸 光明 : 石油製品計論會資料, (社)日本石油學會, p.8(1992)
- (4) E)M)stempfel& L. A. schmid : NLGI spokesman, 55(8).p.25(1992)
- (5) J. Baggott& D. Glover : 石油製品計論會資料, (社)日本石油學會, p.26(1992)
- (6) 神原 周.北野 大 : 化學と工業, 31,p.901(1978)
- (7) 須藤隆, 八木修身 : 環境研究, 22p.19(1978)

$5 \pm 10^7$ 개/ml  $10^3$ - $10^5$  발생CO<sub>2</sub>/이론 CO<sub>2</sub>생성 CO<sub>2</sub>를 생성