

바이오 윤활유



데이터분석본부 수도권지원 책임연구원 **손종구** Tel: 02-3299-6037 e-mail: jkson@kisti.re.kr

KEY FINDING

1. 윤활유는 움직이는 부품이나 표면 사이의 마찰을 줄이고, 마모와 파손을 방지하며, 열을 줄이기 위해 사용되는 물질이다. 세계적으로 사용되는 윤활유의 85% 이상이 석유 원료 기반 석유계 윤활유이다. 그러나 석유계 윤활유의 환경에 미치는 악영향에 대한 우려가 커짐에 따라 바이오 기반 및 무독성 윤활유 사용에 대한 경향이 증가하고 있다.
2. 바이오 윤활유는 식물성 기름, 동물성 지방과 같은 재생 가능한 원료로 제조된다. 유채유, 대두유, 팜유와 같은 식물성 오일이 주로 바이오 윤활유로 적용되어 다양한 산업에 이용된다.
3. 바이오 윤활유의 세계 시장 규모는 2020년 20.1억 달러였으며, 2020년부터 2025년 사이에 4.1%의 CAGR로 성장하여 2025년 24.6억 달러에 이를 것으로 전망된다. 유럽 지역이 세계 바이오 윤활유 시장에서 가장 큰 점유율을 차지하였다. 특히 해양산업에서의 지속적인 바이오 윤활유 소비 증가가 현재 시장 성장을 견인하고 있다.
4. 바이오 윤활유는 특정 용도에서 아직 석유 기반의 광유계 윤활유가 가지는 성능에는 못 미치고 있어서 앞으로 이러한 특성을 개선하기 위한 새로운 연구가 필요하다. 품질/성능과 가격, 제도적 지원은 바이오 윤활유 사용을 장려하기 위한 열쇠이므로, 환경규제 도입과 가격 인하를 위한 연구개발이 요구되고 있다. 또한, 바이오 윤활유 산업을 보다 지속 가능하고 경쟁력 있는 것으로 만들기 위해서 재생 가능한 원료에 대한 공급 다양화에도 많은 연구가 필요하다.

1) 시장의 개요

고대문명 시대에서 산업혁명까지 3,000년이 넘는 기간 동안 사용되어 온 윤활유는 산업혁명 이전에는 각종 동식물 유래의 유지, 예를 들어 우지, 고래기름, 라드(돼지기름, lard), 올리브유, 유채유, 피마자유, 아자유, 코코넛유, 땅콩기름 등이 농기구, 공구, 마차, 범선 등의 접동(슬라이딩)부에 윤활유로 이용되어 왔다. 단, 이들 윤활

유는 밀폐계 속을 순환하여 기계요소를 장기간에 걸쳐 윤활하는 것이 아니라 그리스와 같이 접동부에 발라 소모될 때까지 윤활작용을 발휘하는 수준이었다.

산업혁명기에 기계 장치의 발전으로 윤활유의 수요가 증가함에 따라, 기존의 동식물 유래 유지류의 증산과 일부 원유를 증류하여 얻은 광유나 석탄에서 합성한 파라핀유 등의 사용으로 수요가 조달되었다.

윤활유는 액상의 윤활제로서 기유(基油, base oil)를 원료로 하고, 사용 목적에 알맞은 성능을 위하여 각종의 첨가제를 가한 것이다. 기유는 석유계 광유(鑛油), 천연(식물성·동물성) 지방유(脂肪油) 및 합성유(合成油)로 크게 나눌 수 있으며, 품질, 성능, 내구성, 가격 등 종합적인 이점 때문에 최근까지는 석유계 광유가 주로 사용되고 있다. 그러나, 향후에는 지구 환경개선을 위해 생분해성이 우수한 천연 지방유 기반의 바이오 윤활유 사용이 많이 늘어날 전망이다.

산업화가 고도화되면서 이산화탄소 배출에 의한 지구온난화 문제처럼 여러 가지 자원·환경 문제가 표면화되었고, 이에 호응하여 윤활유에서도 1990년대부터 환경 대책에 적응하는 환경 대응형 윤활유(ECL, Environmentally Considerate Lubricants)와 환경 적합성 윤활유(EAL, Environmentally Acceptable Lubricants, 이후 바이오 윤활유)가 등장하게 되었다.

분해가 잘 안 되는 광유계 윤활유가 85%를 차지하는 윤활유 시장에서 판매된 윤활유 중 약 20% 정도는 회수되지 못하고 그 처리가 추적이 안 되고 있으며, 그 중에서 상당량은 자연환경에 그대로 방출되고 있어, 생분해성이 월등히 우수한 바이오 윤활유가 미래의 윤활유 시장에 커다란 역할을 할 것으로 예상되고 있다.

바이오 윤활유는 환경규제가 심각한 농업, 해양/선박, 플랜트 분야에서 먼저 시장이 확대된 후, 신규 시장으로 지속적으로 확대될 것으로 예상되며, 광유계 윤활유에서 천연오일을 활용한 바이오 윤활유로 대부분 전환될 것으로 예상되고 있다.

친환경적인 측면에서 바이오 윤활유는 ▷적은 오염이나 방출의 경우에 쉽게 분해되어야 하며, ▷사람, 동물 및 어류에 미치는 독성이 없고, ▷생명체내에 축적되는 경향은 최소화하며, ▷사용 후에도 변성에 의한 위험이 없어야 하고, ▷최소한의 비용으로도 처리 및 폐기가 가능한, ▷환경과 관련된 각종 규제를 준수할 수 있어야 하는 특성을 가지고 있어야 한다. 그러면서도 기본적인 윤활유 본연의 기능을 위하여 마찰 억제와 표면 보호 측면으로 다음과 같은 성

능을 요구하고 있다. 바이오 윤활유는 ▷산화안정성: 고온에서도 장기간 오일의 산화나 산패가 없고, ▷점도특성: 유막(oil film)을 형성할 수 있는 적절한 점도를 유지하며, ▷내마모성: 장비 표면의 마찰(friction)과 마모(wear)를 감소시켜 줄 수 있는 성능을 가지며, ▷녹 및 부식방지 성능: 외부 이물질(contaminant)로부터 녹과 부식을 방지하며, ▷수분에 대한 안정성: 일정 이하의 수분이 혼입될 경우에도 수분과 윤활유 간에 분리가 잘 되어야 하고 수분이 어느 정도(0.1%) 유입/포함되더라도 윤활유의 성능 유지가 가능한 윤활유이어야 한다.

2) 시장 동향 및 전망

바이오 윤활유 시장의 성장은 증가하는 환경 문제를 해결하기 위해 시행된 정부 규제에 많은 영향을 받는다. 반면, 바이오 윤활유의 높은 가격은 시장의 성장을 억제하는 역할을 하고 있다.

Markets and Markets의 보고서에 의하면, 바이오 윤활유의 세계 시장 규모는 2020년 20.1억 달러였으며, 2020년부터 2025년 사이에 4.1%의 CAGR로 성장하여 2025년 24.6억 달러에 이를 것으로 전망된다. 유럽 지역이 세계 바이오 윤활유 시장에서 가장 큰 점유율을 차지하였다. 이 지역의 시장 규모는 2025년까지 12.1억 달러에 달할 것으로 예상되며, 예측 기간 동안 3.6%의 CAGR을 기록할 것으로 예상된다. 특히 해양산업에서의 지속적인 바이오 윤활유 소비 증가가 현재 시장 성장을 견인하고 있다.

2020년을 기준으로 바이오 윤활유 시장에서 약 80%로 가장 큰 점유율을 차지하고 있는 식물성 오일의 시장 규모는 2020년 16.0억 달러에서 2025년 19.9억 달러로 성장할 것으로 기대되며, 그 기간 동안 CAGR은 4.5%에 이를 것으로 추정된다.

표 1 원료별 바이오 윤활유 시장규모

(단위 : 백만 달러)

Base Oil	2020	2023	2025	CAGR(2020-2025)
Vegetable Oil (식물성 오일)	1,604	1,829	1,996	4.5%
Animal Fat (동물성 지방)	284	310	328	2.9%
Others (기타)	124	134	141	2.6%
Total	2,012	2,273	2,466	4.1%

출처 : MarketsandMarkets, BIO-LUBRICANTS MARKET - GLOBAL FORECAST TO 2025, 2020

바이오 윤활유 시장은 유압유, 금속 가공유, 체인트 오일, 이형제, 2사이클 엔진 오일, 기어 오일, 그리스 등으로 응용 분야가 세분화된

다. 이러한 응용 분야 중 유압유, 금속 가공유, 체인트 오일은 2020년 전체 시장의 80%를 차지하였다.

표 2 용도별 바이오 윤활유 세계 시장규모

(단위 : 백만 달러)

Base Oil	2020	2023	2025	CAGR(2020-2025)
유압유	1,108	1,268	1,391	4.6%
금속 가공유	138	154	167	3.8%
체인트 오일	145	162	175	3.8%
이형제	43	47	50	3.3%
2사이클 엔진 오일	292	326	351	3.7%
기어 오일	105	114	120	2.7%
그리스	123	136	145	3.3%
기타	56	61	65	3.0%
합계	2,013	2,268	2,466	4.1%

출처 : MarketsandMarkets, BIO-LUBRICANTS MARKET - GLOBAL FORECAST TO 2025, 2020

최종 수요 산업을 기반으로 바이오 윤활유 시장은 산업부문, 상업 운송부문, 개인 자동차부문으로 세분화되며, 산업부분이 2020년 기준 약 80%로 가장 높은 점유율을 차지하였다. 산업 부문은 해양산

업, 농업 및 건설, 식품산업, 광업 및 에너지 산업, 엔지니어링 및 제조 산업으로 구성되어 있다.

표 3 수요 부문별 바이오 윤활유 세계 시장규모

(단위 : 백만 달러)

수요 산업	2020	2023	2025	CAGR(2020-2025)
산업 부문	1,606	1,827	1,988	4.4%
상업운송 부문	239	264	284	3.5%
개인자동차 부문	167	182	194	3.0%
합계	2,012	2,273	2,466	4.1%

출처 : MarketsandMarkets, BIO-LUBRICANTS MARKET - GLOBAL FORECAST TO 2025, 2020

표 4 산업 부문 하위 산업별 바이오 윤활유 세계 시장규모

(단위 : 백만 달러)

산업 부문	2020	2023	2025	CAGR(2020-2025)
해양 산업	780	865	925	3.5%
농업 및 건설 산업	182	218	245	6.1%
식품 산업	10	12	13	5.2%
광업 및 에너지 산업	298	339	370	4.4%
엔지니어링 및 제조산업	336	392	435	5.3%
합계	1,606	1,826	1,988	4.4%

출처 : MarketsnMarkets, BIO-LUBRICANTS MARKET - GLOBAL FORECAST TO 2025, 2020

한국의 바이오 윤활유 시장규모는 2020년 8,200만 달러였고, 2025년 1억 900만 달러로 CAGR 6.0% 성장이 예상되고 있다. 용도별 수요 중 유압유가 5,000만 달러로 60% 이상의 비중을 차지하고 있다. 한국은 바이오 윤활유와 바이오디젤 생산을 위해 말

레이시아, 인도네시아와 같은 주변국으로부터 식물성 오일을 수입하고 있으며, 유압유는 2020년 국내 바이오 윤활유 용도 중 최대 규모로, 2020~2025년간 7.4%의 가장 높은 CAGR을 기록할 전망이다.

표 5 용도별 바이오 윤활유 국내 시장규모

(단위 : 백만 달러)

Base Oil	2020	2023	2025	CAGR(2020-2025)
유압유	50.2	62.2	71.7	7.4%
금속 가공유	4.2	4.8	5.3	4.5%
체인톱 오일	6.3	6.9	7.2	2.9%
이형제	1.3	1.5	1.6	3.9%
2사이클 엔진 오일	9.6	10.6	11.3	3.2%
기어 오일	3.9	4.4	4.8	4.2%
그리스	4.4	5.0	5.5	4.6%
기타	2.0	2.2	2.4	3.5%
합계	82.0	97.6	109.8	6.0%

출처 : MarketsandMarkets, BIO-LUBRICANTS MARKET - GLOBAL FORECAST TO 2025, 2020

우리나라의 바이오 윤활유 제조 기술은 선진국에 못 미치고 있으며, 국내 바이오 윤활유 시장도 대부분 PANOLIN, ROCOL, MOBIL 등 외국 제품을 수입하여 사용하고 있는 상황이다.

바이오 윤활유 시장 성장의 주요 동력은 선박 일반 허가증(Vessel General Permit, VGP)과 유럽 에코라벨(European Ecolabel) 등의 환경 규제이다. 이 같은 규제의 시행으로 해양산업은 바이오 윤활유

의 최대 수요분야가 되었다. 미국과 유럽 같은 일부 지역은 선박 일반 허가서를 상당히 엄격하게 채택했는데, 이것은 외국의 선박들이 그들의 영해로 들어가기 위해 바이오 기반의 화학 물질사용을 의무화하는 규제이다. 이러한 규제는 선박 사고 시 유해 화학물질의 우발적인 누출로 인한 모든 종류의 오염으로부터 수생 생태계를 보호하기 위해 취해진 조치이다.

그림 1 바이오 윤활유의 세계 시장 수요-공급 체인

RAW MATERIALS SUPPLIER	MANUFACTURERS	SUPPLIERS/ DISTRIBUTORS	END USE
<ul style="list-style-type: none"> • Wilmar International Limited • IOI Group • Kuala Lumpur Kepong Berhad • Sime Darby Bhd. • Golden Agri-Resources • Kerry Group • Univanich Palm Oil PCL • Apical Group Ltd. 	<ul style="list-style-type: none"> • Total S.A. • Fuchs Group • Royal Dutch Shell Plc • ExxonMobil Corporation • BP Inc. • Cargill Inc. • Panolin AG 	<ul style="list-style-type: none"> • R.W. Davis Oil Co. • W.W. Grainger, Inc. • Chemical Global Inc. • M.J. Vail Company • Bolkema Fuel Company • Parent Petroleum, Inc. 	<ul style="list-style-type: none"> • Marine Industry • Agriculture & Construction • Food Industry • Mining & Energy • Engineering and Manufacturing Industry • Automotive

출처 : MarketsandMarkets, BIO-LUBRICANTS MARKET - GLOBAL FORECAST TO 2025, 2020

시장의 성장을 제약하는 주요 요인은 석유 기반의 윤활유에 비해 바이오 윤활유의 가격이 높다는 것이다. 바이오 윤활유는 석유 기반의 윤활유보다 가격이 2~3배 더 비싸다. 따라서 환경규제 도입과 가격 인하를 위한 연구개발은 장기적으로 바이오 윤활유 시장 성장을 촉진할 것으로 기대되고 있다.

바이오 윤활유 시장의 선두 업체로는 Royal Dutch Shell(네덜란드), Fuchs Petrolub(독일), Panolin(스위스), Cargill(미국), Total S.A(프랑스), BP(영국), ExxonMobil(미국), Binol Lubricants(스웨덴), Kluber Lubrication(독일), Emery Oleochemicals(말레이시아) 등이 있다.

최종 수요자의 관점에서, 특히 해양산업의 경우, 대부분 제조업체로부터의 직접 구매를 통해 수요가 충족되는 반면, 중소기업의 경우에는 유통업체 채널을 선호한다. 대량 구매의 경우 직접 구매를 선호하지만, 소량의 경우 유통업체 채널을 선호한다.

3) 산업 특성 및 정책 분석

환경 친화적 바이오 윤활유는 기존에 시장을 선도하던 광유계 윤활유 제품보다 여러 가지 이점이 있는 경우가 많지만, 소비자의 인식 결여와 높은 제품가격 때문에 아직까지는 일반적으로 받아들여지지 않고 있다. 바이오 윤활유는 재생 가능한 제품이지만, 특정 용도에서는 아직 석유 기반의 광유계 윤활유가 가지는 성능에는 못 미치고 있어서 앞으로 이러한 특성을 개선하기 위해서 새로운 연구가 많이 필요하다.

따라서 바이오 윤활유 제품의 성공에 영향을 미치는 요인은, 기술의 진보, 농업에의 투자(자원의 이용 가능성), 석유 사용 억제에 향한 정치적 이슈라고 볼 수 있다. 품질/성능과 가격, 제도적 지원은 바이오 윤활유 사용을 장려하기 위한 열쇠이면서, 점유율 확대를 위한 주요 추진력이다. 바이오 윤활유 시장은, 독일의 시장 도입 프로그램 MIP(Market Introduction Program), 네덜란드의 VAMIL(Random depreciation of environmental investments scheme), EU의 LMI(Lead Market Initiative), 미국 농림부의 BioPreferredSM(bio-based product preferred procurement scheme) 등과 같은 친환경 정책에 의해서 촉진되어 왔다.

바이오 윤활유 제조는 바이오디젤에 비해 식용 오일의 비중이 상당히 높다. 따라서 바이오 윤활유의 생산량은 현재 주로 식품산업에서 사용하는 생식품 수요에 따라 공급 가능량이 제한될 수 있는 가능성이 크다. 바이오 윤활유 산업을 보다 지속 가능하고 경쟁력 있는 것으로 만들기 위해서 재생 가능한 원료에 대한 공급 다양화에도

많은 연구가 필요하다.

현재 바이오 윤활유의 엔진오일 적용은 매우 저조한 실정이다. 엔진오일용 바이오 윤활유 가격을 낮추고, 산화 안정성이나 유동점 저하 등 성능 문제를 줄이려는 연구개발 노력이 연계되면 자동차 및 운송업체가 바이오 윤활유의 신규 수요를 끌어올릴 것으로 기대된다.

현재 모든 윤활유의 시험프로토콜(ASTM, KS규격 등)은 석유를 원료로 하는 광유계 윤활유에 적합하도록 마련되어 있기 때문에, 화학적으로 전혀 다른 식물 유래 오일을 활용하는 바이오 윤활유에는 적합하지 않으며, 이러한 점은 바이오윤활유 도입·확산에 단점으로 작용하게 된다. 또한 윤활유의 생분해성, 인체독성, 생체 내 축적 등과 같은 환경과 관련된 특성에 관한 통일된 기준을 명확하게 확립하여야 하는 과제도 안고 있다.

바이오 윤활유가 생분해성이 높지만 그렇다고 폐 바이오 윤활유를 하천이나 바다에 방류하여 폐기할 수는 없다. 사용이 끝난 바이오 윤활유의 재활용에 대해서는 아직 기술적으로 논의의 여지가 있는 상황이다. 보다 좋은 해결책은 제품의 안정성이 향상되고 사용기간이 긴 고성능 바이오 윤활제 사용을 촉진하여 발생원으로부터 폐유량을 근본적으로 줄이는 것이며, 이러한 고성능 바이오 윤활유 제품의 개발 기술도 지속적으로 추진되어야 한다.

4) 분석자 인사이트

윤활유는 움직이는 부품이나 표면 사이의 마찰을 줄이고, 마모와 파손을 방지하며, 열을 줄이기 위해 사용되는 물질이다. 마찰을 줄이는 성질이 ‘윤활’이고, 세계적으로 사용되는 윤활유의 85% 이상이 석유 원료 기반 석유계 윤활유이다. 그러나 석유계 윤활유의 환경에 미치는 악영향에 대한 우려가 커짐에 따라 바이오 기반 및 무독성 윤활유 사용에 대한 요구가 증가하고 있다.


바이오 윤활유는 식물성 기름, 동물성 지방과 같은 재생 가능한 공급원에서 파생된 윤활유를 의미한다. 이러한 윤활유는 쉽게 생분해되고, 독성이 약하며, 수생 생물과 주변 식물에 해를 끼치지 않는다. 바이오 윤활유는 여러 가지 환경적 이점이 있다. 식물성 오일 기반의 바이오 윤활유는 고온에서도 변하지 않으며 점도 지수도 높으므로 사용하는 장비에 더 나은 윤활성과 더 긴 수명을 제공할 수 있다.

Markets and Market의 보고서에 의하면, 바이오 윤활유의 세계 시장 규모는 2020년 20.1억 달러였으며, 2020년부터 2025년 사이에 4.1%의 CAGR로 성장하여 2025년 24.6억 달러에 이를 것으로 전망된다. 유럽 지역이 세계 바이오 윤활유 시장에서 가장 큰 점유율을 차지하였다. 특히 해양산업에서의 지속적인 바이오 윤활유 소비

증가가 현재 시장 성장을 견인하고 있다.

ExxonMobil(미국), Royal Dutch Shell(네덜란드), Total S.A(프랑스)와 Fuchs Petrolub(독일)은 바이오 윤활유 시장을 선도하는 주요 기업들이다. 바이오 윤활유 시장은 주로 증가하는 환경 문제를 해결하기 위해 시행된 정부 규제에 의해 주도된다. 그러나 이러한 바이오 윤활유의 높은 가격은 시장의 성장을 억제하는 역할을 하고 있다.

바이오 윤활유는 특정 용도에서 아직 석유 기반의 광유계 윤활유

가 가지는 성능에는 못 미치고 있어서 앞으로 이러한 특성을 개선하기 위한 새로운 연구가 필요하다. 품질/성능과 가격, 제도적 지원은 바이오 윤활유 사용을 장려하기 위한 열쇠이므로, 환경규제 도입과 가격 인하를 위한 연구개발이 요구되고 있다. 또한, 바이오 윤활유 산업을 보다 지속 가능하고 경쟁력 있는 것으로 만들기 위해서 재생 가능한 원료에 대한 공급 다양화에도 많은 연구가 필요하다. 

참고문헌

[1] BIO-LUBRICANTS MARKET - GLOBAL FORECAST TO 2025, MarketsandMarkets, 2020

[2] 2021년 윤활유 수요 전망, 윤활유공업협회, 2020.11

[3] 바이오연료, KISTEP 생명기초사업센터, 2020.11



www.astinet.kr
에서 원문을 다운로드
받으실 수 있습니다.

ASTI MARKET INSIGHT



본원 (우)34141 대전광역시 유성구 대학로 245 한국과학기술정보연구원
T. 042) 869-1004, 1234 F. 042) 869-1091

분원 (우)02456 서울특별시 동대문구 회기로 66 한국과학기술정보연구원
T. 02) 3299-6114 F. 02) 3299-6244

