

| GREEN ISSUE 2017-49 |

바이오항공유 국내외 동향과 시사점에 따른 강원도 대응 방안

유종의 연구위원 | 2017년 12월

Contents

1. 바이오항공유 국내외 정책 동향
2. 바이오항공유 기술의 적용 수준
3. 바이오항공유 적용을 위한 강원도 대응 방안
4. 맺음말



바이오항공유 국내외 동향과 시사점에 따른 강원도 대응 방안

《 핵심이슈 》

- 전 세계적으로 지속가능한 항공산업 발전과 기후변화 대응을 위한 온실가스 감축수단으로서 바이오항공유를 채택

※ 국내에서는 육상용 바이오 디젤 산업이 존재하나 육상 교통수단은 전기 또는 수소 등의 타 연료로 대체 가능한 것과 비교하여 항공기는 바이오항공유가 직접적인 온실가스 감축의 유일한 수단
- 바이오항공유는 생산기술은 원료와 사용 목적에 따라 특정

※ 바이오항공유 관련 제조 기술은 산업통상자원부, 과학기술정보통신부 및 국방부에 의해 일부 추진되었으나, 생산을 위한 원료수급에 대한 안정성을 확보하지 못해 상용화에는 한계가 있으며 지속가능한 원료 확보가 선결되어야 함
- 국내 바이오연료 생산을 위한 지속가능한 원료 수급 방안 확보 필요

※ 다양한 원료 중 산림자원과 수자원이 풍부한 우리나라는 목질계 바이오매스와 미세조류를 활용한 바이오연료 생산에 중점 연구가 필요

※ 바이오작물은 생육여건과 국토활용측면에서 검토가 필요하며, 도시폐기물 등을 활용하는 방안은 부지확보 및 주민수용성 확보가 선결되어야 하는 문제가 있음
- 바이오연료 생산을 위한 강원도의 원료 수급 여건 분석 필요

※ 기존 산림자원을 훼손을 방지하고 산림자원의 긍정적 활용을 위해 가용한 산림자원 양에 대한 상세 지도 작성 및 최적 수거체계를 수립

※ 해양미세조류 확보가능성 점검을 위해 가용한 열원 인근 해안지역의 해수이용가능성을 점검하고, 담수미세조류는 도내 가용 댐 및 호소의 미세조류 생육여건 및 가능성 진단과 열원 확보 가능성을 고려한 전략적 접근을 실시

《 강원도 정책시사점 》

- ① 바이오항공유를 활용한 온실가스 감축 노력은 해외 주요국뿐만 아니라 국제기구 차원에서 적극 활용할 것을 독려하고 있으며 우리나라도 이에 적극적인 대응이 필요
- ② 우리나라는 바이오항공유 제조기술 연구의 초기단계로서 원료수급부터 적극적인 검토가 필요하며 지속가능한 원료 확보에 따른 연료개발 기술의 선택과 집중이 요구
- ③ 강원도는 바이오항공유 원료인 미세조류와 목질계 바이오매스를 확보할 수 있는 수자원 및 산림자원을 풍부하게 가지고 있으므로 이에 대한 긍정적인 검토와 확보 기반 구축 마련이 필요



1 바이오항공유 국내외 정책 동향

- **【주요국가의 바이오 항공유 정책 동향】** 국가별 항공부문의 온실가스 감축을 위하여 바이오항공유 개발 및 보급 정책을 활발하게 진행하고 있으며, 정부보조금 외에 제도 및 세제혜택을 부여함으로써 바이오항공유 도입을 촉진하기 위한 정책을 동시에 진행

표 1. 해외 바이오항공유 활용 인센티브 정책

국가	정책사례		인센티브
미국	RFS 제도의 RIN 발행	바이오항공유 공급자(수입자)에 대해 미국 RFS2에서 사용가능한 증서(RIN) 발행	바이오항공유 공급자의 RIN 판매 수익 증가
유럽	EU-ETS 제로 카운트	EU-ETS 항공 부문에서 바이오항공유 이용에 대해 배출량을 0으로 간주	항공사의 감축의무 준수에 활용가능
노르웨이 (검토 중)	공항 이착륙세 감면	바이오항공유를 탑재한 항공편에 대해 노르웨이 국내 공항 이착륙세 감면 검토 중	항공사의 이착륙세 부담 경감

* 출처: 2020년 올림픽 대회 바이오항공유 도입을 위한 Action plan(도쿄올림픽 검토위원회, 2016)

- 미국연방항공국(Federal Aviation Administration, FAA)은 2018년까지 항공용 바이오연료 10억 갤런 생산 목표를 정하고, 이를 위해 다양한 R&D 사업을 진행 중
 - ※ 2010년 6월 FAA 펀드를 통한 CLEEN(Continuous Lower Energy Emission and Noise) 프로그램 내 항공용 바이오연료 테스트
 - ※ 2011년 8월 USDA와 DOE(U.S. Department of Energy)와 Navy가 선진 항공용 바이오연료 생산 계약 5억 1천만 달러에 체결
- 유럽은 2009년 6월 발효된 EU 신재생에너지 지침(The European Renewable Energy Directive, 2009/28/EC)은 수송용 바이오연료 보급 목표 설정 및 해당 목표달성에 사용할 수 있는 바이오연료의 지속가능성 기준을 규정
 - ※ 2020년 기준 수송용 바이오연료 보급 목표 10% 설정
 - ※ 'the European Advanced Biofuels Flightpath' 발족
 - ⇒ 2020년까지 EU 민간항공부문에 지속가능한 항공용 바이오연료 2백만 톤 사용을 목표
 - ⇒ 연료 소비 감축을 통한 CO₂ 배출량 50% 감축, NO_x 배출량 80% 감축, 외부 소음의 50% 감축
- 일본의 경제산업성은 2020년 올림픽까지 바이오연료 비행 실현을 목표로 국토교통성, 항공업계, NEDO(신에너지산업기술종합개발기구), 정유업계, 바이오연료개발사업자 등으로 구성된 민관위원회를

구성하여 향후 연 2회 바이오연료 보급 확대 정책을 계획

- ※ JX 닛코 일본 석유에너지, 히타치 플랜트 테크놀로지, 유글레나 등 3개사는 2010년부터 유글레나를 이용한 바이오연료 생산을 위한 기술개발을 개시, 2020년 실용화를 목표
- ※ 2014년 도쿄대, 보잉사, 일본 항공운영 업체, 바이오 연료 생산업체 및 공항운영자 등을 포함한 차세대 항공 연료를 위한 이니셔티브(INAF)를 구성, 차세대 항공연료 공급 시스템 구축 연구를 실시하였으며, 2015년에 공급 원료 6종에 대한 공급망 구축을 위한 로드맵을 발표
- ※ 신에너지산업기술종합개발기구는 2014년부터 지원을 시작하여 “바이오 연료 생산 시스템 확립을 위한 기술개발 프로젝트”를 통하여 식품과 경쟁하지 않는 미세조류 및 셀룰로오스와 같은 공급 원료를 사용하는 통합 바이오연료 생산 공정을 수립하기 위한 작업을 수행
- ※ 경제산업성은 2016년부터 지원을 시작하여 “미세조류를 이용한 바이오 연료 생산 검증 사업”을 추진. 이 사업은 화력발전소에서 발생하는 이산화탄소 및 열과, 하수에서의 영양분을 활용하여 미세조류로부터 대체 제트 연료를 생산하기 위한 통합프로세스를 수립하는 것을 목표로 진행

- **【국제기구의 바이오항공유 정책 목표와 비전】** 국제민간항공기구(International Civil Aviation Organization, ICAO)는 지속가능한 항공용 바이오연료에 대한 교육과 홍보를 위한 포럼 제공과 동시에 자금조달과 관련 UN과 지역 금융기관과 협력하여 항공기 프로그램에 대한 지속가능한 항공용 바이오연료에 대한 인센티브에 관한 정보교환을 촉진하는 포럼을 제공
 - ※ 지속가능한 항공용 바이오연료의 충분한 양을 보장하는 규정 프레임워크 구축하고 지속가능한 항공용 바이오연료 개발을 지원하는 표준화된 정의, 방법 및 프로세스 개발을 촉진



그림 1. 항공 대체연료(SAF) 관련 ICAO 활동 현황

- 2009년 CAAF(Conference on Aviation and Alternative Fuels, 이하 CAAF) 1차 회의 이후로 항공 대체연료(SAF)의 개발 및 보급 촉진을 위해 산업계와 신속하게 협력하고 2017년 CAAF 2차 회의에서 ICAO의 지속가능한 대체연료 비전을 제시하며, 국가별 바이오항공유 적극 활용을 위한 정책 마련을 제안
 - ※ 국가 행정과 재정지원(민간-공공 파트너십 포함)을 고려한 개발 촉진

- ※ 항공 대체연료(SAF, Sustainable Alternative Fuel)를 우선순위로 하거나 다른 수송 부문과의 동일한 경쟁 조건을 보장하는 정책 채택
- ※ 사용하지 않거나 덜 사용하던 기존 기반시설을 항공 대체연료(SAF)의 생산을 위해 재사용하도록 장려
- ※ 지상 수송부문처럼 더 많은 항공 대체연료(SAF)가 생산되도록 장려
- ※ 높은 혼합율과 승인과정 간소화 포함 항공 대체연료(SAF) 생산 연구개발 장려
- ※ 경작 가능한 땅의 이용률, 농작물 수확량, 연료생산 효율, 농림 잔여물 제거를 지속가능하게 증가토록 장려
- ※ ICAO 회원국 간의 협력 도모
- ※ 기존 항공 대체연료(SAF)의 life cycle에서 환경영향을 줄이도록 노력
- ※ 항공 대체연료(SAF) 고부가가치 부산물을 위한 시장 확보
- ※ 항공 대체연료(SAF) 공급망의 최적화 및 통합
- ※ 항공사와 항공 대체연료(SAF) 생산자 간의 off-take 협약 지원
- ※ 국제공항이 항공 대체연료(SAF)를 상업화하도록 지원

표 2. 항공 대체연료에 대한 ICAO 비전

구 분	단기목표 2025	중기목표 2040	ICAO 비전 2050
국제항공 SAF 사용량(Mt/년)	5	128	285
국제항공 유류 사용량 중 SAF 점유율	2%	32%	50%
SAF 사용으로 인한 국제항공 이산화탄소 감축 비율	0.95%	12%	33%

* 출처 : CAAF2 WP 13(ICAO, 2017)

- 국제항공운송협회(IATA, International Air Transport Association)는 환경보존대책에 대한 적극적인 활용의 일환으로 2005년에 환경위원회를 수립, 2009년 기후변화에 대한 문제를 해결하기 위한 필요성을 인식하고 “Vision for the Future” 에서 항공운송으로 인해 발생하는 이산화탄소 배출량을 감축하기 위한 세부 목표를 채택
 - ※ 2009년부터 2020년까지 연평균 연료효율 1.5% 개선
 - ※ 2020년 이후 탄소중립성장(CNG 2020: carbon neutral growth 2020)
 - ※ 2005년 대비 2050년 순 항공 이산화탄소 배출량 50% 감축

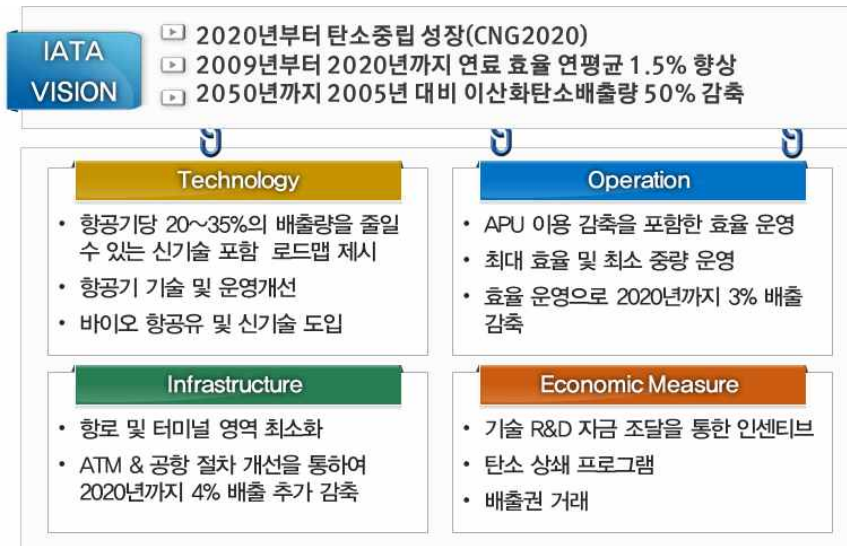


그림 3. IATA 비전 및 감축 추진전략(4-pillar strategy)

* 출처: IATA 웹사이트(www.iata.org), A global approach to reducing aviation emissions(IATA, 2009)

- **【바이오항공유를 활용한 상용비행 현황】** 전 세계 항공유 소비량은 연간 87,707백만 갤런 (2014년 기준)이며, 이 중에서 2015년 바이오항공유 소비량(생산용량 기준)은 연간 1,999백만 갤런으로 전체 항공유 소비량 중에서 약 1.6%를 차지
- 현재 바이오항공유 전용 공급체계를 갖춘 공항은 ICAO 홈페이지에 제시된 바에 따르면 총 4개이며, 그 중에서 Oslo 공항은 세계 최초의 바이오허브(Biohub)로서 2016년부터 바이오항공유를 하이드런트(hydrant) 급유방식으로 공급

표 5. 바이오항공유 전용 공급체계를 갖춘 공항 및 이용 항공사

항공사	공항
United Airlines	Los Angeles International Airport
KLM	
Lufthansa	Oslo Airport
SAS	
KLM/KLC	
SAS	Stockholm Arlanda Airport
KLM	
BRA	
모든 항공편	Bergen Airport
AAF 배달 공항: Stockholm Bromma Airport, Are Ostersund Airport, Goteborg Landvetter Airport, Karlstad Airport, Halmstad Airport, Brisbane Airport, Chicago O' Hare International Airport	

* 출처 : ICAO(www.icao.int)

- 연료수급자인 항공사의 경우 현재 유나이티드 항공의 경우 2009년에 미국 최초로 해조류 추출 항공 연료를 사용한 대체 연료 항공기 시험 운항을 실시
 - ※ 미국 최초 첨단 바이오연료로 가동되는 상용 여객기를 운항
 - ※ 2015년, 10년 동안 매년 9,000만 갤런 이상의 지속가능한 항공 바이오연료 구입
 - ※ 미국 항공사 최초로 정기적으로 편성된 항공편에 재생가능한 바이오연료 사용
- 카타르항공의 경우 카타르석유공사, 쉘, 에어버스, 롤스로이스, 카타르과학기술단지, WOQOD 등과의 제휴를 통해 대체연료사용 개발 노력 중
- KLM 항공의 경우 기후변화액션플랜을 수립하여 2020년까지 승객 당 이산화탄소발자국을 2011년 대비 20%까지 감축 목표로 설정
- 최근에는 바이오항공유의 상용화가 가능해지면서 다수의 바이오항공유 생산자와 소비자가 일정 기간 동안 계약 생산량에 맞춰 유통계약을 체결하고 있으며, 계약 체결이 증가하는 추세
 - ※ 2017년 9월 기준 총 7개의 생산업체와 12개의 구매자가 최대 294.33 백만 갤런의 바이오항공유 사용을 위한 생산량을 계약 체결

표 6. 바이오항공유 생산자별 구매자 유통계약 현황

생산자	구매자	계약 생산량		계약시작일 및 계약기간
		100만 갤런	Mt	
AltAir	United Airlines	5	0.015	2016년부터 3년
	Gulfstream/World Fuel	-	-	-
	SkyNRG/KLM	-	-	2016년부터 3년
AltAir/Neste	KLM/SAS/Lufthansa/AirBP	0.33	0.001	3년
Fulcrum	Cathay Pacific	35	0.106	10년
	United Airlines	90-180	0.274-0.547	10년
	Air BP	50	0.152	10년
RedRock	Southwest	3	0.009	-
	FedEx	3	0.009	7년
Amyris/Total	Cathay Pacific	A350으로 10%혼합유 활용하여 48회 운항		
SG Preston	Jet Blue	10	0.030	2019년부터 10년
Gevo	Lufthansa	8	0.024	5년
합 계		204.33-294.33	0.621-0.894	

* 출처 : CAAF2 WP 10(ICAO, 2017)

2 바이오항공유 기술의 적용 수준

- **【국내 바이오항공유 기술 개발 현황】** 우리나라는 2015년 6월, 항공사, 공항공사 등과 공동으로 11개의 주요 감축 수단을 담은 ‘제2차 국제항공 온실가스감축 국가이행계획’을 수립하고 이를 국제민간항공기구(ICAO)에 제출
 - ※ 2025년까지 항공기의 연료효율을 연평균 1.3% 향상
- 바이오항공유는 국내에서 기술 개발 중에 있으며 정부에서는 바이오항공유와 관련하여 고탄소 함유 바이오연료 생산기술을 그린에너지 전략로드맵에 포함하고 자체 개발을 통하여 실용화 단계에 이르는 기술개발 로드맵을 제시



그림 4. 고탄소 함유 바이오연료 생산기술 로드맵

* 출처 : 그린에너지 전략로드맵(산업통상자원부, 2011)

- 바이오항공유 국내 기술개발은 2010년부터 진행되어 왔으며, 비식용 유지 및 목질계 바이오매스, 미세조류 기반 바이오항공유 개발 등 다양한 원료를 통한 바이오항공유 기술 개발 중
 - ※ 현재 국내의 다양한 연구기관에서 바이오매스 활용 전환공정을 통해 바이오항공유를 생산하는 기술개발을 수행
 - ※ 2018년에는 국방과학연구소(Agency for Defense Development, ADD)에서 바이오항공유 터빈 엔진 적용을 통한 시험적용 연구 수행 예정



그림 5. 국내 바이오항공유 연구 동향

* 출처 : 황경란, 국내외 바이오항공유 기술개발현황, 2017. 6

- **【바이오연료의 원료와 적용 기술】** 전 세계적으로 현재 주로 바이오디젤의 원료인 폐식용유, 우지 등의 동·식물성유와 미세조류 등을 사용하여 수소첨가반응을 통해 파라핀 성분을 갖는 HVO(Hydro-treated vegetable oil) 연료를 주로 항공유로 대체
- 최근 폐식용유, 우지, 식물성유, 조류 등의 원료를 이용하여 바이오항공유를 생산하거나 활용하고 있으며, 상업용 비행에 활용된 바이오항공유 원료의 대부분은 폐식용유 및 식물성 기름
- 바이오항공유를 생산하는 데 사용할 수 있는 주요 바이오원료는 오일, 지방계열, 당류계열 및 목질바이오매스 계열
 - ※ 오일 및 지방계열은 주로 유채작물, 동물성지방 및 폐식용유 등을 원료로 이용하고 있으며, 미세조류는 연구 및 개발단계에 있는 차세대 원료
 - ※ 당류계열은 당료작물(sugar crop) 및 시리얼 전분을 원료로 이용
 - ※ 목질 바이오매스 계열은 농업 또는 산림부산물인 주요 원료

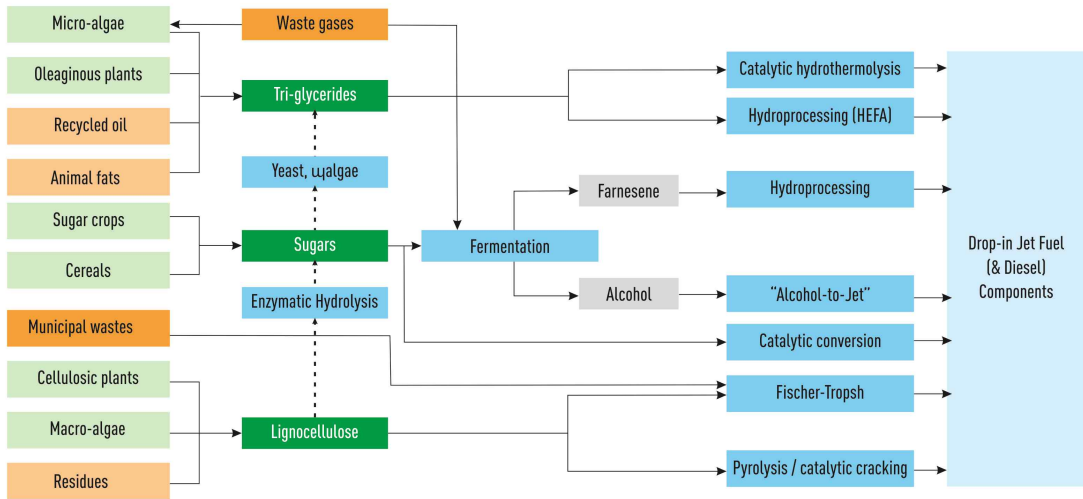
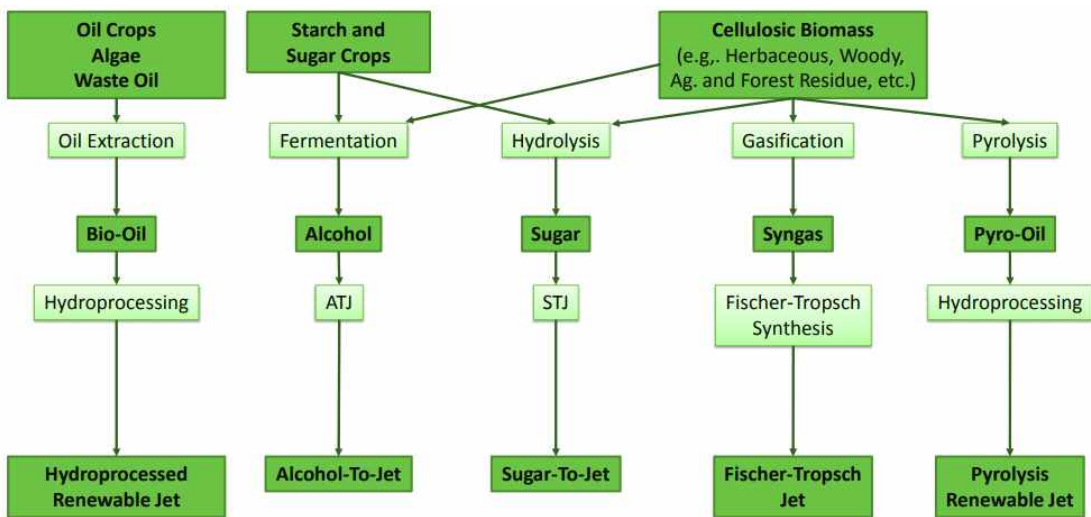


그림 6. 바이오항공유 주요 원료 및 전환공정

* 출처: ICAO 홈페이지

- 바이오연료 제조 기술 중 바이오항공유로 전환하는 공정은 원료의 종류에 따라 차이가 있으며, 유류계 원료의 경우 오일을 추출하여 hydroprocessing 과정을 거쳐 바이오항공유를 생산하는 HEFA 전환공정만 승인되어있는 상태
- ※ 전분 및 당료작물을 원료로 사용하는 경우 ATJ와 STJ 두 가지 제조기술을 이용하여 바이오항공유 생산 가능
- ※ 목질바이오매스를 원료로 하는 경우에는 총 4가지 제조기술을 통하여 바이오항공유 생산가능



<그림 3-7> 원료별 바이오항공유 전환 공정

* 출처: Biofuels in Defense and Aviation(미국에너지부, 2017)

- ASTM D7566에 승인된 전환공정은 현재까지의 총 5개이며, 현재 승인 진행 중인 공정도 총 5개로 해당 공정이 모두 승인될 경우 총 10개의 바이오항공유 전환공정이 부속서에 포함

표 7. ASTM D7566에 승인된 전환공정 현황

부록	전환공정	용어	사용가능 원료	혼합가능 비율
1	Fischer-Tropsch hydroprocessed synthesized paraffinic kerosene	FT-SPK	석탄*, 천연가스, 바이오매스	50%
2	Synthesized paraffinic kerosene produced from hydroprocessed esters and fatty acids	HEFA-SPK	식물성오일, 동물성지방, 폐기름	50%
3	Synthesized iso-paraffins produced from hydroprocessed fermented sugars	SIP-HFS	당분 생산용 바이오매스	10%
4	Synthesized kerosene with aromatics derived by alkylation of light aromatics from non-petroleum sources	SPK/A	석탄*, 천연가스, 바이오매스	50%
5	Alcohol-to-jet synthetic paraffinic kerosene	ATK-SPK	전분 및 당분생산용 바이오매스, 이소부탄올 생산용 셀룰로오스 바이오매스	30%

* 석탄: 재생가능하지 않아 SAF에 적합하지 않으나, 군사용도의 항공대체연료 생산 사용 가능함

- **【국내 바이오연료 수급 현황 및 잠재량】** 국내 바이오에너지 생산량은 2015년 기준으로 2,765천 TOE로 지속적으로 총 생산량이 증가하고 있으며, 바이오에너지 종류도 지속적으로 확대
 - ※ 수송용 바이오연료로 사용되는 바이오디젤은 약 16%로 전체 바이오에너지 중에서 두 번째로 많은 비중을 차지하고 있으며, 바이오디젤의 생산량은 지속적으로 증가
- 국내 바이오디젤의 주요원료는 과거에 대두유 및 팜부산물의 비중이 가장 컸으나 현재는 가격 경쟁력에 우위가 있는 국내 폐식용유의 원료사용량이 증가하여 수입 팜유보다 더 많은 비중을 차지하고 있으며, 지속적으로 비중이 증가

표 8. 국내 생산 바이오디젤 원료 수급 현황

(단위: 천톤)

구 분		2010	2011	2012	2013	2014	2015	비율(%)
국내	폐식용유	78	111	160	191	181	185	34
	동물성유지	-	-	-	14.6	15.3	27.4	5
	기타	-	3	-	0.5	5.3	4.5	1
수입	대두유	80	34	19	12	3.5	2.8	1
	팜부산물	102	115	136	187	154.8	169.6	31
	팜유	69	91	108	79	105.4	116.3	21
	폐식용유	25	35	38	44	34.8	34.5	6
	동물성유지	-	-	-	3.2	-	-	0
	기타	4.0	31.5	10.0	6.0	5.2	7.1	1
총계		358.0	420.5	471.0	537.3	505.3	547.2	100
국내원료 비율(%)		22	27	34	38	40	40	-

* 출처 : 한국의 바이오디젤 원료 잠재량 분석연구(민경일 등, 2016)

- 국내에서 배출되는 폐식용유의 거의 모든 물량이 바이오디젤 원료로 사용되고 있으나 국내에서 배출되는 폐식용유나 동물성 유지는 물량이 증가하는 것이 아니라 한정된 양이 배출
 - ※ 바이오디젤의 원료 국산화 비중을 높이기 위해서는 차세대 원료(미세조류 등) 개발 보급 등 연구개발 정책 확대를 통한 정부 차원의 적극적인 추진전략 필요

표 9. 국내 폐식용유 용도별 재활용 현황

재활용 용도	2007년		2012년	
	재활용량(톤/년)	비율(%)	재활용량(톤/년)	비율(%)
바이오디젤	36,000	22.7	121,000	56.3
사 료	28,000	21.5	30,000	14.0
지 방 산	21,600	16.6	21,600	10.0
비 누	18,000	13.8	12,000	5.6
절 삭 유	14,400	11.1	14,400	6.7
난 방 유	12,000	9.2	16,000	7.4
합 계	130,000	100.0	215,000	100.0

* 출처 : 바이오디젤 통계(한국바이오에너지협회, 2013)

- 중장기적 측면에서 국내외 기술개발 수준 및 상용가능성을 검토한 국내 보급 가능한 잠재원료는 국내의 폐식용유 및 동물성유지, 음폐유, 유채유, 미세조류 고려 필요하며, 수입원료는 팜부산물과 팜유 활용 필요

표 10. 국내 바이오연료 생산을 위한 잠재원료

구 분		세부내용
국내	폐식용유	상업용
	동물성유지	소, 돼지의 뼈와 내장, 닭, 오리 등 발생하는 유지 정제오일
	저급 동물성유지	설령탕, 족발, 오리훈제, 소머리, 삼겹살유 등 식당 폐유
	음폐유	음식물 쓰레기 처리과정 폐수에서 추출 및 정제한 오일
	유채유	자원순환형(관광-식용-폐식용유) 타운에서 재배한 유채 오일
	미세조류	차세대 원료
수입	팜부산물	동아시아 지역에서 법으로 가격이 책정된 팜부산물 사용
	팜유	동아시아 지역의 풍부한 팜오일 사용

* 출처 : 한국의 바이오디젤 원료 잠재량 분석연구(민경일 등, 2016)

3 바이오항공유 적용을 위한 강원도 대응 방안

- **【지속가능한 원료 확보를 위한 강원도 여건】** 강원도는 전체면적의 82%(1만6,866km²)가 산림 지역으로 전국 산림면적의 21%를 차지하고 있으며 산림 축적량은 2010년 기준 1억9,504만6,144m³으로 전국 8억2만6,299m³의 24%를 차지¹⁾
 - ※ 산림 사업지의 바이오매스량은 1억4100만 톤으로 전국의 26.9%, 산림 경제림단지의 바이오매스량은 5,500톤으로 전국의 27.2%, 연간 산림바이오매스 생산 가능량은 1300만톤
 - ※ 2011년 강원도의 숲가꾸기 사업으로부터 수집된 산림바이오매스는 9만9,008.4m³이며 이중 톱밥, 원목, 우드칩, 기타 용도로 매각한 것이 9,873.5m³로 약 10%를 차지하고 나머지는 축산농가나 지역주민 등에 지원

1) 석유산업 전부를 대체할 수 있는 유일한 신재생에너지 '바이오매스', 강원미래신문, 2016. 9. 20

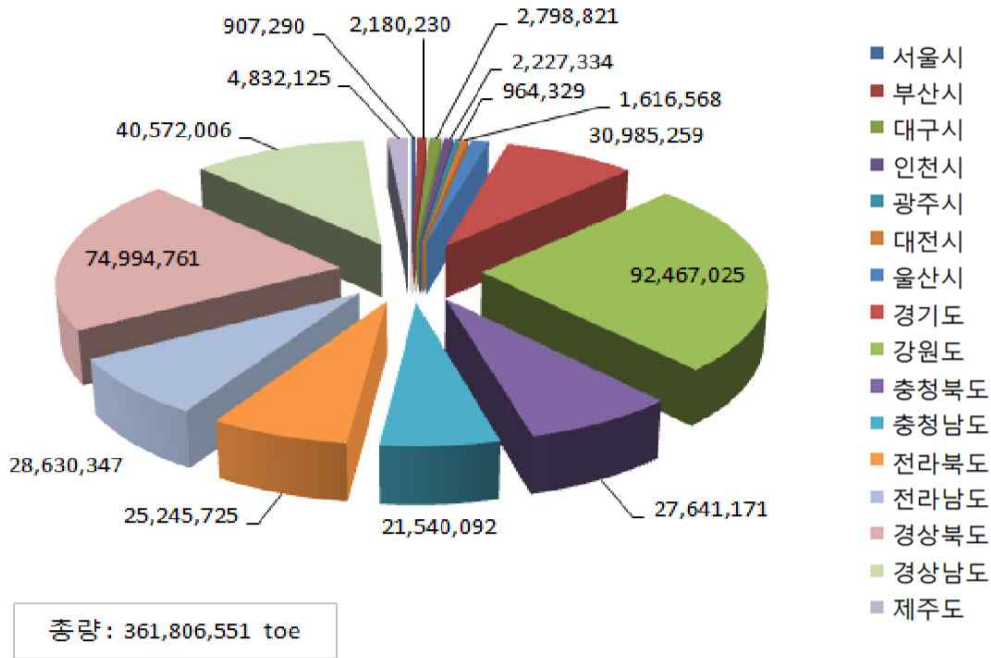


그림 8. 시도별 총 산림 바이오매스의 석유환산량 분포

* 출처 : 한국의 산림바이오매스 자원량 및 지도, 2014. 국립산림과학원

- 음식폐기물이나 동물성 유지와 같은 생활폐기물자원에 대한 강원도가 공급할 수 있는 여건은 적은 인구수로 인해 풍부하다고 할 수는 없으나 자원순환측면에서 검토는 필요
- 바이오항공유와 매우 유사한 바이오디젤의 경우, 해양미세조류로부터 제조되어 성능시험을 완료한 상태로서, 인천 영흥도에 해양배양장이 설치²⁾
 - ※ 2009년부터 3단계 사업으로 추진되었으며, 2012년 세계최초로 해양배양장을 설치하여 별도의 먹이나 대형 수조가 필요하지 않은 획기적인 방식으로 평가
- 담수 미세조류를 활용한 바이오항공유 원료 생산은 열원과 풍부한 수자원이 요구되며, 강원도는 해양, 호소 및 하천의 수자원과 발전소나 시멘트 산업체에서 발생하는 폐열을 활용, 미세조류 생산이 충분히 가능할 것으로 판단
 - ※ 강원도의 하천 총 연장 3천577Km이며, 소양강댐을 포함한 10개 댐의 저수량은 약 43억 톤, 저수지는 2013년 기준 317개소 (전국 저수지의 2%)
 - ※ 강원도 내 시멘트 산업에서 발생하는 폐열은 5개 사업장에서 10백만kcal/hr~31백만 kcal/hr이며, 폐열보일러를 활용하여 지역 주민 및 사택에 열을 공급하는데 그침³⁾

2) 경제정책해설, 해양미세조류를 이용한 바이오디젤 2019년 상용화, 해양 바이오디젤 생산기술 개발, 나라경제 2015년 8월

3) 엄기중, 산업시설 폐열을 이용한 운송형 축열시스템 연구, 2015, 한국기후변화연구원

- ※ 삼척, 동해 등 강원도 내 화력발전소와 원주 화훼단지 열병합 발전소(계획), 폐기물 자원 회수시설 등의 활용 가능한 열원이 존재
- ※ 지역난방공사는 열병합발전소 배기가스를 활용한 대규모 고밀도 미세조류 광배양시스템을 구축하고 2017년 이후 100톤규모의 실증플랜트 운영 및 상용화를 계획⁴⁾
- **【지역 특성을 활용한 목질계 및 미세조류 원료 수급 가능성 확보 방안】** 강원도의 지리적 특성은 풍부한 수자원과 산림자원이며 이를 활용할 방안 마련이 필요
- 산림자원의 적극적 활용을 위해서는 수거체계 구축과 수거 방안 및 활용 방안이 동시에 고려
 - ※ 산림자원으로서 바이오매스를 확보하기 위해서는 수거에 가장 많은 비용이 소비되며 산림 활용 종합계획과 더불어 임도 및 수종, 임목량, 숲가꾸기 사업 등에 바이오매스 확보 측면에서의 활용계획 수립이 필요
 - ※ 현재 바이오항공유 생산 기술 중, 목질계 바이오매스를 열분해하여 전환하는 공정은 경제성이 낮은 것으로 조사된 바, 알콜로 전환하거나 단당류화 하는 기술에 대한 원료(목재)별 특성 조사를 통해 선택적으로 적용
- 미세조류를 활용한 바이오항공유 생산은 수자원보다는 열원의 특성에 의존하는 경향이 있으므로 적정 열원 (온도, 공급량, 안정성 등)을 확보할 수 있는 지역의 해당 열원을 활용
 - ※ 시멘트 산업의 고온열원보다는 저온으로서 현재 폐열회수에 활용되지 않는 열원 (발전소 냉각수열, 집단에너지 냉각열 등)을 활용하는 것이 적절
 - ※ 미세조류 생육에 필요한 최적 기상여건이 확보된 지역을 우선 검토하며, 필요시 가장 비용 효율적인 열원을 확보
- 에너지 작물의 경우, 작물 생육에 필요한 기후조건과 해당 지역의 식용작물 재배 가능성 등, 다양한 지속가능성에 대한 검토가 이루어져야 하며, 전과정 측면에서의 온실가스 감축평가를 하기 위한 투입 및 발생 자원 정보 확보를 동시에 고려

4 맺음말

- **【국내 바이오항공유 활용 기반 확보의 필요성】** 신재생에너지법에 의한 의무혼합에 따라 육상용 바이오 디젤 산업이 존재하나 육상 교통수단은 전기 또는 수소 등의 타 연료로 대체 가능한 것과 비교하여 항공기는 온실가스 감축 수단으로서 바이오항공유 활용을 위한 기반은 반드시 필요
 - ※ 바이오항공유 관련 제조 기술은 산업통상자원부, 과학기술정보통신부 및 국방부에 의해 일

4) 미래부, 미세조류 선별 및 배양 원천기술 개발해 한국지역난방공사에 기술이전, 2015. 6. 29, 세계일보

부 추진되었으나 생산을 위한 원료수급에 대한 안정성을 확보하지 못해 상용화에는 한계가 있으며, 지속가능한 원료 확보가 선결되어야 함

- 화석연료에 비해 연료 단가가 높은 바이오항공유의 소비 주체인 항공사의 사용을 위해 정부는 바이오연료 사용에 따른 인센티브 또는 규제마련이 필요하나, 우리나라 현실에서는 바이오항공유 사용 기반 확보와 함께 **인센티브 우선 정책이 마련**되어야 할 것으로 사료됨.
 - ※ ICAO의 바이오항공유 비전에서도 금융, 투자 및 인센티브 등 바이오항공유 사용에 따른 인센티브를 우선 권장
- 바이오항공유의 지속가능한 사용을 위해서는 원료 수급여건이 반드시 확보되어야 하며, 다양한 원료 중 산림자원과 수자원이 풍부한 **우리나라는 목질계 바이오매스와 미세조류를 활용한 바이오연료 생산에 중점 연구**가 필요
 - ※ 바이오작물은 생육여건과 국토활용측면에서 검토가 필요하며, 도시폐기물 등을 활용하는 방안은 부지확보 및 주민수용성 확보가 선결되어야 하는 문제가 있음.
- **【강원도에 대한 시사점】** 강원도는 국내 최대 산림자원과 해수 및 담수의 수자원을 확보하고 있는바, 특화산업으로 육성할 수 있도록 바이오항공유 원료 공급에 대한 구체적 점검이 필요
 - ※ 기존 산림자원을 훼손을 방지하고 산림자원의 긍정적 활용을 위해 **가용한 산림자원 양에 대한 상세 지도 작성 및 최적 수거체계를 수립**
 - ※ 해양미세조류 확보가능성 점검을 위해 **가용한 열원 인근 해안지역의 해수이용가능성을** 점검하고, 담수미세조류는 **도내 가용 댐 및 호소의 미세조류 생육여건 및 가능성 진단과 열원 확보 가능성을 고려한 전략적 접근**을 실시

- 발 행 인 : 안 병 현
- 발 행 처 : (재)한국기후변화연구원
- 발행번호 : 2017-49호
- 발 행 일 : 2017년 12월

.....
www.kric.re.kr