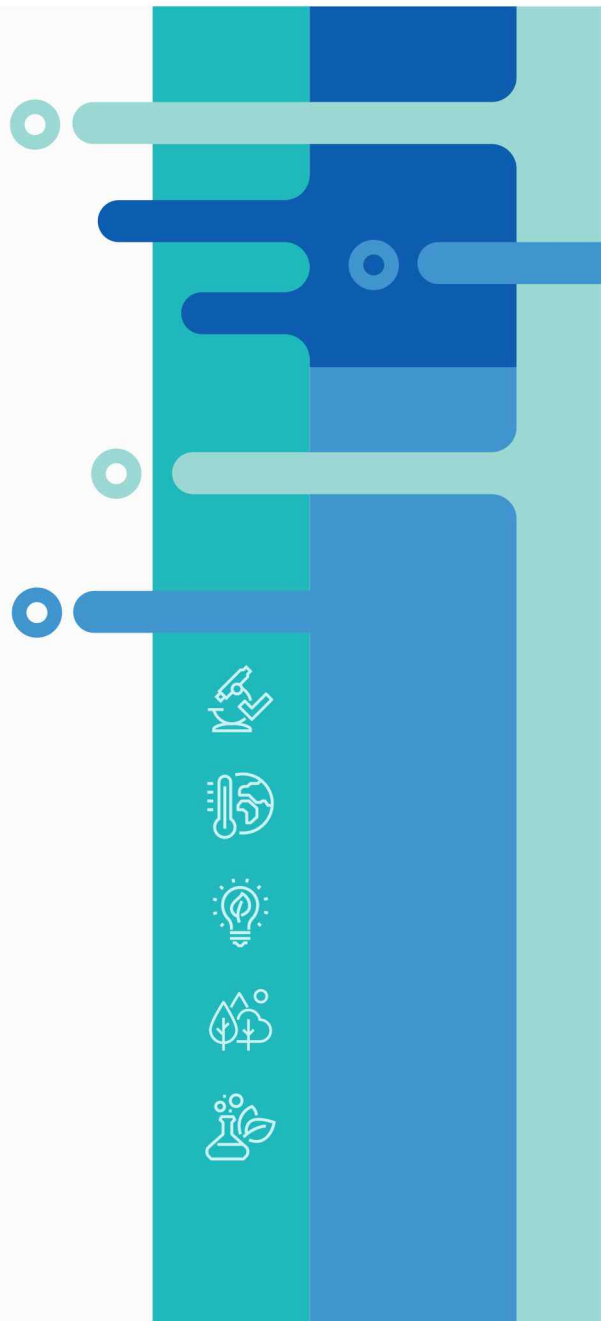


NIGT BRIEF

항공 분야 탄소중립 추진 현황:
유럽 탄소 규제강화를 중심으로

한진수





하이라이트

- **(항공분야 탄소 배출량 급증)** 2025년도 항공분야 탄소배출량이 2019년의 배출량 최고치를 넘어설 것으로 예측되며, 2023년도 항공 부문 직접 배출량은 약 9억 4천만 CO₂톤에 달함(2019년 대비 약 92% 수준)
- **(CORSA 1단계 시행)** 국제민간항공기구가 도입·운영하는 국제항공 탄소상쇄·감축제도(CORSA) 제1단계가 2024년부터 시행되었으며, 2025년 말 제도 시행 이후 처음으로 실질적 상쇄 의무가 발생할 것으로 전망
- **(유럽 규제 강화)** 2025년부터, 'ReFuelEU Aviation Regulation'에 따라 유럽연합(EU) 내 공항의 항공유 공급업체는 최소 2%의 지속가능 항공유(SAF)를 의무적으로 혼합해야 하며, 유럽연합(EU) 항공부문 탄소배출권(ETS)의 무상 할당량이 50%로 감축됨에 따라 항공사의 탄소 비용이 직접적으로 증가하는 중
- **(지속가능 항공유 시장 성장)** 2025년 현재, 지속가능 항공유(SAF) 시장은 2024년 대비 2배(100만 톤 → 200만 톤) 성장할 것으로 예상됨. 이에 따라 'SAF Registry'와 'SAF Matchmaker'가 출범되었으며 SAF의 표준화, 민간참여 확대, 시장신뢰 구축, 국제 이행 지원 등에 기여할 것으로 기대됨
- **(정책 변화 시급)** 항공 분야 탄소중립은 규제압력에 의해 강력히 견인되고 있으나 지속가능한 산업을 위하여 "직접 감축이 가능한 메커니즘"에 대한 정책적 드라이브와 투자강화가 시급함

키워드

- 국제항공 탄소상쇄·감축제도, 지속가능항공유, 유럽 항공규제, 탄소거래제
- CORSIA 1st Phase, ReFuelEU Aviation Regulation, SAF Registry, SAF Matchmaker, ICAO, IATA, EU Aviation ETS

항공 분야 탄소 배출량은 이전 최고치를 넘어설 것

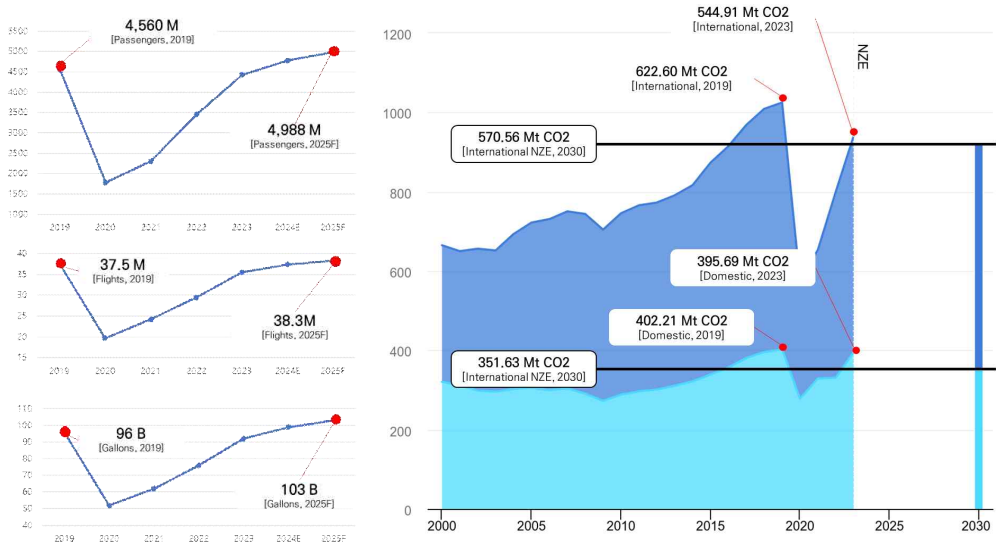
상업용 항공 수요 최고점 갱신

- 2019년 45억 6천여 명의 승객 수요를 고점으로, 팬데믹으로 인한 승객수 감소를 극복하고 2023년 약 44억 3천만 명으로 회복한 항공 수요는 2024년(잠정) 약 47억 8천만 명의 승객수에 도달하며 최고 수치를 갱신
- 2025년 6월 예측 기준으로 2025년 승객 수는 약 49억 9천만 명으로 추산되어 역대 최고치를 달성할 것으로 예상되며, 이에 따른 비행편 수는 약 3억 8천만 편, 항공유 소모량은 약 1,030억 갤런에 도달할 것으로 예측

항공분야 CO₂ 배출량 최고점 갱신

- 항공 수요가 지속 증가함에 따라 2025년 항공 분야 CO₂ 배출량은 종래 최고 수치인 1,024.81 Mt CO₂를 넘어 최대 약 1,080 Mt CO₂를 배출할 것으로 예측¹⁾
- 보잉社에서 발표한 자료에는 향후 20년간 연평균 4.7%의 여객 수요가 증가할 것으로 예측²⁾하고 있음. 별도의 기술적·제도적 개선이 없다면, 2030년 항공 분야 탄소 배출량은 최대 1,289.38 Mt CO₂에 도달할 전망

[그림 1] 항공 분야 주요 동향(2019~2025F) 및 탄소 배출량 추이(2000~2023)



*자료 : 좌 - IATA Sustainability and Economics, Airfinance Global(2025), 우 - IEA CO₂ emissions in aviation(2025)

운송(Transport) 분야 중 돋보이는 배출량 증가

- 팬데믹이 종료된 2023년 5월 이후, 운송부문의 각 분야(항공, 도로, 해운, 철도)의 연평균 탄소배출량 증가 추이를 분석해 보면 [표 1]과 같이 항공분야가 가장 높은 수치를 기록
- 운송 전체에서 항공분야의 비중은 2025년 기준 12.3%로 예측되어 여전히 낮은 점유율을 보여주지만, 증가율만 보면 항공 분야가 운송부문 탄소중립 달성의 병목 역할을 할 가능성이 있음

[표 1] 교통(Transport) 분야 연간 탄소배출량 추이

구분	2019 (기준)	2023	2024E	2025F	증가율(2023 - 2025)
항공 (Aviation)	1.04 Gt (100)	0.95 Gt (91)	1.02 Gt (98)	1.06 Gt (102)	11%p
도로 (Road)	5.95 Gt (100)	6.13 Gt (103)	6.25 Gt (105)	6.31 Gt (106)	3%p
해운 (Shipping)	0.80 Gt (100)	0.82 Gt (102)	0.81 Gt (101)	0.80 Gt (100)	-2%p
철도 (Rail)	0.47 Gt (100)	0.46 Gt (99)	0.46 Gt (99)	0.46 Gt (99)	-
합계(운송 전체)	8.26 Gt (100)	8.36 Gt (101)	8.54 Gt (103)	8.63 Gt (104)	3%p

*자료 : IEA CO₂ emissions in Transport(2025), 연구자 자체 분석 및 추정치(2024, 2025)

1) 예측치는 IATA Industry statistics Fact sheet의 2023년 및 2025F 수치를 기반으로, IEA 2023년도 전체 CO₂ 배출량과의 경계환산 값(1.079)를 적용하여 2025F 배출량을 추산한 값임(배출계수 9.57 KgCO₂/gal, 연소 직접배출 추정)
 2) 출처 : Commertail Market Outlook 2024~2043(Boeing,2024), Global Market Forecast 2024~2043(Airbus, 2024)

강화되는 항공 분야 규제와 시작되는 CORSIA 상쇄 의무

유럽연합 규제강화 ① : EU ETS 강화로 '오염자 부담 원칙'의 본격 적용

- 유럽연합은 항공 분야에 대한 고강도 규제를 내놓으며 전 세계 탈탄소 전환을 주도하고 있음. 정책적 규제책으로는 크게 유럽연합 배출권거래제(EU ETS) 강화, 지속가능항공유(SAF)의 사용 의무화가 대표적임
- 2012년부터 항공 분야를 포함해 온 유럽연합의 배출권거래제도는 개정을 통해 단계적으로 '무상할당 배출권의 단계적 폐지'를 결의하였으며, 2024년부터 혜택이 폐지되기 시작(100% → 75%)하여, 2025년에는 유럽연합의 배출권거래제의 무상 할당량이 50%로 축소되었으며 2026년에 전면 폐지될 예정
유럽연합의 배출권거래제의 무상 할당량이 75%에서 50%로 축소되었으며 2026년에 전면 폐지될 예정
 - 유럽경제지역(EEA) ETS 범위 22%, 유럽 출발 항공 CO₂ 배출 164.83 Mt, 탄소배출권(EUA) 톤당 가격 80 유로 가정 시, 유럽경제지역(EEA)을 활용하는 항공사는 2025년 약 14.5억 유로, 2026년 약 30억 유로를 탄소 구매에 추가로 지출해야 함³⁾
- 현재 유럽연합 배출권거래제는 유럽경제지역(EEA) 역내 운항 항공편에 적용되고 있음. 역외 국제선 항공편에는 국제민간항공기구(ICAO)의 국제항공 탄소상쇄·감축제도(CORSIA)가 우선 적용되고 있으나, EU는 2026년까지 CORSIA의 파리협정 부합 여부를 평가하고 결과에 따라 EEA 역외 항공편까지 EU ETS 적용을 확대하는 방안 검토
 - 이에 따라, 향후 글로벌 항공시장에서 유럽연합의 영향력이 더욱 커질 가능성이 있으며 항공사들은 배출량 전부를 시장에서 구매해야 하므로 탄소 감축에 대한 압력이 직접적·간접적으로 크게 강화될 예정
- 2023년 기준, 유럽발 항공편 중 역외(Extra - EEA) 항공편은 전체의 15.2%에 불과하지만, 장거리 비행으로 인해 탄소 배출량의 54.3%를 차지하고 있음. 또한 27.2 Mt에 해당하는 배출권이 항공사에게 무상으로 할당됨에 따라 결과적으로 총배출량의 약 78%(128.9 Mt)에 대한 규제가 이루어지지 않은 상황

유럽연합 규제강화 ② : 국제항공 탄소상쇄·감축제도 첫 상쇄 의무 발생

- 항공사들의 2024년도 탄소 배출량 보고가 지난 7월 31일 종료되었으며, 10월 31일 2024년 SGF(Sector Growth Factor) 발표 예정으로 2019년 대비 배출량 증가가 예상되어 상쇄 의무가 발생할 것으로 전망
 - 섹터 성장 계수(SGF)는 2019년 대비 CO₂ 배출총량 증가분을 당해 연도 증가분 값으로 나눈 값
$$\text{항공사의 연간 탄소 상쇄 의무량} = \text{해당 항공사의 CO}_2 \text{ 배출량} \times \text{섹터 성장 계수(SGF)}^4)$$
- 2023년까지는 팬데믹 상황으로 인한 항공 수요 감소 효과로 배출량이 기준치(2019년 배출량의 85%)보다 낮아 상쇄 의무가 거의 없었으나, 2024년도 배출회복으로 기준치를 넘어 실제 상쇄 단위(CORSIA Eligible Units⁵⁾, SAF)로 감축분을 확보해야함. 즉, 이는 탄소상쇄 시장과 SAF 수요가 본격적으로 열리는 전환점으로 작용
- 하지만 CORSIA는 국제선 중에서도 참여국 간 노선만 적용되고 국내선 배출의 경우 각국의 정책에 맡기는 점, 기준 대비 초과분만 '상쇄'하는 구조로 설계되어 장기 목표인 탄소중립 달성이 불가능 한 점 등 구조적 한계가 존재
 - 2026년 1월 기준 CORSIA 참여국은 도미니카공화국, 베트남이 자발적 참여 의사를 통보하여 130개로 확대될 예정이나 국제민간항공기구 회원국 중 여전히 63개 국가 미참여
 - 2027년부터는 예외국(LDC(최빈개발국), SIDS(소규모 도서 개도국), LLDC(내륙개도국))을 제외하고 의무 참여가 원칙

³⁾ 2023년도 배출 기준으로, 2025 ~ 2026년도 동일 배출량 가정 기준으로 계산한 결과임. ETS 범위는 T&E 보고서 참고(2024)

⁴⁾ SGF = (CORSIA 적용노선 총 배출량 - 기준배출량) / CORSIA 적용노선 총배출량으로 계산

⁵⁾ CORSIA가 인정하는 탄소배출권 단위로 UNFCCC, Gold Standard, Verra, ACR, ART 등 국제인증(ICAO가 지정한 Offset 프로그램)에서 발급된 탄소감축 실적을 거친 프로그램 해당

규제강화 : 본격적인 지속가능항공유(SAF) 시장의 도래

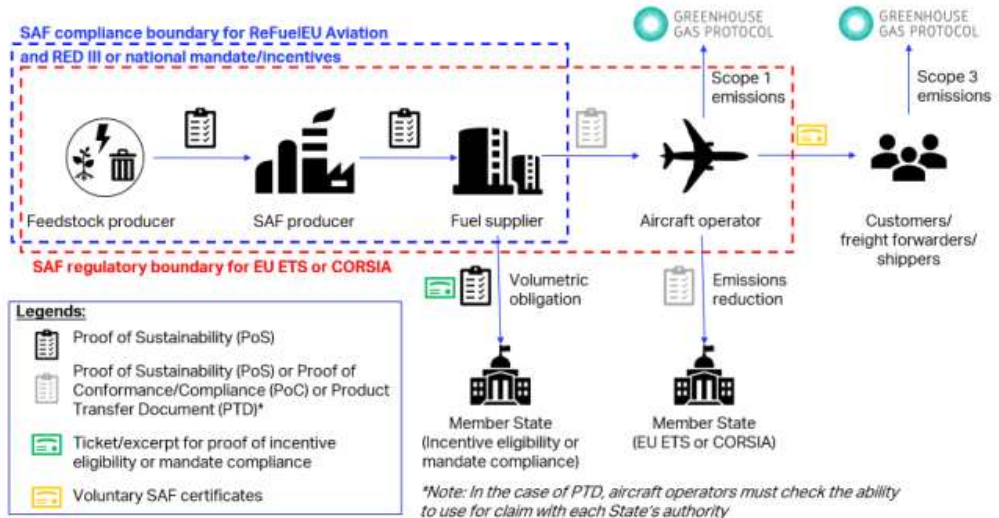
지속가능항공유(SAF) 시대의 출범 : ReFuelEU Aviation

- 유럽연합(EU)는 'Fit for 55' 기후변화 정책 패키지의 일환으로 'ReFuelEU Aviation Regulation' 정책을 발표, 이 제도의 핵심은 모든 EU 공항을 출발하는 항공편에 대해 일정 비율 이상의 지속가능항공유(SAF) 사용을 의무화하는 것
 - 'ReFuelEU Aviation Regulation'의 지속가능항공유(SAF) 정의는 '바이오 기반, 합성연료, 재활용 연료'로 엄격하게 한정하며, '재활용 기술린 연료'는 포함되지 않음⁶⁾
- 'ReFuelEU Aviation'은 2023년 말에 채택되었으며 2025년부터 단계적으로 시행됨. 2025년은 최소 2%로 규정하고 있으나 2050년에는 지속가능항공유 혼합 비중이 70%로 명시되어 있음

'SAF Registry'와 'SAF Matchmaker' 출범

- IATA는 2025년 지속가능항공유의 "사용량, 감축효과 디지털 인증"을 위한 'SAF Registry', "수요(항공사·기업 등) ↔ 공급(정유사 등 SAF 생산 社)을 연결하는 플랫폼"인 'SAF Matchmaker'을 출범
- 기존 국가별·프로젝트별 다른 계상 방식으로 인하여 탄소감축량의 이중계산 위험 등 문제가 있었으나, SAF Registry를 통해 생산·공급·소비 단계별 데이터를 '디지털 Registry'에 등록 함으로써 탄소감축 실적 인증 가능
 - 2025년 4월 공식 서비스 개시, ICAO·EU와의 표준 연계 협의

[그림 2] 항공분야 가치사슬 내 지속가능항공유의 회계 및 보고체계



*출처 : IATA SAF Accounting & Reporting Methodology(2025)

- 'SAF Matchmaker'는 지속가능항공유의 생산자의 수요(누가, 어디에서, 얼마나 필요로 하는지)와 수요자의 니즈(누가, 얼마나, 어떤, 언제 제공이 가능한지) 정보를 등록할 수 있는 플랫폼으로 지속가능항공유의 시장 유동성 확대에 기여
 - 2025년 6월 공개 완료, 초기에는 항공사 및 공급사 대상 → 기업 Off taker까지 확장 예정

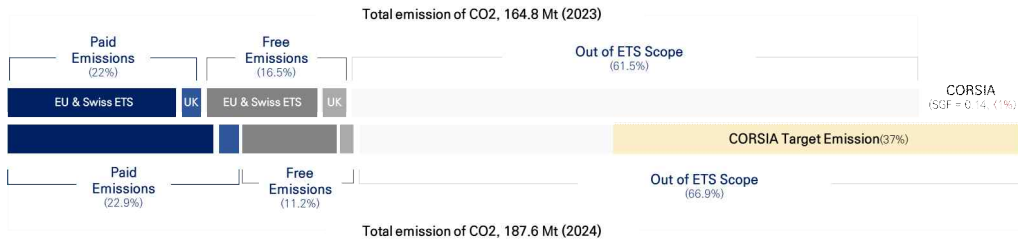
⁶⁾ Regulation (EU) 2023/2405 OF THE EUROPEAN PARLLAMENT AND OF THE COUNCIL of 18 October 2023, Article 3, 7-18, 'SAF' - 'synthetic aviation fuels', 'aviation biofuels', 'recycled carbon aviation fuels'

시사점

CORSIA 시작, 하지만 규제 공백 해소를 위한 추가 정책 마련 필요

- 항공 산업은 팬데믹 이후 급격한 회복으로 기존 최고 승객 수를 초과하였으며, 탄소배출량 또한 최고치를 달성할 것
- 배출권거래제(ETS)와 국제항공 탄소상쇄·감축제도(CORSIA)를 모두 적용하는 유럽의 경우, 2024년 배출량 기준 약 72% 정도를 규제 범위로 가정할 수 있으며 여전히 28% 수준의 공백 지대가 존재 (그림 3 내 회색 그래프)
- 따라서 유럽연합은 이 공백 지대에 대해서도 배출권거래제(ETS) 적용에 대한 검토를 진행 중. 다만 회색지대 규제를 신설하더라도 CORSIA 제도가 가진 자체 한계를 해결할 수 없기에 근본적으로 탄소배출량을 경감시킬 수 있도록 유도하는 새로운 정책 수립이 시급함
 - 회색지대 없이 제도를 강화하더라도 2024년도 기준 36%가량의 유럽 내 발생 탄소에 대한 규제가 부재(그림 3 노란색 부분)한 문제가 발생

[그림 3] 유럽 내 항공 ETS와 CORSIA 규제 범위 분석 결과(2023, 2024)

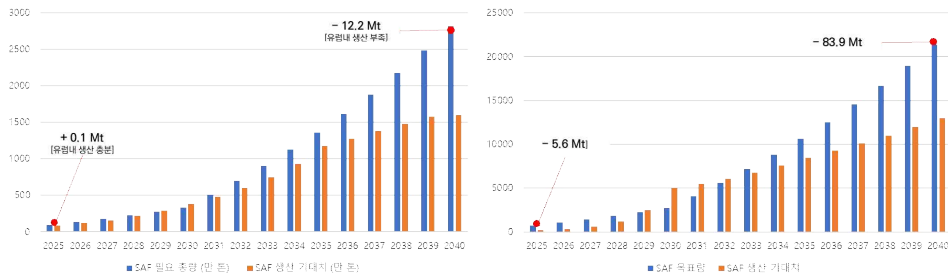


*자료 : European aviation emissions in 2023, T&E(2024, 2025) 및 ICAO DATA(2025)를 기반으로 연구자 자체 구성7)

증가하는 지속가능항공유(SAF) 공급 병목과 시장 리스크

- 2025년도 전 세계의 지속가능항공유(SAF) 생산량은 약 2.0 Mt로 증가할 것으로 예측되고, 이는 2024년 생산량의 약 2배 수치로 지속가능항공유(SAF) 생산량은 급격히 증가 중. 이 중 약 1.0 Mt 유럽 내 생산 중
 - 지속가능 항공유 생산량은 전체 항공유 수요의 0.7% 미만 수준에 그치고 있으며, 그 중 1.2 Mt는 ReFuelEU 규제에 의해 유럽의 수요를 충족해야 함. 이는, 전 세계 항공유의 15% 이하를 소모하는 유럽 권역이 지속가능항공유(SAF) 생산의 약 60%를 소모하는 것으로 현재 부족 상황을 단적으로 보여줌

[그림 4] 지속가능항공유의 유럽(좌) 및 전 세계(우) 수요 공급 비교(2025~2040)

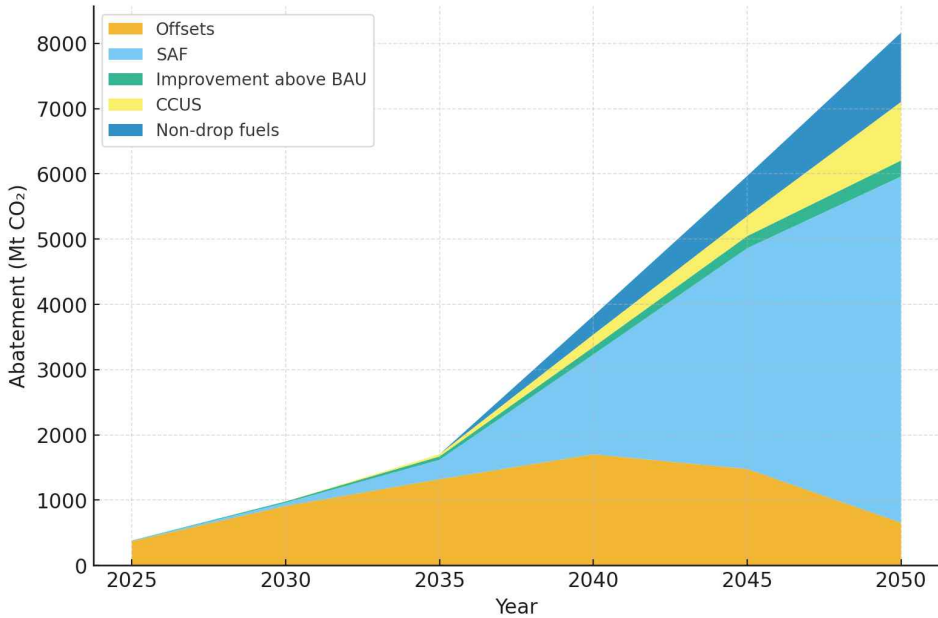


*자료 : IEA NZE, EASA, ICAO, IATA Database(2024, 2025) 기반 연구자 자체 재구성8)

- 7) Extra - EEA CO2 배출량 중 CORSIA 적용을 위한 상호 협력국간 비행경로 비중을 약 55%로 가정함
- 8) 2025년부터, 2043년까지 항공시장 성장 4% 가정, 유럽 규제(ReFuelEU) 목표별 선행보강 추정

- 유럽 내 항공유 수요는 전 세계 항공유 소모량의 약 15% 수준으로, 2025년 2% 지속가능항공유 규제를 전 세계에 적용할 경우 5.6 Mt이 부족한 상황. 또한 이를 단기간에 해결할 방법이 없으며 현재 대규모로 PtL 플랜트 건설중인 중국 및 중동 또한 2030년 이후 공급이 가능할 것으로 예측
 - 매우 낙관적 가정 (산업계 및 정부가 제시한 프로젝트들이 성공적으로 이행) 아래 2030년 후로, 일시적으로 공급량이 수요량을 웃도나 단기 및 장기 관점에서 지속가능항공유(SAF)는 절대적으로 공급이 부족⁹⁾
 - 국제항공운송협회(IATA)에서 발표한 'Milestones Towards net Zero(2023)' 계획 내 2025년도 지속가능 항공유(SAF) 생산량은 최소 6.0 Mt을 제시하고 있으나 목표 달성은 어려운 상황

[그림 4] Milestones Toward Net-Zero (Breakdown of Abatement)



*자료 : IATA(2025)

항공분야 전반에 걸친 정책적 대응 변화 필요성 대두

- 지금까지의 항공 분야 감축은 자발적 혁신보다 규제 압력에 의해 강력히 견인되고 있으나, 이로 인해 항공사는 탄소 배출권 및 지속가능항공유(SAF) 구매에 자원을 집중하고 연구개발(R&D)과 투자는 상대적으로 지연될 가능성 존재
 - 이는 항공분야 감축 시장이 '혁신 시장'이 아닌 '규제 대응 산업'으로 고착화 될 가능성을 보여주며, 중·장기적으로 시장 전체의 구조적 비효율로 이어질 가능성이 있음
- 아울러 현재 정책 및 규제 제도는 탄소 배출권 가격·상쇄 단가의 급등으로 인한 부담이 항공 운임 상승에 직접적으로 전이될 가능성이 높아 경제적 완충장치 마련이 필요
- 따라서 단순 상쇄·배출권 거래 중심에서 탈피하여 "직접 감축이 가능한 메커니즘"(연료 효율 개선을 위한 기술개발 가속화, 저탄소 항공기 도입 가속화, SAF 인프라 투자 강화 등)의 정책 강화 추진 시급

⁹⁾ 2025년부터, 2043년까지 항공시장 성장 4% 가정, IATA 및 IEA의 낙관적 가정 활용

참고문헌

- 1) Sustainability and Economics, Airfinance Global, IATA, 2025
- 1) CORSIA States for Chapter 3 State Pairs, ICAO, 2025
- 2) Treaty on the Functioning of the European Union (TFEU), Article 191(2), 2008
- 2) CO₂ Emissions in Aviation, IEA, 2025
- 3) CO₂ Emissions in Transports, IEA, 2025
- 4) Carbon Dioxide Emissions Coefficients by Fuel, U.S. EIA, 2025
- 5) Commercial Market Outlook 2024–2043, Boeing, 2024
- 6) Global Market Forecast 2024–2043, Airbus, 2024
- 7) Reducing emissions from aviation / Free allocation, European Commission, Directive EU, 2023/958
- 8) CORSIA Annual Secotr’s Growth Factor, ICAO, 2025
- 9) Regulation (EU) 2023/2405 OF THE EUROPEAN PARLLAMENT AND OF THE COUNCIL, 2023
- 10) Policy Shortcomings Puts SAF Production at RISK, IATA, 2025
- 11) European Aviation Environmental Report 2025, EASA, 2025
- 12) European airline emissions in 2024, T&E, 2025
- 13) Aviation CO2 Emission Dada, ICAO, 2025
- 14) Emissions of air pollutants from transport in Europe, EEA, 2025
- 15) IATA Sustainable Aviation Fuel (SAF) Accounting & Reporting Methodology, IATA, 2025

본 연구는 국가녹색기술연구소의 기본사업인 '녹색·기후기술 정책·정보 전략기획 연구'의 지원을 받아 수행되었습니다.

NIGT BRIEF

본 NIGT BRIEF의 내용은 필자의 개인적 견해이며,
연구소의 공식적인 의견이 아님을 알려드립니다.



07328 서울특별시 영등포구 여의나루로 60 여의도포스트타워 14층
TEL 02)3393-3900 FAX 02)3393-3919~20 www.nigt.re.kr