

Article

항공온실가스 배출현황 및 감축규제 대응방안

이주형, 김원호, 김용석*, 최성원

A study on the approach to reduce in the aviation GHG emissions
in Korea

Juhyoung Lee, Wonho kim, Yongseok Kim*, Sungwon Choi

ABSTRACT

Global aviation is projected to grow in demand by an annual average of 4.1% between 2014 and 2034. It can be said that environmental impact from aviation will therefore be expected to increase on a similar scale. As regards civil aviation emissions, the sector contributes between 2~3% to International aviation GHG emissions. In the European Union(EU), aviation emissions account for about 3% of the EU's total green house gas emissions, of which a majority are said to come from international flights. In terms of traffic volume in 2013, Korea's international aviation industry 11th with regard to passengers and 3rd with regard to cargo, attaining the overall rank of 5th in the world. GHG emissions has been increasing steadily over the last 4 years, averaging 3.9 percent a year, due to the growth of low cost carriers and the increased demand for air transportations. As for aviation in Korea, there are a number of means intended to attain the Government's emission control objective in an efficient manner, such as AVA (Agreement of Voluntary Activity), TMS (Target Management System) and ETS (Emission Trading Scheme). In addition, the Government intends to better adapt to ICAO's Global MBM(Market-based Measures) that will come into performance on Year 2020. In the study, we focused on GHG mitigation measures that is fulfilling the AVA, TMS, ETS in the Government and suggest the effective measures to reduction the aviation GHG emissions.

Key Words : Aviation green house gas emission(항공온실가스 배출), MBM(시장기반조치), AVA(자발적 감축협약), TMS(목표관리제), ETS(배출권거래제)

1. 서 론

현재의 지구온난화는 논란의 여지가 없을 정도로 명백하며, 기온과 해수 온도의 상승, 빙하의 용해, 해수면이 상승하고 있다.

IPCC(Intergovernmental Panel on Climate Change, 기후변화에 관한 정부간협의체) 5차 종합평가보고서에 따르면,⁽¹⁾ 지구온난화의 주원인인 이산화탄소(CO₂)는 산업화 이후 40%가 증가하였으며, 농도는 2011년에 391ppm으로 증가하였고, CO₂양은 대기측정이 시작된 1958년 이후 20% 이상 증가하였다.

이에 따라 지구평균기온은 지난 133년간 0.85℃ 상승하였고, 평균 강수량의 변화는 뚜렷하지는 않으나, 1901년 이후 북반구 중위도 육지에서 강수량이 증가하였으며, 평균해수면은 110년간(1901~2010년) 19cm 상승하였다고 한다. 이런 면에서 장기적

Received : 22. Jul. 2015. Revised : 14. Dec. 2015.

Accepted : 25. Mar. 2016

* 교통안전공단 항공교통안전처

연락처자, E-mail : yongkim@ts2020.kr

경상북도 김천시 혁신6로 17(울곡동, 교통안전공단)

으로 지구온난화의 주요 촉진요인은 CO₂ 배출량이며, 온난화와 CO₂ 배출량은 상호비례관계에 있으므로 지구온난화 방지를 위한 CO₂ 배출량 규제는 국제사회의 당면 과제라 할 수 있다.

국제적으로 CO₂ 외 지구온난화 또는 온실효과를 일으키는 대표적인 물질로는 메탄(CH₄), 아산화질소(N₂O), 과불화탄소(PFCs), 수불화탄소(HFCs), 육불화황(SF₆) 등 6종이 있으며 이를 온실가스(GHG, Greenhouse Gas)라 명명하고 있고, 따라서 이들 배출량을 규제하기 위한 움직임이 과거부터 지속적으로 활발히 진행되어 왔다.

1972년 유엔인간환경회의(UNCHE United Nations Conference of the Human Environment)에서 환경문제는 지구차원의 문제로 인식되기 시작한 이래, 1988년 유엔환경계획(UNEP, United Nations Environment Programme)과 세계기상기구(WMO, World Meteorological Organization)가 공동으로 주관하는 IPCC를 설치하였다. IPCC는 UN 후원하의 과학기구로서, 기후변화 이해를 위해 가장 최신의 과학적·기술적·사회경제적 정보를 검토하고 평가하는 역할을 주로 담당하고 있다. IPCC와 달리 익히 알려진 UNFCCC(The United Nations Framework Convention on Climate Change, 유엔기후변화협약)는 1992년 브라질 리우데 자네이로에서 개최된 유엔환경개발회의(UNCED, United Nations Conference on Environment and Development)에서 채택한 협약으로, 1994년 정식으로 발효되었으며, 동 협약은 온실가스 농도를 안정화에 그 목적이 있다.

1997년 일본 교토에서 개최된 UNFCCC 당사국 총회(COP 3, Conference of Parties)에서 상위 목적에 맞게 교토의정서(Kyoto Protocol)라는 협약을 채택하였는데, 이는 주요 38개국 선진국에 1990년 대비 평균 5.2% 감축의무를 부여한 실행법적인 협약제도이다. 이 협약의 실현가능한 목표달성을 위하여 배출권거래(ET, Emission Trading), 공동이행(JI, Joint Implementation), 청정개발체제(CDM, Clean Development Mechanism) 등을 고안하였으나 불행히도 가장 많이 배출하는 미국, 러시아, 일본 등이 UNFCCC에서 탈퇴함으로써 교토의정서에 대한 실효성 논란이 야기되었다. 이를 개선하고자 2015년 12월 프랑스 파리에서 개최한 UNFCCC 당사국 총회(COP 21)에서 파리협정(Paris Agreement) 채택하였다. 교토의정서에 이어 2021년 1월 1일부터 적용될 新기후체제(Post-2020)로, 핵심은 모든 당사국이 자발적으로 감축목표를 약속하고 지구 기온 상승을 2°C보다 낮은 1.5°C이하로 제한하기 위한 노력을 추구한다

는 목표가 설정되었다. 이를 위하여 모든 당사국은 국가별 자발적 감축 기여방안(INDC, Intended Nationally Determined Contribution)을 제출하고, 이를 이행하되 5년마다 그 이행 여부를 점검받고, 더 강화된(progression) 목표를 5년마다 제출함과 동시에, 해당 목표가 국가의 최고 의욕수준을 반영하여야 한다는 원칙을 규정하고 있다. 그 밖에 적응, 기술이전 및 재정확보 방안에 대한 여러 내용을 담고 있다.⁽²⁾

한편, 1997년 교토의정서 이후 국가 내 운항하는 항공분야 온실가스는 UNFCCC에 의해 배출량을 규제하고 있지만, 국가 간 국제노선을 운항하는 국제항공분야는 출발국과 도착국간의 배출량 분배, 제트연료(Jet fuel)를 구매 또는 판매한 국가에 기반을 둔 할당량 분배, 항공기의 국적에 따른 할당량 분배 등 기술적인 문제로 인하여 교토의정서 제2조 제2항에 의해 “각 체약국은 ICAO(International Civil Aviation Organization, 국제민간항공기구)를 통하여 국제항공분야 온실가스 배출량 감축을 추진해 나가야 한다”라고 명시하고 있다.⁽³⁾ 이에 그 동안 ICAO는 몇몇 구속력 있는 감축을 위한 국제표준을 개발해 왔으나 많은 국가들의 이해관계가 얽혀있어 제도화하는 데에는 어려움이 수반되고 왔다. 그러나 2010년 제37차 ICAO 총회 이후 국제항공분야의 기후변화문제에 대한 책임을 인정하고 항공온실가스의 환경적 영향을 최소화하기 위한 입장을 고수함으로써 이를 계기로 항공온실가스 배출 최소화를 위한 ICAO 노력이 증대되고 있다.

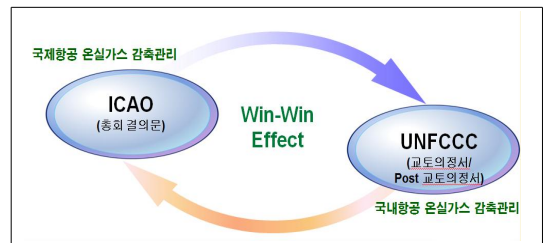


Fig 1. 국내·외 항공분야 온실가스 감축관리 체계

전 세계적으로 기후변화 영향을 최소화하는 것은 항공분야를 포함하여 모든 분야에서 가장 중요한 이슈이다. 항공은 전 분야 배출 총량 대비 이산화탄소는 2%, 온실가스는 3% 정도 차지하고 있으며, 항공 교통 수요가 지속적으로 증가함에 따라 이 수치는 각각 4%, 5%로 상승할 것으로 내다보고 있다.⁽⁴⁾

이에 유럽연합은 2012년 항공분야가 유럽 배출권 거래제(EU-ETS, Emission Trading Scheme)에 편입조치)되고자 하였으며, 2016년 제39차 ICAO 총회

에서 국제온실가스 감축제도를 도입을 추진하는 등 항공온실가스에 대한 국제동향이 급변하고 있다. 이런 배경 하에 김민정과 안미진(2008)은 급변하는 항공분야 국제동향에 대응하기 위하여 현재 우리나라의 항공온실가스 배출량 규모와 장래 배출량을 추정하였고, 항공온실가스 관리 방안을 정부에 제안하였으며,⁽⁵⁾ 유형민(2009)은 운항절차 개선, 중량관리, 항공기 성능개선 등의 적용 사례 중심으로 이산화탄소 저감효과를 분석하기도 하였다.⁽⁶⁾ 이 후 국내에서도 2010년 4월 저탄소 녹색성장 기본법이 제정되고, 2011년 3월 온실가스·에너지 목표관리 운영 등에 관한 지침(이하, 목표관리제)이 제정·고시되면서 국내 국적항공사가 목표관리제 대상으로 편입되었다. 국내항공 온실가스 관리 및 감축방안에 대한 관심이 국제항공 온실가스와 더불어 높아져 감에 따라, 교통안전공단(2011년)은 국내항공과 국제항공 온실가스 규제가 별도로 움직이는 상황에서 항공사 실무자 특히, 영세한 저비용항공사를 대상으로 쉽게 적용할 수 있도록 배출량 산정 Good Practice 매뉴얼을 제작·배포하였고, 항공기 저감기술별 감축효과량을 분석하여 제공하였다.⁽⁷⁾

신대원 등(2011년)은 항공기 연속강화접근(CDA, Continuous Descent Arrival) 절차에 따른 연료소비량을 비교·분석하여 온실가스 배출량 감축방안을 도출하였고⁽⁸⁾, 김용석 등(2013년)은 항공기 온실가스 감축을 위한 전략방향에 대한 세부 수단의 범위를 설정하고, 이를 토대로 감축수단별 연료절감 효과를 분석하여 배출량 감축을 도모하고자 하였다.⁽⁹⁾ 한편, 이주형 등(2014년)은 저탄소 운항절차에 따른 감축 수단 이행 시 상세한 감축효과분석 가능여부를 파악하고자 일부 항공사를 대상으로 노선과 동일 기종에 대한 비행 5단계(Taxi-in, Take-off, Cruise, Landing, Taxi-out)별 항공기 연료소비패턴을 상세히 분석하여 배출량을 파악하였다.⁽¹⁰⁾

본 연구에서는 국내·외 항공분야 기후변화 대응이 구체화됨에 따라 상기의 선행 연구를 토대로 전 세계에서 우리나라가 차지하는 항공온실가스 배출량을 파악하고 우리의 배출량 수준을 알아보고자 하며, 국내·외 항공온실가스 감축규제에 따른 국내의 감축대응 현황을 파악하여 향후 대응방안을 위한 실질적인 정책제언을 도출하고자 한다.

2. 항공온실가스 배출현황

2.1 전 세계 배출현황

2012년 기준 전 세계 온실가스 배출량은 31,734 백만톤 CO₂이며, 우리나라는 593 백만톤 CO₂(1.9%)로 전체 7위에 해당된다. 1위는 중국으로 25.9%를 차지하고 있으며, 그 다음 미국 16.0%, 인도 6.2%, 러시아 5.2%, 일본 3.9%, 독일 2.4% 순이며, 한국을 포함한 7개국이 전체의 59.5%로 절반을 훨씬 넘고 있다.⁽¹¹⁾

교토의정서에 의해 의무감축국(부속서 I 국가, Annex I)과 비의무감축국(비부속서 I 국가, Non-Annex I)으로 크게 구분되며 우리나라는 비의무감축국인 비부속서 I에 포함되고 있다. 그러나 2012년 기준 전체 상위 20개국 중 비부속서 I 국가가 8개국(중국, 인도, 한국, 브라질, 멕시코, 인도네시아, 이란, 남아프리카공화국)으로 전체의 41.8%를 차지하고 있으며, 배출량 추이를 보면 지속적으로 비부속서 I 국가의 배출량 비중은 급속히 증대되고 있다. 이에 기후변화 완화 및 효율적 감축을 위해서는 비부속서 I 국가의 실질적인 참여가 불가피하며 이를 근거로 향후 모든 국가가 참여하는 新기후체제를 도입할 예정에 있으며, 우리나라도 이를 위한 사전 대응이 필요한 상황이다.

2.2 국내 항공 온실가스 배출량

온실가스 배출량 산정은 환경부 산정지침을 따랐으며,⁽¹²⁾ 2012년 기준 우리나라 국내항공 온실가스 배출량은 1,194 천톤 CO_{2eq} 배출되고 있으며, 우리나라 전체 배출량의 0.2% 수준으로 국내선 항공부문 한해서는 극히 적은 온실가스 배출량이며, 자동차, 철도 등을 포함한 교통부문 배출량 중에도 1.4%에 해당된다.⁽¹³⁾

2.2.1 연료별 배출량

연료별 배출량을 살펴보면,⁽¹³⁾ 우리나라 항공운송업체에서 사용하고 있는 연료는 크게 제트유(JET A-1, JP-8)와 항공유 휘발유이며, 2012년 기준으로 JET A-1이 99.4%로 가장 많이 차지하고 있다. 주로 군용 항공기에서 사용하고 있는 동일 제트유인 JP-8도 일부(0.3%) 민간항공기 운항 시 사용되고 있는데 이는 군부대 내 자가운송체 사용하기 때문이며, 그 외 군부대와 일부 민간항공운송업체와 연료공급 협의서를 체결하는데 이를 근거로 자유롭게 매년 JP-8을 공급받고 있는 것으로 확인되었다. 또한, 항공용 휘발유를 공급받는 기종은 경비행기가 대부분이며, 이는 주로 대학교 훈련원 또는 민간조종교육원에서 활용되고 있는 것으로 파악되었다.

1) EU는 2020년까지 유럽 영공 안에서 발생하는 항공온실가스에 대해서만 배출권거래제를 적용하는 것으로 그 범위를 제한하는 절충안을 공표함.

Table 1. 국내 항공 연료별 온실가스 배출량

구분	제트유		항공용 휘발유	합계
	JET A-1	JP-8		
배출량 (천톤CO _{2eq})	1,186	4	3	1,194
비율(%)	99.4	0.3	0.3	100.0

2.2.2 운항목적별 배출량

운항목적별 배출량을 보면,⁽¹³⁾ 2012년 배출량은 여객운송 1,160천톤CO_{2eq}, 화물 운송 1천톤CO_{2eq} 배출되었다. 국내선 운항 항공기 중 화물기는 없는 것으로 파악되었으나, 화물운송 활동자료가 집계되는 이유는 인천발 유럽행 화물 전용기가 인천공항 출발과 함께 Taxing 또는 이륙 후 다시 인천공항으로 회귀한 경우 또는 유럽발 인천행 화물 전용기가 인천공항으로 착륙 할 때, 기상여건 등으로 제주공항으로 착륙하고 다시 인천공항으로 들어오는 경우 등으로 확인되었다.

Table 2. 국내항공 운항목적별 온실가스 배출량

구분	여객	화물	기타 ¹⁾	합계
배출량 (천톤CO _{2eq})	1,160	1	33	1,194
비율(%)	97.2	0.1	2.8	100.0

주1) 주로 산불 및 화재 진압, 운반, 인명구조

2.3 국제항공 온실가스 배출현황

국제항공 교통량은 향후 20년(2014년~2034년) 동안 매 평균 4.1%씩 증가될 것으로 예상된다.⁽¹⁴⁾ 이에 따라 항공온실가스 배출량 규모도 이와 유사추세를 보일 것으로 예상되는 가운데, 현재 국제항공 온실가스 배출량은 전체 배출량의 3% 규모를 보이며,⁽⁴⁾ EU 전체 배출량의 3% 규모로 파악된다.⁽¹⁵⁾

2.3.1 연도별 배출량

국토교통부 보고에 따르면,⁽¹⁶⁾ 2010년~2013년까지 8개 국적항공사의 국제항공 연료소비량 및 온실가스 배출량을 조사한 결과 2010년 16,442 천톤 CO₂, 2011년 17,438 천톤 CO₂, 2012년 18,143 천톤 CO₂, 2013년 18,426 천톤 CO₂로 최근 4년간 12.7% 증가하였으며, 2010년 기준 연평균 3.9%의 증가추세를 나타내고 있다.

2.3.2 운항목적별 배출량

국토교통부 보고에 따르면,⁽¹⁶⁾ 2010년~2013년까지 8개 국적항공사의 국제항공의 운항목적별 온실가스 배출량은 표 3에 나타난 바와 같이 여객 목적의 온실가스 배출량은 4년간('10년~'13년) 24.7% 증가한 반면에, 화물목적의 배출량은 4년간('10년~'13년) 13.4% 감소하는 추세를 나타내고 있다.

Table 3. 국제항공 운항목적별 온실가스 배출량

구분	년도	국제선 배출량(천톤 CO ₂)
여객	2010	11,006
	2011	12,148
	2012	13,265
	2013	13,728
화물	2010	5,435
	2011	5,290
	2012	4,878
	2013	4,707

3. 국내·외 감축규제

3.1 국내항공 온실가스

3.1.1 우리나라 감축목표

정부는 2009년 11월 온실가스 비의무감축(Non-Annex 1) 국가임에도 불구하고 2020년까지 온실가스 배출전망치(BAU, Business As Usual) 대비 30% 감축을 국가 중기 목표로 설정하였으며, 목표 달성을 위하여 2010년 저탄소 녹색성장 기본법을 제정·시행하였으며, 이를 근거로 목표관리제와 온실가스 배출권의 할당 및 거래에 관한 법률(이하, 배출권거래제)이 제정·시행되고 있다. 한편, 2020년 이후 적용될 新기후체제에 대비하여 INDC를 제출하고자 우리나라는 초창기 다음과 같이 4개의 감축 시나리오를 수립하였다.

- ① 2030년까지 BAU 대비 14.7% 감축
- ② 2030년까지 BAU 대비 19.2% 감축
- ③ 2030년까지 BAU 대비 25.7% 감축
- ④ 2030년까지 BAU 대비 31.3% 감축

결과적으로, 이 중 ③안인 25.7% 감축안 채택하였으며, 여기에 국제사회의 위상과 선도적 역할을 감안하여 국제시장을 활용한 온실가스 감축 11.3%를 추가한 총 37%를 2030년까지 BAU 대비 감축하기로 결정하였고, 이런 내용을 2015년 7월 UNFCCC에 INDC 형태로 제출하였다. 제출한

INDC에는 2030년까지 국가 감축공약과 감축을 위한 분야별 노력, 적응, 공정성·의욕성 등에 관한 내용을 포함하였다.

3.1.2 국내항공 감축제도 및 전망

국내항공분야에 있어 우리나라 온실가스 감축 목표를 효과적으로 달성하기 위한 대표적인 감축 제도는 목표관리제와 배출권거래제이다.

목표관리제는 2011년부터 시행하고 있으며, 온실가스 다배출 및 에너지 다소비 업체를 지정하여 감축 목표를 부과하고 달성실적을 점검·관리하는 제도이다. 2015년부터 시행되고 있는 배출권거래제는 감축목표 설정과 배출량 산정·보고·검증 체계가 목표관리제와 유사하나, 할당된 목표를 초과로 감축해도 인센티브가 없고 초과 배출 시 과태료를 부과하는 다소 경직된 목표관리제 보다 배출권의 거래·상쇄(Offset)를 통해 감축비용의 절감이 가능하고 이월(Forward)·차입(Borrow)을 활용한 탄력적 대응이 가능한 유연성이 보장되는 감축제도이다.

배출권거래제의 할당대상업체 지정은 목표관리제의 관리대상 업체 중 최근 3년간 온실가스 배출량을 기준으로 125,000톤 이상인 업체 또는 25,000 이상인 사업장을 대상으로 하며, 자발적 참여도 가능하다. 2014년 9월, 자발적 참여업체를 포함하여 전체 국가 온실가스 배출량의 약 60%인 총 528개 업체가 지정·고시되었으며, 이는 국가 감축 목표 달성을 위한 가장 핵심적인 규제정책이라 할 수 있다. 도로와 철도부문은 대중교통 특례의 적용을 받아 할당대상업체에서 제외되었고 항공부문만이 교통부문 중 유일하게 포함되었으며, 할당대상업체는 대한항공, 아시아나항공, 제주항공, 이스타항공, 에어부산 등 5社이고, 2016년 이후 진에어와 티웨이항공도 포함되어 총 7社이다. 이로써 목표관리제 이행 당시 관리대상이었던 7개 업체 모두 배출권거래제로 편입됨으로써 국내 등록된 국적항공사는 모두 국내항공 온실가스 배출량 감축 대상이다. 7개 업체는 매년 할당량 대비 자체 감축하거나 거래를 통해 초과분을 사야만 한다.

2020년 이후 新기후체제 출범으로 우리나라 감축목표가 2030년까지 BAU 대비 37%로 재설정되었고, UNFCCC에 공식적으로 INDC 형태로 제출하였다. 더 강화된 목표 설정에 따라 항공부문 및 항공업종 온실가스 배출량의 감축시나리오 및 감축제도에 변화가 있을 것으로 전망되며 이를 위한 대응방안을 모색해야만 한다.

3.2 국제 항공 온실가스

3.2.1 ICAO 감축목표

ICAO 항공환경문제에 대하여 지속적으로 관심을 가져왔으며, 1972년 유엔인간환경회의 이후 ICAO는 처음으로 항공기 운항이 환경에 부정적인 영향을 미칠 수 있다는 점을 인정하였고, 이를 계기로 1983년 ICAO는 항공환경보호위원회(CAEP, the Committee on Aviation Environment Protection)를 설치하여 환경보호와 관련하여 제1차적인 책임을 지도록 하였다.⁽¹⁷⁾ ICAO CAEP 활동 외 외부적으로 1998년 교토에서 열린 COP3을 통해 합의한 교토의정서에 근거하여 국제항공 온실가스 감축 및 규제활동을 ICAO에 위임함에 따라 관련 온실가스 활동을 추진해 나가고 있다.

2004년 ICAO 총회에서는 국제항공 온실가스 배출에 관하여 시장기능에 기초한 규제 지침을 개발한 결의문(A35-5)을 채택함과 동시에 ICAO 체약국들에게 자발적 감축 활동을 이행할 것을 촉구한 바 있으며, 2007년 제36차 ICAO 총회에서는 “국제항공과 기후변화에 관한 그룹(Group on International Aviation and Climate Change, GIACC)”의 설치에 합의하여, 기후변화에 관해서는 UNFCCC 등 국제기구와 긴밀히 협력해 나가야 함을 촉구하기에 이르렀다(결의문 A36-22). 2009년 ICAO에서는 연료효율 개선, 탄소중립성장 등의 도전적 목표를 포함하는 국가 감축이행계획(Action Plan)을 승인하였고, 구체적인 ICAO 온실가스 감축목표는 다음과 같다.

- ① 2020년까지 항공기 연료효율 매년 2% 개선
- ② 2020년 이후 탄소중립성장(CNG2020)
- ③ 2050년까지 매년 연료효율 2% 개선

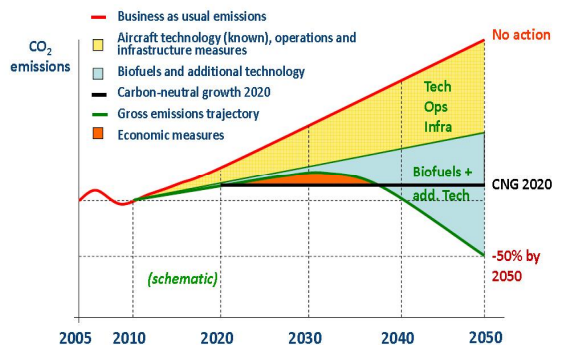


Fig 2. ICAO 국제항공 온실가스 감축목표⁽¹⁸⁾

3.2.2 우리나라 감축목표 및 감축수단

2010년 제37차 ICAO 총회에서는 2020년까지 글로벌 항공기에 대해 연간 2%의 연료효율을 개선해 줄 것을 결의하였고(결의문 A37-19), 이를 위한 국가감축계획을 매 3년 마다 제출해 줄 것을 촉구한 바 있다. 국토교통부는 이를 위하여 2012년 6월 항공기 연료효율을 2050년까지 매년 1.3%씩 개선한다는 1차 국가감축계획을 수립하여 ICAO에 제출한 바 있다.⁽¹⁹⁾ 제37차 총회에 이어 2013년 제38차 ICAO 총회에서 2020년까지 매년 연료효율 2%씩 개선하자는데 재확인하였고 이를 위한 국가감축계획을 마련하여 제출해 줄 것을 결의하였다. 이를 위하여 정부는 2012년에 이어 2015년 6월에 국제선 항공기 연료효율을 2025년까지 매년 1.3%씩 개선한다는 2차 국가감축계획을 수립하여 ICAO 제출하였다.⁽²⁰⁾ 2차 국가감축목표 달성을 위하여 정부와 항공사 및 공항공사 등의 협의를 거쳐 표 4에 보는 바와 같이 11개 세부감축수단을 발굴하였다. 주요 감축수단으로 신형 항공기 도입, 항공교통흐름관리(Air Traffic Flow Management, ATFM), 항공로 복선화, 항공기보조동력장치 사용대신 지상전원공급장치의 사용을 확대하는 방안 등이 있다. 대체연료 상용화는 현재 국내에서도 기술 개발 중에 있으나, 상용화까지는 다소 시간이 걸릴 것으로 예상되어 주요 감축수단에는 포함하지 않았다.

Table 4. 2차 감축목표 달성을 위한 세부감축수단

구분	감축수단
항공기	항공기 교체
관제 및 공항	ATFM(Air Traffic Flow Management) 센터 건설
	항공로 복선화
	ACDM(Airport Collaborative Decision Making) 도입
	AC-GSP 사용 촉진
항공기 운영	단일엔진 Taxi-in
	엔진세척
	공회전 역추진
	경량 화물 ULD
	경량 객실 Cart
	저항력 플랩

3.2.3 국제항공 감축제도 도입

ICAO는 국제항공 온실가스 감축목표 달성 위한 구체적인 전략을 수립하였고, 크게 4가지

키워드를 가지고 이행하고자 한다. 하나는 Green Aircraft Technologies(친환경 항공기 기술)로 고효율 신규항공기 확대 적용, 경량복합재료 및 고효율 엔진 개발 및 배출가스 인증표준 개선 등이 포함된다. 하나는 Operational Measures(운용적 조치)로 항공 교통흐름관리(Air Traffic Management, ATM), 성능기반항법(Performance Based Navigation, PBN), 연속강하접근(Continuous Descent Approach, CDA), 공항 설계 및 관리 등이 있다. 하나는 Alternative Fuels for Aviation(대체연료 상용화)로 일명 조류, 식물, 폐식용유 등에서 추출한 연료를 사용하는 방법이다. 마지막으로 글로벌 MBM(Market Based Measures, 시장기반조치)로 대표적인 국제항공 감축제도이다. 글로벌 MBM 실현 가능성에 대한 몇 가지 방안이 ICAO 의회에서 논의되었으며, 2012년 총 3개 방안이 다음과 같이 선정되었다.

- ① 배출권거래제(Cap and Trade) : 절대배출량에 따라 유상 및 무상할당량 목표설정, 배출량에 상응하는 배출권 구매방식
- ② 의무적 오프셋(Mandatory Offset) : 기준선을 설정, 기준선 초과배출량은 외부감축실적(상쇄 크레딧)을 이용하여 상쇄하는 방식
- ③ 수익형 오프셋(Mandatory Offset with Revenue) : 기준선 초과배출량은 외부감축실적으로 상쇄, 상쇄크레딧 구입시 수수료 부과 등 수입금을 조성하는 방식

이후 2013년 제38차 ICAO 총회에서는 국제항공 온실가스 감축을 위하여 2020년부터 이행할 수 있는 실질적인 글로벌 MBM을 2016년 제39차 ICAO 총회에서 결정하겠다는 결의문(A38-18)을 채택하였고 이에 따라, 2020년 이후 국제항공 온실가스 감축 이행을 위한 글로벌 MBM을 결정하고자 BRIC(Brazil, Russia, India, China) 그룹 제안에 의하여 환경자문그룹(Environment Advisory Group, EAG)을 구성하였다. 매월 개최되고 있으며, 현재까지 글로벌 MBM 허수아비 초안에 대해 다음과 같은 몇 가지를 원칙적으로 합의한 상황이다.

- ① 오프셋 기반이며, 2018년~2020년 배출량 기준으로, 2020년 이후에는 평균을 초과하는 분량에 대해서 배출권을 구매하여 상쇄하는 방식

- ② 각국 항공사운항증명(Air Operator Certificate, AOC)에 등록된 항공사의 국제선 이산화탄소만 해당
- ③ CAEP가 적절한 배출권의 요건과 모니터링·보고·검증(MRV)에 대해 검토

그러나 글로벌 MBM 허수아비 초안에 대한 원칙적인 합의에도 불구하고 ICAO 계약국별 이해관계로 인하여 실질적이고 체계적인 감축제도가 도출되고 합의되기까지는 시간이 다소 걸릴 것으로 예상되며, 2016년 제39차 ICAO 총회 전 허수아비 초안 대신 또 다른 형태의 감축제도가 도출될 수도 있다.

4. 대응방안 및 정책 제언

4.1 항공온실가스 배출량 통계 체계적 관리

국내항공과 국제항공 온실가스 감축관리를 UNFCCC와 ICAO에 역할을 부여하여 각각 관리하고 있는 바와 같이 항공분야 배출량 산정방법도 차이가 있다. 국내항공 온실가스 배출량 산정은 IPCC 가이드라인을 따르고 있으며, Tier 2 산정방식인 반면에, 국제항공 온실가스 배출량 산정은 ICAO 가이드라인을 따르고 있으며, 이산화탄소만을 산정하는 Tier 1 방식이다. 따라서 산정방법 이원화로 인한 실무자 혼란 방지를 위하여 배출량을 체계적으로 관리할 수 있는 항공통계관리시스템을 구축하여 운영할 필요가 있다. 아니면 기존의 교통안전공단에서 운영하고 있는 교통부문온실가스관리시스템(KOTEMS, Korea Transport Emission Management System)을 활용할 수도 있다. 아울러, 주요 활동자료인 항공유 연료소비량은 교통안전공단이 직접 입수하여 활용하고 있으므로 배출량 통계의 정확성과 품질제고를 위하여 항공유 연료소비량의 국가통계 승인을 추진할 필요가 있다.

4.2 항공온실가스관리 전담부서 신설

항공산업 특성상 항공사를 포함 국내 업종 전 분야 온실가스 감축관리는 환경부가 총괄기관으로써의 역할을 하고 있는 반면에 국제항공 온실가스 규제정책업무는 국토교통부에서 주관하고 있다. 최근 국내 배출권거래제(15년) 시행과 ICAO 글로벌 MBM 도입에 따른 감축규제 이원화로 인한 혼란 가중이 심화되고 있다. 이에 감축제도간 운영 효율화를 위하여 장기적으로는 국

내·외 항공온실가스 기후변화 대응 통합전담부서가 마련될 필요가 있다. 전담부서가 신설되면 국내·외 항공환경 정책흐름을 신속히 파악하고 체계적으로 대응할 수 있을 뿐만 아니라 전담인력 확충·확대 및 미래 사업 발굴 등으로 신규 일자리 창출도 가능하다. 무엇보다도 항공온실가스 전담부서가 현실화되기 위해서는 중장기 마스터플랜 수립과 이를 이행하기 위한 정부의 확고한 의지가 필요한 시점이다.

4.3 글로벌 감축제도 도입 준비

2016년 제39차 ICAO 총회 이후로 2020년에 시행될 글로벌 MBM 도입이 현실화될 가능성이 높다. 제39차 총회 전까지는 허수아비 초안을 비롯하여 각 국가별로 탄소 상쇄량 결정을 위한 다양한 산출방식이 도출되고 있으나, 크게 두 가지 축인 2020년 시행과 탄소상쇄제도 형태라는 데에는 이견이 없는 상황이다. 우리나라는 2020년 글로벌 탄소상쇄제도 시행에 맞추어 항공사 대응 가능하도록 항공온실가스 감축 전문 인력을 양성할 필요가 있으며, MRV 역량을 배양해야만 한다. 이를 위하여 정부는 국가 감축목표의 효과적인 달성 및 항공사의 연료효율개선 역량 한계를 극복하기 위한 연료절감 이행매뉴얼을 마련하여 항공사에 제공하는 등 지속적인 감축이행을 정책적으로 지원해야 하며, 정기적인 항공온실가스 감축관리 교육훈련을 통해 전문 인력을 확보하여야 한다. 또한, 정부·산·학·연 등을 대상으로 정기 세미나를 개최하여 국제동향 및 감축방안 등에 대한 정보를 공유하고 특히, 글로벌 탄소상쇄제도 시범사업 정책적으로 추진하여 항공사의 대응 역량을 향상시킬 필요가 있다.

4.4 실질적인 감축 적용 방안 마련

정부는 2차 국가감축계획에 따라 2025년까지 국제항공 연료효율 연평균 1.3%씩 개선하자는 감축목표를 수립하여 ICAO에 제출하였다. 효과적 목표 달성을 위하여 표 4와 같이 세부 감축수단별 비용 효과적 편익 분석을 하여 보다 효과적인 감축수단을 국제항공사에 권고해 줄 의무와 책임이 있다. 이를 도출하기 위한 실현가능한 예측 프로그램 개발을 위한 투자가 필요하다. 이를 통해 국제항공 온실가스 감축관리체계를 확립함으로써 기후변화 관련 국제 수준의 대응력을 확보함은 물론 ICAO 계약국들에게 전파·공유함으로써 국제사회에 기여할 필요가 있다. 이와 별도로, 2차 국가감축계획의 감축목표 실효성 제고

를 위하여 실행 가능한 강제성 있는 법적 근거가 마련되어야 하며, 더불어 항공사의 적극적인 감축활동을 유도하기 위하여 항공사별 감축이행실적 결과에 따른 포상 및 인센티브 등의 방안이 강구되어야 한다.

4.5 항공용 대체연료 연구 및 상용화 필요

표 2와 같이 ICAO 장래 감축목표를 설정하면서 가장 큰 감축비중이 항공용 대체연료의 활용이다. 따라서 정부는 감축효과가 가장 큰 항공용 대체연료 개발과 보급에 집중할 필요가 있다. 현재 신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법에 따라 국방부와 미래창조과학부에서 항공용 대체연료 제조의 핵심 원천기술을 개발 중에 있으나 선진국에 비하여 항공기 상용화는 걸음마 단계에 있다. 이는 정부 정책계획 부재와 항공사 등 민간 업체에서의 투자의지 부족 등의 원인으로 파악된다. 우선 항공용 대체연료 개발 및 상용화를 위하여 국방부, 미래창조과학부 등 관련 부처와의 긴밀한 기술협력과 항공사, 제작사의 협업이 필요하며 이를 위한 이니셔티브를 구성·운영하여 항공용 대체연료에 대한 장기플랜을 수립하고 단계별로 개발과 보급체계를 구축하여야만 한다.

4.6 항공환경센터 설립

통합 전담부서 및 연구기관 부재에 따라 항공 온실가스 규제 대응 및 관련 정책추진에 한계가 존재할 수 있다. 향후 新기후체제와 글로벌 MBM 출범에 따른 국내·외 항공온실가스 규제가 확대될 것으로 예상되는 가운데, 우선 국토교통부 내 항공온실가스 통합전담 조직을 마련하고 Control Tower 역할을 할 수 있는 가칭 “항공환경센터”를 산하기관에 설립하여 운영할 필요가 있다. 이를 통하여 여러 기관에 산재되어 있는 감축규제 대응 및 국제협력 기능 등이 응집됨으로써 정책추진에 시너지를 창출할 수 있을 것으로 기대된다.

참고문헌

- [1] Working Group I Contribution to the Fifth Assessment Report of the IPCC, "Climate Change 2013-The Physical Science Basis", 2013.
- [2] KPMG international, "The COP21 Paris Agreement: A Clear signal to business", December 2015.
- [3] 교토의정서 제2조제2항, "The Parties Included in Annex I shall pursue limitation or reduction of emissions of greenhouse gases not controlled by the Montreal Protocol from aviation and marine bunker fuels, working through the International Civil Aviation Organization and the International Maritime Organization, respectively."
- [4] IATA, "IATA Technology Roadmap 4th Edition". June 2013.
- [5] 김민정, 안미진, "항공교통 부문 온실가스 배출규모 추정 및 관리 방안", 한국교통연구원 연구총서 2008-06, 2008.
- [6] 유형민, "항공산업 온실가스 배출량 산출 및 저감방안에 관한 연구", 석사학위, 인하대학교 국제통상물류대학원, 2009년 8월.
- [7] 국토교통부/교통안전공단, "저비용항공사 온실가스관리 표준모델 개발", 2011.
- [8] 신대원, 김용석, "강화비행시의 연료소모량 비교분석", 한국항공운항학회지, 제19권 제2호, 2011, pp.58-63.
- [9] 김용석, 이주형, "저탄소 운항절차에 따른 연료절감 효과분석", 한국항공운항학회지, 제21권, 제1호, 2013, pp.39-44.
- [10] 이주형, 김용석, 신흥철, "항공기 비행단계별 연료소비 분석 및 Tier 3 배출량 산정", 한국기후변화학회지, 제5권, 제1호, pp.61~70. 2014.
- [11] IEA statistics, "CO2 emissions from fuel combustion highlights", International Energy Agency, 2014.
- [12] 환경부 온실가스종합정보센터, "국가 온실가스 통계 산정·보고·검증지침" 2014.
- [13] 국토교통부/교통안전공단, "2014년도 교통물류 온실가스 배출량 조사 보고서" 2014. 12.
- [14] International Air Transport Association, 'IATA 20 Year Passenger Forecast', IATA, 2015.
- [15] European Commission, "Reducing emissions from aviation, http://ec.europa.eu/clima/policies/transport/aviation/index_en.htm accessed
- [16] 국토교통부/교통안전공단, "항공안전기반 항공환경정책 지원체계 구축 연구", 2015.
- [17] 조운재, "항공배출물 감축을 위한 국제적 규제 방안에 관한 연구", pp. 60, 2014.
- [18] ICAO, "ICAO Environment Report 2010" 2010.
- [19] 국토교통부, "항공부문 온실가스 감축 국가이행계획수립연구", 2012.
- [20] 국토교통부, "대한민국 국제항공 CO₂ 감축 국가이행계획", 2015.