Original Article

https://doi.org/10.12985/ksaa.2023.31.4.116
ISSN 1225-9705(print) ISSN 2466-1791(online)

국제선 운영변화에 따른 김포국제공항의 항공기 소음 분석

조현수*, 박재식**

Analysis of Aircraft Noise at Gimpo International Airport according to Changes in International Flight Operations

Hyunsoo Cho*, Jae Sik Park**

ABSTRACT

Gimpo International Airport is a strategically utilized airport based on government policy, but there are many residents living around the airport, so it is very sensitive to changes in airport operation. In the past, similar noise results were obtained for aircraft noise at Gimpo International Airport despite changes in aircraft types and an increase in the number of aircraft operating, and recently ICAO proposed a low-noise aircraft noise standard (Ch.14). Since the new standard has a noise reduction effect of up to 15dB compared to existing aircraft noise, ICAO and Europe EASA predict that future aircraft noise will be reduced if the latest technologies such as low-noise aircraft are applied. Therefore, this study establishes the aircraft operation performance and measured noise of Gimpo International Airport in 2022 as a baseline scenario, noise changes using various scenarios of introduction of low-noise aircraft, operation of mid-to-long-distance routes, and changes in future air traffic demand were analyzed using simulation.

Key Words : Gimpo International Airport(김포국제공항), Aircraft Noise(항공기 소음), Noise Measurement Station(소음측정국), Low-Noise Aircraft(저소음 항공기), Aviation Environmental Design Tool(AEDT; 항공환경분석툴)

Ⅰ. 서 론

김포국제공항은 과거부터 정부 정책에 따라 항공교통량 변화의 폭이 크다. 2001년 4월, 인천국제공항의 개항으로 김포국제공항을 오가던 국제선 항공기는 모두 인천국제공항으로 이관되었으며, 김포국제공항은 잠시 국내선 전용 공항으로 활용되었다. 이때 수요 감소로 인해 소음대책지역의 면적 변화(29.0km^2 → 24.6 km^2)[1]가 발생되었다. 하지만, 서울 도심과 인천국제공항까지 거리에 따른 접근성 문제가 대두됨에 따라, 기존 김포국제공항의 단거리 국제선 취항을 요구하는 수도권 주민의 니즈가 발생되었으며, 결국 국제선의 운항이 다시금 진행되는 계기가 되었다.

이후, 김포국제공항의 국제선은 2003년 도쿄 하네다 국제공항과의 운항을 시작으로 중국, 일본과 정기노선 취항 등 지속적인 운항횟수 증가가 나타났다. 국토교통부 통계누리의 공항별 연간 운항횟수를 확인해보

Received: 30. Nov. 2023, Revised: 06. Dec. 2023, Accepted: 14. Dec. 2023
* 한국공항공사 항공산업연구원 선임연구원
** 한국교통연구원 항공우주교통연구본부 연구원
연락저자 E-mail : shil1@naver.com
연락저자 주소 : (30147) 세종시 시청대로 370

1) 서울지방항공청, "김포국제공항 소음대책지역 변경 지정·고시", 서울지방항공청고시 제2010-53호, 2010.

면, 김포국제공항의 경우, 운항횟수가 가장 적었던 2006년(94,943회) 대비 코로나 발생 직전인 2019년(140,422회), 운항횟수가 약 48% 증가한 것으 나타났다. 반면, 동일한 시기에 인천국제공항 국제선 증가량은 182,012회에서 404,104회로 약 122% 증가하였으며, 이는 김포국제공항에서는 운항거리 제한, 소음민원 등의 이유로 국제선 증편이 어려운 점, 인천국제공항을 중추공항으로 활성화를 위한 정부의 정책 등에 기인된 것으로 판단된다.

국가의 체계적인 성장과 경쟁력 강화를 위해서는 공항의 지속적인 성장이 도모되어야 하나, 김포국제공항 주변 지역은 국내 공항 중 가장 많은 소음대책인구가 거주하고 있어 공항의 성장 혹은 공항운영의 변화가 발생될 경우 즉각적인 민원 발생의 소지가 있다. 즉, 김포국제공항의 수용력과 정온한 환경을 모두를 고려하기 위해서는 주민과 상생할 수 있는 신중한 정책적 의사결정이 요구된다.

ICAO, EASA 등 국제항공기구에서는 기술 성장에 따른 미래 소음도 변화를 예상하였으며, 국내 공항에서도 기술적 발전에 따른 소음 저감 및 공항 발전을 함께 고려하기 위한 분석이 필요하다. 이에 본 연구에서는 장래 공항 소음 변화 시나리오를 설정하고 저소음 항공기 도입에 따른 김포국제공항의 소음변화 및 국제선 운영변화 시나리오를 통한 소음 저감효과를 분석하고자 한다.

II. 본 론

2.1 김포국제공항의 과거 소음 변화

김포국제공항은 정부에서 소음대책지역이 필요하다고 지정한 공항으로, 항공기가 이착륙할 때 발생하는 소음을 공항 주변에 설치하여 소음측정 및 모니터링을 하도록 하는 「공항소음 방지 및 소음대책지역 지원에 관한 법률(약칭: 공항소음방지법)」이 제정되어 있다.

이에 한국공항공사에서는 공항소음포털을 통해 소음정보를 공개하고 있으며, 소음측정국에서 실시간으로 측정되는 소음 값은 월평균 WECPNL로 일반인에게 공개되며, 올해부터 소음기준이 변경(Lden 적용)되어 공개되고 있다. 김포국제공항의 소음변화는 2014~2022년 동안 소음측정국 위치가 동일한 12개 지점 대상 연평균 소음 변화 추세를 도출한 결과(y=-0.0511x+74.289)는 유사한 것을 알 수 있다. 교통량은 매년 증가하지만, 소음은 과거과 유사한 수준으로 측정되고 있다(Fig. 1).

2.2 ICAO, EASA 국제동향

ICAO 항공환경보호위원회(CAEP/12)는 소음 주제의 국제환경 동향을 4가지 시나리오를 통해 Fig. 2과 같이 미래 소음이 변할 것으로 전망하였다.

소음분석은 55 DNL 이상의 면적크기를 각각의 시나리오별로 분석한 결과, 2045년 면적은 2015년보다 1.0~2.2배 증가된다. 소음피해 면적의 크기는 항공기 운항기술과 소음저감기술 수준에 종속되어 결정되며, 연도별 장래 항공 수요도 고려하였다.

여기서 주목할 점은 제4시나리오(기술 개발이 가장 향상된 시나리오)를 적용할 경우, 2030년부터 미래 교통량은 증가하여도 소음피해지역이 증가하지 않는다는 점이다[2]. 즉, 기술 발전으로 항공기 소음피해지역은 오

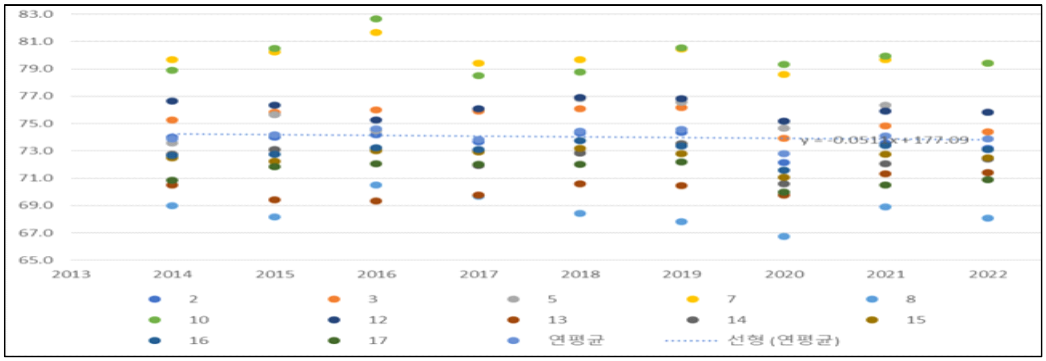

Fig. 1. Noise measurement results at Gimpo International Airport (2014-2022)
출처: 한국공항공사, 공항소음포털(https://www.airportnoise.kr /anps/info/MesureRslt), 2023년 11월 9일 검색.

2) ICAO는 전세계 319개 공항의 미래 여객/교통량 수요 증가대비 소음피해면적과 피해인구를 추정하였고, 제1시나리오는 현재와 동일한 기술수준, 제4시나리오는 모든 항공기가 연간 0.2 EPNdB가 감소되는 기술이 적용됨을 고려함.

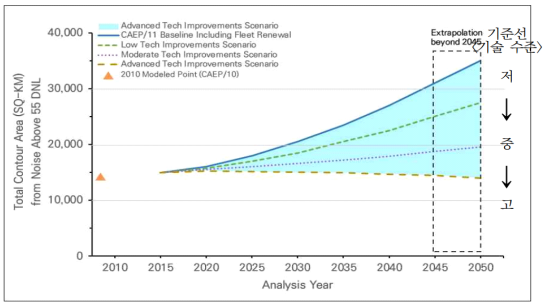

Fig. 2. Total aircraft noise contour area above 55 dB DNL for 319 airport

출처: ICAO, https://www.icao.int/environmental-protection/Pages/Noise_tends.aspx, 2023년 11월 30일 검색 후 수정.

히려 감소할 수도 있다는 것을 Fig. 2에서 주장하고 있다.

유럽연합항공안전청(EASA: European Union Aviation Safety Agency)에서 발간한 환경보고서에 따르면, 항공수요와 기술수준에 따른 소음노출 인구의 변화를 Fig. 3과 같이 전망하였다. 유럽의 항공소음은 2005년부터 2019년까지 증가추세이지만, 2050년에는 소음피해면적이 최대 33% 감소, 피해인구 최대 55% 감소할 것으로 전망하였다.

EASA는 항공기 기술 발전으로 최근 10년 동안 제작된 항공기 소음이 ICAO 항공소음 Ch.14 기준보다 5~15dB이 저감되었고, 최근 드론, UAM 등과 같은 새로운 항공 시장이 개척되므로 추가적인 소음과 배출가스 저감 등의 환경개선 효과도 발생할 수 있다고 주장한다.

Fig. 3. Total number of people in the Lden 55 dB noise contours at 98 major airport

출처: EASA, https://www.easa.europa.eu/eco/eaer/executive_summary, 2023년 9월 5일 검색.

2.3 선행연구 조사

손정곤(2007)은 김포국제공항에 항공기 저소음운항절차를 수립한다면, 소음피해 노출면적, 가구 수, 세대수, 노출 인구 등의 소음저감효과를 분석하였으나, 과거 분석 시점에서 운항하는 항공기종이 대상이다. 이에 현재는 미운항 기종이거나, 고소음 항공기로 운항이 제한되어 있다[6].

이준호(2012)는 소음피해 지역 범위 설정에 비행경로, 고도, 추력, 운항횟수를 변수로 소음변화를 분석하였지만, 저소음항공기 도입 및 미래 교통량을 고려한 수요예측 결과를 고려하지 않았다[7].

김봉기(2021)는 항공기 항적 자료를 기반으로 김해국제공항의 항공소음 변화를 분석하였으나, 본 연구는 항공기 항적 변수를 고려하지 않으며, 표준계기절차와 동일한 경로를 운항한다고 가정한다[8].

이명식(2023)은 활주로 운영 조건을 변경한다면 김포국제공항 주변 지역에서 발생하는 소음도 변화하므로, 주변소음 환경을 고려한 활주로 운영조건 변경 필요성을 제시하였다, 본 연구는 시뮬레이션 분석을 통해 정량적인 소음저감 효과분석을 수행하였다[9].

2.4 시뮬레이션 모형 구축

본 연구에서 필요한 자료는 항공정보간행물(AIP), 항공통계, 통합운항정보시스템(iFIS), 글로벌 항공정보종합관리망(SWIM)에서 생성 또는 관리하는 자료를 수집하며, 소음분석에 활용하는 시뮬레이션은 항공환경분석툴(AEDT : Aviation Environmental Design Tool) 3e를 활용하였다. AEDT는 항공기 성능자료(BADA[3]), 지리정보체계(GIS), 위성지도의 다양한 레이아웃, 세계 공항 정보 등의 자료가 데이터베이스로 구축되어 활용이 가능하다[4].

AEDT에 김포국제공항의 계기비행절차(경로, 고도, 운영조건 등)를 입력한다(Fig. 4).

공항소음 측정자료는 한국공항공사가 20개(14방향 8개, 32방향 12개) 소음측정국에서 과거 10년 이상 자료를 실시간으로 축적되며, 해당 소음측정국은 항공기가 이착륙하는 경로에 위치하고 있다. 소음측정국은 항공기가 운항하는데 발생하는 실시간 소음 측정 및 수집하므로, 장기간에 걸쳐 발생한 소음의 연간자료를 수집하는데 적합하다(Figs. 5~6).

3) BADA(Base of Aircraft Data)는 EUROCONTROL에서 실제 항공기 성능을 실제로 측정하여 수치화한 자료.
4) AEDT는 미국 FAA가 개발하여, 소음, 배출가스 산정에 우리나라를 비롯한 미국, 호주, 일본 등에서 사용 중.

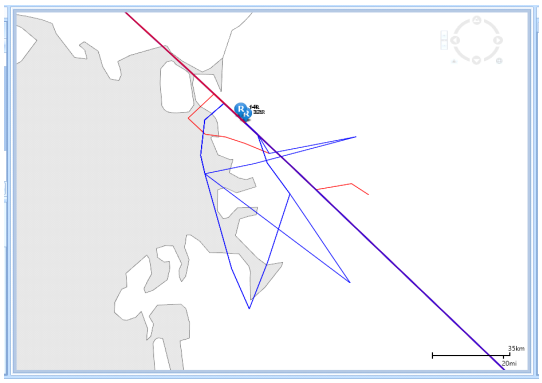

Fig. 4. AEDT program screen (flight procedure input results)

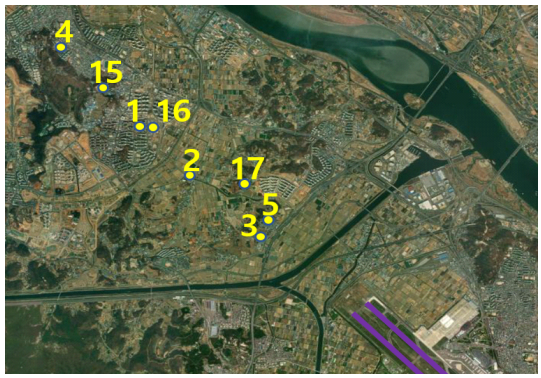

Fig. 5. Location of noise measurement station at Gimpo International Airport (north)

출처: google, https://www.google.com/maps 재구성.

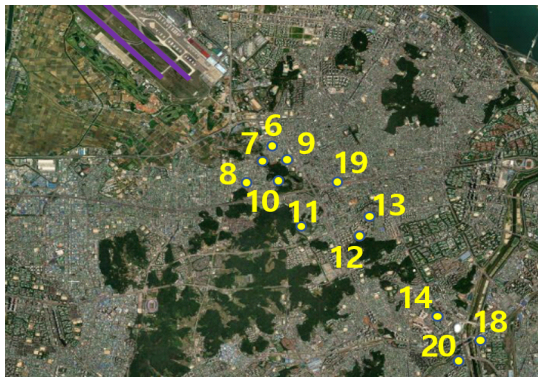

Fig. 6. Location of noise measurement station at Gimpo International Airport (south)

출처: google, https://www.google.com/maps 재구성.

기준 시나리오(Reference Scenario)는 2022년의 12개월 동안에 수집한 소음 측정자료를 토대로 분석해야 하므로, 소음측정국에서 수집한 측정 값을 활용한다. 2022년에 수집된 소음측정국별 공항소음의 평균 소음 값은 Table 1과 같다. 활주로 방향 또는 활주로 시단 지점부터 떨어진 위치에 따라 측정되는 소음 측정값이 상이한 것을 알 수 있다.

Table 1. Average noise result by noise measurement station (2022)

소음측정국	측정결과	소음측정국	측정결과
1	69.5	11	76.1
2	73.1	12	75.8
3	74.4	13	71.4
4	70.2	14	72.5
5	75.9	15	72.5
6	81.1	16	73.0
7	79.3	17	70.8
8	68.0	18	71.4
9	80.9	19	69.9
10	79.4	20	70.9

출처: 한국공항공사, 공항소음포털(https://www.airportnoise.kr /anps/info/MesureRslt), 2023년 9월 5일 검색.

일일 운항시각을 구성하는 요소(활주로, 이착륙 댓수, 기종, 최대이륙중량, 운항방향 등)는 항공기 소음 분석에 직접적인 영향을 미치는 요소이므로, 한국공항공사 내부자료 및 항공사 담당자 면담을 통해 수집하였다. 따라서, 기준시나리오에 활용하는 일일 운항시각은 3단계로 구분하여 생성한다.

- (1단계) 2022년 김포공항 운항시각 수집 및 분석 (항공기종, 운항시간, 활주로 방향 등)
- (2단계) 대표항공기종 선정
- (3단계) 운항시간(새벽, 주간, 저녁, 심야) 및 대표항공기종을 고려한 일일 운항시각 변경

본 연구의 기준시나리오에 사용하는 김포국제공항의 출·도착 운항 댓수는 412대(출발 206편, 도착 206편)이다. 연간운항 댓수는 항공기종, 운항시간, 이착륙 시 사용한 활주로 등을 변수로 수집하였고, 이를 토대로 일일 운항시각을 생성하였다. 연간에서 일일 운항횟수로 변경하는 과정에서 발생한 소수점은 반올림으로 정수로 변경하였다. 이에 일일 운항시각을 연간 운항댓

Table 2. Creation of daily flight times considering representative flight types by time zone

구분		새벽	주간	저녁	심야	합계	구분		새벽	주간	저녁	심야	합계
출발	A21N	-	7	-	-	7	도착	A21N	-	6	1	-	7
	A220	-	11	1	-	12		A220	-	9	4	1	14
	A320	-	8	1	-	9		A320	-	6	4	-	10
	A321	5	39	6	-	50		A321	-	37	9	4	50
	A333	-	11	-	-	11		A333	-	8	3	-	11
	AT75	-	5	-	-	5		AT75	-	4	1	-	5
	B38M	-	3	-	-	3		B38M	-	3	-	-	3
	B738	5	63	11	-	79		B738	-	53	18	7	78
	B739	2	19	3	-	24		B739	-	17	4	2	23
	B763	-	4	-	-	4		B763	-	4	-	-	4
	GLF5	-	2	-	-	2		GLF5	-	1	-	-	1

출처: 한국공항공사, 내부자료 재구성.

수로 변경하게 되면 동일한 값이 도출되지 않지만, 해당 사항은 시뮬레이션 모형 검증에서 비교를 통해 허용수준을 확인한다. 공항에서 항공기가 운항하는 시간을 고려하여 WECPNL 기준(새벽, 주간, 저녁, 심야)과 동일하게 구분한 결과는 Table 2와 같다.

김포국제공항에서 운항하는 항공기종은 총 61개이지만, 시뮬레이션 모형을 구축하는데 사용한 항공기종은 단순화하여 11개로 선정한다. 시뮬레이션 모형 단순화는 선행연구에서 3대, 5대, 10대 등으로 사용하였다. 2022년에 가장 많이 운항한 10대 기종(중형 8대, 대형 2대)과 김포국제공항의 특성을 고려한 비즈니스 항공기 1대, 총 11대 항공 기종으로 선정한다. 각각의 비지니스 젯 기종별 운항 횟수는 적지만, 전체 비즈니스 항공 기종의 운항 횟수는 김포국제공항 전체 교통량의 1% 이상을 점유한다.

김포국제공항 활주로 운영조건은 활주로 방향에 따라 출·도착 전용 활주로 운영(14방향)과 3시간 단위로 출·도착 활주로를 변경하여 운영(32방향)한다. 2022년 김포국제공항 활주로 사용현황을 수집하여 일일 사용현황으로 재구성한 결과는 Table 3과 같으며, 14방향은 활주로별 출발과 도착이 구분되며, 32방향은 출발과 도착 댓수가 유사하다.

2.5 시뮬레이션 모형 검증

시뮬레이션 모형 검증은 김포국제공항 주변의 소음

Table 3. Gimpo International Airport's runway usage status (2022)

구분	14L		14R		32L		32R	
	출발	도착	출발	도착	출발	도착	출발	도착
사용 횟수	72	-	-	65	54	68	79	73
사용율	33%				67%			

출처: 한국공항공사, 내부 자료 재구성.

측정국에서 수집되는 항공기 소음과 시뮬레이션 모형을 토대로 분석한 결과 차이가 허용기준을 충족하는지를 확인한다. 허용기준은 환경부 고시 '소음지도의 작성 방법'을 근거로 전체 소음 평균 값과 소음측정국별 소음 값이 ±3dB 초과, 표준편차 3 이하로 적용한다.

20개 소음측정 지점의 전체 평균오차는 1.46dB, 표준편차 0.94가 도출되었고, 개별 오차 값도 ±3dB 기준을 충족한다. 단, 17번 위치의 소음 측정값은 22년 9월에 다른 지점으로 변경되어 검증 대상으로 포함하지 않는다(Table 4).

분석 결과의 차이가 발생하는 원인은 연간운항 댓수를 정수로 적용함에 따른 소수점 오차가 발생과 WECPNL을 산정하는 방법의 차이이다. AEDT에서 제공하는 WECPNL 산정은 ICAO 기준이지만, 우리나라는 WECPNL 기준을 단순화하여 사용한다.

Table 4. Comparison of actual noise measurement and simulation results

측정국	공항소음포털	분석결과	비교	측정국	공항소음포털	분석결과	비교
1	69.5	71.6	2.1	11	76.1	74.3	-1.8
2	73.1	74.1	1.0	12	75.8	75.0	-0.8
3	74.4	76.5	2.1	13	71.4	71.6	0.2
4	70.2	70.7	0.5	14	72.5	71.9	-0.6
5	75.9	76.7	0.8	15	72.5	72.2	-0.3
6	81.1	79.4	-1.7	16	73.0	73.9	0.9
7	79.3	77.3	-2.0	17	70.8	74.3	3.5
8	68.0	70.2	2.2	18	71.4	71.1	-0.3
9	80.9	78.4	-2.5	19	69.9	71.4	1.5
10	79.4	76.4	-3.0	20	70.9	69.4	-1.5

2.6 운항거리 확대에 따른 소음 변화(항공기 중량 변화)

항공기가 장거리를 운항하려면 연료, 식음료, 대양운항에 필수 장비 등을 장착해야 하므로 이륙 중량은 증가되며, 증가된 항공기 중량에 의해 양력과 추력을 더 많이 요구된다. 따라서 항공사는 국내선과 단거리 국제선을 이용할 때 적용하는 최대이륙중량과 장거리 국제선에 적용하는 최대이륙중량을 다르게 적용할 수 있는 다중최대이륙중량(MMTOW : Multi Maximum Take-Off Weight)을 활용하고 있다(Table 5). 기준 시나리오는 현재와 동일한 국내선 및 단거리 국제선을 운항하는 항공기이므로 항공기 중량은 MMTOW의 작은 값을 적용하지만, 운항거리 확대 시나리오는 항공기 이륙중량을 증가시켜 국제선 운항시 발생하는 소음변화를 확인한다.

항공기종별 중량은 항공사별 담당자의 면담을 통해서 얻은 자료를 활용하며, AT75, GLF5 등의 소형기종은 AEDT에 포함된 항공기성능자료(BADA)로 활용한다. 일반적으로 AT75와 GLF5 소형기종은 대형항공기가 많은 김포국제공항의 전체 소음에 영향을 거의 미치지 않는다.

국제선 비율은 2023년 1~8월 동안 김포국제공항의 국제선 운항 실적(14%)을 적용하며, 해당기간에 국제선을 운항한 항공기종은 B738(중형), A333(대형)이 많이 운항하였고, 그 밖의 3개 기종도 1대씩 운항하였다(Table 6).

Table 5. Maximum takeoff weight by representative aircraft type

순번	항공기종	최대이륙중량(lb)	순번	항공기종	최대이륙중량(lb)
1	A21N	183,000 196,000	7	B38M	156,000 174,000
2	A220	134,000 149,000	8	B738	156,000 174,000
3	A320	148,000 166,000	9	B739	156,000 174,000
4	A321	196,000 206,000	10	B763	291,000 360,000
5	A333	437,000 518,000	11	GLF5	77,000
6	AT75	48,000	-	-	-

- 대부분 항공기종은 항공사 담당자와 면담조사를 통해 확보, AT75, GLF5 중량은 AEDT의 BADA 자료 적용
- 최대이륙중량은 1,000lb에서 반올림하여 표현.

출처: 항공사별 보유기종 면담조사(2023.6.16.)
AEDT 내부 BADA 데이터베이스, AEDT 3e.

동일 기간 동안 김포국제공항 국제선 운항시각은 주간시간대(07~19시)가 약 90% 이상이므로, 국제선에 투입되는 항공기는 김포국제공항에서 많이 운항하는 32방향, 주간 시간에 운항하는 조건으로 분석한다(Table 7). 분석 결과는 국제선을 운항하는 항공기의 MTOW가 증가하여도 소음변화는 0.1dB 이내이다. 이것은 두 가지 의미로 이해할 수 있다. 첫 번째는 김포공항을 운항하는 국제선 비율이 낮아서 전체 소음량 변화에 영향을 주지 못하며, 두 번째는 장거리 국제선

Table 6. Number of international flights by representative aircraft type

항공기종	운항비율	국제선 운항댓수	항공기종	운항비율	국제선 운항댓수
A21N	4.9%	-	B38M	6.3%	-
A220	-	-	B738	20.8%	16
A320	7.2%	1	B739	2.4%	1
A321	6.5%	3	B763	17.4%	1
A333	34.4%	4	GLF5	6.9%	-
AT75	-	-	-	-	-

Table 7. Noise result considering MMTOW

측정국	기준시나리오	MTOW 변화	비교	측정국	기준시나리오	MTOW 변화	비교
1	71.6	71.6	-	11	74.3	74.3	-
2	74.1	74.2	0.1	12	75.0	75.0	-
3	76.5	76.6	0.1	13	71.6	71.6	-
4	70.7	70.8	0.1	14	71.9	71.9	-
5	76.7	76.8	0.1	15	72.2	72.2	-
6	79.4	79.4	-	16	73.9	74.0	0.1
7	77.3	77.3	-	17	74.3	74.4	0.1
8	70.2	70.2	-	18	71.1	71.1	-
9	78.4	78.4	-	19	71.4	71.4	-
10	76.4	76.4	-	20	69.4	69.4	-

운항 비율이 14%보다 증가되어도 소음변화는 기준시나리오 대비 변화가 미미하다.

2.7 저소음 항공기종 도입효과

ICAO ANNEX 16 Vol.1 항공기 소음 매뉴얼에 저소음항공기(Low-Noise Aircraft) 정의가 명명되었으며, 저소음 항공기는 2017년 12월 이후 형식증명을 취득하는 항공기를 의미한다.

소음저감 효과는 2017년 이전에 생산된 항공기종보다 약 5~15dB 저감 효과가 발생하는 것으로 알려져 있다[5]. 이에 우리나라도 2020년에 수립된 제3차 공항소음 방지 및 주민지원 중기계획에서도 저소음 항공기 도입 정책의 필요성을 제기하였고, 국적항공사도 COVID-19 이후 저소음 항공기종을 도입하고 있다. 국적항공사가 2022년에 도입한 20대 항공기 중 14대가 저소음 항공기로 구분된 B737-8, B787-9, A321-200 NEO 기종이며, 2023년 8월까지 도입한 18대 항공기 중 12대가 저소음 항공기이다[6]. 그 밖에 도입한 기종은 B737-800, A330-200/300 등으로 항공사에서 기존 보유 기종과 동일하다.

저소음 항공기종 도입효과 분석은 김포국제공항에서 취항하는 모든 항공기가 저소음 항공기인 경우를 의미하며, 이 경우에 기준시나리오 대비 소음저감 효과를 비교한다. 저소음 항공기종으로 변경하는 조건은 현재 운항하는 항공기종과 크기 및 중량이 유사하고, 동일 제작사로 고려한다. 항공기종별로 이·착륙단계에서 발생하는 소음을 측정한 결과, 이륙단계에서 발생하는 항공기 소음저감 효과가 많으며, 중형항공기보다 대형항공기(A333, B763)가 저소음 항공기로 교체하는 경우 저감효과가 많다(Table 8). 하지만, 소음 측정 위치에 따라서 소음의 차이가 발생하므로 저소음 항공기가 이륙할 때 발생하는 소음저감이 착륙보다 많다고 단언할 수는 없다.

김포국제공항 활주로 운영은 양방향에서 이륙과 착륙을 운영하므로, 모든 방향에서 소음저감 효과가 발생한다. 저소음 항공기의 경우 Table 8과 같이 소음이 발생하는 항공기 엔진 및 기체가 변경되므로 타 소음저감기술 대비 저감 효과가 많다. 저소음 항공기 도입에 따른 소음변화는 Table 9와 같으며, 기준 시나리오 대비 2~3dB 저감 효과가 발생한다. 앞서 분석한 국제선 운항거리 증가에도 저소음 항공기가 도입된다면, 항공기 소음은 현재 발생하는 소음보다 감소하게 된다.

이것은 앞서 ICAO 및 EASA에서 주장한 기술의 발전이 미래 항공교통량의 증가에도 불구하고, 항공기 소음을 현 수준으로 유지할 수 있다는 전망과 Table 9 분석 결과가 동일한 의미로 볼 수 있다. 따라서, 최신 기술이 접목된 저소음 항공기 도입을 위하여, 정부는 저소음 항공기 도입 장려 정책, 공항운영자는 저소음 항공기 운항 활성화를 위한 지원(착륙료, 소음부담금 등 비용 감면 등), 국적항공사는 적극적인 저소음 항공기 도입이 요구된다.

2.8 미래 항공교통 수요를 반영한 소음변화

미래 항공교통 수요를 반영한 소음변화는 김포국제공항을 운항하는 항공기가 증가할 경우, 소음변화를 분석한다. 김포국제공항 미래 항공교통 수요는 국토교통부에서 발간한 제6차 공항개발 종합계획의 연간교통량(2025년, 2030년)을 활용하지만, 제6차 공항개발 종합계획의 항공수요는 소형항공기(AT75, GLF5)가 미포함된 결과이며, 소형항공기 수요예측은 정부에서 발표하지 않는다. 따라서, 미래 항공교통 수요는 대형항공기만 고려하며, 소형항공기 현 수준과 동일한 것으로 가정한다. 해당 계획에서 수요는 기준시나리오(2022년 기준) 대비 2025년 8%, 2030년 25% 이상 교통량이

5) ICAO, ANNEX 16 Vol.1 Environmental Protection, 2017.
6) 국토교통부, 항공기술정보시스템(atis.casa.go.kr/ATIS/), 2023년 9월 21일 검색.

Table 8. Noise (EPNdB) result considering replacement of low-noise aircraft type

구분	순번	항공기종	소음 (EPNdB)	저소음 항공기종	소음 (EPNdB)	저감 효과	구분	순번	항공기종	소음 (EPNdB)	저소음 항공기종	소음 (EPNdB)	저감 효과
이륙 (Lateral)[7]	1	A21N	88.9	A21N	88.9	-	착륙	1	A21N	94.1	A21N	94.1	-
	2	A220	-	A220	-	-		2	A220	92.4	A220	92.4	-
	3	A320	91.4	A21N	88.9	2.5		3	A320	94.4	A21N	94.1	0.3
	4	A321	95.2	A21N	88.9	6.3		4	A321	96.4	A21N	94.1	2.3
	5	A333	97.3	A359	91.5	5.8		5	A333	97.0	A359	96.5	0.5
	6	AT75	-	AT75	-	-		6	AT75	-	AT75	-	-
	7	B38M	88.0	B38M	88.0	-		7	B38M	94.2	B38M	94.2	-
	8	B738	92.3	B38M	88.0	4.3		8	B738	96.4	B38M	94.2	2.2
	9	B739	-	B39M	-	-		9	B739	96.4	B39M	94.2	2.2
	10	B763	96.2	B788	89.7	6.5		10	B763	97.9	B788	94.8	3.1
	11	GLF5	-	GLF5	-	-		11	GLF5	-	GLF5	-	-

- A220, AT75, GLF5은 동일한 항공기종으로 사용.
- A21N, B38M은 저소음 항공기종(Ch.14)으로 형식증명을 받은 항공기이므로 시나리오 구성시 변경하지 않음.
출처: UK CAA, Quota Count validation study at Heathrow Airport, CAP 1869, 2020, pp.25-29.

Table 9. Noise result considering the effect of introducing low-noise aircraft

측정국	기준시나리오	저소음 항공기	비교	측정국	기준시나리오	저소음 항공기	비교
1	71.6	69.2	2.4	11	74.3	72.2	2.1
2	74.1	71.5	2.6	12	75.0	73.1	1.9
3	76.5	73.6	2.9	13	71.6	69.1	2.5
4	70.7	68.9	1.8	14	71.9	69.8	2.1
5	76.7	74.0	2.7	15	72.2	70.2	2.0
6	79.4	77.7	1.7	16	73.9	71.7	2.2
7	77.3	75.4	1.9	17	74.3	71.4	2.9
8	70.2	67.1	3.1	18	71.1	69.1	2.0
9	78.4	76.7	1.7	19	71.4	68.5	2.9
10	76.4	74.4	2.0	20	69.4	66.9	2.5

증가한다. 미래 교통량 시나리오에 사용할 운항시각은 Table 10과 같으며, 운항댓수는 2025년 444대(출발 221대, 도착 223대), 2030년 517대(출발 258대, 도착 259대)이다.

앞서 고려한 국제선 운항시간 및 활주로 방향은 주간시간대, 32방향만 이륙하는 것으로 적용하며, 항공

Table 10. Number of flights considering future air traffic demand

구분		2025		2030	
		국내	국제	국내	국제
연간 운항 댓수(회)		136,900	20,700	158,100	23,000
		157,600		181,100	
일일운항 댓수(대)	출발	187	36	217	42
	도착	221		258	

- 항공기 도착 중량은 국내선과 국제선이 유사한 것으로 가정하여, 별도 구분하지 않음.
- 운항시각을 항공 기종별로 정수화를 위하여 출발 및 도착 댓수의 차이가 발생함.
- 소형항공기는 해당 운항댓수에 포함되지 않음.
출처: 국토교통부, 제6차 공항개발 종합계획(2019) 내용 재구성.

7) 항공기가 형식증명을 받을 때 이륙단계에서 소음측정방법은 'Lateral'과 'flyover' 2가지이며, Lateral은 활주로 말단에서 중심선으로부터 450m 지점에서 측정(가장 많은 소음이 측정), flyover는 활주로 시단으로부터 6.5km 떨어진 지점에서 측정함.

Table 11. Noise changes considering future air traffic demand

미래 교통 수요(2025)								미래 교통 수요(2030)							
측정국	기준시나리오	저소음항공기	비교	측정국	기준시나리오	저소음항공기	비교	측정국	기준시나리오	저소음항공기	비교	측정국	기준시나리오	저소음항공기	비교
1	71.6	69.4	2.2	11	74.3	72.5	1.8	1	71.6	70.2	1.4	11	74.3	73.3	1.0
2	74.1	71.8	2.3	12	75.0	73.3	1.7	2	74.1	72.5	1.6	12	75.0	74.2	0.8
3	76.5	73.9	2.6	13	71.6	69.3	2.3	3	76.5	74.7	1.8	13	71.6	70.2	1.4
4	70.7	69.2	1.5	14	71.9	70.1	1.8	4	70.7	69.8	0.9	14	71.9	70.9	1.0
5	76.7	74.3	2.4	15	72.2	70.5	1.7	5	76.7	75.0	1.7	15	72.2	71.2	1.0
6	79.4	77.9	1.5	16	73.9	71.9	2.0	6	79.4	78.7	0.7	16	73.9	72.7	1.2
7	77.3	75.6	1.7	17	74.3	71.6	2.7	7	77.3	76.5	0.8	17	74.3	72.4	1.9
8	70.2	67.4	2.8	18	71.1	69.3	1.8	8	70.2	68.3	1.9	18	71.1	70.2	0.9
9	78.4	76.9	1.5	19	71.4	68.7	2.7	9	78.4	77.7	0.7	19	71.4	69.6	1.8
10	76.4	74.7	1.7	20	69.4	67.2	2.2	10	76.4	75.5	0.9	20	69.4	68.0	1.4

기 운항 댓수가 김포국제공항의 최대 슬롯 41대를 초과하지 않도록 한다.

미래 항공교통 수요를 고려한 소음변화의 분석 결과는 Table 11과 같으며, 기준시나리오보다 약 1~3dB 감소한다. 2025년 미래 교통수요는 8%가 증가함에도 불구하고, 앞서 분석한 저소음항공기 도입 효과 Table 9와 차이가 0.2~0.3dB이다. 이것은 8%의 항공교통량 증가에도 불구하고, 오히려 외부 요소(기상, 주변 소음 등) 원인으로 항공소음 변화가 더 클 수 있다. 그리고 2022년 항공교통량보다 약 25% 증가에도 항공기 소음은 오히려 1dB 이상 감소한 결과는 미래 항공수요의 증가보다 저소음 항공기 교체 시기가 빠르게 도래한다면 항공기 소음은 급속도로 감소할 것으로 전망할 수 있다.

Ⅲ. 결 론

본 연구는 국제선 운영변화에 따른 항공기 소음변화를 김포국제공항 중심으로 연구하였으며, 정량적인 소음저감 효과를 도출하기 위하여 AEDT 시뮬레이션 툴을 활용하였다. 기준시나리오는 2022년 운항실적으로 적용하였으며, 운영변화에 따른 시나리오 구성은 운항거리 확대(이륙중량 증가), 저소음 항공기 도입, 미래 항공교통 수요이다. 저감효과는 기준시나리오 대비 3가지 시나리오 결과를 비교 분석하였다. 첫 번째, 운항거리 증대에 따른 소음 변화 시나리오는 0.1dB 소음이 증가되었다. 두 번째, 저소음 항공기 도입에 따른 시나리오는 약 2~3dB 저감되는 것을 확인하였다. 세 번째, 미래 항공교통 수요를 고려한 소음변화 시나리오는 2025년 대비 2~3dB, 2030년 대비 1~2dB 소음 저감 효과가 발생하였다. 김포국제공항의 저소음 항공기 도입에 따른 저감효과는 항공교통량이 8%(2025년), 25%(2030년) 증가에도 불구하고, 현 수준보다 1dB 이상의 저감효과가 발생한다. 이에 국적항공사가 보유하는 저소음 항공기 댓수가 증가한다면, 우리나라 전체 공항에서 발생하는 항공기 소음이 감소될 것이다.

소음변화가 발생한 가장 큰 이유는 ICAO에서 2017년 이후 제작되는 항공기의 소음기준 강화이며, ICAO, EASA와 더불어 우리나라도 가까운 미래에 항공기 소음이 감소할 수 있다. 이에 정부의 저소음 항공기 도입 장려정책과 공항운영자의 저소음항공기 운영에 대한 다양한 혜택 지원, 국적항공사의 최신 항공기 도입 등 다양한 정책적인 지원 마련이 필요하다.

향후 연구는 본 연구에서 가정하였던 국제선 변화에서 기종, 기상, 경로 등의 변화에 따른 기술적인 추가 소음분석 연구와 저소음항공기 도입을 지원하는 세부 정책 등의 연구가 필요하다.

추가적으로 김포국제공항은 국내에서 소음대책지역이 가장 넓은 공항이므로 소음대책사업 및 주민지원사업에 있어 가장 많은 부분을 차지하고 있다. 이에 소음에 대한 정책적인 영향과 공항 주변 주민들과의 소통과 이해의 충분한 시간도 필요하므로 다각면적인 정책

연구도 필요하다.

Acknowledgement

본 연구는 한국공항공사 항공산업연구원의 “공항소음도 분석 및 예측을 통한 정책수립” 연구 지원으로 수행되었습니다.

References

1. SROA, “Public announcement on change designation of Gimpo international airport noise prevention areas”, Public Announcement of SROA No.2010-53, 2010.
2. MOLIT, “Gimpo international airport’s international charter flight operation regulations”, directive of MOLIT No.1346, 2020.
3. SROA, “Public announcement on change designation of Gimpo International Airport noise prevention areas”, Public announcement of SROA No.2022-129, 2022.
4. ICAO, “Introduction to ICAO Environmental Trends”, ICAO CAEP/22, 2022, p.31.
5. EASA, “European Aviation Environmental Report”, 2022, p.30.
6. Son, J. G., Kim, Y. M., Park, J. W., and Kim, Y. I., “A study on the establishments of aircraft noise abatement procedures in Gimpo International Airport”, Transactions of the Korean Society for Noise Vibration Engineering, 17(5), 2007, pp.379-390.
7. Lee, J. H., “A study for maintaining the designated noise level in aircraft noise contour area”, Journal of Civil Aviation Promotion, 59(2), 2012, pp.65-81.
8. Kim, B. K., and Lee, S. W., “Empirical analysis of airplane route for reduction of aircraft noise at Gimhae International Airport”, Journal of Environmental Science International, 30(3), 2021, pp.237-266.
9. Lee, M. S., and Lee, J. H., “Aircraft noise improvement direction according to the runway operation of Gimpo Airport”, Transactions of the Korean Society for Noise Vibration Engineering, 33(1), 2023, pp.67-74.
10. Google maps, google earths (https://www.google.com/maps), [2023. 8. 8]
11. Korea Airport Corporation, Airport Noise Portal System (https://www.airportnoise.kr/anps/info/ MesureRslt), [2023. 9. 5]
12. ICAO, ANNEX 16, Vol. 1, Environmental Protection, 2017.
13. ICAO, “Noise Certification Workshop”, Session 2, 2004.
14. UK CAA, Quota Count validation study at Heathrow Airport, CAP 1869, 2020, pp.35-29.
15. MOLIT, Aviation Technical Information System (atis.casa.go.kr/ATIS/), [2023. 9. 14]
16. MOLIT, “6th Formulation of Comprehensive Plans for Airport Development”, 2019.