

# 도심지역과 비도심지역 군용비행장의 소음 피해범위 비교분석 A Comparative Analysis for Noise Damage Range of Military Airfields in Urban and Non-urban Areas

김 경 민\* · 이 병 찬†  
Kyoung Min Kim\* and Byung Chan Lee†

(Received August 26, 2021 ; Revised November 1, 2021 ; Accepted November 1, 2021)

**Key Words :** WECPNL(가중등가소음레벨),  $L_{den}$ (주석야평균소음도), Aircraft Noise Evaluation Unit(항공기소음 평가단위), Noise Exposure Damage Area(소음노출피해면적), Noise Contour Line(소음등고선)

## ABSTRACT

In this study, the aircraft noise evaluation method WECPNL, currently used by the military in airfields in urban and nonurban areas, and  $L_{den}$ , which is scheduled to be used starting in 2023, were compared and analyzed. Moreover,  $L_{den}$  was calculated from actual data and using the conversion formula presented by the Ministry of Environment. The differences between these calculated values of  $L_{den}$  were compared, and the noise exposure damage area was compared by creating a noise map. There was a difference of about 1 dB(A) between  $L_{den}$  calculated from the actual data for Military Airfield A in urban areas and  $L_{den}$  calculated using the conversion formula. The difference between  $L_{den}$  calculated from actual data for Military Airfield B in nonurban areas and  $L_{den}$  calculated using the conversion formula was about 3 dB(A). The WECPNL map appeared smaller for Military Airfield A in urban areas and appeared larger for Military Airfield B in nonurban areas. The difference between  $L_{den}$  calculated with the conversion formula and the noise exposure damage areas of Airfields A and B may be interpreted as the difference between urban and nonurban areas. However, this may be due to the different dimensions and the number of flights at each airfield. Before the evaluation unit is changed to  $L_{den}$  in 2023, it is necessary to present more reliable  $L_{den}$  conversion values for each airport by conducting more studies that consider the factors for each location and area of the airport.

## 1. 서 론

현대 사회는 과학기술과 산업기술, 교통수단의 발전은 많은 편리함을 제공하고 그 중 항공기술의 큰 발전으로 항공기가 교통수단으로써 보편화됨에 따라 항공기 소음이 심각한 문제로 대두되고 있다.

항공기 소음은 소음도가 크고 영향 범위가 광범위하며 비행장의 주변 지역에서 지속적으로 발생하기 때문에 피해의 질이나 정도 면에서 주변 주민들에게 건강과 심각한 정신적 손상, 생활방해 등을 야기시키고 있으나 항공기 소음의 특성상 음원 및 전파경로 대책이 기술적·경제적으로 한정적이어서 소음해결이 어려운 상황이다. 특히 각각의 운항패턴에 따른 균용

† Corresponding Author ; Dept. of Environmental Engineering, Korea National University of Transportation, Professor  
E-mail : bclee@ut.ac.kr

\* Dept. of Green Bio Engineering, Korea National University of Transportation, Student

‡ Recommended by Editor Jung Bin Im

© The Korean Society for Noise and Vibration Engineering

비행훈련으로 인한 소음발생은 운항경로 주변 지역에서 생활하는 주민들의 소음피해와 인근지역 주민들의 많은 민원을 야기한다. 이러한 분쟁 해결 관련 정책 수립의 일환으로 항공기 소음 피해를 평가하기 위해 여러 가지 항공기 소음 평가방법을 사용하고 있다.

항공기 소음은 고주파 성분을 많이 포함하고 있고 이러한 항공기 소음에 대한 평가는 일반적인 소음단위인 dB(A)로 음의 시끄러움을 고려한 항공기 소음 평가단위를 사용하여 왔다. 항공기소음 평가는 항공기 기종에 따른 소음평가와 공항 주변과 그 외 지역의 소음 평가로 나누어진다. 개별 항공기 기종에 따른 소음평가는 항공기에 대한 소음인가의 기준으로 사용되며, 공항 주변지역의 소음평가는 많은 항공기의 이·착륙을 대상으로 한다.

우리나라는 현재 WECPNL을 항공기 소음 평가방법으로 사용하고 있다. WECPNL은 ICAO(국제민간항공기구)가 1971년에 공포한 Annex 16 Aircraft Noise 중에서 많은 수의 항공기에 의해 오랜 기간 연속 폭로된 소음척도로 제시된 것이다. 국내에서는 ICAO에서 제안한 WECPNL을 간략화한 평가방법을 채택하여 사용하고 있다. 항공기가 통과할 때 측정된  $L_{max}$ 를 기준으로 하루 시간대별 항공기 통과횟수와 지속시간을 적용하여 산출하는 방법이다. 현행 항공기 소음평가방법인 WECPNL은 등가소음도 방식을 적용 중인 공장, 도로, 생활소음 등 다른 환경소음과 달라 비교하기 어렵고, 지속적인 소음노출의 총합을 반영하기에 한계가 있으며, 미국, 유럽 등 대부분의 선진국에서도  $L_{den}$ 을 소음평가방법으로 채택하고 있으므로 국가 간 항공기 소음 비교에도 어려움이 있다 (1). WECPNL과  $L_{den}$ 의 관계 연구(2,3)는 많이 진행되었지만 공항별 상관관계 연구는 미미한 실정이다.

우리나라는 국립환경과학원에서 고시한 소음진동공정시험기준의 개정안(4)에 의해 2018년부터 2022년까지 5년간 WECPNL과  $L_{den}$ 을 병행 사용하고 2023년부터  $L_{den}$ 을 사용하는 정책을 시행하고 있다.

현재 우리나라의 군용 항공기 소음 피해보상 기준은 도심지역 WECPNL 85, 비도심지역 WECPNL 80인데(5),  $L_{den}$ 으로 적용되었을 경우 도심지역 70 dB(A), 비도심지역 66 dB(A)이다. 항공기 소음 평가방법이 WECPNL에서  $L_{den}$ 으로 변경됨으로써 기준에 피해보상을 받던 지역이 피해보상을 받지 못하게 되거나 피해보상을 받지 못했던 지역이 피해보상을 받는 상황

이 발생할 수 있다.

이 연구에서는 도심지역과 비도심지역의 군용비행장을 통해 현재 사용되고 있는 항공기 소음 평가방법인 WECPNL과 2023년부터 사용예정인  $L_{den}$ 을 비교·분석하고 실측데이터와 환경부가 제시한 환산식을 통해 산출된  $L_{den}$ 으로 피해보상기준을 정하면 발생하게 될 문제점 및 대안을 제시하고자 한다.

## 2. 연구내용 및 방법

### 2.1 연구내용

연구대상지역은 도심지역의 군용비행장 A, 비도심지역의 군용비행장 B로 선정하였고 측정지점은 다음 Fig. 1과 같다. 군용비행장 B는 최근 데이터(B(1))와 5년 전 데이터(B(2))를 비교하고자 한다. 군용비행장

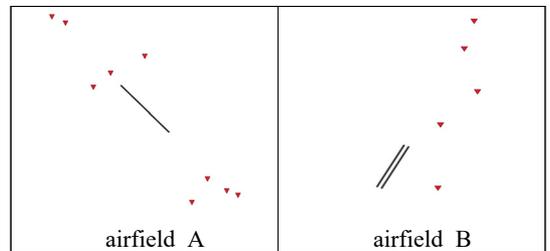


Fig. 1 Measurement points of airfield A and airfield B

Table 1 Combat plane main specifications

(a) F-5 E/F main specifications			
Length	14.45 m	Width	8.13 m
Height	4.08 m	Own weight	4410 kgf
Maximum take-off weight	9920 kgf	Cruising distance	2863 km
Thrust	5000 lbs	Maximum speed	Mach 1.64
Developer	Nothrop T-38 talon	Maximum ascent height	16 200 m
Engine	GEJ-85GE-21B		
(b) KF-16 main specifications			
Length	15.03 m	Width	9.96 m
Height	4.88 m	Own weight	7681 kgf
Maximum take-off weight	21 733 kgf	Cruising distance	4220 km
Thrust	23 000 lbs	Maximum speed	Mach 2.02
Developer	General dynamics	Maximum ascent height	18 200 m
Engine	PW F100-PW-229 turbo fan		

A에서 대표적으로 많이 운항되고 있는 전투기 기종은 F-5 E/F이며, 군용비행장 B에서 대표적으로 많이 운항되고 있는 전투기 기종은 KF-16이다. Table 1은 전투기의 주요 제원이다.

연구대상지역을 대상으로 실측데이터와 환경부고시 환산식과 비교하고 소음지도 제작 프로그램을 이용하여 Kim과 Choi 등의(6,7) 소음예측기법을 참고하여 소음지도를 제작한 후 소음피해면적을 비교·분석하고자 한다.

## 2.2 연구방법

### (1) 항공기 소음측정 방법

항공기 소음은 소음·진동공정시험기준, 제2020-27호(2020.8.12.)에 따른 『항공기소음관리기준 측정방법』으로 측정한다.

### (2) WECPNL- $L_{den}$ 상관관계식 산정

실제 측정 데이터를 이용하여 지점별, 일별 WECPNL과  $L_{den}$ 을 도출하고 이를 바탕으로 상관관계식을 산정한다.

### (3) 소음지도제작

소음지도는 도시환경의 다양한 원인에 의하여 발생하는 소음의 크기와 분포를 알기 쉽게 표현하고 도시개발사업과 도로건설사업 등으로 인하여 야기될 수 있는 소음을 예측함으로써 소음이 주민들에게 미치는 영향이나 효과적인 소음 제어를 위한 정보를 제공할 수 있다(8).

이 연구에서는 FAA(미연방항공국)에서 항공기 소음 예측 시 사용하고 있는 프로그램인 소음예측모델(INM, Integrated Noise Model 7.0)을 이용하여 소음지도를 작성하였다. 예측 WECPNL과 예측  $L_{den}$ 을 산출하여 실측치와 비교하고 신뢰성을 검증하였다.

INM 프로그램은 공항 근처에서 항공기 소음영향을 평가한 컴퓨터 소프트웨어 모델이다. SAE AIR 1845 표준의 알고리즘 및 프레임 워크를 기반으로 개발되었으며, NPD(noise-power-distance) 데이터를 사용하여 이·착륙 모드, 추력 설정 및 평가단위, 음향지향성 및 고도별 소음 계산을 추정한다. INM은 사전 선택된 위치에서 소음 등고선 또는 소음 레벨을 출력 할 수 있다. INM 프로그램은 모델링 대상 공항이나 헬기장 주변의 현재 항공기 소음영향평가에 있

어 INM의 예측 기법을 적용하기에 적합하다(1).

INM은 국내에서 한국공항공사 등에서도 사용되고 있는 프로그램이며, 또한 유럽과 미국에서 실험으로 그 정확도를 검증한 결과 기종별로 실측치와 모델치의 편차가 평균 2 dB 정도로 그 정확성이 입증되었고 지형 및 기상상태 등을 고려한 모델결과를 표현하고 있다(9).

비행훈련에 의한 주변지역의 정확한 소음지도를 작성하기 위해서는 비행자료 뿐만 아니라 항공기 운항자료 및 지리정보(10)에 관한 정확한 자료를 수집해야 한다. 따라서 이 연구에서는 INM의 입력 데이터로 소음실측 시 관측한 데이터와 공군비행장의 위·경도, 기상정보, 기종, 엔진형식, 활주로 좌표 및 폭, 비행경로 및 운항횟수 등을 적용하였다.

### (4) 소음피해면적 비교

군용 항공기소음 피해보상 기준은 도심지역 WECPNL 85, 비도심지역 WECPNL 80으로 각각의 소음등고선과 환경부에서 제시한 환산식(11)을 이용해 도출한  $L_{den}$ 의 소음등고선을 비교한다.

군용비행장 A는 도심지역에 있는 비행장이지만 비도심지역 기준으로도 비교하고, 군용비행장 B는 비도심지역에 있는 비행장이지만 도심지역 기준으로도 비교한다.

## 3. 연구결과 및 분석

### 3.1 WECPNL- $L_{den}$ 상관관계식

이 연구에서는 도심지역과 비도심지역의 군용비행장을 대상으로  $L_{den}$ 의 환산식을 도출하고 환경부에서 제시한 환산식과 비교하였다.

Tables 2~4의 각 지점 소음도 WECPNL은 지속시간 평균치( $\bar{D}$ )가 30초 이상일 경우에 대한 보정값  $[+10\log(\bar{D}/20)]$ 이 반영된 값이다.  $L_{den}$ 은 소음진동공정시험기준에 명시된 방법을 이용하여 구하였다.

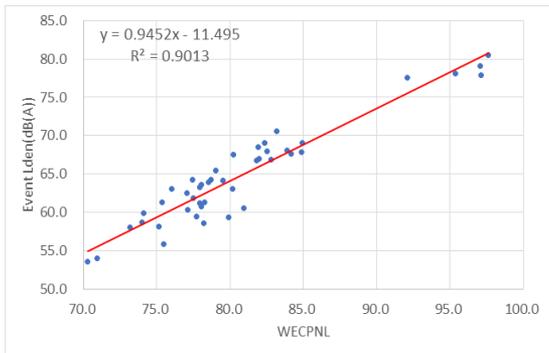
#### (1) 도심지역 군용비행장 A

도심지역의 군용비행장 A의 실측데이터로 산출한  $L_{den}$ 은 68.8 dB(A)로 나타났고, 환경부에서 제시한 환산식을 이용해 산출한  $L_{den}$ 은 69.7 dB(A)로 약 1 dB(A)의 차이가 나타났다.

도심지역 군용비행장 A의 측정지점 9개의 WECPNL과  $L_{den}$  데이터는 Table 2와 같고 상관관계는

**Table 2** WECPNL and  $L_{den}$  at points around military airfield A

Point	WECPNL	$L_{den}$ [dB(A)]
1	86	68
2	81	62
3	75	62.6
4	98	78.8
5	84	68.4
6	77	61.8
7	80	65.6
8	76	60
9	74	59.8



**Fig. 2** Correlation between WECPNL and  $L_{den}$  at points around military airfield A

Fig. 2와 같다.

Fig. 2는 각 지점의 일별 WECPNL과  $L_{den}$ 의 상관관계를 비교하였고 WECPNL과  $L_{den}$ 의 상관관계에서 결정계수  $R^2$ 은 약 0.9로 적합도가 높으며 상관관계식은 식 (1)과 같다.

$$L_{den} = (0.9452 \times WECPNL) - 11.495 \quad (1)$$

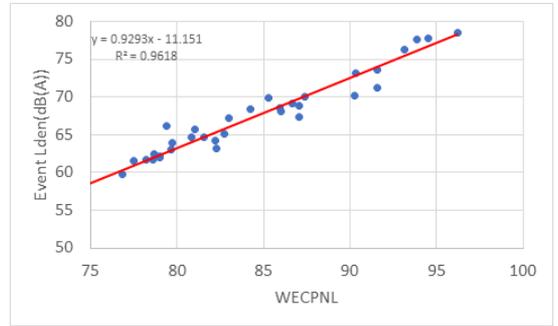
(2) 비도심지역 군용비행장 B(1)

비도심지역의 군용비행장 B(1)의 실측데이터로 산출한  $L_{den}$ 은 63 dB(A)로 나타났고, 환경부에서 제시한 환산식을 이용해 산출한  $L_{den}$ 은 66 dB(A)로 약 3 dB(A)의 차이가 나타났다.

A 비행장과 B(1) 비행장의 데이터의 분포는 상당히 유사하게 측정되어 상관관계식이 비슷하게 나타난 것으로 판단된다.

**Table 3** WECPNL and  $L_{den}$  at points around military airfield B(1)

Point	WECPNL	$L_{den}$ [dB(A)]
1	83	66
2	94	77
3	80	64
4	85	68
5	88	69



**Fig. 3** Correlation between WECPNL and  $L_{den}$  at points around military airfield B(1)

비도심지역 군용비행장 B(1)의 측정지점 5개의 WECPNL과  $L_{den}$  데이터는 Table 3과 같고 상관관계는 Fig. 3과 같다.

Fig. 3은 WECPNL과  $L_{den}$ 의 상관관계에서 결정계수  $R^2$ 은 약 0.96으로 적합도가 높으며 상관관계식은 식 (2)와 같다.

$$L_{den} = (0.9293 \times WECPNL) - 11.151 \quad (2)$$

(3) 비도심지역 군용비행장 B(2)

B(2)의 실측데이터로 산출한  $L_{den}$ 은 64 dB(A)로 나타났고, 환경부에서 제시한 환산식을 이용해 산출한  $L_{den}$ 은 66 dB(A)로 약 2 dB(A)의 차이가 나타났다. 도심지역의 군용비행장이  $L_{den}$  환산치의 차이가 더 작게 나타났다.

비행장 B(1)과 비행장 B(2)의 데이터분포는 같은 비행장임에도 불구하고 운항경로, 이·착륙 패턴 등의 차이로 데이터분포가 유사하지 않게 나타난 것으로 판단된다.

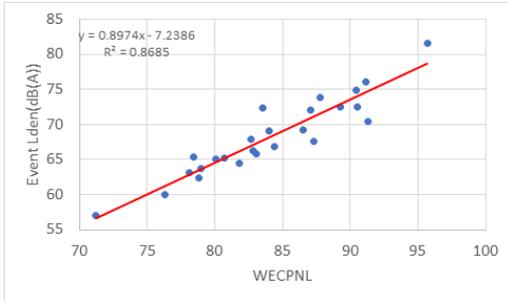
비도심지역 군용비행장 B(2)의 지점별 WECPNL과

**Table 4** WECPNL and  $L_{den}$  at points around military airfield B(2)

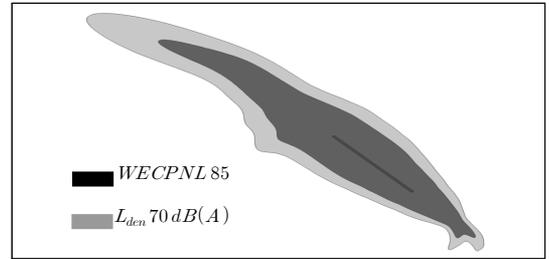
Point	WECPNL	$L_{den}$ [dB(A)]
1	88	70
2	92	77
3	83	66
4	79	65
5	84	70

**Table 5** Areas for WECPNL and  $L_{den}$  noise contour (unit:  $km^2$ )

Airfield A	WECPNL 85	$L_{den}$ 70 dB(A)
	10.9	17.4
Airfield B(1)	WECPNL 80	$L_{den}$ 66 dB(A)
	69.1	53.6
Airfield B(2)	WECPNL 80	$L_{den}$ 66 dB(A)
	57.7	47.2



**Fig. 4** Correlation between WECPNL and  $L_{den}$  at points around military airfield B(2)



**Fig. 5** Comparison of noise contours at military airfield A (WECPNL 85,  $L_{den}$  70 dB(A))

$L_{den}$ 은 Table 4와 같고 상관관계는 Fig. 4와 같다.

Fig. 4의 WECPNL과  $L_{den}$ 의 상관관계에서 결정계수  $R^2$ 은 약 0.87로 적합도가 높으며 상관관계식은 식 (3)과 같다.

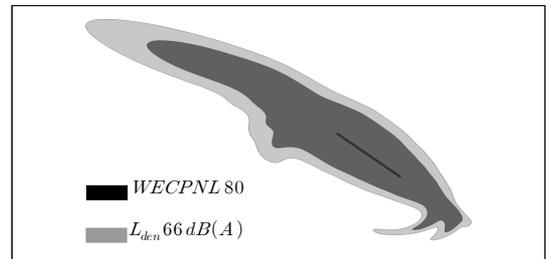
$$L_{den} = (0.8974 \times WECPNL) - 7.2386 \quad (3)$$

### 3.2 소음노출면적 비교

Table 5는 군용비행장 A, 군용비행장 B(1)과 군용비행장 B(2)의 소음등고선의 면적을 나타낸다.

Fig. 5는 군용비행장 A에서 도심지역의 피해보상 기준으로 WECPNL 85와  $L_{den}$  70 dB(A)의 소음등고선을 비교한 것이고, Fig. 6은 비도심지역의 피해보상 기준으로 WECPNL 80과  $L_{den}$  66 dB(A)의 소음등고선 또한 비교를 한 것이다. Fig. 7과 Fig. 8은 군용비행장 B(1)과 군용비행장 B(2)에서 비도심지역의 피해보상 기준으로 WECPNL 80과  $L_{den}$  66 dB(A)의 소음등고선을 비교한 것이고, Fig. 9와 Fig. 10은 도심지역의 피해보상 기준으로 WECPNL 85와  $L_{den}$  70 dB(A)의 소음등고선을 비교한 것이다.

소음노출 피해면적을 보면 도심지역의 군용비행장 A



**Fig. 6** Comparison of noise contours at military airfield A (WECPNL 80,  $L_{den}$  66 dB(A))

에서 WECPNL 85의 면적은  $10.9 km^2$ ,  $L_{den}$  70 dB(A)의 면적은  $17.4 km^2$ 로 WECPNL 85의 면적이 약  $6.5 km^2$  작게 나타났다. 비도심지역을 기준으로 도출한 소음노출 피해면적도 WECPNL이 더 작게 나타났다.

비도심지역 군용비행장 B(1)에서는 WECPNL 80의 면적은  $69.1 km^2$ ,  $L_{den}$  66 dB(A)의 면적은  $53.6 km^2$ 로 WECPNL 80의 면적이 약  $15.5 km^2$ 크게 나타났다. 도심지역을 기준으로 도출한 소음노출 피해면적도 WECPNL이 더 크게 나타났다.

비도심지역 군용비행장 B(2)에서는 WECPNL 80의 면적은  $57.7 km^2$ ,  $L_{den}$  66 dB(A)의 면적은  $47.2 km^2$ 로 WECPNL 80의 면적이 약  $10.5 km^2$ 크게 나타났다.

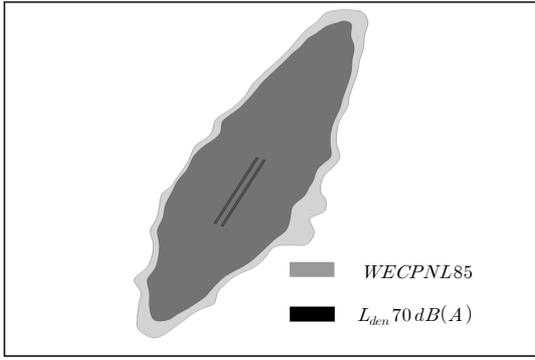


Fig. 7 Comparison of noise contours at military airfield B(1) (WECPNL 80,  $L_{den}$  66 dB(A))

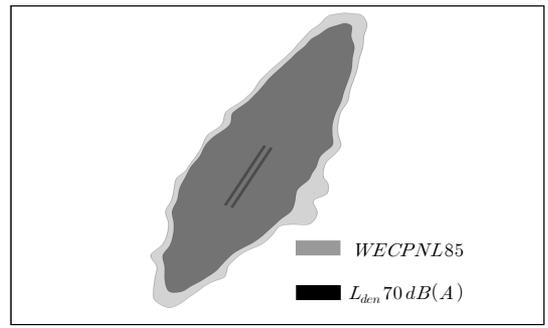


Fig. 9 Comparison of noise contours at military airfield B(1) (WECPNL 85,  $L_{den}$  70 dB(A))

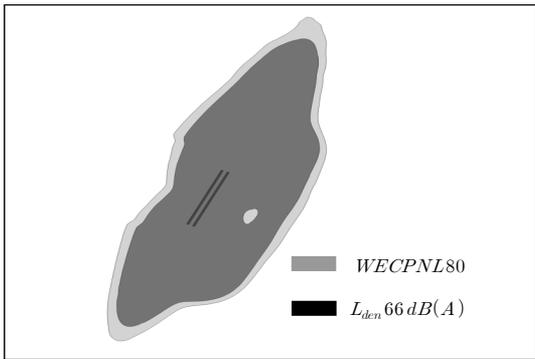


Fig. 8 Comparison of noise contours at military airfield B(2) (WECPNL 80,  $L_{den}$  66 dB(A))

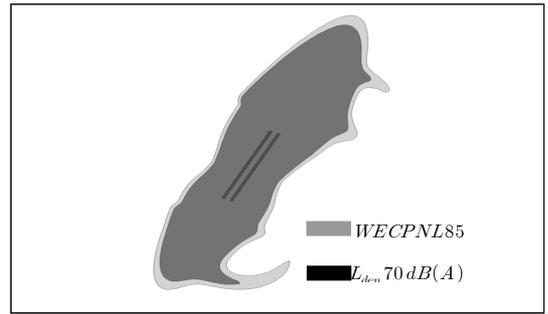


Fig. 10 Comparison of noise contours at military airfield B(2) (WECPNL 85,  $L_{den}$  70 dB(A))

도심지역을 기준으로 도출한 소음노출 피해면적도 WECPNL이 더 크게 나타났다.

도심지역의 비행장 A는 WECPNL 면적이 더 작게 도출되었고, 비도심 지역의 비행장 B는 WECPNL 면적이 더 크게 도출되었다. 도심지역의 비행장을 비도심지역 기준으로 비교하여도 결과는 유사하게 나타났고, 비도심 지역의 비행장을 도심지역 기준으로 비교하여도 결과는 유사하게 나타났다. WECPNL 5,  $L_{den}$  4 dB(A) 차이에서도 소음노출 피해면적이 유사하게 나타난 것은 도심·비도심지역의 차이가 아닌 비행장의 특성이라고 판단된다.

#### 4. 결 론

이 연구에서는 도심지역과 비도심지역의 군용비행장을 대상으로  $L_{den}$ 의 환산식을 도출하고 소음지도를

이용하여 소음노출 피해면적을 비교·분석하였다.

비행장 A와 비행장 B의  $L_{den}$  환산식과 소음노출 피해면적 차이가 도심·비도심지역의 차이라고 볼 수도 있지만, 각 비행장에서 많이 운항되는 전투기의 제원이 다르고 운항횟수가 다르기 때문에 나타나는 차이일 수도 있다. 특히 소음노출 피해면적은 도심·비도심지역의 기준에서 WECPNL이 5,  $L_{den}$ 이 4 dB(A) 차이에서도 소음노출 피해면적이 유사하게 나타난 것은 도심·비도심지역의 차이가 아닌 비행장의 특성이라고 판단된다.

2023년부터 평가단위가  $L_{den}$ 으로 변경된다면 비행장 A는 기존의 피해보상을 받던 지역보다 범위가 넓어져 피해보상 지역이 늘어나고, 비행장 B는 기존의 피해보상을 받던 지역보다 범위가 좁아져 피해보상을 받던 지역이 피해보상을 받지 못하는 경우가 발생하여 보다 많은 민원을 야기할 것으로 예상된다.

따라서, 2023년  $L_{den}$ 으로 평가단위가 변경되기 전에 공항의 위치별 면적별 인자들을 고려해 더 많은

연구들을 진행하여 보다 신뢰도가 높은 시뮬레이션 데이터와  $L_{den}$ 의 환산치를 공항별로 제시할 필요성이 있다.

### 후 기

이 연구는 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. 2019R1A2C1009356).

이 연구는 환경부의 폐자원에너지화 재활용 전문인력 양성사업으로부터 지원을 받았음(YL-WE-19-002).

### References

(1) Kim, K. M., 2021, Comparative Analysis of the Noise Exposure Population according to the Change of Aircraft Noise Evaluation Unit in Non-urban Areas, Master's Thesis in Engineering, Korea National University of Transportation, Korea.

(2) Park, Y. H., 2014, Aircraft Noise Measurement and Evaluation, Journal of KSNVE, Vol. 24, No. 2, pp. 19~22.

(3) Kim, K. B., 2017, Comparison and Correlation Analysis of Aircraft Noise Assessment Units, Master's Thesis in Engineering, Seoul National University, Korea.

(4) National Institute of Environmental Research, 2020, Measurement Method of Aircraft Noise Heard on the Ground for Management Standards, Noise and Vibration Process Test Standards, No. 2020-27.

(5) Korea Ministry of Government Legislation, 2020, Enforcement Decree of the Military Airfields and Military Firing Ranges Noise Prevention and Compensation Act, No. 31173.

(6) Lee, B. C. and Kim, M. J., 2007, A Study on the Reduction of Sumulation Errors in the Prediction of Military Aircraft Noise, Transactions of the Korean Society for Noise and Vibration Engineering, Vol. 17, No. 3, pp. 249~256.

(7) Lee, B. C. and Choi, S. K., 2014, Calculation of Nositie Exposed Population Using the Output Area Population, Proceedings of the KSNVE Annual Spring Conference, pp. 556~557.

(8) Lee, B. C. and Choi, S. K., 2014, A Comparison of Estimation Method for Population Exposed to Noise Using Noise Map, Transactions of the Korean Society for Nositie and Vibration Engineering, Vol. 24, No. 10, pp. 802~808.

(9) Lee, C. H., 2019, Analysis of Noise Characteristics of Airports According to Aircraft Noise Evaluation Unit Change, Master's Thesis in Engineering, Korea National University of Transportation, Korea.

(10) Korea Land and Geospatial InformatiX Corporation, Korea National Spatial Data Infrastructur Portal, <http://www.nsd.go.kr>.

(11) Ministry of Environment, 2017, Press Release.



**Kyoung Min Kim** received B.S. and M.S. degrees in Environmental Engineering from Korea National University of Transportation, in 2019 and 2021. He is Ph.D. student in the Dept. of Green Bio Engineering at Korea National University of Transportation. His research interests are aircraft nositie and noise map.



**Byung Chan Lee** received B.S. degree from Seoul National University in 1985, M.S. and Ph.D. degrees from KAIST in 1987 and 1996. He worked LG Electronics Lab. Dr. Lee is currently a professor at the department of environmental engineering at Korea National University of Transportation in Chungju, Korea. His research interests are in the areas of environmental noise and vibration.