

국내 공항소음 현황과 문제점

은 회 준*

Review of Airport Noise Problems in Korea

Hee Joon Eun*

ABSTRACT

Airport noise problem is a relatively new social issue in Korea, but is gaining wide attention so serious as to seek court settlements sometimes. This paper reviews the present status of airport noise problems in Korea and the measures to counter them. A particular emphasis is given to the evaluation of the effectiveness of household noise shield program which was begun in 1994. The program has proved a reasonable success so far, providing future directions in dealing with this social issue.

1. 서론

'60년대에 제트 여객기가 도입되었을 때만해도 사람들은 그 경이로운 문명의 이기에 감탄한 나머지 소음문제에는 신경을 쓰지 않았다. 그러나 경이로움의 신비가 점차 퇴색되면서 사람들은 항공기 소음문제에 눈뜨게 되었으며, 오늘날 항공기 소음은 문명세계에서 가장 귀찮은 존재의 하나로 인식되고 있다.

항공기 소음에 대처하는 국내의 노력은 비교적 일천하며, 보고된 관련 연구결과 역시 희소하다. 이 분야에 대한 최초의 체계적인 연구는 1992년에 표준과학연구원이 수행한 '항공기 소음 방음대책에 대한 연구'가 아닌가 생각한다. 한국공항공단의 의뢰로 수행된 이 연구의 결과로 국내 항공기 소음 현황 및 대책이 강구되었으며, 이를 근거로 공항주변지역 가옥에 대한 방음시공사업이 시작되어 오늘에 이르고 있다. 본 논문에서는 그 동안의 연구와 조사결과를 요약하여 국내 항공기 소음의 실태를 알아보고 대책에 대하여 생각해보고자 한다. 축적된 자료가 많지 않고 지면이 제한되어 충분한 정보를 제시하지 못함을 사과하며, 그림에도 불구하고

하고 이 논문이 항공기 소음에 관심있는 국내 전문가들에게 가치있는 자료가 되기를 기대한다.

2. 항공기 소음 측정과 평가단위

항공기 소음의 측정과 평가단위는 개별 항공기의 소음 증명을 목적으로 하는 경우와 공항 주변의 항공기 소음의 영향을 평가하기 위한 목적으로 하는 경우, 서로 다른 방법과 단위가 적용된다. 여기서는 주로 환경영향 측면에서 항공기 소음을 취급하기 때문에 후자인 경우에 대한 측정과 평가단위에 대해서만 언급하기로 한다.

2.1. 항공기 소음 측정

항공기 소음의 측정은 일반 환경소음 측정방법인 환경오염 공정 시험법(소음·진동편) 과 국제기준인 ISO 1996/1(Description and Measurement of Environmental Noise - Part 1 : Basic Quantities and Procedures) 및 ISO 3891(Procedure for Describing Aircraft Noise Heard on the Ground)에 따른다. 또한 항공기 소음에 의한 실내 소음영향을 평가하기 위해서는 KS F2809(건축물의 현장에 있어서 음압 레벨의 측정 방법)을 참고하면 된다.

* 한국표준과학연구원 원장

다.

소음·진동 공정시험방법의 제5장 제3절에서 규정한 항공기 소음의 측정방법은 다음과 같다.

가. 측정점

(1) 옥외측정을 원칙으로 하며, 그 지역의 항공기소음을 대표할 수 있는 장소나 항공기 소음으로 인하여 문제를 일으킬 우려가 있는 장소를 택하여야 한다. 다만, 측정지점 반경 3.5 m이내는 가급적 평활하고, 시멘트 등으로 포장되어 있어야 하며, 수풀, 수림, 관목 등에 의한 흡음의 영향이 없는 장소로 한다.

(2) 측정점은 지면 또는 바닥면에서 1.2~1.5 m 높이로 하며, 상시측정용의 경우에는 주변환경, 통행, 타인의 측수 등을 고려하여 지면 또는 바닥면에서 1.2~5 m 높이로 할 수 있다. 한편, 측정위치를 정점으로 한 원추형 상부공간 내에는 측정치에 영향을 줄 수 있는 장애물이 있어서는 안된다.

원추형 상부공간이란 측정위치를 지나는 지면 또는 바닥면의 법선에 반각 80°의 선분이 지나는 공간을 말한다.

나. 측정조건

가) 일반사항

(1) 소음계의 마이크로폰은 측정위치에 받침장치를 설치하여 측정하는 것을 원칙으로 한다.

(2) 손으로 소음계를 잡고 측정할 경우에는 소음계는 측정자의 몸으로부터 50 cm이상 떨어져야 하며, 측정자는 비행경로에 수직하게 위치하여야 한다.

(3) 소음계의 마이크로폰은 소음원 방향으로 하여야 한다.

(4) 바람(풍속 : 2 m/sec이상)으로 인하여 측정치에 영향을 줄 우려가 있을 때는 반드시 방풍망을 부착하여야 한다. 다만, 풍속이 5 m/sec를 초과할 때는 측정하여서는 안된다.(상시측정용 옥외 마이크로폰은 그러하지 않는다)

(5) 진동이 많은 장소 또는 전자장(대형 전기기계, 고압선 근처 등)의 영향을 받는 곳에서는 적절한

방지책(방진, 차폐 등)을 강구하여 측정하여야 한다.

나) 측정사항

(1) 최고소음도는 매 항공기 통과시마다 암소음보다 높은 상황에서 측정하여야 하며, 그 지시치중의 최고치를 말한다.

(2) 비행횟수는 시간대별로 구분하여 조사하여야 하며 0시에서 07시까지의 비행횟수를 N1, 07시에서 19시까지의 비행횟수를 N2, 19시에서 22시까지의 비행횟수를 N3, 22시에서 24시까지의 비행횟수를 N4라 한다.

다. 측정기기의 조차

가) 소음계는 KSC-1502에 정한 보통소음계 또는 동등이상의 성능을 가진 것이어야 한다.

나) 일반사항

제4장 제1절 3.2항에 의한다.

다) 청감보정회로 및 동특성

(1) 소음계의 청감보정회로는 A특성에 고정하여 측정하여야 한다.

(2) 소음계의 동특성을 느림(Slow)을 사용하여 측정하여야 한다.

라. 측정시각 및 기간

항공기의 비행상황, 풍향 등의 기상조건을 고려하여 당해 측정지점에서의 항공기소음을 대표할 수 있는 시기를 선정하여 원칙적으로 연속 7일간 측정한다.

다만, 당해 지역을 통과하는 항공기의 종류, 비행횟수, 비행경로, 비행시각 등이 연간을 통하여 표준적인 조건일 경우 측정일수를 줄일 수 있다.

2.2. 항공기 소음 평가단위

항공기 소음 평가는 개별 항공기 기종의 소음 평가와 공항 주변 등 주거지의 소음 평가로 나누어 고려된다. 개별 항공기 소음의 평가는 항공기의 소음 인가(noise certificate)를 목적으로 하며, 평가에 사용되는 양을 소음 scale이라고 한다. 공항 주변 주거지의 소음 평가는 다수 항공기의 이착륙을 대상으로 하며,

이에 사용되는 양을 소음 index라고 한다. 개별 기종에 대한 소음 scale에서는 전반적인 소음도 크기뿐만 아니라 주파수 특성, 지속시간, 소음의 방향 분포성 등 소음 발생원인 항공기의 모든 특성이 고려된다. 소음 index에서는 이에 더하여 항공기 운항회수와 운항시기 등에 대한 고려가 포함된다. 현재 국제적으로 여러 가지 소음 scale과 index들이 사용되고 있으나 여기서는 아래의 몇 가지에 대해서 간단히 설명하고자 한다.

- 소음 scale : L_{PNE} (Effective Perceived Noise Level)
- 소음 index :
 - NEF(Noise Exposure Forecast)
 - WECPNL(Weighted Equivalent Continuous Perceived Noise Level)
 - L_{dn} (Day-Night Equivalent Noise Level)

가. 유효감각 소음레벨(L_{PNE})

소음에 대한 시끄러움의 감각은 크기뿐만 아니라 소음의 지속시간에 관계된다. 또한 제트 소음과 같이 금속성의 높은 소리를 포함하는 경우에는 계측기에 나타난 수치 이상으로 시끄럽게 느껴진다. 항공기 소음의 시끄러움을 엄밀히 평가하기 위하여 PNL에 지속시간과 순음 보정을 한 것이 유효감각 소음레벨인 EPNL이다.

EPNL은 단일 항공기에 의한 소음 영향을 나타내는 소음 척도의 대표적인 것이다. 이 척도는 현재 국제민간항공기구(ICAO)와 미국 연방항공국(FAA : Federal Aviation Administration)에 의해서 항공기 소음증명 단위로 이용되고 있다. EPNL은 항공기 소음에 대한 인체 반응, 항공기 소음의 특성, 항공기 소음 지속시간 효과 등을 반영하고 있어서 현재 사용 중인 다른 어느 척도보다도 항공기 소음의 영향을 객관적으로 나타내고 있다고 인정받고 있다.

항공기가 통과할 때 TPNL이 변화하는 과정을 0.5초마다 구하여 그림 1과 같이 나타내었을 경우,

TPNL의 최대값보다 10 dB 적은 시각 t_1 과 t_2 사이의 TPNL을 에너지적으로 적분하고 이것을 지속시간 10초로 정규화한 것을 EPNL이라고 한다.

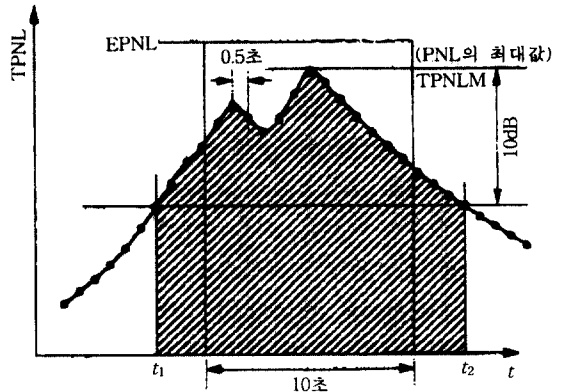


그림 1. TPNL에서 EPNL을 구하는 과정

이것을 수식으로 표현하면 다음과 같다.

$$\begin{aligned}
 EPNL &= 10 \log \left(\frac{1}{10} \int_{t_1}^{t_2} 10^{\frac{TPNL}{10}} dt \right) \\
 &= 10 \log \left(\frac{1}{10} \sum_{i=1}^n 10^{\frac{TPNL_i}{10}} \right) \quad (1)
 \end{aligned}$$

여기서 $TPNL_i$ 는 0.5초마다 구한 TPNL이다.

나. NEF(Noise Exposure Forecast)

미국에서 공항주변 토지이용 계획 수립을 목적으로 70년대에 널리 사용하다가 현재에는 일부 공항에서만 사용되고 있는 주민 반응평가 index이다. NEF는 앞서 정의한 개별 항공기의 유효감각 소음도 L_{PNE} 와, 주간과 야간의 항공기 이착륙 회수 등을 바탕으로 24시간 주기로 계산되어 결정된다. 이 index는 발생자인 미국에서도 현재 사용 공항수가 감소되고 있는 추세이므로 자세한 정의식은 생략하고 주민 반응 정도와의 상관관계만 참고로 제시하고자 한다.

NEF < 20 : 불평 없음

20 < NEF < 30 : 주거지의 생활환경을 침해할 가능성이 있음

30 < NEF < 40 : 단체행동의 가능성을 포함하여 개별적인 불평 제기

40 < NEF : 단체행동 등 강력한 불평 제기

다. 가중 등가지속감각 소음레벨(WECPNL : Weighted Equivalent Continuous Perceived Noise Level)

현재 국제 민간 항공기구에 의해 권고되고 있는 공항 주변 지역 소음 평가 지수로서 항공기의 운항 회수, 운항시 소음도, 소음 지속시간, 소음 발생 시간 등을 고려하여 계속되는 소음에 대한 피해 정도와 같은 단위로 환산한 것으로서 다음과 같이 정의된다.

$$\text{WECPNL} = \overline{\text{EPNL}} + 10 \log(n_1 + 3n_2 + 10n_3) - 39.4 \quad (2)$$

여기서 $\overline{\text{EPNL}}$ 은 유효감각 소음레벨(EPNL)의 평균값이며 n_1, n_2, n_3 는 다음과 같이 각 시간대별 항공기 운항회수를 나타낸다.

- n_1 : 주간(07:00 ~ 19:00)의 운항회수
- n_2 : 석간(19:00 ~ 22:00)의 운항회수
- n_3 : 야간(22:00 ~ 07:00)의 운항회수

식(2)에서 보듯이 WECPNL의 계산에는 유효감각 소음레벨을 사용한다. 유효감각 소음레벨은 측정과 계산 과정이 복잡하기 때문에 이를 대폭적으로 간략하게 수정한 것을 한국과 일본에서 사용하며 계산식은 다음과 같다.

$$\text{WECPNL} = \overline{\text{dB(A)}} + 10 \log(n_1 + 3n_2 + 10n_3) - 27 \quad (3)$$

여기서 $\overline{\text{dB(A)}}$ 는 하루동안 A-특성으로 측정된 각 항공기 소음의 최대값의 파워 평균이다.

라. L_{dn} (Day-night Sound Level)

미국 환경보호청(EPA)은 1974년에 사람들이 장시간 생활하는 주거지역 환경 소음의 영향을 평가하는 척도로서 제안하였다. 이것은 동일한 레벨의 소음일지라도 주간보다는 야간에 불쾌감이 더 증

대되기 때문에 야간 소음에 10 dB의 가중치를 주어 구한 하루동안의 L_{eq} 이다.

L_{dn} 은 미국에서 사용하고 있는 항공기 소음 평가 단위로 등가소음레벨(L_{eq})을 기준 단위로 하여 야간 시간대(22:00 ~ 07:00)에 10dB 의 가중치를 준 평가 단위이다. 시간대의 구분은 국가마다 다르게 지역마다 다를 수 있다. 석간 시간대를 고려할 경우, 석간 시간대의 소음에는 5 dB의 보정값을 더하고 야간 시간대의 소음에는 10 dB의 보정값을 가하도록 ISO같은 국제기구에서 권하고 있다.

L_{dn} 의 정의는 다음 식과 같다(주간-야간만을 구분할 경우).

$$L_{dn} = 10 \log \left[\frac{1}{24} \left(15 \times 10^{\frac{L_d}{10}} + 9 \times 10^{\frac{L_n + 10}{10}} \right) \right] \quad (4)$$

여기서 L_d 와 L_n 은 각각 다음과 같이 주어진다.

- L_d : 주간(07:00 ~ 22:00) 동안의 매시간 L_{eq}
- L_n : 야간(22:00 ~ 07:00) 동안의 매시간 L_{eq} .

2.3. L_{dn} 과 WECPNL

현재 국제민간항공기구(ICAO)에서 권장하고 있는 항공기 소음 평가량은 WECPNL이다. 이 단위는 항공기 소음에 노출되는 주민의 반응을 객관적으로 나타낼 수 있어서 공항주변 소음평가에 적절하다는 인정을 받고 있다. 이 같은 장점에도 불구하고 현재 세계적으로 이 단위를 사용하는 나라는 우리나라와 일본뿐이다. 미국에서도 70년대에는 NEF(Noise Exposure Forecast)를 다른 단위와 혼용하였으나 이제는 FAA에 의해서 L_{dn} 을 공식 단위로 사용하고 있다. 기타 유럽의 대부분 국가들도 이미 L_{dn} 을 사용하고 있던가, 영국과 같이 NNI(Noise and Number Index) 등 다른 단위를 사용하는 국가도 앞으로는 L_{dn} 으로 바꿀 준비를 하고 있다. 이러한 현상의 근본 이유는 WECPNL이 갖는 표면적인 장점에도 불구하고 일선 소음행정에 종사하는 사람들이 그 근본 뜻을 이해하기가 쉽지 않다는데 있다. 즉 dB(A)나 L_{dn} 등 비교적 단순한 개념의 단위에 익숙해온 사람들이 새롭고

복잡한 개념의 단위를 기피하는 경향이 있다는 것이다. 또 하나의 큰 이유는 세계적으로 대부분의 큰 공항들이 도로소음과 각종 생활소음이 혼재하는 주거지로 둘러싸여 있어서 항공기 소음을 이들과 다른 환경소음과 분리하여 취급하는 것이 의미가 없다는 것이다. 한 예로 공항주변 도로지역 주거지의 환경소음은 항공기 소음과 교통소음을 동시에 포함한 것이며, 이 경우에 두 가지 소음의 평가 단위가 다를 때 그 주거지의 전체 소음문제를 평가할 수 없을 것이다. 결국 WECPNL이 공항주변의 항공기 소음만을 대상으로 할 때 현재로서는 가장 이상적인 평가방법에도 불구하고 현실적인 적용상의 문제 때문에 이용을 기피당하고 있다고 보아야 할 것이다.

반면에 L_{dn} 은 비교적 단순하고 사용하기에 편하다. 항공기 소음 평가단위로 L_{dn} 을 사용하는데 따른 큰 장점은 항공기 소음을 다른 환경소음과 동일한 차원에서 비교 평가할 수 있다는 것이다. 이렇게 하여 주민들은 자신의 항공기 소음에 대한 피해 정도를 이미 익숙하여 있는 다른 환경소음과 비교할 수 있고, 이것은 피해보상이나 토지이용 규제 시행 등을 위한 공항 등과의 협의시 서로의 의사를 나타내는데 중요한 기본이 된다.

3. 항공기 소음 현황

국내에는 현재 김포, 김해, 제주 등을 포함하여 총 16개의 공항이 운영되고 있으며 인천 영종도의 신공항이 현재 건설 중에 있다. 여기에서는 비교적 운항회수가 많은 국제공항인 김포, 김해, 제주 공항에 대한 소음 현황에 대해 살펴보도록 한다.

표 1은 2000년 1/4분기 중에 각 공항을 이용한 항공기의 운항 대수를 보여준다. 항공기 운항 대수는 여객기는 물론 화물기를 모두 포함하고 있다.

김포공항을 이용하는 항공기 운항 회수는 국내 공항을 이용하는 전체 항공기 운항 회수의 절반 이상인 52.9%를 차지하고 있다. 이와 같이 김포 공항 주변은 항공기 소음에 의한 피해가 클 뿐만

아니라 피해지역도 매우 넓다.

표 1. 공항별 항공기 운항 대수

공항명	도착(회)	출발(회)	계(회)
김포	37,652	37,688	75,340
김해	9,779	9,777	19,556
제주	8,752	8,753	17,505

현행 항공법 시행규칙 제271조(공항소음피해지역 등의 고시)에 의하면 공항주변 소음지역을 크게 세 구역으로 구분하고 있다. 제1종 구역은 WECPNL 95 이상, 제2종 구역은 90 이상 95 미만, 제3종 구역의 가지구는 85 이상 90 미만, 나지구는 80 이상 85 미만으로 지정, 고시되어 있다. 표 2는 공항별 항공기 소음대책 사업 대상지역의 면적과 해당 지역 내에 있는 가옥 수를 보여준다.

제1종 및 제2종 구역은 항공기 소음 피해지역으로, 제3종 구역은 항공기 소음 피해예상지역으로 구분하고 있다.

표 2. 항공기 소음대책 사업대상 지역

구역	김포공항		김해공항		제주공항		
	면적 (km ²)	대상 가옥	면적 (km ²)	대상 가옥	면적 (km ²)	대상 가옥	
제1종구역	3.5	284	1.4	-	1.1	-	
제2종구역	3.1	1,996	1.2	46	0.9	19	
제3종 구역	가지구	22.3	15,618	7.4	123	4.6	582
	나지구		29,382				284

그 동안 항공기 소음의 피해실태와 그에 대한 대책을 강구하기 위해 많은 측정이 이루어졌다. 그 외에도 각 공항은 항공기 소음의 피해 정도를 파악하기 위해 항공기 소음 자동 측정망을 운영하고 있기 때문에 각 공항별 항공기 소음에 관한 자

료는 쉽게 구할 수 있다.

여기에서는 항공기 소음 이 공항주변 가옥의 실내에 미치는 영향을 보기 위해 김포, 김해, 제주 공항 주변 가옥에 대한 실태조사 결과를 제시하고자 한다. 측정대상 가옥은 모두 제2종 구역 내에 있는 것이다.

옥의 항공기 소음은 2.1절의 항공기 소음 측정방법에 따라 주택의 옥상에서 측정하였으며 실내 소음은 창문과 출입문을 닫은 상태에서 각 실의 중앙에 마이크로폰을 1.5 m 높이에 설치하여 동시에 측정하였다.

표 3은 1998년도에 김포공항 주변의 151 가옥에 대한 항공기 소음 측정결과로서 가옥 형태별로 구분하여 제시하였다. 이 표에 주어진 값은 각 가옥에 대해 측정한 항공기 소음도를 에너지 평균한 것이며, 차음량은 옥의 소음도에서 해당 실의 소음도를 뺀 값이다. 이 표에서 보듯이 단독주택에 비해 연립주택의 차음량이 큰 것을 알 수 있다. 이것은 연립주택의 벽체는 많은 부분이 콘크리트로 되어 있는 반면에 단독주택은 대부분 붉은 벽돌을 조적한 형태로 되어 있으며 창호나 출입문도 단독주택에 비해 연립주택이 좀 더 밀폐성이 좋은 재질을 사용하고 있기 때문이다.

표 3. 김포공항 주변의 항공기 소음 실태

단위 : dB(A)

가옥형태	방 음 시 공 전				
	실내외 소음도			차음량	
	옥외	안방	거실	안방	거실
단독주택	88.9	61.8	66.2	27.1	22.7
연립주택	87.2	57.5	63.7	29.7	23.5
평 균 값	88.8	61.6	66.0	27.2	22.8

표 4는 1988년도에 김해공항 주변의 43 가옥에 대한 항공기 소음측정 결과를 보여준다.

표 4. 김해공항 주변의 항공기 소음도

단위 : dB(A)

옥외	실내 소음도		차음량	
	안 방	거 실	안 방	거 실
95.7	68.6	73.6	27.1	22.1

4. 항공기 소음 방지 대책

항공기 소음 문제는 공항주변 주거지에 대한 환경소음 문제와 공항 내에서의 정비 등에 의한 작업환경 문제로 나누어 생각할 수 있다. 공항 내에서의 작업환경 문제는 그 대상이 일차적으로 공항 종사원들과 항공기 이용객들이며, 주요 발생원은 항공기 run-up에 따른 소음이다. 그러나 환경소음 측면에서 항공기 소음의 주요 고려 대상은 공항주변 주거지이며, 따라서 여기서는 이 문제에 국한하여 논술하고자 한다.

항공기 소음 대책은 다음의 세 단계로 나누어 생각해 볼 수 있다.

- 1) 소음원 대책 : 저소음 항공기 개발, 출력규제
- 2) 운항절차 대책 : 운항 코스 및 운항시간 규제
- 3) 수음점 대책 : 토지이용 규제, 주택 방음시설

4.1 소음원 대책

항공기 소음 방지 대책 중 가장 확실한 방법은 항공기 자체의 소음을 줄이는 것이다. 물론 이 대책을 강구할 수 있는 나라는 현재 세계적으로 민간 항공기를 생산할 수 있는 몇 나라에 불과하지만, 이들 생산국들은 자국의 항공기 소음 대책 측면뿐만 아니라 자국 생산 항공기의 세계시장 점유 확대 측면에서도 저소음 항공기 개발을 제도적으로 의무화하고 있다. 미국의 경우 항공기들을 발생 소음도의 크기에 따라서 Stage I, Stage II 및 Stage III로 구분하여 연차적으로 저소음 항공기의 사용 비율을 증대시켜 가고 있다. Stage I에는 B707과 B727등 초기에 개발된 시끄러운 항공기들이 포함되며, Stage III에는 B767과 A-300

등 신기술을 이용한 저소음 항공기들이 포함된다.

신기술 엔진의 대표적인 것이 high-bypass-ratio 엔진이다. 이 종류의 엔진에서는 흡입 유도 vane의 제거와 함께 팬 날개와 배기 유도 vane의 재설계 및 덕트의 흡음 처리 등을 통하여 팬 소음을 크게 감소시키고 있다. 또한 연소실을 비켜가는 공기 흐름의 양과 연소실 내를 통과하는 공기의 양의 비를 대단히 크게 함으로써 제트 분사 소음의 고주파 성분을 크게 감소시켜 사람의 귀에 덜 민감한 저주파 소음을 주로 발생시킨다. Stage III의 항공기들은 이같은 종류의 신기술 엔진을 장착하고 있어서 Stage I의 항공기들 보다 10 dB에서 20 dB 이상까지 소음감소 효과를 보이고 있다. 현재 선진국의 대부분의 큰 공항들은 Stage III의 항공기만을 운항 허용하는 추세에 있다.

일단 제작된 항공기의 사용 상태에서 소음 발생원(항공기)에 취할 수 있는 유일한 방법은 이착륙시의 항공기 엔진 출력을 규제하는 것이다. 한 예로 저출력 운항은 이착륙시에 순항거리를 증가시킴으로써 소음 노출지역이 항로를 따라 길게 늘어지는 문제가 있다. 반면에 고출력 급상승 이륙은 항로 방향의 소음노출 지역을 줄이는 효과가 있으나 항로 좌우로 피해지역이 확대되는 문제가 있다. 따라서 특정 공항에서의 항공기 엔진 출력 규제는 그 공항 주변의 소음 보호대상 지역의 분포상황을 면밀하게 고려하여 결정되어야 한다.

4.2 운항절차 대책

이 방법은 공항주변에서의 항공기 운항 코스와 운항시간을 규제하는 것이다. 세계의 대부분 공항에서 이 방법이 현실적으로 취할 수 있는 거의 유일한 항공기 소음 대책이며, 많은 경우에 높은 효과를 나타내고 있다. 우리 나라에서 밤 11시 이후의 민간 항공기 운항을 금지하고 있는 것도 같은 취지에서 비롯된 것이다.

항공기 운항 코스 결정은 풍향 등을 고려한 항공기 안전이 우선이며, 항공기 소음 감소 대책은

이 범위 내에서 고려된다. 또한 한 지역의 소음노출을 피하기 위하여 다른 방향으로 코스를 결정할 때 새로운 소음 피해 지역이 발생할 수 있으므로 운항 코스의 선정에는 공항주변 지역의 인구분포 상황에 대한 다각적인 고려가 필요하다. 공항 특성에 따른 계절적 요인에 맞춰서 몇 가지 다른 운항 코스를 사용하는 경우도 있다. 세계적으로 큰 공항들은 대개 두개 이상의 활주로를 갖고 있으며, 이들 활주로의 이착륙 방향 조절도 공항주변 항공기 소음감소에 도움이 될 수 있다.

항로 감시는 레이더에 의해 수행되며, 항로를 이탈한 항공기의 소속 항공사에 경고장을 보내는 절차를 흔히 취하고 있다. 레이더에 의한 항로 감시와 규제의 한 예로 워싱턴의 National Airport는 항공기 착륙 코스를 도심을 피해서 포토맥 강을 따르도록 엄격히 규제하고 있다. 포토맥 강은 상류로부터 흘러 공항을 지나서 하류로 빠진다. 따라서 항공기는 상류로부터 공항에 접근하여 착륙한 다음에 하류 방향으로 이륙한다.

이상 논술한 운항 코스 조절에 의한 항공기 소음 대책도 우리 나라에서는 적용하기 힘든 경우가 대부분이다. 한 예로 김포공항 주변에서 보듯이 주거지가 광범위하게 분포되어 있어서 어느 방향으로 항로를 정해도 소음 피해지역이 존재한다. 또한 산악과 언덕이 많은 우리 나라의 지형 특성도 운항 코스의 자유로운 선정을 제한하는 요소이다. 결국 우리 나라의 대부분의 기존 공항의 경우에 항공기 소음 대책은 다음절에서 논술하는 수음점 대책이 거의 유일한 선택으로 남게된다.

4.3 수음점 대책

본 절에서 논술하는 항공기 소음방지 대책 중 수음점 대책이 마지막으로 제시된다는 것은 결코 이 대책이 우선순위가 낮다는 뜻은 아니다. 앞서 논술한 항공기 소음 대책들은 공항 주변지역의 소음노출을 완화시켜주는 효과는 있지만 대개의 경우 만족스러운 수준에서 문제를 해결하지 못한다.

그러나 이 과정에서 공항주변의 최종적인 소음 피해지역과 피해 정도에 대한 정보가 얻어진다. 이로부터 얻게되는 대표적인 결과가 공항주변 소음 등고선 지도이다. 한 공항에 대한 소음 등고선 지도는 그 공항에 운항하는 항공기들의 종류와 운항회수, 운항 코스 및 기상과 지형정보들을 바탕으로 컴퓨터에 의해서 계산으로 구할 수 있다.

대개의 경우 항공기 소음의 수용점 대책은 이같이 구한 소음 등고선 정보로부터 출발한다. 이러한 대책은 성격상 수동적이라고 볼 수 있다. 즉 소음이 주어진 상태에서 그에 대처한다는 의미이다. 이에 반해서 앞서 논술한 두 대책은 능동적이라고 볼 수 있다. 능동적 대책이 수동적 대책에 비해서 더 효율적인 것인 사실이지만 이 두가지가 병행 적용되는 경우가 대부분이며, 특히 우리나라와 같은 여건에서는 수동적 대책에 의존할 수 밖에 없는 것이 현실이다. 이 수동적 대책은 다시 예방적 대책과 치유적 대책으로 나눌 수 있다. 예방적 대책의 대표적인 예가 공항주변 토지이용 규제이다. 엄밀한 의미에서 토지이용 규제가 예방적 효과를 갖는 경우는 신설 공항에 적용될 때이다. 그러나 기존 공항의 경우에도 앞으로 늘어나는 항공운항에 의한 소음문제 확대를 방지하고, 특히 소음 노출지역에서의 건물 신축 등 사회 경제 활동을 부분적으로 제한하는 근거로 이 제도를 실시하고 있다.

기존 공항의 경우 토지 용도별 소음기준은 소음에 노출된 기존 건물의 방음시설 설치나 구매 등 보상대책의 기본자료가 될 수 있다. 이것은 소음의 존재가 불가피함을 인정한 후에 마지막으로 시도되는 일종의 치유대책으로서, 경우에 따라서는 기대 밖의 좋은 효과를 주기도 한다. 이 대책을 적용하기 위해서는 우선 해당 지역의 항공기 소음 등고선 지도를 작성한다.

현재 국내에서 적용되고 있는 항공기 소음 보상 기준은 다음의 표 5와 같다.

이 같은 보상기준에 따라 정부는 1994년부터 김

포와 김해 및 제주공항 주변지역의 소음피해 가옥에 대한 방음구조 개선사업을 실시하고 있다.

표 5. 국내 항공기 소음 보상기준

지 역 구 분	보 상 내 용
WECPNL 95 이상	이전 보상
WECPNL 90 이상	가옥 방음시설 개선

표 6은 1998년에 실시된 김포공항 주변지역 가옥들의 방음시공 결과를 요약해서 보여준다. 가옥 형태는 구조적 특성을 감안하여 단독주택과 연립주택으로 구분하였으며, 이 표의 결과는 단독주택 139 채, 연립주택 12 채의 결과를 에너지 평균한 것이다.

표 6. 주택 방음시공 효과

단위 : dB(A)

가옥형태	방 음 시 공 후				
	실내의 소음도			차음량	
	욕외	안방	거실	안방	거실
단독주택	89.7	52.5	58.6	37.2	31.1
연립주택	88.4	47.8	54.2	40.6	34.3
평 균 값	89.6	52.3	58.4	37.3	31.2

가옥내 위치에 따라 방음효과가 다르지만 대체로 10dB 정도의 효과가 있음을 볼 수 있다. 현재의 방음구조 개선사업은 거실의 창문만을 대상으로 하고 있다. 미국, 영국, 일본 등 선진국의 경우 처럼 출입문과 환기구 등 외부로 통하는 모든 부분의 방음대책을 강구하는 경우 20dB 이상까지 방음효과를 기대할 수 있다. 이러한 관점에서 우리의 방음대책은 미흡한 면이 있으나 이 정도로서도 주민들의 반응은 상당히 긍정적인 것으로 조사되었다. 이를 보여주는 한 예로서 표 7은 대상지역 주

표 7. 방음시공 효과에 대한 주민 반응

항 목	매우심함		심 함		약 간		거 의 없 음		전 혀 없 음	
	시공전	시공후	시공전	시공후	시공전	시공후	시공전	시공후	시공전	시공후
대 화 (언어소통)	109 (70.8%)	20 (13.2%)	32 (20.8%)	38 (25.2%)	13 (8.4%)	81 (53.6%)	-	12 (8.0%)	-	-
수 면	83 (53.9%)	15 (9.9%)	34 (22.1%)	38 (25.2%)	31 (20.1%)	79 (52.3%)	6 (3.9%)	15 (9.9%)	-	4 (2.7%)
집 중 력 (독서, 공부 등)	101 (65.6%)	26 (17.2%)	35 (22.7%)	38 (25.2%)	17 (11.0%)	75 (49.7%)	1 (0.7%)	12 (7.9%)	-	-
TV/라디오 청취	113 (73.4%)	33 (21.9%)	33 (21.4%)	53 (35.1%)	8 (5.2%)	50 (33.1%)	-	12 (7.9%)	-	3 (2.0%)
전화통화	122 (79.2%)	43 (28.5%)	22 (14.3%)	47 (31.1%)	10 (6.5%)	49 (32.5%)	-	10 (6.6%)	-	2 (1.3%)
휴 식	96 (62.3%)	21 (13.9%)	35 (22.7%)	50 (33.1%)	20 (13.0%)	60 (39.8%)	3 (2.0%)	15 (9.9%)	-	5 (3.3%)

민들에 대한 설문조사 결과를 보여준다.

방음시공 전에는 모든 항목에서 50%-80% 정도의 주민이 항공기 소음으로 인한 일상생활의 방해가 매우 심하다고 응답한 반면에, 방음시공 후에는 이 반응이 15%-40% 정도로 떨어졌다. 또한 방음시공 전에 주민들이 가졌던 부정적인 생각이 긍정적으로 바뀌어 70% 정도의 주민이 방음시공을 이웃에게 권하겠다고 응답했다. 이상의 결과를 종합할 때 그 동안 국내에서 시행되어 온 공항주변지역 주택방음시공은 상당한 효과를 보고있다고 판단되며, 앞으로의 항공기소음 대책 강구에도 좋은 선례가 되고 있다.

5. 결론

많은 환경문제가 그 원인제공자와 피해자가 모두 불특정 다수라는 특성을 갖고 있다. 일반 대기 오염 문제가 그렇고 수질오염 문제가 그렇다. 따라서 일반적으로 환경정책은 특정집단의 이익을 고려하기 보다 국민일반의 복지를 고려하여 수립되고 집행되며, 그 투자의 혜택 역시 모든 국민에

게 고루 돌아가게 마련이다. 그러나 항공기 소음같이 원인제공자(공항)와 피해자(공항주변 주민)가 모두 분명한 경우에는 강력한 보상시비가 따르게 마련이다. 이제 문제는 환경보호의 차원을 떠나 재산권을 둘러싼 법적 논쟁으로까지 발전하게되며, 국내에서도 이미 몇몇 사례가 나타나고 있다.

소득향상에 따른 국민의 삶의 질에 대한 욕구는 항공기 소음같이 과거에는 필연적인 것으로 체념하던 사회문제에도 곧잘 민감한 반응으로 나타나게 된다. 다행히 인천국제공항이 개항되면 수도권 지역의 항공기 소음문제는 크게 개선될 것으로 예상되지만, 다른 지방공항주변의 소음문제는 더욱 심각하게 대두될 것이 분명하다. 정부나 지방자치단체가 과거와 같이 미온적으로 대처한다면 항공기 소음문제는 건잡을 수 없는 수준으로 비화될 가능성도 충분하다. 저소음 항공기 도입을 국내 전 공항으로 확대 실시해야하며, 공항주변 토지이용 규제를 엄격히 시행하여 항공기 소음문제가 더 이상 확대되는 것을 방지해야 한다. 이와 함께 공항주변 주민에 대한 계몽과 홍보를 강화하여 항공

기 소음의 불가피성을 이해시키고, 문제해결의 동반자로서 대접하는 성실한 자세를 보여야 한다.

참고문헌

- [1] International Standard ISO 3891, 1978, "Procedure for Describing Aircraft Noise Heard on the Ground"
- [2] KS F 2809, "건축물의 현장에 있어서 음압 레벨의 측정 방법"
- [3] Annex 16 to the Convention on International Civil Aviation
- [4] 은희준 외, "항공기 소음 방음대책에 관한 연구," KRISS-92-140-IR, 1992
- [5] 서상준 외, "주택 방음시설 설치효과 측정 분석(김포)," KRISS-99-111-IR, 1998
- [6] 서상준 외, "주택 방음시설 설치효과 측정 분석(김해)," KRISS-98-115-IR, 1998
- [7] C. M. Harris, *Handbook of Noise Control*, McGraw-Hill, New York, 1979
- [8] U. S. Department of Transportation, "Guidelines for the Sound Insulation of Residences Exposed to Aircraft Operation," 1992
- [9] R. H. Lyon, *Transportation Noise*, Cambridge, 1973
- [10] Wyle Research Report WR 90-13, "Stages 1, 2, and 3 of a Sound Insulation Project for Dwellings in the Vicinity of Los Angeles International Airport," 1991
- [11] B. H. Sharp and S. Martin, "The Measurement of Aircraft Noise Reduction in Residences," *Inter Noise '96*, pp. 2747-2752