

한국인의 민간 항공기 소음에 대한 불쾌감 연구

Community Annoyance from Civil Aircraft Noise in Korea

임창우* · 김재환 · 홍지영* · 이수갑**

Changwoo Lim, Jaehwan Kim, Jiyoung Hong and Soogab Lee

Key Words : Civil Aircraft Noise, Community Annoyance, Highly Annoyed(%HA), Questionnaires, WECPNL

ABSTRACT

Studies of community annoyance caused by civil aircraft noise exposure were carried out in fifteen areas near Gimpo and Gimhae international airports, Korea, to accumulate social survey data in Korea and to assess the relationship between aircraft noise level and degree of annoyance. Aircraft noise levels were measured automatically by airport noise monitoring system, B&K type 3597. A social survey was carried out people living within 100 meters of noise measurement points, as a rule. Questionnaires were only aggregated face-to-face interviews using various questions which concerned with demographic, degree of noise annoyance, interference with daily activities and health-related symptoms. The questions of noise annoyance were answered on an 11-point numerical scale. The respondents, from 18 to 70 years of age, were randomly selected and completed the questionnaire themselves. The total number of respondents for the questionnaires was 554.

1. 서 론

다른 환경 공해와는 대조적으로 주로 교통소음에 의해 야기되는 환경소음에 의한 공해는 현재까지도 지속적으로 증가하고 있으며 이미 많은 나라에서 심각한 사회문제로 대두되고 있다 [1]. 이런 문제에도 불구하고 환경소음 문제는 소음노출에 따른 직·간접적인 영향으로 야기되는 건강 위해성(adverse effects of noise on health)에 대한 문제로 인하여 규정화하는데 많은 어려움이 있다.

위해성 평가의 기술적 접근의 첫 발자국은 세계보건기구(이후 WHO)의 건강 위해성(adverse health effects on human beings)에 대한 정의로부터 시작되었다. "1994년 WHO [2]의 IPCS (International Programme on Chemical Safety)에 의하면, 환경소음의 위해성은 생체의 형태학적(morphology) 혹은 생리학(physiology) 변화로 정의되며, 이러한 변화는 고유기능 능력의 손실, 증가되는 스트레스에 대한 보상 능력의 감퇴, 그리고 환경 영향인자들이 갖는 유해성에 대한

민감도의 증대(면역성 감퇴)를 포함한다. 이러한 정의는 인간 혹은 인간의 생체기관들의 물리적(physical), 심리적(psychological) 혹은 사회적(social) 기능성의 한시적 혹은 영구적 저하를 포함한다." 1999년 WHO [1]의 소음 지침서는 소음의 인체 위해성 영향인자로

- (1) 소음성 난청(Noise-induced hearing impairment),
- (2) 대화방해 (Interference with speech communication),
- (3) 수면 방해(Sleep disturbance),
- (4) 심장혈관계와 생리적 영향 (Cardiovascular and physiological functions)
- (5) 정신적 건강 영향 (Mental health effects),
- (6) 효율성 영향 (Effects of noise on performance)
- (7) 불쾌감과 행동에 미치는 영향(Annoyance and behaviour effects)

등을 제시하고 있다. 이는 1999년 WHO 보고서의 핵심내용으로 모든 나라의 환경규제 및 보건에 대한 기초가 되는 중요한 자료이다. 그러나 WHO의 이 보고서는 소음으로 인해 야기되는 주민들의 불쾌감에 대한 정량화의 구체적 방안은 제안하지 않고 있다. 따라서 본 연구에서는 WHO에서 제안한 소음으로 인해 야기되는 위해성 영향인자 중 불쾌감(Annoyance) 인자를 이용하여 민간 항공기에 의해 발생하는 노출 소음도와 노출지역 주민의 높은 불쾌감을 호소하는 군집비율(Percentage of highly annoyed, %HA¹⁾)과의 상관

* 서울대학교 기계항공공학부 대학원
E-mail : glider20@snu.ac.kr
Tel : (02) 880-7382, Fax : (02) 875-4360

** 서울대학교 기계항공공학부 교수

관계를 도출하였으며 이는 향후 우리나라가 환경에 대한 개선된 정책 및 관리 등과 같은 선진국형 종합 환경평가를 위한 기반 기술로 적극 활용할 수 있을 것이라 기대된다.

2. Field Survey

본 연구에서 field survey라 함은 항공기 소음측정과 소음 노출지역에 대한 설문조사의 내용을 포함한다.

2.1 소음 측정

항공기 소음에 대한 field survey 조사를 위해 본 연구에서는 대상지역으로 김포공항과 김해공항 주변지역을 선정하였다. 두 지역을 본 연구수행을 위한 대상 지역으로 선정한 이유는 두 지역이 민간 항공기에 의한 소음 발생지역으로 민간 공항의 특성상 정해진 항로를 통해 항공기들이 운항되기 때문에 항공기 소음에 의한 공항 주변의 노출 소음도는 대체로 균일한 특성을 갖기 때문이다. 그러나 운용 비행장의 경우는 계절, 풍향 및 군 작전과 훈련 등으로 인하여 다양한 패턴의 비행훈련과 전투기의 비정상적인 비행경로 이탈 등으로 인해 비행장 주변으로 노출되는 소음도의 크기가 유동적으로 변하는 관계로 소음도의 변화폭이 상당히 크기 때문에 소음도를 결정하는데 많은 어려움을 갖는다. 따라서 이러한 문제를 배제하기 위해 항공기에 의한 노출 소음도가 상당히 균일한 김포 및 김해국제공항 주변 지역을 본 연구의 대상 지역으로 선정하였으며 현재 김포공항과 김해공항에 설치, 운용중인 12개, 7개의 항공기 자동측정망 중 본 연구에 적합하다고 판단되는 김포공항 10개, 김해공항 1개 지점과 측정망이 설치되어 있지 않은 3개 지점을 대상으로 하여 field survey를 수행하였다.

항공기 소음에 의한 대상지역의 소음도 산출을 위해 환경부에서 관리 및 운용하고 있는 항공기 자동측정망(B&K type 3597) 자료와 자동측정망이 설치되어 있지 않은 지역에 대해서는 소음계(B&K type 2238)를 이용하여 측정된 자료를 이용하였다. 항공기 자동측정망이 설치되어 있는 지역의 항공기 소음의 소음도 산출은 2004년 1월부터 6월까지의 전반기 자동측정망 자료의 평균값을 사용하였으며, 자동측정망이 설치되어 있지 않은 지역에서의 소음도 산출은 4일간 [3]의 소음 측정을 통하여 소음도를 산출하였다. 또, 소음 측정시 지형지물에 의한 항공기 소음의 차단을 피하기 위해 건물의 옥상에서 측정을 수행하였다. <표 1>은 김포공항 및 김해공항 주변 측정지점에서의 소음도 산출값을 나타낸 것이다. 본 연구에서는 항공기 소음도 산출을 위해 현재 우리나라에서 항공기 소음 단위로 사용하고 있는 WECPNL을 사용하였다.

1) 설문지를 통하여 개인의 상대적 불쾌감 정도를 0(전혀 불쾌하지 않음)~10(매우 불쾌함) 척도로할 때 8, 9, 10의 척도를 나타내는 사람들의 불쾌감에 대한 백분율

Table 1 위치에 따른 소음도 (항공기 소음)

김포공항		김해공항	
측정지점	소음도 (WECPNL)	측정지점	소음도 (WECPNL)
고척도서관	69	김해고교	68
신월동	81.6	초선대	69.4
서원아파트	56.1	명지동	59
대장초교	58.9	가락타운	60
월정초교	59.2		
강서초교	76.2		
송정중학교	67.8		
사우고교	49.5		
금성공업사	66.1		
별말부락	76		

2.2 설문조사

소음에 의한 불쾌감은 소리 그 자체에 기인된 불쾌감과 음에 수반하여 생기는 불쾌감으로 나누어지는데, 전자를 Noisiness, 양자를 총합한 것을 Annoyance라 부른다. 특히 불쾌감은 개인의 성격적, 사회적, 경제적인 상황에 따라 달라지기 때문에 최근에 이에 대한 연구가 많이 진전되었다고는 하지만 불쾌감(annoyance) 반응을 측정값으로부터 정확히 추정해내는 기술은 아직도 미흡한 실정이다. 예를 들어 같은 소리라 할지라도 듣는 사람에 따라서 불쾌감의 정도는 달라지며, 같은 사람이라도 듣는 장소에 따라 다소 차이가 있다. 이와 같은 현상은 물리학적 법칙에서는 아주 불합리한 현상이지만 생물학적, 심리학적 현상에서는 흔히 볼 수 있다. 그러나 아직 학문적 추정 모델이 없을지라도, 주민들의 소음에 의한 불쾌감에 대한 주관적 반응(Subjective responses)을 설문지를 통하여 조사하고 통계적 분석방법을 이용하여 소음 반응도를 정량화할 수가 있다. 따라서 본 연구에서는 소음에 대한 주민들의 주관적 반응을 분석하기 위해 본 연구팀이 개발한 질의서 [4]를 이용하여 설문조사를 수행하였다. 설문조사는 소음 측정지역을 중심으로 피해지역에 거주하고 있는 주민을 대상으로 수행하였으며, 주민을 대상으로 하는 설문지의 질을 높이기 위해 일방적인 설문지의 배포를 지양하고 설문내용 이해도 향상에 따른 설문질의 향상을 꾀할 수 있는 face-to-face 방식에 의한 설문조사를 수행하였다. 본 설문지는 설문자 개인의 신상 및 생활환경에서부터 소음으로 인한 불쾌감(annoyance), 수면방해(sleep disturbance), 일상생활의 방해(interference with daily activities) 및 건강에 미치는 영향(health-related symptoms) 등의 내용을 포함하고 있으며 특히 불쾌감과 수면방해에 대한 주관적 반응은

11-point numerical scale(불쾌감, 성가심이 전혀 없는 경우= '0', 매우큰 경우= '10')을 사용하여 수행하였다.

항공기 소음지역에 대한 설문조사는 김포공항 10개 지역과 김해공항 4개 지역의 소음측정 위치의 인근에 거주하고 있는 주민을 대상으로 수행하였으며, 수행된 설문조사자 수는 김포공항 지역이 370명이고 김해공항 지역이 184명으로 총 554명으로 <표 2>는 항공기 소음 조사지역인 김포공항 및 김해공항 지역에서 수행한 설문조사 현황을 나타낸 것이다.

Table 2 항공기 소음 조사지역의 설문조사 현황

김포공항		김해공항	
측정지점	설문자 수	측정지점	설문자 수
고척도서관	31	김해고교	49
신월동	39	초선대	46
서원아파트	45	명지동	43
대장초교	33	가락타운	46
월정초교	39	합 계	184
강서초교	36		
송정중학교	33		
사우고교	42		
금성공업사	42		
별말부락	30		
합 계	370		

3. 결과 및 분석

항공기 소음의 물리적 위해요인의 정량 평가 연구를 위해 본 연구에서는 서론에서도 언급한 것과 같이 WHO의 소음 지침서 [1]에서 소음에 대한 인체 위해성 영향인자로 규정하고 있는 불쾌감(annoyance)을 이용하였다. 즉, 항공기 소음의 물리적 크기에 대한 개인의 상대적 불쾌감 정도를 파악하고 높은 불쾌감을 호소하는 군집(Highly annoyed, 이후 %HA라함)과의 상관관계 분석을 위해서 선형회귀분석(linear regression analysis)을 이용하였다.

외국의 연구 사례를 보면 소음에 대한 인체 위해성 연구시 소음의 물리적 크기의 평가 지표로 Ldn을 사용하여 수행하고 있다. 그 이유는 소음평가 지표로 많은 나라에서 Ldn을 사용하고 있으며 특히 유럽에서는 EC 시행안의 소음 지시치로 선정하여 사용하고 있다. 따라서 본 연구에서는 항공기 소음에 대한 위해성 연구시 Ldn과 현재 우리나라 항공기 소음의 평가단위로 사용하고 있는 WECPNL에 대하여 본 연구에 보다 타당한 소음지표가 무엇인지 먼저 고찰하고 항공

기 소음에 대한 위해성 연구에 보다 적합한 소음지표를 사용하여 소음의 물리적 크기와 사람이 느끼는 불쾌감과의 상관관계를 도출하였다.

<Fig. 1>와 <Fig. 2>는 앞절에서 설명하였던 김포공항과 김해공항 주변 지역에 대하여 각각 물리적 소음지표인 WECPNL과 Ldn에 따른 %HA의 분포를 나타낸 것이다. 두 그림을 통해 알 수 있듯이 물리적 소음지표인 WECPNL 값이 커짐에 따라 소음에 노출된 주민의 %HA의 값도 증가하는데 비해 Ldn에 대해서는 %HA 값의 일정한 경향을 찾기 어려움을 알 수 있다. 그 이유는 물리적 소음지표인 WECPNL과 Ldn의 소음도 산출 방식의 차이 때문에 발생하는 것으로 WECPNL은 매 항공기 통과시 생성되는 최고 소음도의 평균값을 기본으로 하여 산출 [3]된 값인데 반하여 Ldn은 Leq(등가소음도)를 기본단위로 하여 야간시간에 10dB의 벌칙을 부과하여 산출 [5]하게 된다.

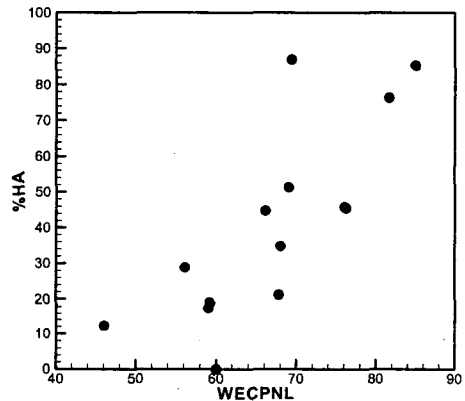


Fig. 1 WECPNL에 따른 %HA

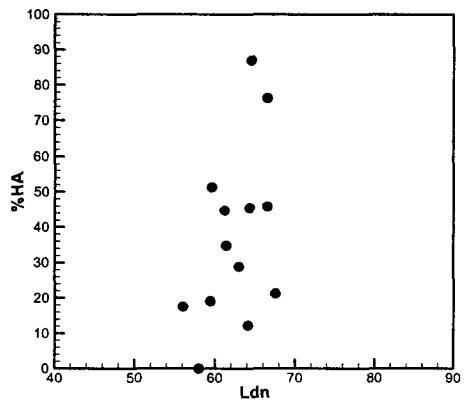


Fig. 2 Ldn에 따른 %HA

Field survey 당시 김포공항 및 김해공항의 일 평균 항공기 이륙 및 착륙 횟수는 각각 약 160회 및 80회²⁾ 정도이며 항

공기 한대가 임의의 지역을 지나갈 때 약 30~40초 정도의 지속시간을 갖는다고 가정하면 항공기 소음에 의해 임의의 지역에서 듣게 되는 총 항공기 소음 노출시간은 김포공항 및 김해공항에서 약 90분, 45분으로 이는 전체 24시간 중 약 6% 및 3%에 해당하는 시간이 된다. 또, <표 3>은 김포공항 및 김해공항 주변 지역 중 몇 지점에 대한 WECPNL 값과 Ldn 값을 비교한 것이다. 보통의 경우에는 WECPNL 값이 Ldn 값에 비해 몇 dB 큰 값을 갖게 된다. 그러나 표에서 보는 바와같이 송정중학교 및 월정초교에서 측정된 WECPNL 값은 Ldn 값과 비슷한 크기의 값으로 산출되고 있으며 또한, 김해공항 지역의 신천과 가락타운 지역의 경우에는 신천 지역에서의 소음도가 약 7 WECPNL 큼에도 불구하고 Ldn 값에는 거의 차이가 나고 있지 않음을 알 수 있다. 이는 신천 지역이 농사를 주 생업으로 하는 전형적인 농촌 지역인데 비해 가락타운은 도시 지역으로 신천 지역에 비해 상대적으로 배경소음이 큰 지역이기 때문이다. 따라서 위의 설명으로부터 우리는 소음지표 Ldn은 항공기 운항횟수 및 배경소음(background noise)에 많은 영향을 받게 됨을 알 수 있으며 운항횟수가 많지 않고 변화가 비교적 완만한 변동소음(fluctuation noise)이 아닌 간헐소음(intermittent noise) 특성을 갖는 소음의 경우에는 신중한 고려를 거쳐 소음평가 지표를 활용해야 할 것이다.

Table 3 WECPNL 값과 Ldn 값의 비교

지역		WECPNL	Ldn
김포공항	송정중학교	67.8	67.5
	월정초교	59.2	59.4
김해공항	신천	67.4	59.3
	가락타운	60	58

따라서 본 연구에서는 항공기 소음에 대한 인체 위해성 평가 연구를 위해 소음지표로 WECPNL를 사용하여 물리적 소음도와 노출소음에 따른 주민들의 불쾌감과의 상관관계를 정량적으로 평가할 수 있는 평가 모델을 개발하였다.

<Fig. 3>은 물리적 소음지표로 WECPNL을 사용하여 소음도 WECPNL과 높은 불쾌감을 호소하는 군집(%HA)과의 상관관계를 나타낸 것으로, 둥근 점은 field survey 결과를 나타낸 것이고 실선은 field survey로부터 구축된 데이터를 기반으로 선형회귀분석을 이용하여 도출한 %HA의 예측곡선을 나타낸 것이다.

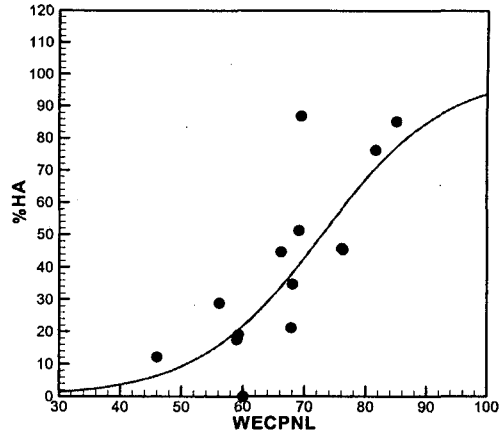


Fig. 3 항공기 소음의 %HA 예측 모델

따라서 민간 항공기의 물리적 소음에 대한 인체 위해성 인자 중 불쾌감에 대한 정량 평가모델 결과는 다음 식과 같다.

$$%HA = \frac{100}{1 + \text{Exp}(7.283 - 0.10 \times \text{WECPNL})}$$

4. 결론

2000년 WHO 보고서 [6]는 모든 나라의 환경정책 및 보건에 대한 기본 방향 결정을 돕기 위해 수면방해 및 불쾌감 호소 비율과 같은 인체 위해성 평가를 위한 환경 건강 지시치(Environmental health indicators)를 제안하고 있다. 그러나 WHO의 이 보고서는 소음으로 인해 야기되는 주민들의 불쾌감에 대한 정량화의 구체적 방안은 제안하지 않고 있다. 따라서 본 연구에서는 민간 항공기에 의해 발생하는 노출소음도와 노출지역 주민의 높은 불쾌감을 호소하는 군집비율(Percentage of highly annoyed, %HA)과의 상관관계 연구를 위하여 14개 지역 554명을 대상으로하는 소음측정과 설문조사를 수행하였으며 여기서 구축된 데이터를 이용하여 소음도에 따른 %HA의 평가 모델을 개발하였다. 본 평가모델은 향후 우리나라가 환경에 대한 개선된 정책 및 관리 등과 같은 선진국형 종합 환경평가를 위한 기반 기술로 적극 활용이 가능할 수 있을 것이라 기대된다.

후 기

본 연구는 한국환경기술진흥원의 차세대 환경기술 개발 사업의 지원으로 수행되었습니다.

2) 한국공항공사 항공통계 자료

참 고 문 헌

- (1) WHO, 1999, "Guidelines for community noise", World Health Organization, London, United Kingdom.
- (2) WHO, 1994, "Assessing human health risks of chemicals: Derivation of guidance values for health-based exposure limits. Environmental Health Criteria No. 170, World Health Organization, Geneva, Switzerland.
- (3) 환경부, "騒音·振動公定試験方法", 環境部 告示 第2000-31 號(2000. 3. 14)
- (4) 임창우, 이수갑, 2003, "환경소음평가 질의서: 요약 핵심형(Core Set)," 서울대학교 환경소음진동연구센터.
- (5) Miedema, H.M.E. and Oudshoorn, C.G.M., 2001, "Annoyance from transportation noise: Relationships with exposure metrics Ldn and Lden and their confidence intervals", Environmental Health Perspectives, 109.
- (6) WHO, 2000, "Environmental Health Indicators: Development of a methodology for the WHO European Region", World Health Organization Regional Office for Europe, Geneva, Switzerland.