

Research Paper

군사격장 소음 분석 및 평가 방법에 관한 연구 - 소형·대형화기의 통합소음 평가 방법의 필요성과 정책제언 -

전형준* · 박영민** · 정태량*

서울시립대학교 대학원 환경공학과*, 서경대학교 미래융합학부2**

A Study on Analysis and Evaluation Methods of Military Shooting Range Noise

- The Necessity of an Integrated Noise Assessment Method
for Small·Large Firearm and Policy Suggestions -

HyungJun Jeon* · YoungMin Park** · TaeRyang Choung*

Department of Environmental Engineering, University of Seoul*

Department of School of Future Convergence 2, SeoKyeong University**

요약: 본 연구는 군사격장 소음의 정의와 인체 영향, 평가 단위 및 국제 기준을 분석하여, 소형 및 대형화기가 혼합 사용되는 복합 사격장에 적합한 통합 소음 평가방안을 제안하고자 한다. 한국을 비롯한 미국, 영국, 독일, 일본 등 주요국의 군사격장소음 측정기준과 평가방식을 비교 분석하였으며, 이를 통해 군사격장 특성에 최적화된 다지표 통합모델과 정책적 제언을 제시하였다. 특히 20mm 구경 기준에 따른 소형/대형화기 구분의 타당성을 검토하고, NATO 및 WHO 권고안을 반영한 MNII(군사소음영향지수) 개념을 도입하였다. 본 연구 결과는 군과 민간의 소음 갈등 완화 및 제도 개선을 위한 실질적 기초자료로 활용될 수 있다.

주요어: 군사소음, 소음평가, 군사격장, 군사소음영향지수, 소형화기, 대형화기

Abstract: This study aims to define military shooting range noise, examine its impact on human health, and compare national and international noise assessment methods to propose an integrated evaluation framework. The study conducts a comparative analysis of military noise criteria used in South Korea, the United States, the United Kingdom, Germany, and Japan. It proposes a multi-index integrated assessment model tailored to the unique characteristics of military ranges where both smallfirearm and largefirearm(defined by the 20mm threshold) are operated. The Military Noise Impact Index (MNII), based on NATO and WHO recommendations, is introduced as a comprehensive indicator. This research serves as a practical foundation for mitigating military-civilian noise conflicts and improving related policies.

Keywords: Military noise, noise assessment, shooting range, MNII: Military Noise Impact Index, smallfirearm, largefirearm

First Author: HyungJun Jeon, Tel: +82-02-2231-5543, E-mail: yop1hj@empal.com, ORCID: 0009-0009-9666-6985

Corresponding Author: TaeRyang Choung, Tel: +82-02-2231-5543, E-mail: taeryang@daum.net, ORCID: 0009-0003-9713-5832

Co-Author: YoungMin Park, Tel: +82-02-940-7114, E-mail: kei7676@naver.com, ORCID: 0009-0001-1924-4748

Received: 5 April, 2025. Revised: 10 April, 2025. Accepted: 12 April, 2025.

I. 서론

현대 사회에서 소음은 더 이상 단순한 불편의 문제가 아니라, 인체 건강과 삶의 질에 직결되는 중대한 환경공해로 인식되고 있다. 특히 군사격장에서 발생하는 고강도 소음은 일반적인 도시소음과는 구분되는 특수성을 가지며, 군과 민간의 충돌로 이어지는 사회적 갈등의 주요 원인 중 하나로 대두되고 있다.

대한민국은 수도권권을 중심으로 민가와 인접한 사격장 운영이 다수 존재하며, 그에 따라 지역 주민의 항의와 민원이 지속적으로 제기되고 있다. 반면 미국, 영국, 독일, 일본 등의 국가는 소음영향을 정량적으로 평가하고 민·군 공존을 위한 평가 기준을 다각도로 마련해 적용하고 있다.

본 연구는 군사격장 소음의 정의와 인체 영향, 평가 단위와 방법을 고찰하고, 대한민국과 외국의 기준을 비교 분석함으로써 향후 대한민국 육군의 소음관리체계 고도화 및 통합소음 평가방안 마련에 기여하고자 한다.

II. 군사격장 소음의 특징

사격장에서 발생하는 사격소음은 순간적으로 높은 음압까지 상승하고 감소하는 충격소음으로, 간헐적 소음으로 인식된다. 간헐적 소음은 동일한 에너지를 갖는 정상소음에 비해 더 높은 성가심을 유발한다.

1. 사격소음의 특징

사격장에서 발생하는 사격소음은 총구소음, 탄두소음, 폭발소음 등으로 구분한다. 총구소음은 추진가스의 팽창으로 발생하는 소음으로, 지속시간이 짧고 음압의 세기가 크다. 총구의 크기가 증가할수록 소음도는 증가하고, 주파수 대역은 저주파 영역으로 이동한다. 총구소음은 추진제(Propellant)로 생성된 가스가 포구나 총구와 같은 관(muzzle)을 초음속으로 빠져나올 때 발생하며, 총구 근처에서는 음압이 매우 커서 비선형성(Non-linearity) 특성이 나타난다. 화기 소음의 주원인으로 작용하므로 소음감소장치를 통해 대기로 분출되는 가스 압력을 최대한 낮추는 것이 필요하다.

탄두소음(Projectile Noise)은 탄두의 초음속 이동 시 발생하는 공기파열음으로, 초음속으로 진행되는 탄두가 공기 벽을 뚫고 나갈 때 발생한다. 탄두소음은 포구 속도를 음속 이하로 유지해야 감소시킬 수 있다. 소형 화기는 아음속탄(sub-sonic ammo)을 사용하여 소음을 감소시킬 수 있으나, 대형화기의 경우 탄두소음을 효과적으로 감소시키기가 매우 어렵다.

폭발소음(Explosion Noise)은 탄두가 표적에서 폭발할 때 발생하는 소음으로, 폭발물질의 양이 증가할수록 소음도는 증가하고, 주파수 대역은 저주파 영역으로 이동한다. 소형화기에서는 중요도가 낮으나, 대형화기의 경우 탄착지 부근에서 상당한 소음이 발생하므로 도비방지 연습탄 등 폭발물질을 포함하지 않는 연습탄을 사용하여 소음을 감소시킬 수 있다.

2. 사격소음에 대한 성가심(Annoyance) 반응

사격(충격성) 소음에 대한 성가심 연구는 교통소음 분야보다 상대적으로 미진한 상태이며, 대부분 군 관련 연구이기 때문에 결과 공개가 제한적이다.

Galloway는 소닉붐(Sonic Boom)과 대포(Artillery)에서 발생하는 충격소음에 대한 성가심 결과를 도출하였고, 이 연구결과는 미국의 CHABA(Committee on Hearing Bioacoustics and Biomechanics) 규정에 활용되고 있다. 이 연구에서는 C-특성 소음노출레벨인 LCE를

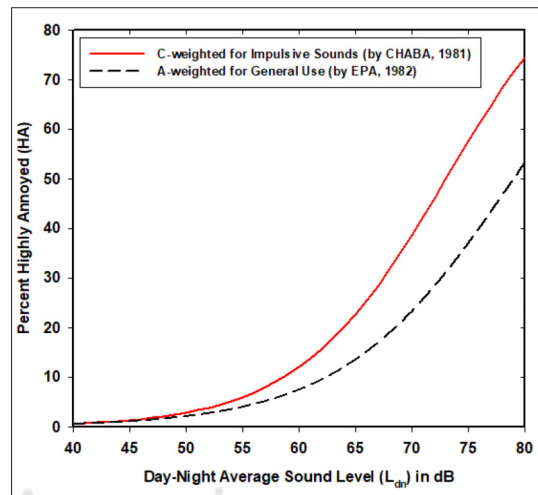


Figure 1. Comparison of annoyance responses to impact noise and traffic noise

사용하였고, 주간 85dB 이상, 야간 75dB 이상인 데이터만 분석하였으며, 교통소음과 달리 C-특성 주·야간 평균소음도(LCdn)를 평가지표로 사용하였다(Figure 1).

CHABA의 충격소음 성가심 곡선과 EPA에서 제시한 교통소음 성가심 곡선을 비교한 결과, 성가심 반응은 교통소음보다 충격소음에서 현저히 높게 나타났으며, 소음도가 증가할수록 그 차이는 더욱 커지는 것으로 확인되었다(Figure 1).

III. 연구방법

1. 국가별 소음 기준 및 평가 방식 비교

사격화기 소음의 기본은 충격소음인 단발성 소음이다. 단발성 소음평가는 기본 단위를 설정하고, 이를 합산 또는 평균하여 대상 소음원의 평가단위를 산출한 후, 이를 장기간 평가단위로 활용한다. 단발성 소음은 주로 다음 세 가지 기본단위를 사용(표준 동특성은 Fast, Slow이며, Impulse는 참고 동특성임) 하며, 소음레

Table 1. Units by noise level

Definition	Unit
Noise exposure levels using standard frequency correction	L_{AE} , L_{CE}
Maximum noise level using standard dynamic characteristics and frequency compensation	L_{AFmax} , L_{CFmax}
Peak level using standard frequency correction	L_{peak} , L_{Cpeak}

Table 2. Applicable countries by evaluation unit (Small firearm)

Unit	Country
L_{AImax}	Netherlands, Norway, Denmark, Sweden, Austria, Finland, Australia, etc.
L_{AFmax}	Germany, Switzerland, Czech Republic, etc.
L_{peak} and L_{AE}	United States

Table 3. Applicable countries by evaluation unit (Large firearm)

Unit	Country
L_{CE}	Sweden, Germany, Denmark, Finland, etc.
L_{Ceq}	Netherlands, Denmark, Germany, etc.
L_{Cdn}	Norway, USA, etc.
L_{Cden}	Japan, etc

벨 정의에 따른 소음단위는 다음과 같다(Table 1).

군사격장에서 발생하는 사격소음의 평가단위는 화기(소형, 대형화기 등) 종류와 국가별로 상이하며, 국제적으로 표준화된 평가단위는 존재하지 않는다.

소형·대형화기의 사격소음에 대한 평가단위 및 적용 국가는 다음과 같이 구분되며 소형화기는 A특성, 대형화기는 C특성을 대부분 사용하고 있다(Table 2, 3).

2. 국내 사격화기 평가방법 및 기준

국내 군사격장 소음 측정 및 평가방법은 2020년 「군용비행장·군사격장 소음방지 및 피해 보상에 관한 법률」이 제정되기 이전에는 법적 기준이 전무하였다. 당시에는 국방·군사시설 설치사업에 대한 환경영향평가나 군사격장 소음 민원은 「환경정책기본법」의 환경소음기준 등 타 기관의 법령을 준용하였으며, 소음 분쟁 발생 시에는 환경부 산하 중앙환경분쟁조정위원회의 분쟁 조정에 사용하는 생활소음 규제기준에 해당하는 「소음·진동 공정시험기준」에 따라 측정하고 평가하였다.

2020년 11월 27일 「군용비행장·군사격장 소음방지 및 피해 보상에 관한 법률(법률 제16582호)」이 제정되면서 군사격장 관련 법적기준에 따른 소음측정과 평가방법이 마련되었다. 이후 제정된 「군용비행장·군사격장 소음영향도 조사 예규(국방부예규 제615호, 2020)」에는 군사격장 소음 피해 범위 산출을 위한 소음영향도 조사 절차, 작성방법, 소음측정지점 선정방법 등이 포함되어 있다.

3. 미국의 군용 화기 소음 측정 및 평가방법

미국에서는 현재 대형화기 소음측정에 대한 별도 방법은 없으나, 소형화기의 소음측정방법은 TOP 01-2-608A(US Army, 2011)에 상세히 기술되어 있다. 이 규정은 지속적인 군사 훈련 및 시험으로 인한 소음 노출에 따른 성가심 저감과 군사격장(훈련장) 인근 지역사회 토지이용계획의 활성화를 주요 목표로 한다.

군사시설 주변 토지이용계획 기준은 소음원 종류에 따라 항공기 소음, 충격성 소음(대형화기, 폭발), 소형화기 소음으로 구분되며, 각각에 대한 소음기준이 제시되어 있다(Table 4).

Table 4. Noise Restriction Guidelines According to US Military Land Use Plan (Large firearm)

Noise Zone	L_{Cdn} [dB(C)]
I	57 ~ 62
II	62 ~ 70
III	70 ~

Table 5. Noise Restriction Guidelines According to US Military Land Use Plan (Small firearm)

Noise Zone	PK 15(met) [dB]
I	~ 87
II	87 ~ 104
III	104 ~

소형화기의 경우, 항공기 소음이나 대형화기 소음과 달리 소음통계레벨인 PK15(met)를 사용한다. 이는 전체 사격 이벤트의 상위 15%를 초과하는 소음레벨을 의미하며, 피크레벨로 시간 가중이나 주파수 가중을 적용하지 않는 순수 음압에 대한 최고소음레벨이다 (Table 5).

4. 독일의 군용 화기 소음측정 및 평가방법

독일은 대형화기 소음측정에 대한 별도 방법은 없으나, 대형화기 소음기준은 독일 연방군 소음규정 상의 가이드라인으로 제공하고 있다. C-특성 증가소음도와

Table 6. German Large Firearm Noise Guidelines

Area	Time zone	Comparison value	Equivalent noise level (L _{Ceq} , [dB(C)])	Single shot noise exposure level (LCE, [dB(C)])
Residential and commercial mixed use areas Residential buildings in outdoor areas	Day (06~22)	Reference Value	70	100
		Upper Limit	75	105
		Maximum Limit	-	110
	Night (22~06)	Reference Value	60	90
		Upper Limit	65	105
		Maximum Limit	-	110
Pure and general residential areas Small residential areas	Day (06~22)	Reference Value	60	90
		Upper Limit	65	105
		Maximum Limit	-	110
	Night (22~06)	Reference Value	50	90
		Upper Limit	55	105
		Maximum Limit	-	110
Other outdoor areas	Day (06~22)	Reference Value	-	-
		Upper Limit	-	107
		Maximum Limit	-	110
	Night (22~06)	Reference Value	-	-
		Upper Limit	-	107
		Maximum Limit	-	110

Table 7. German Small Firearm Noise Guidelines

Region	Day (06:00~22:00)	Night (22:00~06:00)
Resorts, hospitals and convalescent areas	45	35
Purely residential area	50	35
General residential area	55	40
Residential and commercial mixed use area	60	45
Urban area	63	45
Commercial area	65	50
Commercial and industrial complex	70	70

Table 8. Japan Large Firearm Noise Guidelines

Region	Planned Volume reduction(dB)
L_{Cden} 89dB(C) ~	Transfer compensation / Land purchase
L_{Cden} 84dB(C) ~ 89dB(C)	25dB ~
L_{Cden} 81dB(C) ~ 84dB(C)	22dB ~

Table 9. Comparison of noise measurement and assessment methods across countries

Country	Unit		Correction value		Noise Standard	
	Small	Large	Small	Large	Small	Large
USA	PK15(met)	Lcdn	-	-	87/104	57/62/70
Germany	L_{AFmax} , LR(dB(A))	LCE, LCEq	+16dB	+16dB	45/50/55/60/63/65/70	50/55/60/65/70/75
Japan	-	LCden	-	+18dB	-	81/84/89
Korea	L_{Rdn} (dB(A))	LRdn(dB(C))	+12dB	+18dB	69/77/82	84/90/94

단발 소음노출레벨을 평가단위로 사용하며, 지역별로 비교치를 기준치, 상한치, 한계치로 구분하고, 주간과 야간으로 시간대를 구분하여 적용한다(Table 6).

독일의 소형화기 규제기준은 주간과 야간으로 구분하여 용도지역별 규제기준을 제시하고 있다. 본 규제기준은 충격성 보정치 +16dB이 포함된 평가소음레벨(LR)로 평가하고 있다(Table 7).

5. 일본의 군용화기 소음측정 및 평가방법

일본 소음기준은 소음레벨에 따라 이전보상과 방음 대책 보장으로 구분하고 있다. 여기서, 기본 소음단위는 C-특성 소음노출레벨(L_{CE})이며 C-특성 주간·저녁·야간 평균소음도(L_{Cden})를 평가단위로 사용하지만 L_{Cden} 에는 충격소음 보정치(+12dB)와 저주파음 보정치(+6dB)가 포함되어 평가소음도(L_{Rden})로 표기할 수 있다(Table 8).

6. 국가별 소음 측정 및 평가 방법의 비교

대한민국 및 해외 국가와의 평가 방법 및 기준등에

비교 결과 소형화기는 dB(A), 대형화기는 dB(C)로 분석하며, 충격성 소음 및 저주파 소음에 따른 보정치는 독일과 일본, 대한민국에서 적용하고 있다. 이 중, 대한민국이 가장 늦게 군소음에 대한 법령을 제정하였으며, 해외 기준등을 참고하여 국내 여건에 맞추어 추가 연구를 통하여 발전시킨 것으로 분석된다(Table 9).

IV. 군사격장의 특성과 사격화기 구경별 영향 분석

군사격장은 일반적인 도시 소음원과 달리, 발사 지점과 탄착 지점이 수 킬로미터 이상 떨어져 있는 대규모 선형 구조를 갖는다. 또한 대부분 산악지형에 위치하여 소리의 반사, 회절, 감쇠 현상이 다양하게 발생하며, 단발 혹은 연속 발사에 따른 폭발적 소음 특성을 나타낸다.

현재 대한민국 육군에서는 구경 20mm를 기준으로 소형화기와 대형화기를 구분하고 있다. 이는 NATO 등에서 사용되는 기술적 분류 기준과 일치하며, 소음 특성에서도 명확한 차이를 보인다(Table 10).

Table 10. Distinction between Small and Large firearms

Classification	Small Firearm(~20mm)	Large Firearm(20mm~)
Example	K1, K2, etc	81mm mine thrower, 155mm Self-propelled gun, etc
Characteristic	The duration of the firing sound is short, and the frequency band is relatively high-pitched.	Low frequency centered, explosive, with shock waves, long reverberation duration
Evaluation Unit	dB(A)	dB(C)

1. 대형화기의 소음 영향 분석

대형화기는 소리 자체 외에도 충격파(shock wave)로 인한 물리적 진동이 주요 민원 요인이 된다. 사격 시 지형에 따라 2차 반사음이 겹치면서 인접 지역의 불쾌감이 크게 증가한다.

음향특성으로는 발사 시 최대음압수준이 130~160dB(C)에 도달하며, 반복 사격 시 SEL값이 누적되어 장기 노출로 인한 민감지역 주민들의 건강에 영향을 미칠 수 있다.

이러한 특성을 고려할 때, 일부 박격포, 곡사포 등의 훈련에서는 발사 횟수 제한 또는 연습탄 사용과 같은 현실적인 대안이 필요하다.

2. 소형화기의 통합평가 가능성

소형화기는 상대적으로 발사음의 지속시간이 짧고, 고주파 대역 중심의 음향 특성을 가지며, 발사빈도가 높더라도 개별 소음의 강도가 낮아 통합 지표로서 dB(A) 기반 평가가 비교적 유리하다.

소형화기 중심 사격장의 경우, 대형화기를 포함하더라도 그 영향이 미미할 때는 dB(A)로 통합 평가가 가능하다. 그러나 소음 민감도에 큰 영향을 미칠 수 있으므로 단순 통합은 주의가 필요하며, 화기별 특성에 따른 영향도 분석을 병행할 필요가 있다.

3. 복합 사격장 평가의 한계와 대응 방향

현실적으로 많은 군사 사격장은 소형 및 대형 화기가 혼합 운용되는 복합 사격장 형태를 띠고 있으며, 이는 단일 지표에 기반한 통합 평가에 한계를 가져온다. 대형화기의 경우 단 한발만 사격이 시행되어도 주변에서 체감하는 소음도와 저주파에 의한 소음영향이 크게 증가하기 때문에, dB(A)(혹은 dB(C))만으로 평가

할 경우 주민들의 실제 소음노출도를 과소평가할 우려가 있다.

소음원별 영향 분석 없이 단순히 소음도를 통합할 경우, 결과가 과대 또는 과소하게 평가될 수 있다. 단일 평가단위로는 대형화기의 저주파(충격파) 영향을 충분히 반영하기 어려우므로, dB(A)+L_{AE} (SEL, 소음폭로레벨) 혹은 dB(C)+L_{CE} (SEL, 소음폭로레벨)로 병행 사용하거나, 평가체계를 이중으로 하는 방법이 있다. 이 방법외에 화기별 영향 가중치를 적용한 군사소음영향지수(Military Noise Impact Index, MNII)와 같은 통합지수로 실효성 있는 정책을 수립할 필요가 있다.

V. 결론

기존의 소음 평가체계는 주로 일반 생활환경 또는 교통소음 중심으로 설계되어 있어, 군사 사격장의 특수한 소음 특성을 충분히 반영하지 못하는 한계가 있다. 특히 다양한 화기를 운용하고 비정기적인 훈련으로 인한 복합적 소음 구조는 단일 지표나 단편적 측정 방식으로는 주민에 대한 영향이나 불쾌감을 정확히 예측하기 어렵다.

이러한 문제를 해결하기 위해서는 통합 평가체계의 도입이 필수적이며, 정량적 수치 기반의 예측뿐 아니라 주민 체감도와 정책 수용성을 고려한 포괄적 분석방법이 요구된다.

이러한 포괄적 분석방법중 화기의 단계별 평가시스템 구축의 방법으로 군사소음영향지수(MNII: Military Noise Impact Index) 개발이 필요하며, 이러한 평가지수를 만들기 전에 다음과 같이 단계별 평가체계 구성을 통하여 단일지표에서 복수지표를 분석할수 있는 방안을 선 검토하여야 한다(Table 11).

Table 11. Step-by-step evaluation system

Step		Large Firearm(20mm~)
Step 1	Noise source classification	Hierarchy of noise sources based on firearm caliber, firing frequency, firing direction, training schedule, etc.
Step 2	Parallel measurement of multiple indicators	Measure and analyze various units in parallel, such as Leq, SEL, Lmax, and PK15(met).
Step 3	Applying a prediction model	Quantification of discomfort by applying internationally accepted models such as % Highly Annoyed (%HA), Dose-Response Curve, etc.

Table 12. MNII: Military Noise Impact Index

Classification	Factor
Exponential factor	Sound pressure level, firing frequency, duration, time zone, terrain reflection effect, resident complaint history, etc.
Method of application	Machine learning-based prediction model or weighted summation model can be used
Usage examples	Shooting range environmental impact assessment, damage compensation standards, noise reduction facility priority setting, etc.

또한, 군사 소음 영향지수(MNII: Military Noise Impact Index)는 국내에서 5년동안 진행해온 군사격장 소음영향도 조사의 결과물들과 사격장 주변의 주민들에 대한 조사를 통하여 지수요소를 선정하여 기존 측정값 및 자동소음측정망의 결과물들을 활용하여 가중치 합산모델을 개발할 수 있다.

이러한 영향지수를 이용한 가중치 합산모델을 통하여 군사격장 환경영향평가, 피해보상 기준에 대한 재평가 혹은 사격장별 다원화, 소음 저감시설 우선 순위 설정 등을 할 수 있다(Table 12).

이러한 군사소음영향지수(MNII)를 3D소음 예측프로그램 등과 연계하여 GIS 기반 시각화 시스템으로 통합하면, 공간 정보 기반 소음 영향도 지도 생성이 가능하고 자동소음측정망의 실시간 측정 데이터와 예측모델을 연계하여 실효성 있는 소음 관리 체계를 확보할 수 있다.

체계적 소음관리는 군과 민간의 소음 갈등 완화 및 신뢰 회복 기반을 마련하고, 정량적·과학적 평가 체계 구축을 통한 정책 투명성을 제고하며, 법제화를 통한 지속 가능한 소음관리 체계를 확립할 수 있을 것이다.

다만, 군시설 및 보안장비등으로 인하여 정보수집과 군사소음영향지수와 예측모델 결과등을 제공하거나 공개등이 제한적일 수 있다. 하지만, 현재도 제한적인 공개등을 통하여 군사격장 주변에 대한 소음영향도 조사를 하고 있으므로 조사시 예측모델들을 적용하면 좀 더 체계적이고 실효성 있는 결과를 도출할 수 있을 것이다.

이렇듯, 본 연구는 군 사격장 소음의 특성과 영향을 체계적으로 분석하고, 국제적 사례 비교를 통해 통합평가 방법론을 제시했다는 점에서 의의가 있다. 특히 소형화기와 대형화기의 특성을 고려한 복합적 평가 체계와 MNII 개념은 향후 군사 소음관리 정책 수립에 실

질적인 도움이 될 것으로 기대한다.

향후 연구에서는 실제 사격장 소음 데이터를 기반으로 한 MNII 모델의 검증과 보완, 그리고 자동소음측정망과 연계한 실시간 소음 관리 시스템 구축에 관한 연구가 필요하며 군사 소음의 특성을 고려한 정책적·제도적 개선 방안에 관한 연구도 지속해서 이루어져야 할 것이다.

References

- Galloway, W. J., 1981, Assessment of Community Response to High-Energy Impulsive Sounds, Report of Working Group 84, CHABA(Committee on Hearing, Bioacoustics, and Biomechanics)
- Desamaulds, V., Monay, G., Favarger, D., Shooting noise regulation review of various national practices. Proceedings of the Internoise 98. Christchurch, New Zealand, November 1998.
- NATO. 2000. The effects of noise from weapons and sonic booms, and the impact on humans, wildlife, domestic animals and structures. Committee on the challenges of modern society, North Atlantic Treaty Organisation(NATO). 136 p. Report 241.
- 강국정, 안상태, 최의중, 홍석균. (2009). 총포 사격시 발생하는 충격소음에 대한 연구 동향. 한국소음진동공학회 학회지, 제19권, 제2호, 4-8
- Kang, K. J., Ahn, S. T., Choi, U. J., & Hong, S. K.(2009). Research trends on impact noise generated by gun shooting. Journal of the Korean Society for Noise and Vibration Engineering, Vol. 19, No. 2, 4-8.
- Defense Agency for Technology and Quality. (2024).

- 『Military Shooting Range Noise Impact Analysis Report』. Defense Agency for Technology and Quality.
National Institute of Environmental Research. (2022). 『Study on Living Noise Evaluation Standards』. Incheon: National Institute of Environmental Research.
- Ministry of Defense, Japan. (2021). 『Study on the Impact of Noise and Countermeasures Around Shooting Ranges』. Tokyo: Ministry of Defense, Japan.
- World Health Organization(WHO). (2018). Environmental Noise Guidelines for the European Region. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe.
- U.S. Department of Defense. (2015). MIL-STD-1474E: Noise Limits. Washington, D.C.: U.S. Government Printing Office.
- Ministry of National Defense (2020). Military Airfield and Shooting Range Noise Impact Assessment Guidelines.
- Ministry of National Defense (2020). Law on Prevention of Noise and Compensation for Damages from Military Airfields and Military Shooting Range.