

## 건설소음으로 인한 인체 및 가축피해 상관관계

은 회 준

(한국표준과학연구원)

### 1. 서 론

환경으로 인한 피해 중에서 소음으로 인한 피해는 상당히 직접적이고 가시적이어서 1991년부터 1997년 2월 사이에 중앙환경분쟁조정위원회에 접수된 122건의 민원중 77건이 소음·진동 관련 민원이라는 통계가 있다. 그럼에도 불구하고 소음과 피해 사이의 인과관계가 과학적으로 규명되어 있지 않아서 이들 민원을 효율적이고 객관적으로 처리하기 위한 기준의 설정이 대단히 힘들다. 무엇보다도 피해의 종류별로 그 피해를 유발시키는 소음의 한계치를 설정하는 것이 중요하다. 그러나 이를 위해서는 장기적이고 광범위한 조사 연구가 선행되어야 한다. 비록 이러한 노력의 결과로 필요한 자료와 정보가 확보 되더라도 이를 근거로 소음피해 한계치를 설정하는 것은 대단히 주의와 숙고를 요구할 것이다. 물론 그 이유는 이 한계치가 재산상의 피해와 그 보상액을 결정하는 기본 척도가 되기 때문이다.

본 논문에서는 소음으로 인한 인과관계 규명에 있어서 객관적인 취급이 가능한 요소들을 중심으로 인체피해와 가축피해의 피해량 산정 기준을 도출하고자 한다. 소음에 의한 인체 영향에 대해서는 이미 알려진 자료들이 많기 때문에 이를 바탕으로 인체 피해량을 객관적으로 정량화 하도록 시도하였다. 그러나 가축피해에 대해서는 국내의를 막론하고 이를 객관적으로 정량화 할 수 있는 이론적 및 실험적 연구자료가 빈약하기 때문에 국내 분쟁발생 현장에 대한 조사연구 결과를 바탕으로 피해량 산정기준을 제시하고자 한다. 이 방법의 타당성과 객관성은 시간이 흐르면서 궁극적으로 스스로 증명되도록 해야 할 것이며, 현재로서는 이 방법의 예상되는 문제점을 운용과정에서 최소화하도록 노력해야 할 것이다. 즉 인체는 가축이든 소음에 의한 피해산정에 있어서 본 논문에서 제시하는 방안은 총체적 접근 노력의 한 부분으로 간주되어야 하며, 본 논문에서 구체적으로 다룰 수 없는 많은 요소들이 함께 고려되어야 함을 강조한다.

### 2. 건설공사 소음특성





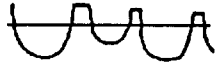
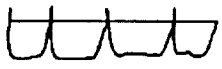

#### 2.1 건설 공사장의 소음 특성

건설 공사장 소음은 교통소음과 공장소음 등과는 달리 다음과 같은 특성을 가지고 있다.

- 건설소음은 건설공사 기간에만 발생하는 것으로서 다른 소음과 같이 영속적인 것은 아니다.
- 공사 종류에 따라 사용되는 기계가 다르기 때문에 소음도와 스펙트럼이 매우 다양하게 변한다.
- 공사의 안전 측면에서 사용 공법 및 기계의 제약을 받으며, 기계의 조작방법에 따라 소음 발생의 차이가 난다.
- 건설공사는 보통 주간에 행해지지만 도로 보수공사 등의 일부 공사는 야간에 이루어진다.
- 현장 부지 내를 이동하는 소음원과 덤프 트럭처럼 공사현장을 출입하는 소음원이 있으며, 현장을 출입하는 차량의 경우 소음의 영향권을 더욱 넓히는 경향이 있다.
- 건설공사는 소음 이외에도 진동, 분진, 폐수, 지반침하 등의 문제점을 수반한다.

건설 공사장 기계는 그 종류가 다양할 뿐만 아니라 동일한 기계라도 그 사용 목적 및 운전 조건에 따라 상이하며, 공사 현장의 주변 상황이나 압소음, 바람, 온도, 습도, 지형, 장애물 등에 따라 크게 영향을 받게 된다. 따라서 건설소음의 발생 형태를 살펴보면 일반적으로 그 시간 특성에 따라 크게 정상음, 변동음, 간헐음, 충격음, 분리 충격음 및 준정상 충격음 등으로 분류할 수 있다. 건설기계의 주요 작업소음을 상기의 분류 방식에 따라 구분하면 표 1과 같다.

표 1. 주요 건설기계의 소음 특성

소음의 분류		소음변동 특성	건설기계의 종류	특성
정상소음			콘크리트 절단기 공기압축기 발동발전기 아스팔트 피니셔	레벨변동이 적고 대부분 일정한 소음
변동소음			굴삭기, 불도우저, 트랙터셔블, 유압셔블, 로우더 로울러, 그레이더, 압쇄기	레벨이 불규칙하고 연속적으로 일정한 범위로 하며 발생하는 소음
충격소음	연속성		진동항타항발기, 착암기, 브레이커, 램마, 콤팩터, 드릴마스터(공압식)	계속시간이 극히 짧은 소음
	반복성		항타기(유압식, 디젤식, 드롭식)	
간헐소음			콘크리트 브레이커 항타기	간헐적으로 발생하고 계속시간이 수초 이상의 소음
분리충격소음			디젤파일해머 포장판파쇄기 램마	발생하는 소음이 각각 독립적으로 분리되어 있는 충격소음
준정상 충격소음			진동파일드라이버	대부분 일정한 레벨의 소음이 각각 극히 짧은 시간 간격에 되풀이 하여 발생하는 충격 소음

건설기계의 소음도를 공사 종류별로 나누어 살펴보면 다음과 같다.

1) 정지공사

정지공사에 사용되는 시공 기계는 불도우저, 트럭쇼벨, 백호우, 파워쇼벨, 크랩셀, 덤프트럭 등이다. 이들 기계의 발생소음은 엔진의 가동음이 주 소음원이며, 소음레벨도 엔진 부하의 변동에 의해서 크게 변화한다. 또 동일 기종, 같은 용량일지라도 제작회사에 따라 소음레벨의 차이가 발생한다. 그러나 이 차이는 작업시의 부하 변동에 따른 레벨 변동에 비해서는 무시할 수 있다. 정지공사에 사용되는 주요 장비별 소음 특성은 표 2와 같다.

표 2. 정지 공사용 기계의 소음도

기계명	가동조건	동력(HP)	소음도 (dB(A))			
			7 m		15 m	
			범 위	평 균	범 위	평 균
굴삭기	작업중	75 ≤ HP < 140	82/87	84	75/82	78
		140 ≤ HP < 210	81/87	84	75/79	77
		210 ≤ HP	84/94	88	77/85	82
	High Idle	75 < HP	72/77	75	65/71	69
		75 ≤ HP < 140	75/88	82	69/82	75
		140 ≤ HP < 210	73/86	79	66/78	73
210 ≤ HP	84/86	86	79/81	80		
	작업중	210 ≤ HP < 350	84/85	85	78	78
		350 ≤ HP	85/88	87	76/83	80
불도우저	High Idle	140 > HP	81	81	75/79	77
		210 ≤ HP < 350	80/84	82	73/78	75
		350 ≤ HP	81/84	83	74/79	77
로우더	High Idle	75 < HP	-	76	-	71
		140 ≤ HP < 210	86/92	90	77/82	81
		210 ≤ HP	88/91	89	80/82	81
그레이더	High Idle	140 > HP	-	79	-	71
		210 ≤ HP < 250	78/90	86	69/82	78
		250 ≤ HP < 300	79/87	83	72/81	76
로드롤러 타이어롤러 탐핑롤러 진동롤러 진동롤러	작업중	-	74/86	79	67/77	72
	작업중	-	74/78	76	68/69	69
	작업중	-	81/90	87	77/84	81
	작업중	-	81/86	84	74/81	76
	High Idle	-	76/82	79	69/78	73

2) 기초공사 (말뚝박기, 흙막이 등)

건설공사 소음으로 인한 민원 발생율은 디젤 헤머, 드롭 헤머 등에 의한 기초 콘크리트 말뚝박기, 강관 말뚝박기 및 시트 파일박기 등과 같은 타격에 의한 작업이 가장 크게 나타났으며, 건설장비 중에서 가장 시끄럽다고 느껴지는 기계로는 항타기, 착암기, 브레이크 순으로 조사된 사례가 있다.

표 3. 기초 공사용 기계의 소음도 (측정거리 : 30 m)

기	계	명	소 음 도 (dB(A))			
디	젤	해	머	90 ~ 103		
드	롭	해	머	88 ~ 98		
어	스	오	거	75 ~ 83		
어	스	드	릴	72 ~ 82		
진	동	식	항	타	74 ~ 80	
베	노	트	보	링	머	78 ~ 83
드	릴	마	스	터	51	

공사 종류별 소음에는 이상 논술한 것 이외에 철골공사, 콘크리트 공사 등과, 공사장에서 사용되는 압축기와 발전기 등 동력기계의 소음이 있으나 지면상 자세한 내용을 생략한다.

2.2 발파소음 특성

발파소음의 크기는 사용되는 화약의 종류와 양, 발파공내 장약의 위치, 최소 저항선, 전색상태, 지발 발파시의 지연시차, 풍향 및 풍속, 온도 등의 기상조건, 발파위치와 측정위치 사이의 지형 등 많은 변수들의 영향에 의해서 결정된다. 그림 1은 미국 광무국에서 환산거리에 따른 발파소음의 측정결과를 나타낸 것으로서, 대부분의 발파소음은 이 그림의 두 개의 직선으로 주어진 상한선과 하한선 내에 존재함을 볼 수 있다.

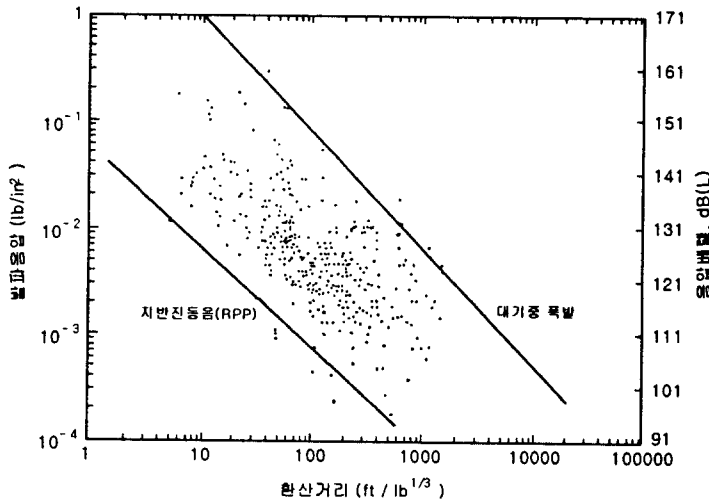


그림 1. 환산거리에 따른 발파소음의 측정자료 (미국 광무국)

### 3. 소음피해 인과관계 및 사례

#### 3.1 인체에 대한 소음피해 (김재수, 건설공사장 소음진동 저감방안 세미나에서 인용, 소음진동공학회 주최)

건설 현장은 하루종일 각종 소음으로 인한 열악한 소음환경에 노출되어 있다고 볼 수 있다. 특히 특정 시간대에 발생하는 소음은 작업의욕 감퇴 및 대화 등을 방해하고 있다. 작업자들이 어느 시간대가 가장 시끄럽게 느껴지는지를 조사 분석한 결과는 그림 3과 같다.

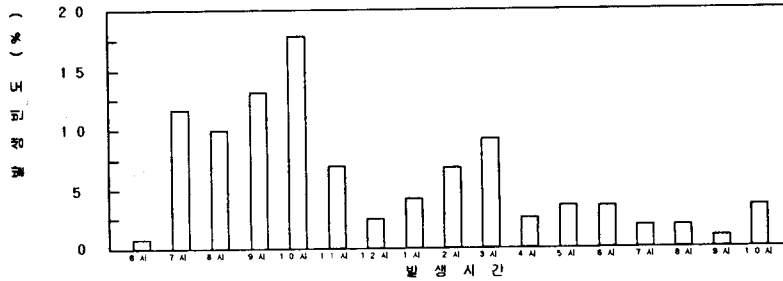


그림 2. 소음 발생 시간대에 따른 영향

그림에서 보면 건설기계 소음으로 인해 시끄럽다고 느껴지는 피해 시간대는 주로 아침 7시부터 10시 까지이며, 이 시간대가 전체의 54.1%를 차지하고 있다. 오전 시간대가 시끄럽다고 느끼는 것은 대부분의 건설기계들이 작업을 시작하는 오전 7시부터 작업준비를 위해 건설기계들을 공회전 시킨다거나 공사 진입시 발생하는 기계소음 때문으로 파악된다. 따라서 하루 중 이 시간대가 건설현장에 근무하는 작업자나 인근지역 주민들에게 가장 많은 피해를 줄 것으로 생각된다.

건설소음이 대화, 업무, 휴식, 집중력, 수면 등 일상적 생활활동에 미치는 영향에 관한 조사 결과는 그림 4와 같다. 그림에 나타난 바와 같이 건설소음으로 인해 가장 크게 방해를 받는 것은 집중력 방해 (64.6%)이며, 다음으로 휴식방해(56.5%)와 수면방해(54%), 대화방해(44%), 업무방해(31.5%)순으로 나타났다. 이 중 집중력 방해는 작업자들의 작업능력을 크게 저하시킬 수 있는 요인이며, 안전사고나 기타 다른 산업재해에 직접적으로 영향을 미칠 수 있기 때문에 이에 대한 세심한 배려가 요구된다고 할 수 있다.

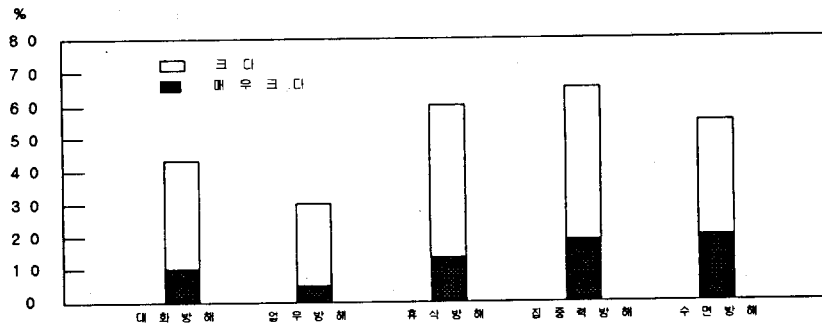


그림 3. 건설소음이 일상생활에 미치는 영향

건설기계는 건설현장의 특성과 공사 및 작업 종류에 따라 매우 다양하지만 그 사용빈도와 범위를 고려해 보면 약 17개 정도로 압축시킬 수 있다. 17개 건설기계 중에서 어느 기계가 가장 시끄러운지를 조사 분석한 결과는 그림 5와 같다. 가장 시끄럽다고 느끼는 건설기계는 향타기(66.7 %)이며, 다음으로 착암기(12 %), 브레이커(8.7 %)순으로 나타났다. 이와 같은 결과는 사용 빈도수보다도 소음레벨이 클수록 시끄럽게 느낀다는 것을 나타내고 있다.

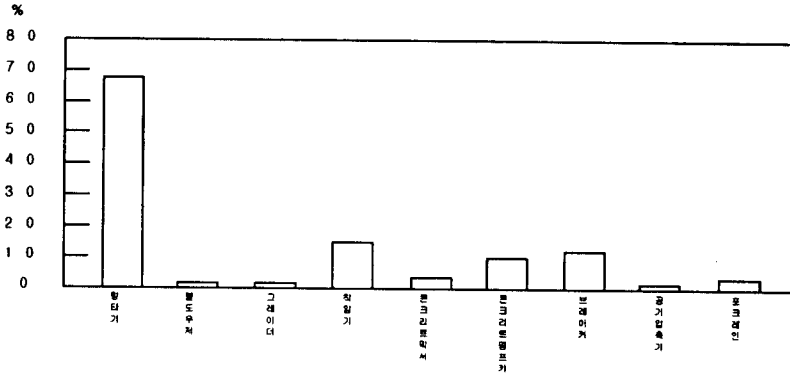


그림 4. 가장 시끄럽다고 생각되는 건설기계

### 3.2 가축에 대한 소음피해

가축이 과도한 소음과 진동에 노출되면 심장 박동수와 호흡수의 변화, 부신피질 호르몬의 분비가 많아지고 말초신경이 축소되어 배란회수가 줄어들며, 심각한 경우에는 가축이 폐사되거나 유·사산, 기립부전 및 성장이 지연된다고 알려져 있다. 소음·진동 수준에 따른 가축의 피해유발 정도는 지반·지질 상태, 입지여건, 평상시 생활소음·진동도, 축종, 사양관리 형태, 축군 및 개체별 건강상태, 소음·진동 반복주기, 노출시간, 주·야간, 조·석별, 기상상태, 피해유발 물체의 가시(可視)여부 등에 따라 현저한 차이가 있다. 그러나 가축피해 기준을 설정하기 위해서는 다양한 요인별 응답특성을 얻을 수 있는 환경 및 입지여건을 완비하고 장기간에 걸친 반복연구가 필수적일 것이나 이는 현실적으로 어려운 상황이다. 또한 인간과의 의사 교환 능력이 없는 가축을 대상으로 소음에 대한 심리반응 테스트등 기본적인 기초적인 연구를 수행할 수도 없다. 이처럼 이론적 및 실험적 근거가 미비한 상태에서 소음에 대한 가축의 피해를 정량적으로 규명하기 위한 한 방안으로서 소음피해 사례에 대한 조사 연구를 활용하는 것이다. 이들 조사 자료 사이에 일정 수준 이상의 상관성을 갖는 지속적인 경향이 발견된다면 그 결과의 정당성을 인정해야 할 것이다. 다음 표는 국내 건설 공사에 의한 소음 피해 지역에 대한 장기적인 조사 자료를 통계 분석하여 얻은 결과를 요약한 것이다. 이 표에서 소음도 구간 60~70 dB(A)에서의 피해 발생은 평상시 소음도가 낮은 지역에서 공사가 시작될 때 갑작스러운 충격음 등에 의해서 나타나는 극히 제한적인 경우이며, 일반 소음도가 높은 지역에서는 거의 관찰되지 않음을 강조한다. 이 자료를 실제 피해 현장에 적용할 때는 여러 가지 현장 요인들을 복합적으로 고려해야 하며, 수의·축산 부문 전문가와 소음·진동 전문가가 공동 참여하여 관련된 여러 인자들의 가중치와 우선 순위를 고려하여 실제 피해량을 결정해야 할 것이다.

표 4. 소음에 의한 축종별 예상 피해 발생율

현황		dB	60~70	70~80	80~90	비 고
젖소	유생산성 저하		10~20%	30%이상	40%이상	
	성장지연		5~10%	10~20%	30%이상	
	유·사산		5~10%	10~20%	30%이상	
	번식효율 저하		5~10%	10~20%	30%이상	
	폐사율 증가		5~10%	5~10%	10~20%	
한우	유·사산		0~ 5%	5~10%	10~20%	
	번식효율 저하		5~10%	10~20%	30%이상	
	성장지연		5~10%	10~20%	30%이상	
	폐사율 증가		0~ 5%	5~10%	10~20%	
돼지	유·사산		5~10%	10~20%	30%이상	
	자돈압사, 폐사		5~10%	10~20%	30%이상	
	산자수 감소		5~10%	10~20%	30%이상	
	번식효율 저하		5~10%	10~20%	30%이상	
	성장지연		5~10%	10~20%	30%이상	
	모든 폐사		-	5~10%	10~20%	
닭	산란율 저하		5~10%	10~20%	30%이상	기리기, 평 등 야생조 류는 닭보 다 피해율 이 높음
	이상란율 증가		5~10%	10~20%	30%이상	
	수정란율 저하		5~10%	10~20%	30%이상	
	폐사율 증가		5~10%	10~20%	30%이상	
	성장지연		5~10%	10~20%	30%이상	
개	유·사산		0~ 5%	5~10%	10~20%	인과요인이 번식계절에 가해질 경 우임
	자견폐사		0~ 5%	5~10%	10~20%	
	번식효율 저하		0~ 5%	5~10%	10~20%	
	성장지연		5~10%	10~20%	30%이상	
	산자수 감소		0~ 5%	5~10%	10~20%	

## 4. 소음에 의한 피해액 산정

### 4.1 소음에 의한 인체 피해 산정기준

소음에 대한 정신적, 심리적 피해를 정량화 하는 것은 현실적으로 불가능하다. 이처럼 소음 피해 보상에서 기준이 되는 정신적 및 신체적 피해량 산정이 어려운 상황에서 그 대안으로 생각할 수 있는 것이 소음 피해의 원인을 피해 산정의 기준으로 하는 것이다. 이는 원인이 있으면 피해가 있으리라는 일반적인 인과원칙을 바탕으로 한 것으로서, 이제까지 국내에서 있었던 대부분의 소음 피해 보상 판례가 이 같은 원리를 근거로 하고 있음에 주목해야 할 것이다.

소음 피해량 결정에서 고려해야 할 기본요소는 다음과 같다.

- 소음 초과량 : 대상소음도와 기준소음도의 차이
- 피해소음의 지속시간

소음초과량은 1일 소음 발생량을 기준으로 하며, 따라서 대상소음이 하루 이상 지속되는 건설공사의 경우에 그 기간효과를 소음 피해량 산정에 반영하는 방안이 요구된다. 여기서 도출하고자 하는 방안은 기본적으로 다음의 두 가지 양을 동시에 반영하는 식을 개발하는 것이다.

- 1일 소음 발생량 (단위 : dB)
- 소음 발생시간 (단위 : 시간)

ISO등 국제기준에 따르면 소음 지속시간이 3배 증가하면 인간이 느끼는 소음 불쾌도는 본래의 소음도보다 5 dB 높은 소음에 대응한다고 되어 있다. 이 기준은 비교적 단기간 발생하는 소음에 대한 조사연구를 바탕으로 하고 있기 때문에 수 개월씩 걸리는 장기 공사현장 등에 그대로 적용할 수 있는가에 대해서는 의문이 있을 수 있다. 그러나 인간의 소음에 대한 반응에는 습관성이라는 특성이 있어서 장기 소음인 경우에 오히려 익숙해져서 별다른 불편을 느끼지 않는 경향이 있다. 즉 문제가 되는 대상소음이 배경소음처럼 되는 것이다. 예컨대 철로변의 주민들이 열차소음을 배경소음으로 간주하여 생활에 별다른 불편을 느끼지 않는 사례가 종종 있다. 이러한 고려를 바탕으로 여기서는 앞서 설명한 ISO 기준을 소음방생 기간에 관계없이 그대로 연장 적용하기로 한다.

소음 발생시간에 대한 ISO 기준을 그림으로 나타내면 다음과 같다.

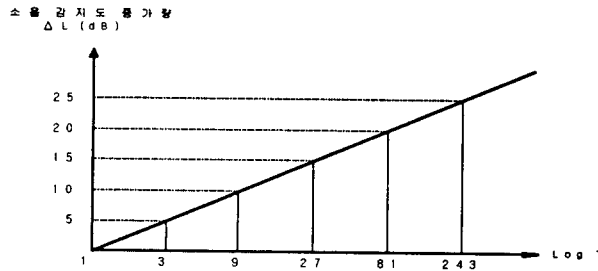


그림 5. 소음 발생시간에 따른 소음 감지도 증가량

이 그림의 직선을 식으로 나타내면 다음과 같다.

$$\Delta L = \frac{5}{\log 3} \times \log T \quad [dB] \quad (1)$$

본래의 소음도를  $L$ 이라고 할 때 상기 방법에 의해서 시간 보정된 소음도  $L_a$ 를 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$L_a = L + \Delta L \quad [dB] \quad (2)$$

소음피해 정도를 결정하는 일차적 척도는 식(2)로 주어지는 시간 보정 소음도  $L_a$ 와  $L_r$ 의 차이이다. 여



기서 소음의 차이라 함은 소음에 수반되는 에너지의 차이를 의미하며, 이를 식으로 표시하면 다음과 같다.

$$\frac{\Delta I}{I_0} = 10^{\frac{L_a}{10}} - 10^{\frac{L_r}{10}} \quad (3)$$

여기서  $L_r$ 은 기준소음도이다. 소음에 대한 사람 귀의 감지도는 소음에너지의 log 스케일에 의해 변한다는 일반적 사실을 바탕으로, 소음피해 감지량  $D$ 는 식(3)의 값에 log를 취한 값으로 정의한다. 이때 기준 소음도  $L_r$ 에서 피해량이 0이 되는 것으로 가정한다. 이상의 논술을 종합하여 소음피해량  $D$ 를 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$D \equiv \log\left(\frac{\Delta I}{I_0} + 1\right) = \log\left(10^{\frac{L_a}{10}} - 10^{\frac{L_r}{10}} + 1\right) \quad (4)$$

식(4)로 주어지는 소음 피해량  $D$ 로부터 피해액을 산정하기 위해서는 몇 가지 가정이 필요하다. 즉

- 소음 피해액은 피해량에 선형적으로 비례함
- 이 연구에서 제시하는 방법에 의한 앞으로의 소음 피해액 산정은 과거 소음 피해보 상의 연장선상에서 고려함

첫 번째 가정에 의해서 피해액  $M$ 은 다음과 같이 주어진다.

$$M = aD + b \quad (5)$$

이 식에서 상수  $a$ 와  $b$ 는 두 번째 가정에 의해서 과거의 피해보상 판례로부터 결정한다. 즉  $n$ 개의 판례가 있다고 할 때 각각의 판례에 대한 피해량  $D_i$ 와 피해액  $M_i$ 를 다음 표와 같이 구한다.

판례에 의한 피해량과 피해액

판례	$D_i$	보상액 $M_i$
# 1	$D_1$	$M_1$
# 2	$D_2$	$M_2$
.	.	.
.	.	.
.	.	.
# $n$	$D_n$	$M_n$

이 표로부터 다음과 같이  $n$ 개의 일차식이 결정된다.

$$M_i = aD_i + b, \quad (i = 1, \dots, n) \quad (6)$$

만일 과거의 판례들 사이에 적절한 상관관계가 있다면 식(6)으로 주어지는  $n$ 개의 일차식에 대한 auto-regression 방법에 의해서 두 개의 미지수  $a$ 와  $b$ 를 결정할 수 있다. 만일 이 같은 상관관계가 없다면 분산된 데이터들에 대한 최적 curve fitting에 의해서  $a$ 와  $b$ 를 결정할 수밖에 없다. 그림 6에서 각각의 사례를 나타내는 검은 점들의 분포는 전반적으로 피해량이 증가할 때 피해액도 증가하는 경향을 보이고 있지만 통계적인 상관관계를 찾기는 힘들다. 이 같은 데이터를 대상으로 회귀분석을 하는 것은 큰 의미가 없으며, 따라서 여기서는 육안에 의한 최적 curve fitting을 시도하기로 한다. 그림의 다섯개의 직선들은 이 같은 목적으로 그려진 것으로서 각각 다른 조건을 반영하고 있다. 이들 직선은 모두 피해량 9에서 1인당 보상액 10만원을 가정하고 있다. 직선의 기울기가 클수록 피해량 증가에 따른 보상액 증가가 커짐을 의미한다. 직선의 선택은 앞으로 소음피해자와 가해자의 이해를 고려해서 정책적으로 이루어져야 할 것이다.

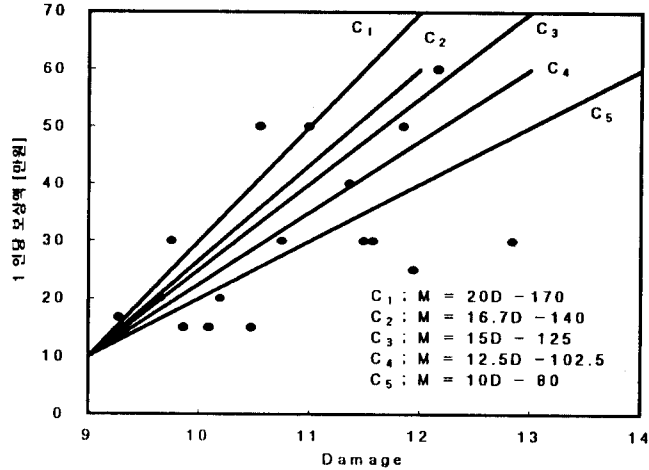


그림 6. 피해보상 사례별 피해량과 피해액

#### 4.2 소음에 의한 가축피해 산정기준

공사 시행자(발주처), 공사 시공자(건설회사), 감독자(감리부서)등이 피해영향권으로 인정하거나, 피해자 측의 명백한 증거 또는 증인 제시가 가능한 피해권역 또는 평가단의 독자적 판단으로 영향권으로 인정되는 대상으로 하여 다음의 사항들을 조사한다.

- 혈액 및 혈액화학적 검사 : CBC, Differential count, Blood chemistry, Steriod H 및 측정 등
- 병리조직학적 검사 : 유·사산 태아 부속물, 폐사체 등의 육안적·조직학적 검사
- 미생물검사 : 내장 및 이상 조직으로부터 미생물의 배양, 분리, 동정에 의한 원인균 분석

피해규모 산정에 필요한 기본자료는 다음과 같다.

- 근거자료참조(수의사 진단서, 소견서, 관련사진, 실물재료, 증인 등)
- 유대증명서, 출하내역서, 약품구입대장, 진료비 및 소정료 영수증, 사료거래내역 등
- 기준자료 : 축협중앙회 축산물 생산비 조사 보고표

이상의 자료를 근거로 하여 다음과 같이 직접 피해와 간접 피해로 나누어 피해 상황을 평가한다.

##### 1) 직접피해

- 유산, 조산, 사산 : 정상분만과 이유후(젖소 : 초유떼기, 한우 : 젖떼기 등) 출하시의 정상가격(자연발생분의 이상산 제외)
- 폐사 : 폐사 당시의 연월령, 산차, 생산능력 등 고려 당시 정상가격(자연발생분 제외)
- 도태 : 도태당시 정상 생산 능력 보유축 가격과 도태 가격과의 차(자연발생분 제외)
- 번식장애 : 치료비용, 공태기 연장에 의한 소득감소분(자축손실, 유대감소 등, 자연발생분 제외)

##### 2) 간접피해

- 소 : 성장지연, 유량감소, 유질저하, 육질저하, 치료비증액 등

- 돼지 : 산자수 감소, 이유자돈수 감소, 출하돈수 감소, 출하일령 증가
- 닭 : 성장지연, 산란율 감소, 이상란율 증가, 약품비 증가 등

3) 기타 피해

피해배상 청구활동비, 경영정상화 소요경비(최소 간접경비)등

이상의 절차를 거쳐 피해지역의 현황과 피해 규모가 결정되면 이를 근거로 다음의 표의 공식에 의해서 축종, 피해 내용별 피해액을 산정한다. 이 공식이 필요한 각종 피해 발생률(성장 지연율, 폐사률등)은 현장에서 확인된 소음도를 기준으로 결정한다.

표 5. 축종별 예상 피해액 산정식

현황		예상 피해액 산정식
젖소	유량감소	평균유대(기남유실적 평균치)×생산성 저하분×공기/12
	성장지연	분유떼기 육성우가격×육성우두수×성장지연율×공기/12
	유사산	초유떼기 송아지가격×성우두수×유·사산 발생율×공기/12
	모체도태	(초산우가격-노산우가격)×성우두수×유·사산 발생율×공기/12
	폐사	분유떼기 육성우 가격×육성우두수×폐사율×공기/12
한우	유·사산	젖떼기 가격×성우두수×유·사산 발생율×공기/12
	번식효율	젖떼기 가격×성우두수×번식효율 저하율×공기/12
	성장지연	중소가격×육성우두수×성장지연율×공기/12
	폐사율 증가	중소가격×사육두수×폐사율×공기/12
돼지	유·사산	모돈수×10두(평균산자수)×유·사산율×자돈가×공기/12
	자돈압사, 폐사	모돈수×10두×압사, 폐사율 자돈가×공기/12
	산자수 감소	모돈수×10두×산자수 감소율×자돈가×공기/12
	번식효율 저하	모돈수×10두×번식효율 감소율×자돈가×공기/12
	성장지연	모돈수×10두×성장지연율×규격돈가×공기/12
	모돈폐사	모돈수×폐사율×모돈가×공기/12
닭	산란율 저하	정상 산란수×산란 저하율×(중)난가×공기/12
	이상란율 증가	정상 산란수×이상란율 증가율×(중)난가×공기/12
	수정란율 저하	정상 산란수×수정율 저하×중란가×공기/12
	폐사율 증가	사육두수×폐사율×중추가(중계, 육계)×공기/12
	성장지연	사육두수×성장 지연율×중추가(중계, 육계)×공기/12
개	유·사산	모견수×유·사산율×평균 산자수×자견가×공기/12
	자견폐사	자견수×폐사율×자견가×공기/12
	번식효율 저하	모견수× 번식저하율×평균 산자수×자견가×공기/12
	성장지연	사육두수×성장지연율×자견가×공기/12
	산자수 감소	모견수×평균 산자수×자감소율×자견가×공기/12

## 5. 결론

본 논문에서 추구하는 내용과 목표는 현실적인 필요성에도 불구하고 그의 과학적이고 객관적인 규명을 위한 연구가 미진했던 것이 사실이다. 가장 큰 이유는 비교적 단기간에 할 수 있는 소음의 각종 물리적 특성에 대한 연구와는 달리 소음과 생명체(인체 및 동물)사이의 관계에 대한 연구는 장기간 노력이 필요하기 때문이다. 이러한 의미에서 이 논문은 이 분야에 대한 국내의 연구노력에서 중요한 시발점이 되고 있다고 믿는다. 무엇보다도 소음에 의한 인체피해와 가축피해의 인과관계를 규명하여 피해량 산출의 근거를 마련한 것은 큰 의미가 있다고 생각한다. 물론 이들 결과는 현재로서는 객관적 처리가 가능한 요소들만을 바탕으로 하고 있고 앞으로 계속 보완되어야 할 여지는 있지만, 현장 조사에 따른 여러 가지 사회적 혹은 인간적 요소들이 적절히 반영되어 종합적으로 고려될 때 소음 피해분쟁 해결에 만족할 수준의 체계성과 일관성을 유지할 수 있으리라고 기대한다.

## 참 고 문 헌

1. 국립환경연구원, "사업장 소음의 방지대책에 관한 연구(I)", NIER No. 92-05-333 (1992)
2. 한국도로공사, "건설공사장 소음진동 방지시설 설계기법에 관한 연구", 최종연구보고서 (1996)
3. 황철호, 정성수, 조문재, 이두희, 서재갑, "철도소음의 예측기술 개발", 과학기술처, KRISS-96-142-IR (1996)
4. 중앙환경분쟁조정위원회, "환경오염피해분쟁 조정사례집", 정부간행물등록번호 96-17-5-68 (1996)
5. 도로 건설소음이 돼지의 생산생리에 미치는 영향과 양돈 경영 손실액 평가에 관한 연구, 상지대 농업자원개발연구소 (1996)
6. 김재수, 장창훈, 양형식, 조창근, 최석주, "건설공사장 소음·진동 저감방안 세미나집", 한국소음진동공학회 (1997)
7. Bond, J. and Winchester, C. F., "Effects of Loud sound on the physiology and behavior of swine", Tech. Bulletin No. 1280, USDA (1963)
8. Rylander, R. and Sorensen, S., "Sonic boom exposure effects-A field study on human and animals", J. of Sound and Vibration, Vol. 33, No. 4 (1974)
9. James, M. M. and Stanley, E. C., "Multiple concurrent stressors in chicks", Poultry Science 68 (1989)

저자 주 : 본 논문은 한국소음진동공학회가 중앙환경분쟁조정위원회로부터 의뢰 받아 1997년에 수행한 연구보고서에서 요약 발췌한 것임.