

환경영향평가서 내 위생공중보건 항목 작성을 위한
건강영향 항목의 평가 매뉴얼
- 협의기관용 -

2013. 12



환 경 부
환경보건정책관실

차례

제1장 건강영향평가의 개요

- 1. 건강영향평가의 정의 1
- 2. 건강영향평가제도의 필요성 1
- 3. 건강영향평가의 목적 및 기능 1
 - 가. 건강영향평가의 목적 1
 - 나. 건강영향평가의 기능 2
- 4. 건강영향평가의 원칙 2
- 5. 건강결정요인(Health Determinants) 3

제2장 건강영향평가제도의 시행방안

- 1. 건강영향평가제도 시행 근거 7
- 2. 건강영향평가 대상사업 7
- 3. 건강영향평가 협의 절차 8
- 4. 건강영향평가 절차 9
- 5. 협의업무 처리절차 10

제3장 건강결정요인별 평가기법

- 1. 건강결정요인별 평가기법 14
 - 가. 대기질 14
 - 나. 악취 26

- 다. 수질 28
- 라. 소음·진동 29

제4장 대상사업별 평가물질 및 배출량 산정

- 1. 대상사업별 건강영향 추가평가물질, 건강평가 자료 및 배출량 산정 34
 - 가. 산업단지 34
 - 나. 화력발전소 36
 - 다. 매립장 38
 - 라. 소각장 39
 - 마. 분뇨처리시설·가축분뇨(공공)처리시설 43
 - 바. 수질분야 건강영향 추가평가물질 49

제5장 협의 시 주요 검토내용

- 1. 협의 시 주요 검토내용 60

【 표 차례 】

표 1. 건강결정요인	3
표 2. 건강영향평가 대상사업	7
표 3. 건강결정요인별 정량적 평가기법 총괄	14
표 4. 비발암성 물질 톨루엔의 위해도 지수(예시)	15
표 5. 대기확산모델 K-SCREEN 실행결과 예측된 노출평가 결과(예시)	18
표 6. 위해성 평가 결과(예시)	19
표 7. ○○광역시 위생매립장 주변지역 노출변수(예시)	21
표 8. 2010년과 2051년 벤젠의 인체노출량과 발암위해도(○○마을)(예시)	21
표 9. 건강영향 추가 평가 물질 - 산업단지	23
표 10. 건강영향 추가 평가 물질 - 석유정제시설(산업단지의 한 업종)	23
표 11. 건강영향 추가 평가 물질 - 화력발전소	24
표 12. 건강영향 추가 평가 물질 - 소각장	24
표 13. 건강영향 추가 평가 물질 - 매립장	25
표 14. 건강영향 추가 평가 물질 - 분뇨 및 가축분뇨(공공)처리시설	25
표 15. 건강영향평가 대상사업별 추가 평가 대상물질	26
표 16. 인간환경에 대한 인체영향인자와 환경소음 권장치	31
표 17. 산업단지 비발암성 물질 6종의 건강평가자료	35
표 18. 산업단지 발암성 물질 7종의 건강평가자료	35
표 19. 석유정제·저장 공장 추가물질 5종	36
표 20. 화력발전소에서 배출되는 미량금속 배출계수(석탄: 유연탄)	37

표 21. 화력발전소에서 배출되는 미량금속 배출계수(석유: 경유)	37
표 22. 매립장 비발암성 물질 3종	38
표 23. 매립장 발암성 물질 6종	38
표 24. 생활폐기물 소각시설(스토커소각로)의 배출시설별 악취의 배출계수	39
표 25. 생활폐기물 스토커 소각로 연돌에서의 중금속 배출계수	40
표 26. 지정폐기물 소각시설(스토커소각로) 연돌에서의 오염물질 배출계수	41
표 27. 악취물질	42
표 28. 비발암성 물질	42
표 29. 발암성 물질	42
표 30. 분뇨처리시설·가축분뇨(공공)처리시설 악취물질 4종	43
표 31. 분뇨처리시설 배출악취물질의 건강영향, 국내외 권고기준, 발암성, 배출계수	44
표 32. 건강영향 추가평가물질의 기준	49
표 33. 16개 수질유해물질 배출량 원단위 (kg/일·업체수)	50
표 34. 주요 검토내용	60

Ⅰ 그림 차례 Ⅰ

그림 1. 건강영향평가 협의 절차 8

그림 2. 건강영향평가 절차 9

용어 정리

- 편람에서 사용되고 있는 용어들의 정의는 아래와 같음
- 건강영향평가(Health Impact Assessment, HIA) : 정책(policy), 계획(plan), 프로그램(program) 및 프로젝트(project)가 인체 건강에 미치는 영향과 그 분포를 파악하는 도구, 절차, 방법 또는 그 조합
- 건강결정요인(Health Determinant) : 건강의 변화를 나타낼 수 있는 지표로서 개인이나 집단의 건강상태에 영향을 미치는 요인
- 스크리닝 : 당해 사업이 건강영향평가 대상인지를 확인하는 행위
- 스코핑 : 건강영향평가를 위하여 평가 항목, 범위, 방법 등을 결정하는 행위
- 정성적 평가 : 당해 사업의 시행이 야기하는 건강결정요인의 변화를 매트릭스 등을 이용하여 서술적으로 평가하는 행위
- 정량적 평가 : 당해 사업의 시행이 야기하는 건강결정요인의 변화를 위해 도 지수 또는 발암위해도를 이용하여 평가하는 행위
- 위해도 지수 : 비발암성 물질에 대한 위해도 판단 기준
- 호흡노출참고치 : 기대수명 동안 오염물질에 노출되어 흡입하였을 경우에도 위해한 영향이 나타나지 않는 값
- 발암위해도 : 발암물질에 노출됨으로써 인구 집단 내에서 암을 일으킬 가능성
- 호흡단위위해도 : 사람들이 대기 중에서 $1\mu\text{g}/\text{m}^3$ 의 농도로 존재하고 있는 오염물질을 평생 동안 흡입했을 때, 발암 가능성의 상한값
- 발암잠재력 : 어떤 물질에 기대수명 동안 노출되었을 때 증가되는 발암 위해의 상한값
- C-R 함수 : Concentration-Response 함수의 약어로서 오염물질의 농도와 건강 영향과의 관계를 나타낸 것

제1장 건강영향평가의 개요

- 1 건강영향평가의 정의
- 2 건강영향평가제도의 필요성
- 3 건강영향평가의 목적 및 기능
- 4 건강영향평가의 원칙
- 5 건강결정요인

1. 건강영향평가의 정의

- 건강영향평가(Health Impact Assessment, 이하 'HIA'라 함)는 "정책(policy), 계획(plan), 프로그램(program) 및 프로젝트(project)(이하 '4P'라 함)가 인체 건강에 미치는 영향과 그 분포를 파악하는 도구, 절차, 방법 또는 그 조합" 이라고 정의
- 우리나라의 경우는 건강영향평가의 대상이 환경영향평가대상사업 중 일부로 결정되어 있기 때문에 정책, 계획, 프로그램은 미포함

2. 건강영향평가제도의 필요성

- 환경의 질이 건강에 미치는 영향에 대한 대국민적 인식증대
- 환경유해인자로 인해 발생하는 질환간 밀접한 인과관계 지속적 발표
- 환경문제와 국민건강에 미치는 영향을 고려하는 사전예방적 환경보건정책으로의 새로운 패러다임으로의 전환
- 건강영향평가를 수행함으로써 환경유해인자를 사전에 평가
- 건강영향이 예상되는 주민과 계획수립기관/사업자간 직접적인 논의과정을 통해 사업시행으로 인한 건강영향의 불확실성과 미흡한 자료를 보완할 수 있는 제도적 장치를 마련함으로써 위해성소통(Risk Communication)을 가능케 함
- 환경유해인자가 건강에 미치는 영향을 사전에 검토 및 평가하여 사업자로 하여금 적극적인 오염물질 저감대책과 모니터링 계획을 수립하는 데 기여

3. 건강영향평가의 목적 및 기능

가. 건강영향평가의 목적

- 건강영향평가는 대상사업의 시행이 야기하는 건강결정요인의 변화로 인해 특정 인구집단의 건강에 미치는 잠재적 영향을 확인하고 인체건강에 미치는 긍정적인 영향은 최대화하고 부정적 영향과 건강불평등을 최소화하여 사업계획을 조정하거나 대책을 마련하도록 의사결정권자에게 정보를 제공하기 위함

나. 건강영향평가의 기능

- ① 건강영향평가는 환경전문가, 건강전문가, 사업자, 지역주민, 승인기관, 기타 전문가들이 관여하고, 의사결정과정에 공중참여를 용이하게 함
- ② 당해 사업으로 인해 발생할 수 있는 긍정적·부정적 건강영향과 건강 불평등을 확인
- ③ 사업으로 인한 건강영향을 파악하고 어떤 요인이 건강에 영향을 미치는지를 인식하는 데 도움을 주며, 기관들 사이의 협력 개선을 위한 기초를 제공
- ④ 취약집단의 건강상태에 초점을 맞추는데 기여
- ⑤ 건강부문에 대한 숨은 비용¹⁾(hidden cost)를 줄일 수 있음

4. 건강영향평가의 원칙

- ① 건강영향평가는 대상사업의 시행 이전에 실시하는 전향적 평가를 원칙으로 하며 주민에게 알 권리를 보장하고, 정책결정자의 의사결정에 도움을 주기 위해 수행
- ② 대상사업의 시행으로 인해 발생할 것으로 예상되는 긍정적 영향은 최대화하고, 부정적 영향 및 건강상 불평등을 최소화하기 위해 수행
- ③ 건강결정요인의 변화에 기반을 두며, 건강결정요인에는 개인 및 집단의 건강상태에 영향을 미치는 물리적 요인으로 구성
- ④ 합리적이고 과학적인 방법을 통한 정량적, 정성적 분석을 바탕으로 함
- ⑤ 건강영향평가는 다학제적이고 이해관계자의 참여적 접근을 통해 이루어져야 함

¹⁾ 숨은 비용이라 함은 발병 후 그 병을 치유하는 데 소요되는 비용이라고 할 수 있음

5. 건강결정요인(Health Determinants)

- 건강결정요인은 건강의 변화를 나타낼 수 있는 지표로서 개인이나 집단의 건강상태에 영향을 미치는 요인을 말함
- 건강결정요인은 크게 생물학적 요인, 개인적 요인, 물리적 요인, 사회·경제적 요인의 네 가지 범주로 분류²⁾
- 우리나라의 건강영향평가 대상사업의 원활한 시행을 위한 생물학적 요인, 개인적 요인, 사회·경제적 요인들의 변화로 인한 영향을 정량적으로 도출할 수 있는 기법이나 방법 등은 현재 정립되어 있지 않은 실정
- 제도 시행 초기에는 물리적 요인 중 대기, 수질, 소음·진동만 검토(표 1 참조)

표 1. 건강결정요인

건강결정요인 분류	건강결정요인의 예
생물학적 요인	▪ 연령 ▪ 성 ▪ 유전자
개인적 요인	▪ 흡연 ▪ 음주 ▪ 운동 ▪ 음식 섭취 ▪ 개인의 안전 ▪ 여가 활동
물리적 요인	▪ 대기질 ▪ 수질 ▪ 토양 ▪ 폐기물 ▪ 소음 ▪ 진동 ▪ 사고
사회·경제적 요인	▪ 고용 ▪ 수입 ▪ 주거 ▪ 교육(훈련) ▪ 사회적 단절 ▪ 범죄 발생률 ▪ 공공서비스로의 접근성 - 학교, 공원, 의료시설, 레저시설, 교통시설, 경찰서

2) 사업자용편람 부록 1에 전 세계적으로 사용되고 있는 건강결정요인을 수록하였음. 나라마다 약간씩의 차이는 있음

제2장 건강영향평가제도의 시행방안

- 1 건강영향평가제도 시행 근거
- 2 건강영향평가 대상사업
- 3 건강영향평가 협의 절차
- 4 건강영향평가 절차
- 5 협의업무 처리 절차

1. 건강영향평가제도 시행 근거

- 「환경보건법」 제13조(건강영향 항목의 추가·평가 등) 제1항의 규정에 근거하여 건강영향평가 실시
 - ※ 제13조 제1항 : 관계 행정기관의 장이나 환경영향평가 대상사업의 사업계획을 수립하거나 시행하는 사업자는 「환경정책기본법」 제25조에 따른 사전환경성 검토 또는 「환경영향평가법」 제2조제1호에 따른 환경영향평가의 대상이 되는 행정계획 및 개발사업 중 대통령령으로 정하는 행정계획 및 개발사업에 대하여 검토·평가 항목에 환경유해인자³⁾가 국민건강에 미치는 영향을 추가하여 환경부장관이나 지방환경관서의 장에게 검토·평가에 대한 협의를 요청하여야 한다.

2. 건강영향평가 대상사업

- 「환경보건법 시행령안」 제12조(건강영향 항목의 추가·평가 대상)의 규정에 따라 대통령령으로 정하는 행정계획 및 개발사업(이하 “건강영향평가 대상사업”)

표 2. 건강영향평가 대상사업

구분	대상사업의 범위
1. 산업입지 및 산업단지의 조성	(1) 「산업입지 및 개발에 관한 법률」 제2조 제6호에 따른 산업단지 개발사업 중 국가산업단지 또는 일반지방산업단지로서 면적이 15만㎡ 이상인 것 (2) 「산업집적활성화 및 공장설립에 관한 법률」 제2조 제1호에 따른 공장의 설립으로서 조성면적이 15만㎡ 이상인 것. 다만, (1)에 해당하여 협의를 한 공장용지에 공장을 설립하는 경우를 제외한다.
2. 에너지개발	(1) 「전원개발촉진법」 제2조 제2호에 따른 전원개발사업 중 발전소로서 발전시설용량이 1만kW 이상인 화력발전소 (2) 「전기사업법」 제2조 제14호에 따른 전기사업 중 발전소로서 발전시설용량이 1만kW 이상인 화력발전소
3. 폐기물처리시설, 분뇨처리시설 및 축산폐수공공처리시설의 설치	(1) 「폐기물관리법」 제2조 제7호에 따른 폐기물처리시설 중 다음의 어느 하나의 시설의 설치사업 (가) 최종처리시설 중 매립시설로 폐기물매립시설의 조성면적이 30만㎡ 이상 또는 매립용적이 330만㎡ 이상인 것 (나) 최종처리시설 중 매립시설로서 지정폐기물 처리시설의 조성면적이 5만㎡ 이상 또는 매립용적이 25만㎡ 이상인 것 (다) 중간처리시설 중 소각시설로서 처리능력이 1일 100톤 이상인 것 (2) 「가축분뇨의 이용 및 관리에 관한 법률」 제2조 제8호 또는 제9호에 따른 처리시설 또는 공공처리시설의 설치로서 처리용량이 1일 100㎥ 이상인 설치사업. 다만, 「하수도법」 제2조 제9호에 따른 공공하수처리시설로 분뇨 또는 축산폐수를 유입시켜 처리하는 시설은 제외한다.

3) 환경유해인자는 「환경정책기본법」 제3조제4호에 따른 환경오염과 「유해화학물질 관리법」 제2조제8호에 따른 유해화학물질을 말함. 사업자용편람 부록 2 참조.

3. 건강영향평가 협의 절차

- 건강영향평가제도는 기존 환경영향평가 틀 내에서 운용되므로 기존의 평가 협의 절차를 큰 변화 없이 준용. 특히 평가서작성계획서심의위원회(스코핑 위원회)에 건강영향평가 또는 보건 전문가와 환경보건정책 담당자가 참여할 수 있도록 하여야 함. 건강영향평가 내용 검토는 한국환경정책·평가연구원(KEI)과 환경부장관이 협의권자인 경우는 환경부 환경보건정책과가 수행함. 지방청장이 협의권자인 경우는 유역청(또는 지방청) 환경평가과에서는 KEI와 (지역)환경보건전문가 풀(pool)을 이용하여 내용을 검토하도록 할 수 있음

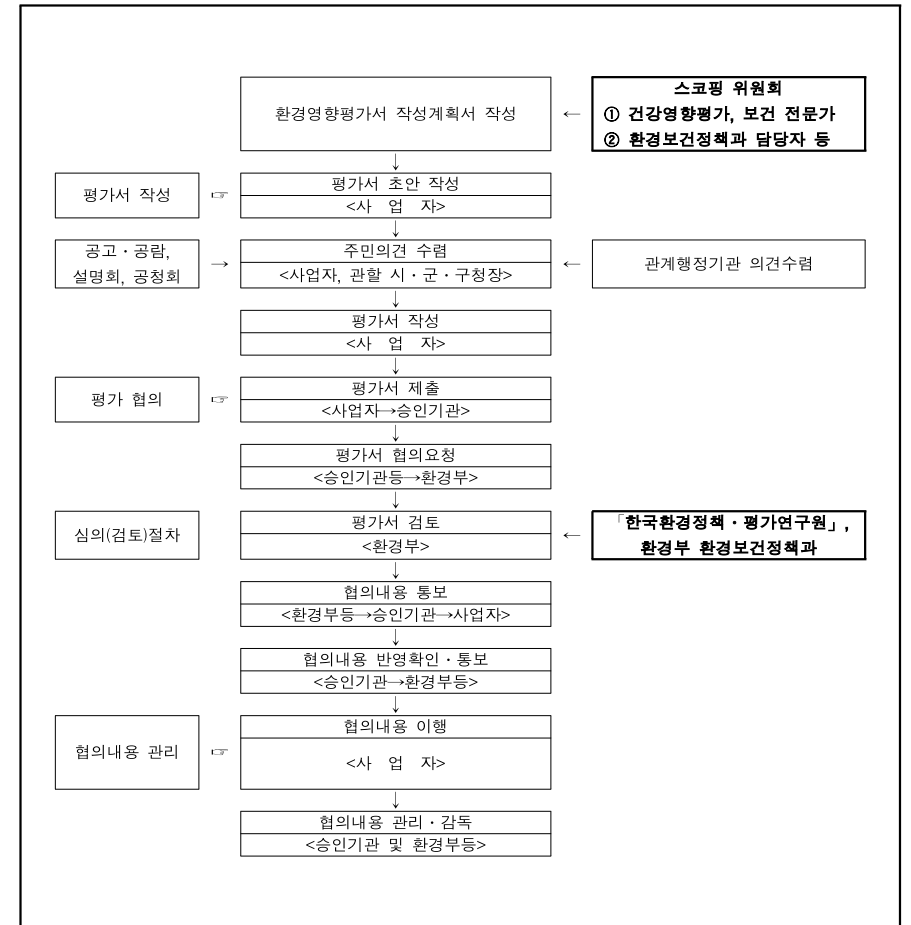


그림 1. 건강영향평가 협의 절차

4. 건강영향평가 절차

○ 건강영향평가 절차는 그림 2와 같음⁴⁾

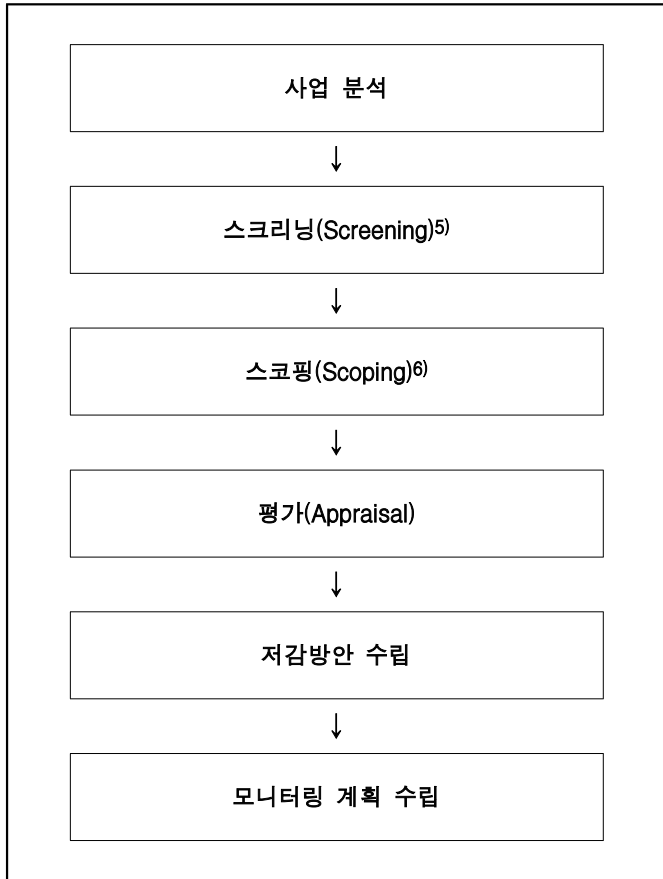


그림 2. 건강영향평가 절차

4) 전 세계적으로 건강영향평가 절차는 비슷함. 하지만 각 단계의 세부내용은 나라마다 조금씩 차이가 있음(부록 3 참조)

5) 우리나라의 경우 대상사업 및 규모를 「환경보건법」 시행령 별표 1에 명시하고 있으므로 스크리닝 단계는 생략

6) 사업자는 스코핑 단계에서 스코핑 위원회의 의견을 청취하여야 함

5. 협의업무 처리 절차

① 승인기관으로부터 협의 요청 시 건강영향평가 대상사업인지 확인

※ 건강영향평가 대상사업은 산업단지 조성, 화력발전소 건설, 소각장 조성, 매립장 조성, 분뇨 및 가축분뇨(공공)처리시설 설치 사업 중 2010년 1월 1일 이후 계약이 체결된 사업을 말한다. 다만, 2010년 1월 1일 이전에 환경영향평가서 초안이 접수된 사업으로 변경협의 대상사업 중 사업변경 내용이 다음사항에 해당될 경우에는 변경협의 시 추가적으로 건강영향평가를 실시할 수 있음.

<변경협의 시 건강영향평가 수행>

- 가. 환경영향평가 협의 시와 비교하여 오염물질이 30% 이상 증가되거나 새로운 오염물질이 배출되는 경우로서
 - 증가되거나 새로 배출되는 오염물질이 “건강영향 항목의 검토 및 평가에 관한 업무처리지침(환경부예규 제474호)” 별표의 건강영향 예측 물질 등 건강영향에 큰 영향을 줄 수 있는 사업
- 나. 입지지역이 배경농도 초과지역으로 증가하거나 새로 배출되는 오염물질이 배경농도 초과 물질과 관련이 있는 사업
- 다. 협의내용 변경 규모가 최소 환경영향평가 대상사업 규모의 50%이상 증가하는 경우로서(산단의 경우 7.5만㎡ 이상 증가, 화력발전소의 경우 0.5만kW 이상 증가 등)
 - 건강영향 예측 물질이 증가 또는 추가 배출되는 사업
- 라. 발전소 연료 변경, 산업단지 유치업종 변경 등 사업변경에 따라 건강영향이 악화될 것으로 예측되는 경우 등

② 건강영향평가 대상사업인 경우 스코핑 위원회에 본부 환경보건정책과 건강영향평가 담당자 또는 건강영향평가 전문가⁷⁾를 위원회에 포함시킴

③ 스코핑 위원회에서 위생·공중보건항목이 평가항목으로 설정되었는지 확인

④ 한국환경정책·평가연구원(KEI) 등에 당해 사업에 대한 평가 시 건강영향을 포함하여 검토해주도록 요청

7) 그 이유는 2010년 이전에 계약된 사업들은 환경영향평가 작성계획서 심의위원회 심의대상이 될 가능성이 크며, 이 경우 심의 위원회에서 건강을 추가·평가하도록 사전에 정하지 않으면 환경영향평가서 초안 단계에서 건강영향을 추가·평가하도록 언급 하기가 곤란함. 본안 단계일 경우에는 더더욱 거론하기가 어려움. 따라서 2010년 1월 이후 약간의 공백이 있더라도 계약시절 을 기준으로 하는 것이 발생 가능한 혼란의 소지를 줄일 수 있을 것임

8) “건강영향평가전문가”라 함은 KEI 소속의 위생·공중보건 항목 검토 담당자, 지역사회 대학의 보건학, 예방의학 등을 전공한 교수 등을 말함. 기존의 지방청 환경영향평가서 검토 관련 위원회에 건강영향평가전문가를 1-2인 정도 미리 포함시켜두는 것도 바람직한 방안임

- ⑤ 환경영향평가서 검토 시 위생·공중보건항목에 대하여 건강영향평가서 작성을 위한
 편람에 적시된 사항대로 평가하였는지 확인
- ⑥ 편람에 적시된 사항을 만족하지 못할 경우 다시 검토하도록 승인기관에게 요청
- ⑦ 위해도 기준을 만족하는지 확인하고 10^6 을 초과할 경우 사업규모 축소, 저감시설 설
 치·운영 등을 포함한 다양한 저감대책을 수립하여 동 기준을 만족하도록 대책을 수립
 토록 요청. 단, 국내·외의 최상의 저감시설을 설치·운영을 포함한 모든 저감시설을
 설치한 후에도 동 기준을 만족시키기 어려운 경우에 한하여 10^5 기준을 적용하는 것도
 바람직함. 한편, 10^4 기준은 미국의 사례 등에 비추어 볼 때, 기존의 매립장이나 소각
 장 주변 지역⁹⁾에서의 시설 확장 등의 경우에 한해서만 제한적으로 적용. 개별 오염물질의
 발암위해도는 합산하지 않음
- ⑧ 기준을 만족할 경우 위생·공중보건에 관한 내용에 대하여 협의

제3장 건강결정요인별 평가기법

1 건강결정요인별 평가기법

9) 주변 지역이라 함은 「폐기물처리시설설치촉진및주변지역지원등에관한법률」에 의한 간접영향권을 의미함

1. 건강결정요인별 평가기법

○ 아래의 표는 건강결정요인별로 정량적 평가방법 및 기준을 총괄적으로 정리한 것임

표 3. 건강결정요인별 정량적 평가방법 총괄

건강결정요인	구분	평가지표	평가기준	비고
대기질	비발암성 물질	위해도 지수	1	
	발암성 물질	발암위해도	$10^{-4} \sim 10^{-6}$	10^{-6} 이 원칙
악취	악취물질	위해도 지수	1	
수질	수질오염물질	국가환경기준		
소음·진동	소음	국가환경기준		

가. 대기질

1) 비발암성 물질 평가

- 비발암성 물질은 위해도 지수(hazard quotient)¹⁰⁾를 이용하여 평가
- 비발암성 물질의 위해도 지수는 대상지역의 물질별 현재 대기 중 오염물질 농도(현황농도)와 대기확산모델로 예측한 농도(가중농도)를 합한 농도를 호흡노출참고치(Reference Concentration; RfC)로 나누어 계산
- 비발암성 물질의 위해도 지수 값이 1 이상인 경우 유해 영향(독성)이 있는 것으로 판단하고 대책을 수립하며, 그 값이 1 이하인 경우에는 안전하다고 판단

¹⁰⁾ 노출비(exposure ratio)라고도 함

- 환경기준이 있는 물질은 환경기준과의 비교로서 평가¹¹⁾. 환경기준보다 농도가 높을 경우 건상 영향이 있는 것으로 판단

$$\text{위해도 지수(Hazard quotient)} = \frac{\text{농도}^{12)}(\mu\text{g}/\text{m}^3)}{\text{호흡노출참고치}(\mu\text{g}/\text{m}^3)}$$

$$\text{호흡노출참고치}(\mu\text{g}/\text{m}^3) = \frac{\text{NOAEL or LOAEL}(\mu\text{g}/\text{m}^3)}{\text{uncertainty factor} \times \text{첨가상수(MF)}}$$

- 비발암성 물질의 용량-반응 평가는 일반적으로 역치가 존재한다는 가정 하에 접근하며, 이는 비발암성 물질의 일정 용량 이상에서 노출되어야 유해 영향이 관찰된다고 보고 있음

[예시] 매립장에서 발생하는 톨루엔(비발암성 물질)의 위해성 평가 결과¹³⁾

- 비발암성 물질인 톨루엔은 대기오염이 주된 오염원으로서 농도, 호흡노출참고치 등을 활용하여 위해도 지수(HQ)를 다음과 같이 계산하였는데 2010년 및 2051년의 각 마을에서의 톨루엔의 위해도 지수는 대략 다음과 같음

표 5. 비발암성 물질 톨루엔의 위해도 지수(예시)

구 분	호흡노출참고치 ¹⁴⁾ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	농도($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		위해도 지수	
		2010년	2051년	2010년	2051년
○○마을	5,000	44.14	55.96	0.0088	0.0112
○○마을	5,000	43.77	55.48	0.0087	0.0111
○○마을	5,000	33.72	42.74	0.0067	0.0086
○○마을	5,000	33.54	42.52	0.0067	0.0085
최고농도 발원지점	5,000	45.29	57.42	0.0092	0.0115

11) 환경기준 물질의 경우 납과 벤젠을 제외하고 비발암성 물질로서 건강영향을 평가하는 데 필요한 호흡노출참고치(또는 납의 경우 호흡단위위해도)가 없음. 또한 우리나라 대기환경기준은 선진국이나 WHO의 기준과 비교할 때 비슷하거나 더 강한 기준도 있어 건강을 과소평가할 가능성은 낮음

12) 농도는 현황농도(현재 대기 중 오염물질의 농도) + 가중농도(사업의 시행으로 증가되는 농도)를 의미함

13) 보다 자세한 내용은 건강영향평가 기법개발 및 시범사업 연구(II) (2008. 8, 환경부) 참조

14) 호흡노출참고치(Reference Concentration, $\mu\text{g}/\text{m}^3$)는 기대수명 동안 오염물질에 노출되어 흡입하였을 경우에도 위해한 영향이 나타나지 않는 값으로서 우리나라의 자료가 없기 때문에 미국 EPA의 자료를 인용함 (www.epa.gov/IRIS/subst)

2) 발암성 물질 평가

- 발암성 물질의 경우는 발암위해도(cancer risk)를 산정
- 발암위해도는 미국 환경청(US EPA)의 경우 백만 명 당 1명(1×10^{-6}) 이상(오염원인지역의 거주자인 경우, 미국 EPA에서는 대다수의 시민을 보호하기 위한 개인의 평생 발암위해도는 70년 동안 최대오염농도에 노출되더라도 만 명 당 1명(1×10^{-4})을 초과하지 않도록 하고 있음)
- 세계보건기구(WHO)와 캐나다의 경우는 십만 명 당 1명(1×10^{-5}) 이상일 경우 초과발암위해도가 발생하는 수준으로 결정하고 그 물질에 대해 발암성이 있다고 판단하고 대책을 수립
- 우리나라의 경우는 10^{-4} ~ 10^{-6} 까지를 위해도 판단기준으로 「환경보전법」 시행규칙 별표 1에서 정하고 있는데 원칙적으로 10^{-6} 을 기준으로 하고 이를 초과할 경우 사업규모 축소, 저감시설 설치·운영 등을 포함한 다양한 저감대책을 수립하여 동 기준을 만족하도록 대책을 수립하여야 함. 허나 국내·외의 최상의 저감시설을 설치·운영을 포함한 모든 저감시설을 설치한 후에도 동 기준을 만족시키기 어려운 경우에 한하여 10^{-5} 기준을 적용. 한편, 10^{-4} 기준은 미국의 사례 등에 비추어 볼 때, 기존의 매립장이나 소각장 주변 지역¹⁵⁾에서의 시설 확장 등의 경우에 한해서만 제한적으로 적용
- 발암위해도는 아래의 두 가지 방법으로 각각 계산
 - 호흡단위위해도(Inhalation unit risk)¹⁶⁾를 이용
 - 발암잠재력(CSF : Cancer Slope Factor)¹⁷⁾을 이용
 - ※ 호흡단위위해도를 이용한 방법을 주로 사용하고 매립장 조성의 경우에 한하여 발암잠재력을 이용하여 함께 계산하며 높은 값을 기준으로 평가¹⁸⁾

15) 주변 지역이라 함은 「폐기물처리시설설치촉진및주변지역지원등에관한법률」에 의한 간접영향권을 의미함

16) 호흡단위위해도는 “사람들이 대기 중에서 $1\mu\text{g}/\text{m}^3$ 의 농도로 존재하고 있는 오염물질을 평생 동안 흡입했을 때, 발암가능성의 상한 값”으로 정의할 수 있음. 예컨대, A라는 물질의 호흡단위위해도가 2×10^{-6} 인 경우 그 의미는 A라는 물질 $1\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이 포함된 공기를 평생 동안 흡입한 경우 백만명 당 최대 2명의 암 환자가 발생할 것으로 기대됨

17) 발암잠재력은 “어떤 오염물질에 평생 노출되었을 때 증가하는 발암 위험성의 상한 값”으로 정의할 수 있으며 적절한 용량-반응자료(동물실험자료 등)를 수집하고 수학적 모델을 활용하여 구한 용량-반응곡선의 기울기를 의미함

18) 매립장에서 배출되는 물질 이외의 물질들에 대하여 호흡으로 인한 발암잠재력 자료가 미비하기 때문

- 호흡단위위해도를 이용
 - 발암성 물질의 위해도(吸入單位위해도)에 대기확산모델로 예측한 농도를 곱하여 계산

$$\text{발암위해도(Cancer Risk)} = \text{호흡단위위해도}(\mu\text{g}/\text{m}^3) \times \text{예측농도}(\mu\text{g}/\text{m}^3)$$

[예시] 소각로 중금속 위해성 평가 결과

- 대기질 영향 예측
 - K-SCREEN 모델을 이용하여 산출한 평가 결과 중금속 농도가 높은 지역으로는 이격거리 560m의 'B지역'으로 나타남
 - 이 B지역에서의 중금속 농도는 각각 아연 4.331E-04 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 수은 3.374E-04 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 구리 2.351E-04 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 납 7.506E-05 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 카드뮴 7.483E-05 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 크롬 1.676E-04 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 나타남

- 노출평가 결과(예시)는 다음과 같음

표 6. 대기확산모델 K-SCREEN 으로 예측된 노출평가 결과(예시) (평균화시간:1년, 환산계수: 0.08 고려)

지점명	이격거리(m)	As($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Cd($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Cr($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Cu($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
① A지역	1,075	1.115E-04	6.693E-05	1.499E-04	2.103E-04
② B지역	560	1.247E-04	7.483E-05	1.676E-04	2.351E-04
③ C지역	1,235	1.038E-04	6.231E-05	1.395E-04	1.958E-04
④ D지역	1,040	1.134E-04	6.808E-05	1.525E-04	2.139E-04
⑤ E지역	1,085	1.110E-04	6.658E-05	1.491E-04	2.092E-04
최고농도 발원지점	359	1.406E-04	8.440E-05	1.890E-04	2.651E-04
지점명	이격거리(m)	Hg($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Ni($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Pb($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Zn($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
① A지역	1,075	3.018E-04	6.914E-05	6.714E-05	3.874E-04
② B지역	560	3.374E-04	7.730E-05	7.506E-05	4.331E-04
③ C지역	1,235	2.809E-04	6.437E-05	6.251E-05	3.606E-04
④ D지역	1,040	3.069E-04	7.033E-05	6.830E-05	3.940E-04
⑤ E지역	1,085	3.002E-04	6.878E-05	6.679E-05	3.854E-04
최고농도 발원지점	359	3.804E-04	8.720E-05	8.464E-05	4.883E-04

- 위해성 평가 결과(예시)는 다음과 같음

표 7. 위해성 평가 결과(예시)

오염물질	발암성	노출농도 ^b ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	호흡단위위해도 ^c ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) ⁻¹	호흡노출참고치 ^c ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	발암위해도 ^d	위해도지수 ^e
비소(As)	A	1.25E-04	4.30E-03	NA	5.36E-07	NA
카드뮴(Cd)	B1	7.48E-05	1.80E-03	NA	1.35E-07	NA
크롬(Cr ⁶⁺)	A	1.68E-04	1.20E-02	8.00E-03	2.01E-06	2.10E-02
구리(Cu)	D	2.35E-04	NA	NA	NA	NA
수은(Hg)	D	3.37E-04	NA	3.00E-01	NA	1.12E-03
니켈(Ni)	A	7.73E-05	2.40E-04	NA	1.86E-08	NA
납(Pb)	B2	7.51E-05	NA	NA	NA	NA
아연(Zn)	D	4.33E-04	NA	NA	NA	NA
위해도 기준					1.00E-06	1.00E+00

^a: 크롬의 경우는 보수적인 평가를 위해 모든 크롬물질(3가, 6가)을 6가 크롬으로 가정하였음
^b: 노출농도는 K-SCREEN 모델 실행결과 중 농도가 최대가 되는 "B지역"을 대상으로 하였음.
^c: 미국 EPA의 IRIS 자료를 활용하였음 IRIS : Integrated Risk Information system(<http://www.epa.gov/ncea/iris/>)
^d: 호흡단위위해도에 노출농도를 곱하여 계산함
^e: 노출농도를 호흡노출참고치로 나누어 계산함
 NA: Not Available

- 발암잠재력을 이용
 - 발암위해도를 결정하기 위해서 용량-반응평가를 통해 산출된 특정물질에 대한 발암잠재력 (CSF : Cancer Slope Factor) 수치가 필요. 다음의 방법은 발암성 물질의 종류에 상관없이 위해도 평가에 활용

$$\text{발암위해도 (CR)} = \text{발암잠재력 (mg/kg/day)}^{-1} \times \text{인체노출량 (mg/kg/day)}$$

- 미국 EPA 등에서는 일반적으로 아동의 경우 발암잠재력은 성인보다 크지만 발암성 물질에 대한 발암잠재력을 대부분 성인/아동/노인 구분 없이 일률적인 값을 제시
- 인체노출량은 일일호흡률, 체중, 노출빈도, 노출기간, 기대수명 등의 노출변수를 고려하여 계산되는 값이며, 인체노출량을 산출하기 위해선 오염물질의 농도 이외에 노출변수 및 인체노출인자의 자료가 파악되어야 함¹⁹⁾

- 인체노출량은 다음과 같이 계산

$$\text{인체노출량 (mg/kg/day)} = \frac{\text{오염도}(\mu\text{g}/\text{m}^3) \times \text{환산계수}(0.001\text{mg}/\mu\text{g}) \times \text{일일호흡률}(\text{m}^3/\text{day}) \times \text{노출빈도}(\text{day}/\text{yr}) \times \text{노출기간}(\text{yr})}{\text{체중}(\text{kg}) \times \text{기대수명}(\text{yr}) \times \text{평균노출시간}(\text{day}/\text{yr})}$$

[예시] 매립장 벤젠(발암성 등급 A 물질)의 위해성 평가 결과

- 벤젠의 경우는 발암물질인 동시에 국가환경기준도 설정되어 있기 때문에 두 가지 평가방법으로 위해성을 평가
 - 첫째, 국가환경기준과의 비교를 통한 방법으로, 벤젠의 경우 2007년 1월에 제정된 국가환경기준은 $5\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이므로 최대농도 발현지점에서의 농도는 국가환경기준 이내(23.6% 수준)이며 주변 4개 마을에서의 농도도 최고인 ○○마을($1.14\mu\text{g}/\text{m}^3$, 22.8% 수준)부터 최저인 ○○마을($0.87\mu\text{g}/\text{m}^3$, 17.4% 수준) 모두 환경기준 이내임을 확인²⁰⁾
 - 둘째, 발암물질의 발암위해도(CR : Cancer Risk)를 이용하여 평가하는 방법으로, 다음의 식을 이용하여 계산 (상기의 방법은 발암성 물질의 종류에 상관없이 위해도 평가에 활용할 수 있음)

$$\text{발암위해도 (CR)} = \text{발암잠재력} \times \text{인체노출량}$$

$$\text{CSF} = \text{발암잠재력 (mg/kg/day)}^{-1}$$

$$\text{인체노출량 (mg/kg/day)} = \frac{\text{오염도}(\mu\text{g}/\text{m}^3) \times \text{환산계수}(0.001\text{mg}/\mu\text{g}) \times \text{일일호흡률}(\text{m}^3/\text{day}) \times \text{노출빈도}(\text{day}/\text{yr}) \times \text{노출기간}(\text{yr})}{\text{체중}(\text{kg}) \times \text{기대수명}(\text{yr}) \times \text{평균노출시간}(\text{day}/\text{yr})}$$

19) 미국 EPA의 경우 이러한 노출변수에 관한 수많은 연구가 제시되어 있으며, 특히, 1997년에 노출인자 핸드북(Exposure Factors Handbook)을 발행하여 그간의 노출변수에 관한 자료를 추가하고 새로이 검토함으로써 노출변수에 대한 새로운 권고값을 제시(US EPA, 1997)하고 있음. 또한 이러한 자료는 많은 연구자들에 의해 수행된 것으로서 특정지역에 대한 자료가 가용하지 않을 때 기본값으로서 사용

20) 국가환경기준은 연평균임에 반하여 벤젠의 농도는 1시간평균 농도로서 직접적인 비교는 어려우나 일반적으로 1시간평균 농도가 연평균농도보다 매우 높음을 감안할 때, 환경기준과의 비교는 과소평가될 우려는 없음

○ 주변 마을 주민의 인체노출량을 계산하기 위한 노출변수들은 아래의 표와 같음

표 8. ○○광역시 위생매립장 주변지역 노출변수(예시)

	평균체중 (kg) ²¹⁾	평균수명 (년) ²²⁾	호흡률 (m ³ /일) ²³⁾	노출시간 ²⁴⁾ (일/년)	노출빈도 (일/년)	노출기간 (년) ²⁵⁾
아동	34	78.5	28.8	243.3	365	18
성인여자	56.4	82	36	365	"	64
성인남자	69.6	75	36	182.5	"	57

- 미국의 위해성 기준인 인구 백만 명 당 1인의 발암위해도에 비추어 볼 때, 2010년의 경우 아동은 백만 명 당 7.3인, 성인여자는 12.1인, 성인남자는 19.2인으로 나타남

- 또한 매립가스 발생량이 가장 많은 2051년의 경우 아동은 백만 명 당 8.9인, 성인여자와 남자는 각각 15.4인, 24.3인의 발암위해도를 나타내어 매립가스를 저감할 수 있는 대책을 수립하여야 할 것임

3) 평가대상 유해물질

○ 대기질 분야에서 건강영향을 추가로 평가하여야 하는 물질은 아래와 같음²⁶⁾

○ 이들의 대부분은 「대기환경보전법」에 의한 배출허용기준이 있는 물질이며 배출계수는 국립환경과학원의 “산업공정별 배출계수(Ⅲ)(2004. 6)”자료나 관련 문헌을 활용하여 확보할 수 있으며 제4장 또는 사업자편람 부록 8에 배출계수를 수록

○ 건강영향평가 대상사업별로 건강영향을 추가·평가해야 할 물질들을 아래의 표에 정리함. 기존의 평가항목들은 현행 환경영향평가에서 평가하고 있는 물질들로서 이들 물질들도 추가·평가해야 할 물질들과 함께 평가하여야 함

① ○○마을

- 2010년과 2051년의 ○○마을(각각 0.9038 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 1.1462 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)에서 주민들의 인체노출량 및 발암위해도(예시)는 다음과 같음

표 9. 2010년과 2051년 벤젠의 인체노출량과 발암위해도(○○마을)(예시)

		benzene ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	발암잠재력 (mg/kg/day) ⁻¹	노출량 (mg/kg/day)	발암위해도
2010년	아동	0.9038	2.7×10^{-2}	2.6×10^{-4}	7.03×10^{-6}
	성인여자		"	4.5×10^{-4}	1.21×10^{-5}
	성인남자		"	7.1×10^{-4}	1.92×10^{-5}
2051년	아동	1.1462	2.7×10^{-2}	3.3×10^{-4}	8.91×10^{-6}
	성인여자		"	5.7×10^{-4}	1.54×10^{-5}
	성인남자		"	9.0×10^{-4}	2.43×10^{-5}

21) 제5차 인체치수조사, 2004, <http://sizekorea.ats.go.kr>

22) WHO 통계, 2005

23) 미국의 시나리오에 따른 일일호흡률(US EPA, 1996), 최근 우리나라 조사자료(장재연, 2007)에 따르면 성인군(19~60세)의 경우 실외 호흡률은 남 평균 19.9, 여 15.0 정도임. 전업주부의 경우 실외호흡률은 평균 15.0이었음

24) 어린이의 경우 9시부터 17시까지 학교에서 생활하는 것으로 가정, 성인여자의 경우는 24시간 집에서 활동하는 것으로 가정, 성인남자의 경우는 8시부터 19시까지 사무실에서 근무하는 것으로 가정함

25) 어린이는 0세부터 17세까지, 성인여자는 18세부터 82세까지, 성인남자는 18세부터 75세까지 노출되는 것으로 가정함

26) 인체건강에 영향을 미칠 수 있는 유해한 대기오염물질은 매우 다양하나 건강영향평가 대상사업에서 배출되는 대기오염물질, 발생량 산정이 가능한 오염물질, 건강영향을 평가하는 데 필요한 자료를 확보할 수 있는 물질 등의 기준을 가지고 설정하였음. 악취물질도 일부 포함되어 있음

표 10. 건강영향 추가 평가 물질 - 산업단지

현행 환경영향평가 물질 (기존물질)	추가 평가할 물질
이황산가스(SO ₂)	기존 물질 포름알데히드 스티렌(C ₈ H ₈) 시아노화수소(HCN)
이산화질소(NO ₂)	염화수소(HCl) 암모니아(NH ₃)
미세먼지(PM10)	황화수소(H ₂ S)
오존(O ₃)	수은(Hg) ²⁷⁾
납(Pb)	니켈(Ni) (발암성)
일산화탄소(CO)	6가크롬(Cr ⁶⁺) ²⁸⁾ (발암성) 벤젠 (발암성, 환경기준을 적용) 염화비닐 (발암성) 카드뮴(Cd) (발암성) 비소(As) (발암성)

표 11. 건강영향 추가 평가 물질 - 석유정제시설(산업단지의 한 업종)

현행 환경영향평가 물질	추가 평가할 물질
VOC에 대한 저감시설 설치계획만 평가하고 있음	톨루엔 에틸벤젠 m-자일렌 n-헥산 시클로헥산

27) 수은의 경우 발암등급 D급 물질이나 소각장, 발전소 등에서 많이 발생하고 우리나라에서도 수은에 대한 정책을 강화하는 등의 사유로 평가대상 물질에 포함시킴. 또한 발암위해도 산정에 필요한 호흡단위위해도 자료가 없고 호흡노출참고치가 있어 비발암성 물질의 평가방법을 이용하기 때문에 자료 이용의 편의 상 비발암성 물질로 분류하였음

28) 평가대상이 되는 크롬의 경우 모두 6가로 가정

표 12. 건강영향 추가 평가 물질 - 화력발전소

현행 환경영향평가 물질 (기존물질)	추가 평가할 물질
이황산가스(SO ₂)	기존 물질
이산화질소(NO ₂)	비소(As)
미세먼지(PM10)	베릴륨(Be)
오존(O ₃)	카드뮴(Cd)
납(Pb)	6가크롬(Cr ⁶⁺)
일산화탄소(CO)	수은(Hg)
	니켈(Ni)
	벤젠 ²⁹⁾

표 13. 건강영향 추가 평가 물질 - 소각장

현행 환경영향평가 물질 (기존물질)	추가 평가할 물질
이황산가스(SO ₂)	기존 물질
이산화질소(NO ₂)	암모니아(NH ₃)
미세먼지(PM10)	황화수소(H ₂ S)
오존(O ₃)	아세트알데히드
염화수소(HCl)	수은(Hg)
납(Pb)	비소(As)
일산화탄소(CO)	카드뮴(Cd)
다이옥신	6가크롬(Cr ⁶⁺)
	니켈(Ni)
	벤젠

29) 발전소에서의 벤젠 배출계수는 없으나 2010년부터 국가환경기준이 적용되므로 포함시킴

표 14. 건강영향 추가 평가 물질 - 매립장

현행 환경영향평가 물질 (기존물질)	추가 평가할 물질
이산화질소(NO ₂)	기존 물질
미세먼지(PM10)	톨루엔
황화수소(H ₂ S)	에틸벤젠
암모니아(NH ₃)	자일렌
	1,2-디클로로에탄
	클로로포름
	트리클로로에틸렌
	염화비닐
	사염화탄소
	벤젠

표 15. 건강영향 추가 평가 물질 - 분뇨 및 가축분뇨(공공)처리시설

현행 환경영향평가 물질	추가 평가할 물질
복합악취	복합악취
	암모니아(NH ₃)
	황화수소(H ₂ S)
	아세트알데히드
	스티렌(C ₈ H ₈)

표 16. 건강영향평가 대상사업별 추가 평가 대상물질

대상사업	평가 대상물질	비고
산업단지	아황산가스(SO ₂), 이산화질소(NO ₂), 미세먼지(PM10), 오존(O ₃), 납(Pb), 벤젠, 일산화탄소(CO), 포름알데히드, 스티렌(C ₈ H ₈), 시안화수소(HCN), 염화수소(HCl), 암모니아(NH ₃), 황화수소(H ₂ S), 니켈(Ni), 6가크롬(Cr ⁺⁶), 염화비닐, 카드뮴(Cd), 비소(As), 수은(Hg) ※ 산업단지 내 석유정제시설의 경우 톨루엔, 에틸벤젠, m-자일렌, n-헥산, 시클로헥산을 추가	업종별로 물질을 취사·선택할 수 있음
화력발전소	아황산가스(SO ₂), 이산화질소(NO ₂), 미세먼지(PM10), 오존(O ₃), 납(Pb), 벤젠, 일산화탄소(CO), 비소(As), 베릴륨(Be), 카드뮴(Cd), 6가크롬(Cr ⁺⁶), 수은(Hg), 니켈(Ni)	발전 연료에 따라 평가 물질을 취사·선택할 수 있음
소각장	아황산가스(SO ₂), 이산화질소(NO ₂), 미세먼지(PM10), 오존(O ₃), 염화수소, 납(Pb), 벤젠, 일산화탄소(CO), 다이옥신, 암모니아(NH ₃), 황화수소(H ₂ S) 아세트알데히드, 수은(Hg), 비소(As), 카드뮴(Cd), 6가크롬(Cr ⁺⁶), 니켈(Ni)	폐기물 종류에 따라 취사·선택할 수 있음
매립장	이산화질소(NO ₂), 미세먼지(PM10), 황화수소(H ₂ S), 암모니아(NH ₃), 벤젠, 톨루엔, 에틸벤젠, 자일렌, 1, 2-디클로로에탄, 클로로포름, 트리클로로에틸렌, 염화비닐, 사염화탄소	LandGEM 모델을 이용하여 발생량 산정
분뇨처리시설	복합악취, 암모니아(NH ₃), 황화수소(H ₂ S), 아세트알데히드, 스티렌(C ₈ H ₈)	
가축분뇨(공공)처리시설	"	

※ 아황산가스(SO₂), 이산화질소(NO₂), 미세먼지(PM10), 오존(O₃), 일산화탄소(CO), 납(Pb)에 대한 평가는 기존의 환경영향평가 방법을 그대로 활용. 기존의 방법은 위해도 지수를 이용하는 방법과 그 의미가 동일함 (단, 벤젠의 경우 2010년부터 적용되는 물질이므로 기존의 평가방법은 없음. 벤젠은 중요한 발암성 물질이므로 환경기준을 적용하는 방법과 발암위해성도 함께 평가하는 것을 권장함)

나. 악취

- 악취는 다양한 성분물질로 구성되어 발생하는 것이 일반적이기 때문에 어떤 종류의 악취가 얼마나 인체에 영향을 미치는가는 악취의 강도만으로 단정하기는 어려움

자료는 없는 상태이기 때문에 실질적으로 정량적인 평가는 어려울 것으로 보임

- 악취는 악취물질의 물리화학적 특징, 악취물질 및 사람의 생리적 조건과 경험적, 사회적 조건 등 다양한 인자에 의해 영향을 받는다. 악취로 인한 인체의 영향은 아래와 같이 호흡기계, 순환기계, 소화기계, 생식기계, 내분비계 및 정신상태에의 영향으로 나눌 수 있음
 - 호흡기계의 영향: 호흡의 변화를 일으키는 악취는 악취의 정보가 호흡중추에 작용하기 때문에 불쾌한 냄새를 맡으면 반사적으로 호흡이 멈춰지고, 호흡리듬의 변화가 일어나며 냄새가 계속되면 구토를 일으킬 수가 있음. 이런 호흡의 변화는 악취가 호흡중추에 끼치는 영향이나 정상적인 회복기능을 저해하는 것을 반영하는 것임
 - 순환기계의 영향: 좋은 냄새를 맡을 때 깊은 호흡과 동시에 혈압의 변화가 있는 것은 기분이 진전되고 반대로 악취에 의해서는 혈압이 일단 하강한 후 상승하여 맥박을 변화시키는 정신적 불안을 가져오게 함. 또한 심장혈관의 정상 활동 기능을 저해할 수도 있음
 - 소화기계의 영향: 음식을 먹을 때 좋은 냄새가 나면 식욕을 높여줌. 일반적으로 악취는 위장활동을 억제하고 소화액의 분비를 저해하여 식욕감퇴, 수분섭취의 저하를 일으키며 메스꺼움을 느끼거나 구토를 일으키는 등 소화기능의 약화를 가져올 수도 있음
 - 정신상태의 영향: 불쾌한 냄새에 의해 두통이나 토기, 때로는 구토를 호소하는 경우가 많음. 불쾌한 냄새가 있으면 일부 사람에게서는 참기 어려운 것이 됨. 정신집중을 할 때 마음이 초조하여 안전부절못하는 영향이나 두통, 악심, 토기 등도 일으킴.
 - 계속해서 장기간 또는 고농도의 냄새에 폭로되면 대단히 강한 불쾌감이나 혐오감을 일으킴.
 - 정신집중을 방해하여 일의 효율을 떨어뜨리며 판단력과 기억력을 저하시키며 심지어는 대뇌의 사고활동에도 영향을 주기도 함. 이와 같은 심리적 영향은 대단히 주관적이며 불쾌한 정도나 냄새 대상물질은 사람의 태도, 성질, 시간 등에 따라 다름
 - 내분비계통에의 영향: 늘 접촉하는 악취의 자극은 내분비계통의 기능을 혼란스럽게 하고 유기체의 대사기능에 영향을 끼침. 장기간 반복되거나 지속적으로 일종 혹은 다종의 저농도 악취물질의 자극을 받으면 후각의 피로를 가져오거나 후각상실을 유발시키기도 함
 - 후각상실은 인체의 제일 방어선의 파괴를 유발시키고 악취의 자극이 여전히 남아서 지속적으로 대뇌 후각 중추에 전송되어 오랜 시일이 지나면 뇌신경을 손상시킬 수 있고, 대뇌 피부호분과 억제기능을 혼란시키기도 함
- 상기한 바와 같이 정성적인 자료는 있으나, 악취로 인한 정량적 건강영향을 평가할 수 있는

- 그러나 우리나라의 경우 「악취방지법」에 악취기준이 설정되어 있기 때문에 동 기준 달성 여부를 바탕으로 판단하는 것이 바람직
- 아울러 악취를 저감하기 위하여 적정 이격거리 자료가 있기 때문에 이를 이용하여 악취유발 시설과 영향을 받는 시설간의 이격거리를 확보하는 것도 바람직한 저감대책이라고 볼 수 있음
- 다만, 복합악취를 구성하는 물질 중 일부 물질(암모니아, 황화수소 등)에 대해서는 대기오염 물질 중 비발암성 물질에 대한 건강영향평가방법을 이용
- 참고로 사업자편람 부록 9에 일본의 악취물질 발생공정 등을 수록

다. 수질

- 아래와 같은 경우에 수질오염으로 인한 위해성 평가를 실시함
 - 당해 사업의 시행으로 수질오염물질이 발생하고 그 물질이 상수원보호구역, 취수장, 정수장이 위치하고 있는 수계로 유입될 경우
 - 단, 수질오염물질이 공공하수처리장으로 유입처리되는 경우는 제외
- 평가 절차는 아래와 같음
 - 수질 분야 건강영향 추가·평가 대상물질(16개)³⁰⁾ 중 당해 사업의 시행으로 발생할 수 있는 오염물질의 양을 산정
 - 발생량은 환경부 자료(공장폐수의 발생과 처리 현황 자료 또는 TRI 자료)로부터 계산
 - 수계 내에서의 오염물질 농도를 수질 모델링 등을 통하여 예측
 - 평가 기준과 비교(대기 위해성 평가의 위해도 지수를 이용하는 방법과 동일함)
- ※ 수질 오염물질의 경우 「환경정책기본법」 시행령 별표 1.3 수질 및 수생태계 편에 하천, 호소, 지하수, 해역에 대한 사람의 건강을 고려하여 설정된 보호기준이 별도로 명시되어 있음. 또한

30) 대상물질과 그 기준을 5장에 수록함

국내 환경기준이 없는 물질이지만 산업단지 등에서 배출되는 물질에 대해서는 미국 환경청 기준을 적용

○ 따라서 우선은 소음·진동에 관한 환경기준에 근거하여 평가하고 세계보건기구(WHO)가 권장하는 소음기준치를 참고하여 평가

○ 세계보건기구(WHO)가 정하는 인체영향인자와 환경소음 권장치는 다음과 같음

라. 소음·진동³¹⁾

- 세계보건기구(WHO)는 환경소음의 위해성에 대해 다음과 같이 정의
- “환경소음의 위해성은 생체의 형태학적(morphology) 혹은 생리학적(physiology) 변화로 정의되며 이러한 변화는 고유기능 능력의 손실, 증가되는 스트레스에 대한 보상능력의 감퇴, 그리고 환경영향인자들이 갖는 유해성에 대한 민감도의 증대(면역성 감퇴)를 포함
- 이러한 정의는 인간 혹은 인간 생체기관들의 물리적(physical), 심리적(psychological) 혹은 사회적(social) 기능성의 한시적 혹은 영구적 저하를 포함
- 소음에 의한 인체 위해성 영향 인자는 아래와 같음
 - 소음성 난청(noise-induced hearing impairment)
 - 대화방해(interference with speech communication)
 - 소음성 수면방해(sleep disturbance)
 - 심장혈관계와 생리적 영향(cardiovascular and physiological functions)
 - 정신적 건강영향(mental health effects)
 - 효율성 영향(effects of noise on performance)
 - 소음성 불쾌감과 행동에 미치는 영향(annoyance and behaviour effects) 등
- 우리나라의 경우 공항, 철도 등으로 인한 소음 영향에 대한 역학적 조사를 다수 수행하였으나 대부분 정성적인 평가이기 때문에 건강영향평가에 직접적으로 활용하기는 어려울 것으로 보임
- 또한, 소음으로 인한 불쾌감 또는 성가심(annoyance)을 지속적으로 연구하고 있으나 아직까지는 건강영향평가에 활용하기는 부족한 것으로 보고되고 있음

31) 선효성. 한국환경정책·평가연구원(KEI). 2007. 교통소음의 건강영향에 대한 환경적 고찰

표 17. 인간환경에 대한 인체영향인자와 환경소음 권장치

환경분류	인체영향인자	$L_{Aeq,T}$ [dB(A)]	$L_{Amax}(Fast)$ [dB(A)]	시간,T
주거지역(야외)	낮과 저녁시간-심한 불쾌감	55	--	16
	낮과 저녁시간-중간정도의 불쾌감	50	--	16
주거지역(실내)	낮과 저녁시간-대화방해 중간정도의 불쾌감	35	--	16
	밤시간-수면방해	30	45	8
침대바깥지역	창문을 연 상태-수면방해	45	60	8
학교 및 유치원(실내)	대화장애, 기억장애, 의사전달	35	--	교육시간
어린이침실	수면방해(수면시간대)	30	45	수면시간
학교(옥외)	외부소음원에 의한 불쾌감	55	--	놀이시간
병원, 회복실	밤시간-수면방해	30	40	8
	낮과 저녁시간-수면방해	30	--	16
병원, 치료실	휴식과 건강회복에 장애	*1)ALAP		
산업지역, 상가지역, 교통혼잡지역	실내 및 실외 공간에서의 대화장애	70	110	24
축하연, 이벤트, 축제 등	난청(년5회 이내)	100	110	4
대중연설 (실내, 실외)	난청	85	110	1
헤드폰 혹은 이어폰 음압	난청(음장조건에서 측정된 헤드폰 아래의 음압)	85	110	1
충격음 (장난감, 화약, 폭음계)	성년층-난청	--	*2) 140	-
	어린이-난청	--	*2) 120	-

*1) ALAP : As low as possible, *2) 지시소음계의 "Fast" 설정에서 측정된 음압

제4장 대상사업별 평가물질 및 배출량 산정

1 대상사업별 건강영향 추가평가물질, 건강평가 자료 및 배출량 산정

1. 대상사업별 건강영향 추가평가물질, 건강평가 자료 및 배출량 산정

- 건강영향을 정량적으로 평가하기 위해서는 건강에 영향을 미치는 물질들의 발생량을 산정할 수 있어야 하며, 많은 경우 오염물질별 배출계수를 이용하여 발생량 산정
- 아래에 각 평가대상사업별로 건강영향을 추가로 평가해야 하는 물질들의 종류, 물질별 건강 평가에 필요한 자료 및 물질별 발생량 산정을 위한 배출계수를 정리

가. 산업단지

- 산업단지의 경우는 유치업종의 특성에 따라 배출되는 오염물질의 종류와 발생량이 상이함
- 유치업종별 다양한 오염물질 중 실제 건강영향을 추가로 평가해야 하는 물질은 다음의 세 조건을 모두 만족시키는 물질로 선정
 - 첫째, 위해성이 있다고 알려진 물질, 둘째, 배출량 산정이 가능한 물질, 셋째, 위해도 평가가 가능한 물질
- 아래에 제시하는 물질들에 대한 배출계수는 환경부의 TRI(Toxic Release Inventory) 또는 사업장에서 실측한 자료를 바탕으로 구성
- TRI에서 제시하고 있는 업종별 오염물질의 종류 및 연간 발생량은 사업자용편람 부록8을 참조(발생량은 입주업종에 따라 다르기 때문에 업종별로 정리함)
- 산업단지 내 업체 수는 “산업입지 원단위 산정에 관한 연구(2006, 건설교통부)” 자료를 활용하여 산출할 수 있음. 원단위가 없는 업종은 유사업종을 적용할 수 있음
- 호흡단위위해도(Inhalation Unit Risk Factor)와 호흡노출참고치(Reference Concentration)는 미국 EPA의 IRIS 자료를 활용하였음

표 18. 산업단지 비발암성 물질 6종의 건강평가자료

물질명	호흡노출참고치($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
스티렌(C_8H_8)	1
염화수소(HCl)	2×10^{-2}
암모니아(NH_3)	1×10^{-1}
황화수소(H_2S)	2×10^{-3}
시아나화수소(HCN)	3×10^{-3}
수은(Hg)	3×10^{-4}

표 19. 산업단지 발암성 물질 7종의 건강평가자료

물질명 (발암등급)	호흡단위위해도($\mu\text{g}/\text{m}^3$) ¹
포름알데히드 (B1)	1.3×10^{-5}
니켈(Ni) (A)	2.4×10^{-4}
6가크롬(Cr^{6+}) (A)	1.2×10^{-2}
염화비닐 (A)	4.4×10^{-6}
카드뮴(Cd) (B1)	1.8×10^{-3}
비소(As) (A)	4.3×10^{-3}
벤젠 ³²⁾ (A)	7.8×10^{-6}

○ 단, 벤젠의 경우는 2010년부터 국가환경기준이 적용됨에 따라 별도의 발암위해도를 평가하지 않고 국가환경기준과의 비교만으로 위해성 평가를 수행할 수 있으나 벤젠은 A급 발암물질이므로 발암위해도도 함께 평가하는 것이 바람직함

32) 벤젠의 경우 호흡단위위해도 값은 2.2×10^{-6} ~ 7.8×10^{-6} 과 같이 범위로 추정되므로, 보수적인 기준을 적용하여 위의 값으로 활용

- 다양한 종류의 발암물질이 있으나 모든 발암물질을 평가할 경우 그 양이 매우 방대해 질 수 있기 때문에 발암의 위험이 큰 A, B 등급의 발암물질만을 평가함
- 또한 석유정제·저장 공장의 경우는 아래와 같은 물질을 추가할 수 있음. 아래의 물질들의 발생량은 TANK 프로그램을 이용하여 계산할 수 있음³³⁾

표 20. 석유정제·저장 공장 추가물질 5종

물질명	호흡노출참고치($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
톨루엔	5,000
에틸벤젠	1,000
m-자일렌	100
n-헥산	700
시클로헥산	6,000

나. 화력발전소

- 화력발전소의 경우 아래의 물질들에 대하여 추가로 건강영향을 검토할 수 있음³⁴⁾
- 국내 배출계수자료가 없어 미국의 자료를 인용하였으며, 납의 경우는 별도의 위해성 평가를 위한 자료가 없으므로 국가대기환경기준을 활용하여 건강영향을 평가할 수 있음

33) 건강영향평가기법개발 및 시범사업 연구(II), 2008.8. 참조

34) 자료 :US EPA, 1995, Compilation of Air Pollutant Emission Factors(AP-42), Fifth edition, Volume 1.

표 21. 화력발전소에서 배출되는 미량금속 배출계수(석탄: 유연탄)

오염물질	배출계수* (kg/ton)	발암성등급	호흡단위위해도 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) ⁻¹	호흡노출참고치 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
비소(As)	1.86E-04	A	4.30E-03	NA
베릴륨(Be)	9.53E-06	B1	2.40E-03	2.00E-02
카드뮴(Cd)	2.31E-05	B1	1.80E-03	NA
6가크롬(Cr ⁶⁺)	3.58E-05	A	1.20E-02	8.00E-03
납(Pb)	1.81E-04	B2	NA	NA
수은(Hg)	3.76E-05	D	NA	3.00E-01
니켈(Ni)	1.27E-04	A	2.40E-04	NA

* : 본 배출계수는 11개의 역청탄 연소시설, 15개의 준역청탄 연소시설, 2개의 갈탄 연소시설에서 입수한 배출량으로부터 산출하였으며, 동 배출계수는 벤추리스크러버나 반진식 석회분사법(spray dryer absorbers) 또는 전기집진시설이나 섬유필터(fabric filter)를 설치한 습식 석회 세정기를 사용하는 보일러에 적용할 수 있음. 게다가, 전기집진시설이나 섬유필터, 벤추리스크러버를 사용하는 보일러에도 적용할 수 있음

표 22. 화력발전소에서 배출되는 미량금속 배출계수(석유: 경유)

오염물질	배출계수 (kg/kg)	발암성등급	호흡단위위해도 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) ⁻¹	호흡노출참고치 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
비소(As)	1.58E-04	A	4.30E-03	NA
베릴륨(Be)	3.33E-06	B1	2.40E-03	2.00E-02
카드뮴(Cd)	4.77E-05	B1	1.80E-03	NA
6가크롬(Cr ⁶⁺)	2.97E-05	A	1.20E-02	8.00E-03
납(Pb)	1.81E-04	B2	NA	NA
망간(Mn)	3.59E-04	D	NA	5.00E-02
수은(Hg)	1.35E-05	D	NA	3.00E-01
니켈(Ni)	1.01E-02	A	2.40E-04	NA

○ 벤젠의 경우 호흡단위위해도는 산업단지와 마찬가지로 7.8×10^{-6} ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)⁻¹로 활용함

다. 매립장

○ 매립장의 경우는 아래의 물질들에 대한 건강영향을 추가로 평가할 수 있는데 대상물질 및 위해성 평가에 필요한 자료를 아래에 나타내었고, 발생량은 LandGEM 모델로부터 계산 가능³⁵⁾

표 23. 매립장 비발암성 물질 3종

물질명	호흡노출참고치($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
톨루엔	5,000
에틸벤젠	1,000
자일렌	100

표 24. 매립장 발암성 물질 6종

물질명 (발암등급)	호흡단위위해도($\mu\text{g}/\text{m}^3$) ⁻¹	발암잠재력($\text{mg}/\text{kg}/\text{day}$) ³⁶⁾
1,2-디클로로에탄 (B2)	2.6×10^{-5}	9.1×10^{-2}
클로로포름 (B2)	2.3×10^{-5}	8.2×10^{-2}
트리클로로에틸렌(TCE) ³⁷⁾ (B2)	1.7×10^{-6}	1.3×10^{-2}
염화비닐 (A)	4.4×10^{-6}	2.7×10^{-1}
사염화탄소 (B2)	1.5×10^{-5}	1.3×10^{-1}
벤젠 (A)	7.8×10^{-6}	2.7×10^{-2}

○ 단, 벤젠의 경우는 2010년부터 국가환경기준이 적용됨에 따라 별도의 발암위해도를 평가하지 않고 국가환경기준과의 비교만으로 위해성 평가를 수행할 수 있으나 벤젠은 A급 발암물질이

35) 건강영향평가기법개발 및 시범사업 연구(II), 2008.8 참조

36) 서울시정개발연구원. 2000 「단지도지역 환경성 검토 및 친환경적 정비방안」, 위해성 평가 시 활용한 것을 인용함

37) 트리클로로에틸렌(TCE)의 호흡단위위해도의 경우 미국 EPA IRIS에서 현재 그 값을 추정 중이며 1999년 발표한 잠정적 값을 활용함

므로 발암위해도도 함께 평가하는 것이 바람직함

라. 소각장

○ 일반폐기물 소각로 및 지정폐기물 소각로에서 배출되는 악취물질 및 대기오염물질의 배출계수³⁸⁾를 아래 표에 나타냄

표 25. 생활폐기물 소각시설(스토커소각로)의 배출시설별 악취의 배출계수

공정 및 배출시설	방지시설	배출오염물질	배출계수 [kg/activity-ton]	등급
쓰레기 투입장	방지시설 미설치	Odor unit	3.517E+06 ^a	F
		암모니아(NH ₃)	4.631E-03	F
		황화수소(H ₂ S)	6.990E-05	F
		트리메틸아민	2.616E-05	F
		아세트알데하이드	5.643E-04	F
소각재 저장시설	방지시설 미설치	Odor unit	1.476E+06 ^a	F
		암모니아(NH ₃)	1.998E-03	F
		황화수소(H ₂ S)	3.203E-05	F
		트리메틸아민	1.257E-05	F
		아세트알데하이드	2.086E-04	F

a : ou/Activity-ton

표 26. 생활폐기물 스토커 소각로 연돌에서의 중금속 배출계수

오염물질	방지시설	배출계수 [kg/폐기물소각량(ton)]	등급
비소(As)	전기집진시설/흡수시설	2.623E-04	B
카드뮴(Cd)	흡수시설/여과집진시설	1.574E-04	B
	전기집진시설/흡수시설	5.008E-04	B
크롬(Cr)	흡수시설/여과집진시설	3.525E-04	B
	전기집진시설/흡수시설	1.140E-03	B
수은(Hg)	전기집진시설/흡수시설	7.096E-04	B
니켈(Ni)	흡수시설/여과집진시설	1.626E-04	B
	전기집진시설/흡수시설	3.532E-03	B
납(Pb)	흡수시설/여과집진시설	1.579E-04	B
	전기집진시설/흡수시설	4.902E-04	B

38) 출처 : 환경부, 국립환경과학원 “산업공정과 대기오염물질 배출계수(III), 2004. 6

표 27. 지정폐기물 소각시설(스토커소각로) 연돌에서의 오염물질 배출계수

오염물질	방지시설	배출계수 [kg/폐기물 소각량(ton)]	등급
암모니아(NH ₃)	흡수시설/습식전기집진시설	7.926E-02	A
	건식에 의한 시설	4.845E-02	B
비소(As)	방지시설 미설치	3.51E-04 ~ 6.40E-04 (4.96E-04±2.045E-04)	B
	원심력집진/습식전기집진시설	1.067E-05	B
	여과집진시설	3.149E-05	B
벤젠	방지시설 미설치	7.641E-02	A
카드뮴(Cd)	흡수시설/습식전기집진시설	2.823E-03	A
	원심력집진시설/흡수시설	2.820E-04	A
	여과집진시설	7.19E-04 ~ 9.90E-04 (8.55E-04±1.915E-04)	B
	방지시설 미설치	1.23E-02 ~ 2.20E-02 (1.71E-02±0.007)	B
	원심력집진시설/습식전기집진시설	2.567E-04	B
크롬(Cr)	흡수시설/습식전기집진시설	6.652E-03	A
	원심력집진시설/흡수시설	6.973E-03	A
	방지시설 미설치	2.52E-03 ~ 4.55E-03 (3.54E-03±0.001)	B
	원심력집진/습식전기집진시설	6.926E-04	B
	여과집진시설	3.625E-03	B

○ 상기의 물질 중 건강영향을 평가할 수 있는 물질들과 그 물질들의 위해성 평가를 위한 자료를 아래의 표에 나타내었음

표 28. 악취물질

물질명	호흡노출참고치(mg/m ³)
암모니아(NH ₃)	1 × 10 ⁻¹
황화수소(H ₂ S)	2 × 10 ⁻³
아세트알데히드	9 × 10 ⁻³

표 29. 비발암성 물질

물질명	호흡노출참고치(mg/m ³)
염화수소(HCl)	2 × 10 ⁻²
수은(Hg)	3 × 10 ⁻⁴

표 30. 발암성 물질

물질명 (발암등급)	호흡단위위해도(μg/m ³) ¹
비소(As) (A)	4.3 × 10 ⁻³
카드뮴(Cd) (B1)	1.8 × 10 ⁻³
6가크롬(Cr ⁶⁺) (A)	1.2 × 10 ⁻²
니켈(Ni) (A)	2.4 × 10 ⁻⁴
벤젠 (A)	7.8 × 10 ⁻⁶

○ 소각장에서 배출되는 다이옥신류의 경우는 인체위해도를 평가할 수 있는 자료가 없고 「잔류성유기오염물질 관리법」 시행규칙 별표 3. 잔류성유기오염물질 배출허용기준에서 배출허용기준(0.1ng-TEQ/Sm³)을 규정하고 있기 때문에 별도의 위해성 평가 없이 현행 환경영향평가방법을 준용

마. 분뇨처리시설 · 가축분뇨(공공)처리시설

- 분뇨처리시설 및 가축분뇨(공공)처리시설에서 건강에 영향을 미칠 수 있는 대표적인 물질은 악취 물질임
- 일반적으로 악취를 느끼는 정도는 개인마다 차이가 있고 주관성이 강하며 여러 가지 악취물질이 복합적으로 작용하여 영향을 미칠 수 있음
- 현재 복합악취가 인체 건강에 미치는 구체적인 자료는 거의 없는 상태이기 때문에 대표적인 악취 물질 중 위해성 평가가 가능한 물질은 다음과 같음

표 31. 분뇨처리시설 · 가축분뇨(공공)처리시설 악취물질 4종

물질명	호흡노출참고치(mg/m ³)
암모니아(NH ₃)	1 × 10 ⁻¹
황화수소(H ₂ S)	2 × 10 ⁻³
아세트알데히드	9 × 10 ⁻³
스티렌(C ₆ H ₆)	1

- 아래의 표는 개별 시설별 악취물질의 배출계수를 정리한 것임

표 32. 분뇨처리시설 배출악취물질의 건강영향, 국내외 권고기준, 발암성, 배출계수

배출물질	건강영향	WHO 권고기준	발암성		IRIS	우리나라 배출계수 (kg/activity-ton)	EPA 배출계수 (kg/ton)	
			WHO IARC	US EPA				
분 뇨 처 리 · 하 수 연 계 (포 기 조)	암모니아 (NH ₃)	-	-	-	RfC = 1×10 ⁻¹ mg/m ³ No data on RfD	1.90E-03	-	
	황화수소 (H ₂ S)	- 고농도 노출 시 폐부종 유발 및 중추신경계 손상 - 저농도 노출 시 호흡기계 자극 - 만성노출 시 생식기관 손상	7μg/m ³ (30min)	-	-	RfC = 2×10 ⁻³ mg/m ³ No data on RfD	2.51E-03	-
	메틸메르캅탄 (CH ₃ SH)	- 심혈관 및 혈액학적 독성 - 호흡기계 독성	-	-	-	-	2.40E-04	-
	이황화메틸 (CH ₃) ₂ S ₂	- 만성노출 시 혈액학적 이상유발 - 고농도 노출 시 중추신경계 손상	-	-	-	-	7.92E-05	-
	트리메틸아민 ((CH ₃) ₃ N)	- 식도 및 호흡기계 손상 - 회상유발	-	-	-	-	1.02E-04	-
	아세트알데히드 (CH ₃ CHO)	- 저농도 노출 시 피부, 눈 자극 - 고농도 노출 시 중추신경계 손상 - 만성노출 시 피부염 유발	-	2B	B2	RfC = 9×10 ⁻³ mg/m ³ No data on RfD	1.89E-04	-
	스티렌 (C ₆ H ₆)	- 만성노출 시 혈액학적 이상 - 고농도 노출 시간 독성 유발	70μg/m ³ (30min)	2B	B2	RfC = 1mg/m ³ RfD = 2×10 ⁻¹ mg/kg·day	6.96E-04	-

배출물질	건강영향	WHO 권고기준	발암성		IRIS	우리나라 배출계수 (kg/activity-ton)	EPA 배출계수 (kg/ton)	
			WHO IARC	US EPA				
방 지 시 설	암모니아 (NH ₃)	- 고농도 노출시 조직손상 - 기관지부종, 폐렴, 폐수종 등 유발 - 만성노출 시 피부염, 실명 유발	-	-	RfC = 1×10 ¹ mg/ m ³ No data on RfD	1.21E-03	-	
	황화수소 (H ₂ S)	- 고농도 노출 시 폐부종 유발 및 중추신경계 손상 - 만성노출 시 생식기관 손상	7μg/ m ³ (30min)	-	RfC = 2×10 ³ mg/ m ³ No data on RfD	3.64E-04	-	
	메틸메르captan (CH ₃ SH)	- 심혈관 및 혈액학적 독성 - 호흡기계 독성	-	-	-	2.48E-05	-	
	이황화메틸 (CH ₃) ₂ S ₂	- 만성노출 시 혈액학적 이상유발 - 고농도 노출 시 중추신경계 손상	-	-	-	1.09E-05	-	
	트리메틸아민 ((CH ₃) ₃ N)	- 식도 및 호흡기계 손상 - 화상유발	-	-	-	7.40E-05	-	
	아세트알데히드 (CH ₃ CHO)	- 저농도 노출 시 피부, 눈 자극 - 만성노출 시 피부염 유발	-	2B	B2	RfC = 9×10 ³ mg/ m ³ No data on RfD	1.11E-04	-
	스티렌 (C ₈ H ₈)	- 만성노출 시 혈액학적 이상 - 고농도 노출 시간 독성 유발	70μg/ m ³ (30min)	2B	B2	RfC = 1mg/ m ³ RfD = 2×10 ¹ mg/kg · day	2.53E-04	-
건 조 장	암모니아 (NH ₃)	- 고농도 노출시 조직손상 - 기관지부종, 폐렴, 폐수종 등 유발 - 만성노출 시 피부염, 실명 유발	-	-	RfC = 1×10 ¹ mg/ m ³ No data on RfD	4.58E-05	-	

배출물질	건강영향	WHO 권고기준	발암성		IRIS	우리나라 배출계수 (kg/activity-ton)	EPA 배출계수 (kg/ton)		
			WHO IARC	US EPA					
본 노 저 리 () 액 상	최 중 침 전 지	황화수소 (H ₂ S)	- 고농도 노출 시 폐부종 유발 및 중추신경계 손상 - 만성노출 시 생식기관 손상	7μg/ m ³ (30min)	-	RfC = 2×10 ³ mg/ m ³ No data on RfD	1.08E-05	-	
		메틸메르captan (CH ₃ SH)	- 심혈관 및 혈액학적 독성 - 호흡기계 독성	-	-	-	6.58E-06	-	
		이황화메틸 (CH ₃) ₂ S ₂	- 만성노출 시 혈액학적 이상유발 - 고농도 노출 시 중추신경계 손상	-	-	-	2.53E-06	-	
		트리메틸아민 ((CH ₃) ₃ N)	- 식도 및 호흡기계 손상 - 화상유발	-	-	-	1.26E-06	-	
		아세트알데히드 (CH ₃ CHO)	- 저농도 노출 시 피부, 눈 자극 - 만성노출 시 피부염 유발	-	2B	B2	RfC = 9×10 ³ mg/ m ³ No data on RfD	5.83E-08	-
		스티렌 (C ₈ H ₈)	- 만성노출 시 혈액학적 이상 - 고농도 노출 시간 독성 유발	70μg/ m ³ (30min)	2B	B2	RfC = 1mg/ m ³ RfD = 2×10 ¹ mg/kg · day	6.43E-07	-
본 노 저 리 () 액 상	최 중 침 전 지	암모니아 (NH ₃)	- 고농도 노출시 조직손상 - 후두부종, 기관지부종, 폐수종 유발 - 만성노출 시 피부염, 실명 유발	-	-	RfC = 1×10 ¹ mg/ m ³ No data on RfD	1.90E-04	-	
		황화수소 (H ₂ S)	- 고농도 노출 시 폐부종 유발 및 중추신경계 손상 - 만성노출 시 생식기관 손상	7μg/ m ³ (30min)	-	-	RfC = 2×10 ³ mg/ m ³ No data on RfD	2.14E-07	-

배출물질	건강영향	WHO 권고기준	발암성		IRIS	우리나라 배출계수 (kg/activity-ton)	EPA 배출계수 (kg/ton)	
			WHO IARC	US EPA				
부식 건조장	메틸메르캡탄 (CH ₃ SH)	- 심혈관 및 혈액학적 독성 - 호흡기계 독성	-	-	-	4.32E-07	-	
	이황화메틸 (CH ₃) ₂ S ₂	- 만성노출 시 혈액학적 이상유발 - 고농도 노출 시 중추신경계 손상	-	-	-	2.65E-06	-	
	트리메틸아민 ((CH ₃) ₃ N)	- 식도 및 호흡기계 손상 - 화상유발	-	-	-	2.28E-06	-	
	아세트알데히드 (CH ₃ CHO)	- 고농도 노출 시 중추신경계 손상 - 만성노출 시 피부염 유발	-	2B	B2	RfC = 9×10 ⁻³ mg/ m ³ No data on RfD	4.62E-06	-
	스티렌 (C ₈ H ₈)	- 만성노출 시 혈액학적 이상 - 고농도 노출 시간 독성 유발	70μg/ m ³ (30min)	2B	B2	RfC = 1mg/ m ³ RfD = 2×10 ⁻¹ mg/ kg · day	1.65E-05	-
	암모니아 (NH ₃)	- 고농도 노출시 조직손상 - 기관지부종, 폐렴, 폐수종 등 유발 - 만성노출 시 피부염, 실명 유발	-	-	-	RfC = 1×10 ⁻¹ mg/ m ³ No data on RfD	1.12E-05	-
	황화수소 (H ₂ S)	- 고농도 노출 시 폐부종 유발 및 중추신경계 손상 - 저농도 노출 시 호흡기계 자극 - 만성노출 시 생식기관 손상	7μg/ m ³ (30min)	-	-	RfC = 2×10 ⁻³ mg/ m ³ No data on RfD	2.16E-08	-
	메틸메르캡탄 (CH ₃ SH)	- 심혈관 및 혈액학적 독성 - 호흡기계 독성	-	-	-	-	1.37E-07	-

배출물질	건강영향	WHO 권고기준	발암성		IRIS	우리나라 배출계수 (kg/activity-ton)	EPA 배출계수 (kg/ton)	
			WHO IARC	US EPA				
	이황화메틸 (CH ₃) ₂ S ₂	- 만성노출 시 혈액학적 이상유발 - 고농도 노출 시 중추신경계 손상	-	-	-	9.12E-07	-	
	트리메틸아민 ((CH ₃) ₃ N)	- 식도 및 호흡기계 손상 - 화상유발	-	-	-	2.72E-07	-	
	아세트알데히드 (CH ₃ CHO)	- 고농도 노출 시 중추신경계 손상 - 만성노출 시 피부염 유발	-	2B	B2	RfC = 9×10 ⁻³ mg/ m ³ No data on RfD	1.16E-06	-
	스티렌 (C ₈ H ₈)	- 만성노출 시 혈액학적 이상 - 고농도 노출 시간 독성 유발	70μg/ m ³ (30min)	2B	B2	RfC = 1mg/ m ³ RfD = 2×10 ⁻¹ mg/ kg · day	1.01E-06	-

바. 수질분야 건강영향 추가평가물질

○ 수질분야 건강영향 추가 평가 물질 및 그 기준은 아래 표와 같음

표 33. 건강영향 추가평가물질의 기준

물질(16개)	평가기준		비고
	국내 (단위 mg/ℓ)	미국 EPA	
구리(Cu)	-	1.3 mg/ℓ	
납(Pb)	0.05		환경정책기본법
수은(Hg)	검출되어서는 안됨 (한계 0.001)		"
시안(CN)	검출되어서는 안됨 (한계 0.01)		"
비소(As)	0.05		"
유기 인	검출되어서는 안됨 (한계 0.0005)		"
6가크롬(Cr ^{VI})	0.05		"
카드뮴(Cd)	0.005		"
테트라클로로에틸렌(PCE)	0.04		"
트리클로로에틸렌(TCE)	-	2.5µg/ℓ	
페놀	-	10mg/ℓ	
폴리크로리네이티드비페닐(PCB)	검출되어서는 안됨		환경정책기본법
1, 2 - 디클로로에탄	-	0.38 µg/ℓ	
벤젠	-	2.2 µg/ℓ	
클로로포름	-	5.7 µg/ℓ	
안티몬	-	5.6 µg/ℓ	

- 49 -

○ 이들 물질의 업종별 발생량은 아래 표와 같음³⁹⁾

표 34. 16개 수질유해물질 배출량 원단위 (kg/일·업체수)

업종	구리(Cu)			납(Pb)			수은(Hg)			시안(CN)		
	업체수	배출량	배출량 원단위	업체수	배출량	배출량 원단위	업체수	배출량	배출량 원단위	업체수	배출량	배출량 원단위
출판인쇄사진	67	0.19000	0.00284	57	0.04000	0.00070	8	0.44000	0.05500	69	1.00000	0.01449
운수장비	14	0.09000	0.00643	7	0.01000	0.00143	4	1.28000	0.32000	44	7.22000	0.16409
음식료품	15	2.49000	0.16600	4	0.51000	0.12750				10	1.00000	0.10000
비금속	14	1.42000	0.10143	23	5.98000	0.26000	1	0.00000		2	0.10000	0.05000
조립금속	189	12.24000	0.06476	71	2.31000	0.03254	1	0.00000		44	0.29000	0.00659
섬유	9	0.96000	0.10667	6	1.45000	0.24167				1	0.41000	0.41000
화학	64	4.11000	0.06422	42	2.75000	0.06548	2	0.00000		31	0.51000	0.01645
기타	22	9.55000	0.43409	8	2.39000	0.29875	1	0.00000		11	0.02000	0.00182
도금시설	354	5.50000	0.01554	43	0.26000	0.00605	1	0.00000		327	1.07000	0.00327
병원시설	105	0.32000	0.00305	56	0.20000	0.00357	2	0.00000		46	0.27000	0.00587

39) 공장폐수의 발생과 처리(환경부, 2005)의 업종별 수질유해물질 배출량을 인용. 1,2-디클로로에탄, 벤젠, 크로로포름, 안티몬 4개 물질은 TRI 업종별 수계배출량(2007)을 인용하였으며 업체수 및 배출량 원단위는 추후 업데이트 예정임

업종	구리(Cu)			납(Pb)			수은(Hg)			시안(CN)		
	업체수	배출량	배출량 원단위	업체수	배출량	배출량 원단위	업체수	배출량	배출량 원단위	업체수	배출량	배출량 원단위
전기전자	112	13.04000	0.11643	56	4.75000	0.08482	1	0.00000		14	0.34000	0.02429
고무플라스틱	25	6.36000	0.25440	13	0.58000	0.04462				4	0.23000	0.05750
가공금속	87	13.89000	0.15966	45	13.59000	0.30200	1	0.00000		21	3.47000	0.16524
시험시설	62	0.79000	0.01274	38	0.20000	0.00526	7	0.00000		31	0.22000	0.00710
담배제지목제	6	27.14000	4.52333	5	6.06000	1.21200	1	0.00000		1	0.00000	
발전수도	5	2.93000	0.58600	4	1.21000	0.30250				2	1.94000	0.97000
피혁신발	3	0.01000	0.00333	1	0.00000					0	0.00000	
광업시설	1	0.00000		1	0.00000					0	0.00000	
세정응축시설	11	0.14000	0.01273	7	0.03000	0.00429	4	0.00000		4	0.02000	0.00500
폐수처리업	24	0.57000	0.02375	8	0.30000	0.03750				15	0.26000	0.01733
정수시설	6	0.01000	0.00167	1	0.00000					4	0.00000	
석유정제	1	0.00000		3	2.82000	0.94000	1	0.00000		3	1.07000	0.35667
제1차 금속산업												

업종	비소(As)			유기인			6가크롬(Cr ⁶⁺)			카드뮴(Cd)		
	업체수	배출량	배출량 원단위	업체수	배출량	배출량 원단위	업체수	배출량	배출량 원단위	업체수	배출량	배출량 원단위
출판인쇄사진	20	0.32000	0.01600	20	0.59000	0.02950	28	0.13000	0.00464	10	0.01000	0.00100
운수장비	47	2.32000	0.04936	43	4.18000	0.09721	29	0.54000	0.01862	8	0.16000	0.02000
음식료품	2	0.10000	0.05000	3	0.32000	0.10667	7	0.07000	0.01000			
비금속	4	0.04000	0.01000	2	0.07000	0.03500	3	0.01000	0.00333	5	0.03000	0.00600
조립금속							21	0.07000	0.00333	15	0.01000	0.00067
섬유							4	0.00000		2	0.00000	
화학	4	0.01000	0.00250	1	0.02000	0.02000	9	0.00000		17	0.00000	
기타	3	0.00000		1	0.00000		6	1.42000	0.23667	3	0.01000	0.00333
도금시설	1	0.00000		2	0.00000		166	0.35000	0.00211	18	0.01000	0.00056
병원시설	15	0.08000	0.00533	5	0.17000	0.03400	17	0.03000	0.00176	14	0.00000	
전기전자	3	0.00000		2	0.00000		6	0.16000	0.02667	6	0.01000	0.00167

업종	비소(As)			유기인			6가크롬(Cr ⁶⁺)			카드뮴(Cd)		
	업체수	배출량	배출량 원단위	업체수	배출량	배출량 원단위	업체수	배출량	배출량 원단위	업체수	배출량	배출량 원단위
고무플라스틱							6	0.12000	0.02000	4	0.01000	0.00250
가공금속	5	0.58000	0.11600	1	0.00000		26	0.65000	0.02500	15	0.22000	0.01467
시험시설	12	0.07000	0.00583	3	0.04000	0.01333	16	0.06000	0.00375	25	0.01000	
담배제지목제												
발전수도							1	0.05000	0.05000	1	0.00000	
피혁신발							1	0.00000		1	0.00000	
광업시설												
세정응축시설	2	0.00000					3	0.00000		4	0.01000	0.00250
폐수처리업				1	0.06000	0.06000	7	0.03000	0.00429	3	0.01000	0.00333
정수시설							1	0.00000		1	0.00000	
석유정제	1	0.00000								1	0.00000	
제1차 금속산업												

업종	테트라클로로에틸렌(PCE)			트리클로로에틸렌(TCE)			페놀			폴리클로리네이트비페닐(PCB)		
	업체수	배출량	배출량 원단위	업체수	배출량	배출량 원단위	업체수	배출량	배출량 원단위	업체수	배출량	배출량 원단위
출판인쇄사진	29	0.00000		30	0.00000		18	0.00000				
운수장비	1	0.03000	0.03000	2	0.01000	0.00500	5	0.09000	0.01800	1	0.01000	0.01000
음식료품							2	0.25000	0.12500			
비금속	1	0.00000		2	0.00000		1	0.03000	0.03000			
조립금속	1	0.00000		2	0.00000		7	0.36000	0.05143			
섬유	9	0.01000	0.00111	10	0.01000	0.00100	2	0.01000	0.00500			
화학	5	0.00000		5	0.00000		26	2.09000	0.08038	1	0.00000	
기타							1	0.04000	0.04000			
도금시설	5	0.00000		3	0.01000	0.00333	11	0.02000	0.00182			
병원시설	7	0.00000		8	0.00000		44	0.26000	0.00591	2	0.01000	0.00500
전기전자	1	0.00000		1	0.01000	0.01000	7	0.82000	0.11714			

업종	테트라클로로에틸렌(PCE)			트리클로로에틸렌(TCE)			페놀			폴리클로리네이티드비페닐(PCB)		
	업체수	배출량	배출량 원단위	업체수	배출량	배출량 원단위	업체수	배출량	배출량 원단위	업체수	배출량	배출량 원단위
고무플라스틱							14	1.73000	0.12357			
가공금속				4	0.00000		7	0.00000		2	0.00000	
시험시설	2	0.00000		1	0.00000		33	0.18000	0.00545	2	0.01000	0.00500
담배제지목제				1	0.00000		2	0.00000		1	0.00000	
발전수도	0	0.00000								1	0.00000	
피혁신발	1	0.00000		1	0.00000							
광업시설												
세정응축시설							3	0.03000	0.01000	1	0.00000	
폐수처리업							3	0.00000				
정수시설												
석유정제	1	0.00000		1	0.00000		5	3.82000	0.76400			
제1차 금속산업												

업종	1,2-디클로로에탄			벤젠			크로로포름			안티몬		
	업체수	배출량	배출량 원단위	업체수	배출량	배출량 원단위	업체수	배출량	배출량 원단위	업체수	배출량	배출량 원단위
출판인쇄사진												
운수장비												
음식료품												
비금속												
조립금속												
섬유												
화학		0.00630			0.25260			0.11342			0.02000	
기타												
도금시설												
병원시설												
전기전자												

업종	1,2-디클로로에탄			벤젠			크로로포름			안티몬		
	업체수	배출량	배출량 원단위	업체수	배출량	배출량 원단위	업체수	배출량	배출량 원단위	업체수	배출량	배출량 원단위
고무플라스틱											0.02959	
가공금속												
시험시설												
담배제지목제												
발전수도												
피혁신발												
광업시설												
세정응축시설												
폐수처리업												
정수시설												
석유정제												
제1차 금속산업											0.00027	

제5장 주요 검토내용

1 협의 시 주요 검토내용

1. 협의 시 주요 검토내용

○ 건강영향평가 협의 시 주요하게 검토해야 할 내용은 아래와 같음

표 35. 주요 검토내용

항 목	검토 여부
건강영향평가 대상사업인가?	
스코핑이 적절하게 이루어졌는가(평가항목에 위생·공중보건 항목이 포함되었는지 여부)?	
위생·공중보건 작성 규정에 명시된 내용들이 검토 되었는가?	
건강영향을 추가로 평가하여야 할 물질들이 사업별로 적절하게 선정되었는가?	
비발암성 물질에 대한 위해도 지수가 적절하게 계산되었는가?	
노출평가가 적절하게 이루어졌는가?	
발암성 물질에 대한 발암위해도가 적절하게 계산되었는가?	
위해도 지수와 발암위해도가 기준을 만족하는가?	
부정적 영향을 최소화 할 수 있는 저감대책은 충실하게 수립되었는가?	
기준을 만족하지 못할 경우 추가적인 저감대책이 수립되었는가?	
※ 이상의 사항들에 대하여 검토 여부를 판단함	