

2. 유해폐기물 분류체계 및 용출시험방법 비교

1) 유해폐기물 분류 기준

유해폐기물의 분류기준은 독성, 인화성, 부식성, 반응성, 용출특성 등 5가지 기준이 공통적으로 사용

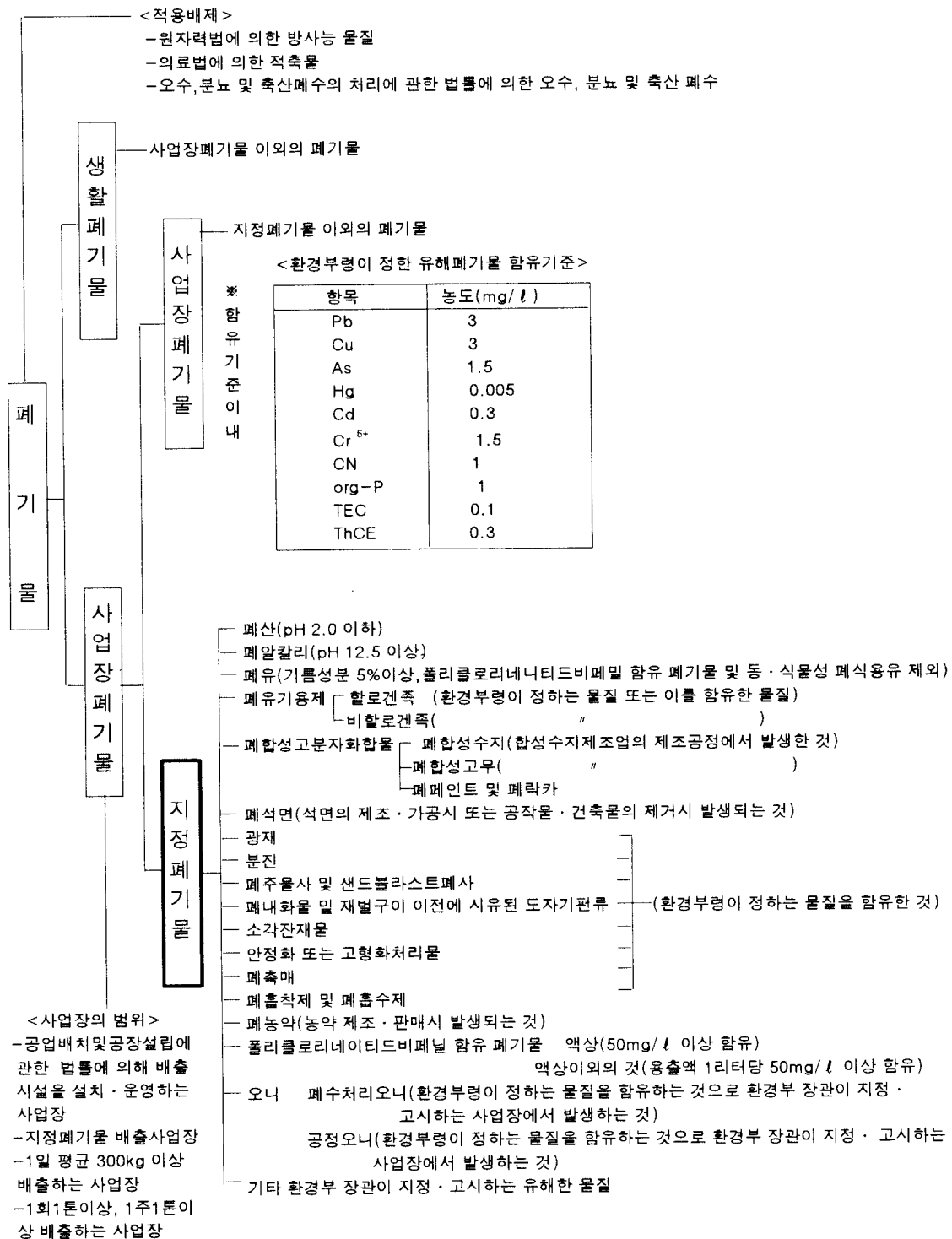
○ 유해폐기물의 분류 기준으로는 독성, 인화성, 부식성, 반응성, 용출특성 등 5가지 기준이 공통적으로 적용되고 있으나, 세부 내역별로는 국가별 차이 존재

- 인화성, 부식성 및 반응성 관련 폐기물은 대부분 매립처분 할 수 없는 성질의 폐기물으로써 산화, 환원, 중화 또는 소각처리 방법으로 처리
- 용출 특성에 의해 유해폐기물로 분류되는 폐기물의 경우에는 2차 오염을 예방할 수 있는 매립지에 최종 처분하도록 규정

국내 폐기물관리법은 유해성, 난분해성, 처리곤란성 및 발생가능성에 따라 18가지 유해폐기물 규정

○ 국내 폐기물관리법은 사업장 폐기물 중 유해성, 난분해성, 처리곤란성 및 유해폐기물 발생가능성 등의 기준을 적용하여 18가지 폐기물에 대하여 지정폐기물로 구분하여 특별 관리

- 폐산, 폐알칼리, PCB 함유폐기물 및 용출특성폐기물에 대하여는 유해 성분의 농도를 측정하여 지정폐기물 여부를 판정
- 폐농약, 폐유기용제 등의 기타 폐기물은 시험분석 없이 지정폐기물로 구분
- 분류체계의 큰 흐름은 미국과 유사하나, 화학물질의 폐기처분과 관련된 분류가 미흡한 편이며, 원자력법에 의한 방사능 물질 및 이에 의하여 오염된 물질과 의료법에 의한 적축물 및 오수·분뇨 및 축산폐수에 관한 적용을 배제

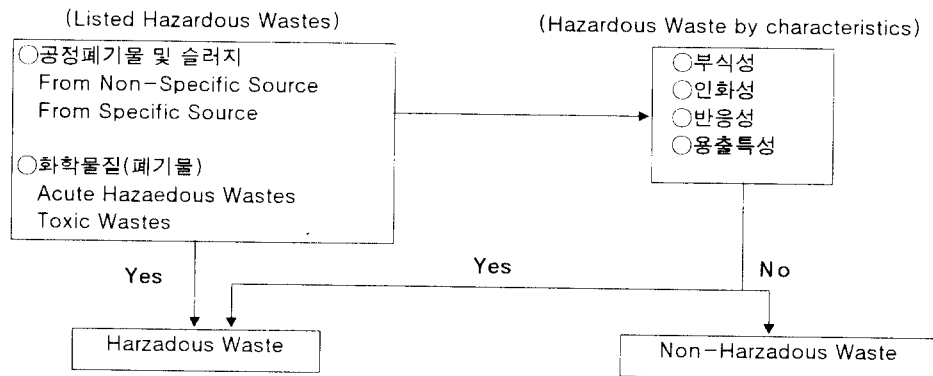


〈그림 1〉 한국의 폐기물 분류 체계도

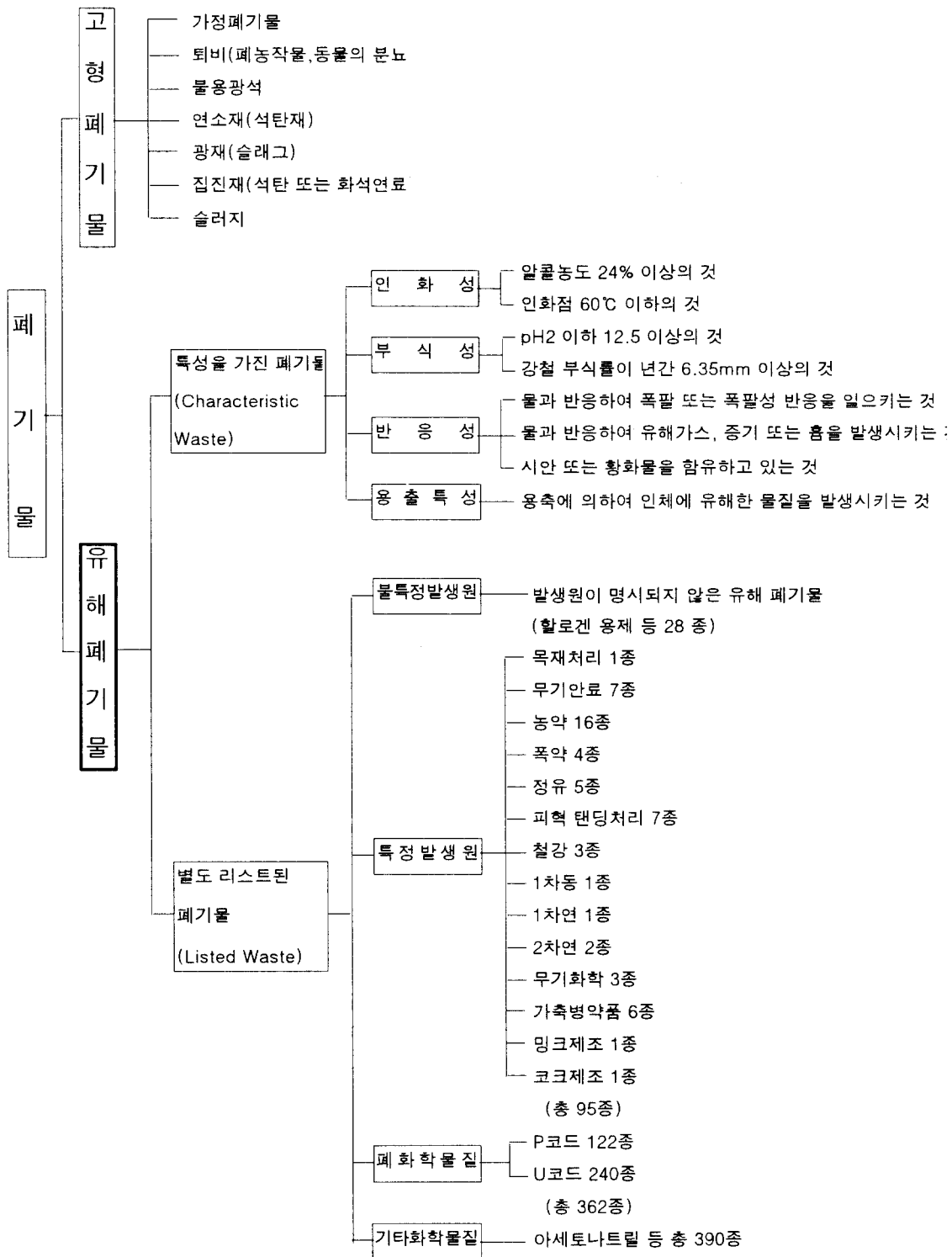
미국은 유해물
분류 및 확인 분
석 체계의 2단계
방법 채택

- 미국은 RCRA(Resource Conservation and Recovery Act)에서 700종 이상의 폐기물을 유해 폐기물로 지정하고 있으며, 일면 복잡해 보이지만 내용면에서는 매우 합리적인 것으로 평가
- 향후 국내 폐기물 관련법규 개정 방향과 관련 사전 대응 필요
- 유해폐기물 분류체계는 유해폐기물리스트 및 확인 분석 체계의 두단계를 거쳐 판정

<그림 2> 미국에서의 유해폐기물 확인체계



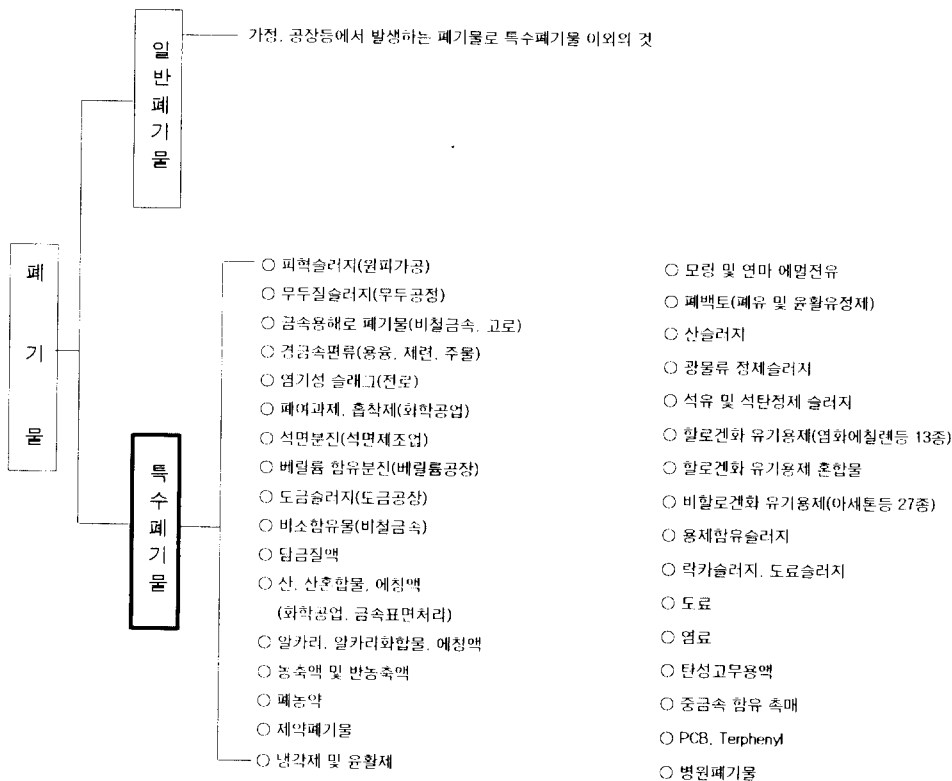
- Listed Hazardous Wastes의 특징은 물질 또는 사용되는 원료의 성질로 보아 폐기물로 되었을 때 그 유해성이 자동적으로 인정되는 것들이며, 따라서 이의 제기가 없는 한 별도의 분석 과정을 거치지 않음
- 유해폐기물 확인과정이 목록에 나타나 있거나(1단계 평가) 목록에 나타나 있지 않은 폐기물이라도 제시된 시험법 및 판정기준에 의해 유해한 것으로 판정
- 2단계 확인 과정은 1단계 목록에 올라있지 않은 물질의 물리화학적 성질 즉 인화성, 부식성, 반응성 및 유해물질용출특성에 따라 유해폐기물 여부를 판정



<그림 3> 미국의 폐기물 분류체계도

독일, 영국, 프랑스는 폭발성, 연소성, 질병악기성 및 처리곤란성 등을 기준으로 특수 폐기물 (Special Waste) 분류

- 독일은 WMA(Waste Avoidance and Waste Management Act)에서 폐기물의 수출·입을 모두 규제하고 처분 중심의 정책에서 관리 중심으로 전환
 - Commercial or Industrial Waste로써 건강, 대기, 수질에 유해하고 폭발성, 연소성 및 질병을 야기하는 물질을 포함하는 320여 종류의 폐기물에 대하여 특별감시를 규정
 - 연방법에는 Special Waste에 대한 정의가 없고 주 (State)법에서 사용
 - 영국과 프랑스도 독일과 비슷하게 특수폐기물 (Special Waste) 분류 기준 적용



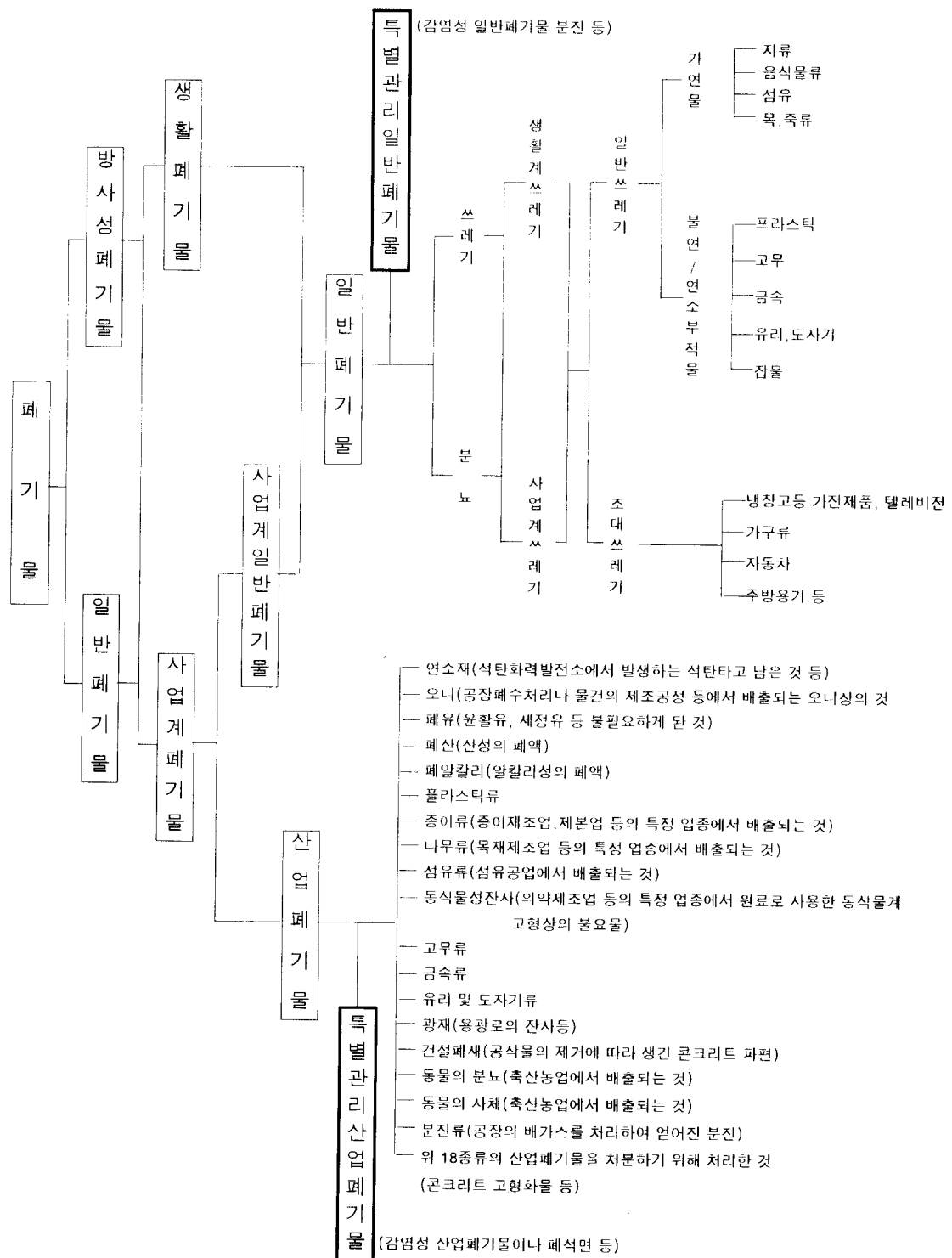
<그림 4> 독일의 폐기물 분류체계도

일본은 특별관리
일반폐기물과 특
별관리산업폐기
물로 분류하고
특별관리산업폐
기물에서 다시
특정유해산업폐
기물을 분류

- 일본은 「폐기물의 처리 및 청소에 관한 법률」
에서 특별관리폐기물으로써 유해폐기물을 관리하
고 있으며, 특별관리일반폐기물과 특별관리산업
폐기물로 이원화시킴
- 특별관리산업폐기물 중 폐PCB, 폐석면등을 특정유
해산업폐기물로 세분류
 - 특별관리산업폐기물관리표의 교부, 별도의 처리업
허가 등 일반 산업폐기물과는 전혀 다른 처리체계
규정

<표 1> 특별관리폐기물 일람표

구분	종 류	기 준
특별관리일반폐기물	PCB를 사용한 부 품	일반폐기물인 폐에어콘, 폐텔레비전, 폐전자렌지에서 떼어낸 것
	분진	1일 처리능력이 5톤 이상인 쓰레기 소각시설 중에서 소각재와 분진을 분리하여 배출되도록 설치된 집진장치에서 포집된 분진
	감염성 일반폐기물	의료기관등에서 배출되는 혈액이 부착된 가제등의 감염성 병원체 함유 또는 우려가 있는 일반폐기물
특별관 리 산 업 폐 기 물	폐유	산업폐기물인 휘발류, 등유류, 경유류
	폐산	pH가 2이하인 폐산
	폐알칼리	pH가 12.5 이상인 폐알칼리
	감염성 산업폐기물	의료기관등에서 배출되는 혈액, 사용하고난 주사기등의 감염성 병원체를 함유 또는 우려가 있는 산업폐기물
	특정유 해 산 업 폐 기 물	폐PCB 및 PCB를 함유한 폐유, PCB가 도포된 종이류, PCB가 부착되거나 봉입된 폐플라스틱류, 금속류
	폐석면등	건축물에서 제거한 비산성의 석면, 석면함유보온재 및 그 제거공사에서 배출되는 플라스틱 시트등 대기오염방지법의 특정분진발생시설을 가진 사업장의 집진장치에 포집된 비산성의 석면등
	폐기물처리법 의 유해산업폐 기물 등	폐기물처리법 시행령 별표3의 유해산업폐기물 또는 차단형 최종처분장에 매립하는 폐기물과 1일 처리능력이 5톤 이상인 산업폐기물 소각시설에서 배출되는 연소재, 분진으로 판정기준을 초과하는 것



<그림 5> 일본의 폐기물 분류체계도

2) 유해폐기물 용출시험 방법

유해폐기물 용출 시험방법은 국가별 차이는 매립지관리 정책과 밀접한 연관관계 있음

- 폐기물의 유해성 평가 수단으로 사용되는 유해폐기물 용출 시험방법은 국가별 차이점이 매우 큰 분야로써 폐기물의 최종 처분 수단인 매립지의 관리 정책과 밀접하게 연관되어 있음
 - 매립지는 2차 오염을 예방이 최우선적으로 고려되어야 하는 폐기물의 최후 처분 수단으로써, 국가별 유해폐기물 용출시험방법이 상이한 것은 매립지에서 폐기물이 노출될 수 있는 최악의 조건(worst condition)에 대한 가정이 다른 것에 기인

<표 2> 주요 국가의 매립지내에서의 최악조건 가정 내용

국 가	내 용
미 국, 이탈리아	· 유기성 폐기물과 혼합 매립시 유기성 폐기물의 혐기성 분해에 의해 아세트산이 형성된 상태 가정 <아세트산 생성 반응식> $2\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{CH}_3\text{COOH} + 8\text{H}^+$
프랑스, 이탈리아 등	· 아세트산이 메탄과 이산화탄소로 분해되어 침출수가 이산화탄소로 포화되어 있는 상태 가정 <이산화탄소 생성 반응식> $2\text{CH}_3\text{COOH} + 2\text{CH}_4 + 2\text{CO}_2$
한국, 일본, 프랑스, 영국 등	· 폐기물 분리 매립정책을 근간으로 유기성 폐기물의 혼합 매립 상태를 가정하지 않고 지하수 또는 암반수에 의한 침출 상태 가정

- 따라서 각국은 최악의 조건이라 가정한 상태를 폐기물 용출시험에서의 조건으로 산정

- 유해폐기물의 용출시험방법은 용출용 시료의 조제 및 전처리방법, 용매의 조제방법 및 pH, 용매와 시료의 혼합비율, 진탕방법 및 진탕 시간 등으로 특징지어짐

<표 3> 주요국가의 용출시험방법 비교

Country	Waste(g)	S : L	Leachant	Agitation
Korea	50	1 : 10	DI water [*]	6 hr
Japan	50	1 : 10	DI water	6 hr
United States	100	1 : 20	DI water buffered at pH 5 or 3 with acetic acid	18 hr
Germany	100	1 : 10	DI water	24 hr
France ^a	100	1 : 10	DI water saturated with CO ₂ and air	16 hr
United kindom	400	1 : 20	DI water	5 hr
Italy 1	100	1 : 16	DI water saturated with CO ₂	24 hr
Italy 2 ^b	100	1 : 16	DI water buffered at pH 5 with acetic acid	24 hr
Australis	350	1 : 4	DI water	48 hr
South Africa	150	1 : 10	DI water	1 hr
Swiss	100-200	1 : 20	DI water saturated with CO ₂	48 hr
Austria	100	1 : 10	DI water	24 hr

^a : Three Sequential Extraction, ^b : EPA method^{*} : DI water : Deionized Water

- 국내 시험방법에서는 고형물의 함량이 5% 미만인 폐기물은 액상폐기물로 가정하여 용출시험대상에서 제외하고, 이러한 폐기물은 폐수분석 시험과 같은 함유시험을 실시
- 미국의 TCLP¹⁾법은 고형물의 함량이 0.5% 미만인 폐기물을 액상폐기물로 간주하여 함유시험을 실시하고, 고형물의 함량이 5% 이상인 폐기물은 가압 여과한 후 액상과 고상을 분리하여 각각 시험하는 것이 특징

1) TCLP : Toxicity Characteristic Leaching Procedure

미국에서 유해폐기물로 판정된 폐기물도 한국에서는 일반폐기물로 분류될 수 있으며, 미국에서 성공한 처리 기술이라도 한국에서는 실패할 수 있음

- 용출시험 방법의 차이 때문에 동일한 폐기물에 대한 국가별 유해폐기물의 판정이 달라질 수 있으며, 예를들어 미국에서는 유해폐기물로 판정된 폐기물이 한국에서는 일반폐기물로 분류되거나 또는 반대의 경우가 발생할 수 있음
 - 이같은 차이점은 대기나 수질관련 법규에서 특정물질을 규제 대상에 포함시킬 것인가에 대한 결정이나 또는 규제 농도를 어느 수준으로 정할 것인가에 대한 국가별 차이와는 맥을 달리하는 것으로 근본적으로 유해성 평가 기준에 대한 시각을 달리하는 것임
 - 폐기물의 처리기술이나 방식도 국가별로 국내법에 적합하도록 최적화한 경향이 있으며, 결과적으로 한 국가에서 개발된 폐기물 안정화처리 기술은 타 국가 법규를 충족시킬 수 없는 경우 발생
 - 따라서 선진국의 유해폐기물 처리기술을 여과없이 도입할 경우 실패할 확률이 매우 높으므로 사전에 정밀한 기술 검토 필요

3) 결 론

국내 유해폐기물 관리 정책 방향과 관련하여 선진국의 사례 연구 필요

- 국내 폐기물 관리 정책은 아직 정착 단계에 이르지 못했으며, 향후 제도 개선과 관련하여 선진국의 바람직한 사례를 참고해야할 것임
 - 폐기물관리법, 원자력법, 의료법, 오수·분뇨 및 축산폐수의 처리에 관한 법률로 분리되어 있는 폐기물관련법규들을 폐기물관리법으로 통합할 필요 있음
 - 국내법이 채택하고 있는 폐기물 용출시험방법은 폐기물 분리매립시에 적합하도록 개발된 모델이므로, 폐기물 분리매립 정책 강화 필요
- 선진국의 유해폐기물 처리 기술을 검토할 경우에는 국내법에 적합한지 여부에 대한 사전 기술 검토가 철저히 선행되어야할 것임

- 유해폐기물 처리 기술은 매립지 관리 등 국가 폐기물 관리 정책 목표와 처리 기술이 잘 부합되어야만 처리물의 안정성 및 경제성을 기대할 수 있음
- 폐기물 처리 기술의 평가는 글로벌한 기준이 적용되기 보다는 국가별 폐기물 정책에 얼마나 최적화되어 있는지의 문제일 것임
- 결론적으로 다양한 정책 목표에 능동적으로 대응하기 위해서는 기초 기술 분야에 대한 폭넓은 지식 축적이 시급한 과제임

손 태 청 (환경개선관리팀 연구위원)