

퇴비화 조건에서의 생분해성 플라스틱의 M 0000 2002  
 생분해도 측정방법 : 화학적 분석법

Determination of the biodegradability of plastic materials under  
 composting conditions - Method by chemical analysis .

**서 문** 이 규격은 1999년에 1판으로 발행된 ISO 14855, Determination of the ultimate aerobic biodegradability and disintegration of plastic materials under controlled composting conditions - Method by analysis of evolved carbon dioxide를 토대로 대응하는 부분에 대해서는 대응 국제 규격을 번역하여 기술적 내용을 변경하지 않고 작성한 한국 산업규격인데, 대응 국제 규격에는 제정되어 있지 않은 규정 항목을 한국산업규격으로 추가하고 있다.

**1. 적용 범위** 본 한국산업규격은 퇴비화 조건에서 발생하는 이산화탄소의 양을 측정하여 유기 화합물인 플라스틱의 호기적 생분해도를 측정하는 방법에 대해 기술한다. 본 방법은 도시고형폐기물 중 유기 성분들의 호기적 퇴비화 상황을 모사하기 위해 고안되었다. 시험물질은 퇴비로부터 발생한 접종원에 노출되고 퇴비화는 온도, 혼합공기, 습도가 조절되는 조건 하에서 이루어진다. 시험방법은 시험물질 중의 탄소가 이산화탄소로 전환되는 속도 및 전환율을 측정하기 위해 고안되어졌다.

본 한국산업규격에 기술된 조건이 최대의 생분해도를 얻기 위한 최적의 조건과 항상 일치하지는 않는다.

**비고** 하수, 활성 슬러지, 토양과 퇴비는 잠재적으로 병원성 유기체들을 포함하고있다. 따라서 이들의 취급 시에는 적절한 예방조치가 필요하다. 독성을 지니거나 독성에 대해 아직 밝혀지지 않은 시험물질은 주의하여 다루어야 한다.

**2. 인용 규격** 다음에 나타내는 규격은 이 규격에 인용됨으로써 이 규격의 규정 일부를 구성한다. 이러한 인용규격은 그 최신판을 적용한다.

KS M 9126 : 1997 수질-켄달법에 의한 질소 측정 방법(셀렌 광물화 후의 방법)  
 (ISO 5663:1984, Water quality -Determination of Vjeldahl nitrogen - Method

after mineralization with selenium, IDT)

ISO 8245 : 1999, Water quality -Guidelines for the determination of total organic carbon (TOC) and dissolved organic carbon (DOC).

**3. 정 의** 이 규격에서 사용하는 주된 용어의 정의는 다음과 같다.

**3.1 호기성 최종 생분해(ultimate aerobic biodegradation)** 호기적 조건에서 미생물에 의한 유기적 화합물의 이산화탄소, 물, 무기염류 및 새로운 미생물량으로의 붕괴

**3.2 퇴비화(composting)** 퇴비생성을 위한 호기적 과정

**비 고** 퇴비는 생분해에 의해 얻어진 식물성 잔유물로 구성된 혼합물과 기타 유기물 및 제한된 무기염류로 구성된 유기적 토양 조절자이다.

**3.3 붕 괴(disintegration)** 물질이 작은 조각들로 물리적 붕괴되는 현상

**3.4 총 고형물(total dry solids)** 이미 그 부피를 알고있는 시험물질 및 퇴비를 105℃에서 향량이 되도록 건조 후 얻은 고형물의 양

**3.5 휘발성 고형물(volatile solid)** 이미 알려진 시험물질 및 퇴비의 총 고형물로부터 550℃ 소각 후의 잔유물을 뺀 후 얻어진 고형물의 양

**비 고** 휘발성 고형물량은 유기물함유량의 지표이다

**3.6 이론적 이산화탄소 발생량(Theoretical amount of evolved carbon dioxide : ThCO<sub>2</sub>)**

ThCO<sub>2</sub>는 화학적 화합물이 완전 산화 후 발생하는 이산화탄소의 이론적 최대 발생량이며 이는 시험물질 그램 혹은 밀리 그램당 단위로 발생하는 이산화탄소를 분자식에 의해 계산하여 밀리그램으로 나타낸다.

**3.7 유도기(lag phase)** 일별로 측정하여 실험 시작 일로부터 분해에 관여하는 미생물이 선택되거나 적응할 때까지의 시기이며 이는 화학적 화합물 혹은 유기물질의 분해정도가 생분해 최고수준의 10%에 도달할 때까지의 기간

**3.8 생분해의 최고 수준(maximum level of biodegradation)** 백분율로 나타내며 더 이상의 생분해가 일어나지 않을 때까지 계산되어진 화학적 화합물 혹은 유기물의 생분해도

**3.9 생분해기(biodegradation phase)** 일별로 측정하여 유도기 이후로부터 생분해 최고 수준의 90%까지 도달하는 기간

**3.10 정상기(plateau phase)** 일별로 측정하여 생분해기 이후로부터 시험 종료시점까지의 기간

**4. 원 리** 이 방법은 가상의 호기적 퇴비화 과정에서 시험물질의 생분해도를 측정하는 방법이다. 접종원으로는 도시고형폐기물의 퇴비화로부터 만들어진 완전히 후숙 안정화된 퇴비를 사용한다.

시험물질은 접종원과 섞어 고정화 한후 퇴비화 용기에 넣고, 이를 6개월을 넘기지 않는 시험 기간동안 함수율, 온도, 산소가 조절되는 조건하에서 퇴비화가 일어나도록 한다

시험물질로부터 발생하는 이산화탄소, 물, 무기염류, 새로이 발생된 미생물량등은 최종 분해산물이라 말할 수 있으며 이때 발생 이산화탄소량은 연속적 혹은 주기적으로 측정한다. 생분해도는 시험물질의 이론적 이산화탄소 발생량과 실제 시험물질로부터 발생하는 이산화탄소량의 비로 결정한다. 이산화탄소의 최대 이론적 발생량은 물질의 총 유기탄소의 함량으로부터 계산한다. 생분해도는 새로운 미생물로 전환된 탄소의 양은 포함하지 않으며 시험기간동안 미생물은 이산화탄소로 방출하지 않는다.

## 5. 장 치

**5.1 공기공급 장치(air-supply system)** 에어펌프로부터 나오는 공기는 맥동을 최소화 시켜야 하며 시험기간 동안 퇴비의 호기적 상태를 유지할 수 있도록 충분히 공급되어야 한다.

**5.2 이산화탄소 제거장치** 유입되는 공기는 10N 수산화 나트륨수용액을 거치면서 이산화탄소가 완전히 제거되고 수분을 충분히 포함하도록 한다. 이때, 각 수산화나트륨 용기의 전후로는 빈 용기를 두어 역류 시 용액이 넘어가는 것을 방지한다.

**5.3 분지관 및 유량 조절기** 분지관은 이산화탄소 제거장치를 거쳐 유입된 공기가 분지관을 통과한 후 가급적 일정한 유량으로 분배되도록 한 후 유량계를 이용해 각각의 퇴비화용기에 동일한 유량의 공기가 유입되도록 한다.

에어펌프의 용량이 큰 경우 각 퇴비화 용기에 동일한 양의 공기를 공급하기 위해 니들 밸브나 전자식 유량조절장치(electronic mass flow controller)를 각 퇴비화 용기마다 설치해 준다. 전자식 유량조절장치를 사용하는 경우에는 냉각기를 함께 설치하여 유입되는 류기 내의 수분에 의한 전자식유량조절장치의 고장을 방지한다.

**5.4 항온수조 및 배양기** 항온수조 및 배양기를 이용하며 퇴비화 용기를 어둡거나 산란광의 밝기 이하를 유지하며 배양기의 온도는  $58\pm 2^{\circ}\text{C}$ 의 온도가 유지되도록 한다.

시험물질의 녹는점이 배양기 온도보다 낮은 경우에는 특정 온도로 온도를 조절한다. 배양기 온도는 시험기간동안  $\pm 2^{\circ}\text{C}$ 의 범위 내에서 항상 유지되 온도변화와 온도변화의 요인은 명확히 기록하여야 한다.

**5.5 퇴비화 용기(composting vessels)** 퇴비내 미생물에 유해한 물질을 방출하지 않는 재질의 용기(유리제품이 좋다)를 사용하며 용기 아래쪽으로 기류가 유입되어 위쪽 방향으로 방출 될 수 있도록 한다.

용량은 최소한 1.5ℓ 이상이어야 한다. 시험물질에 따라 선별목적에 대하여 더 작은 용량을 사용할 수 있다.

공기 유량 조절 시 냉각장치를 설치한 경우 퇴비화 용기 아랫부분에 일정량의 증류수를 공급하여 퇴비가 과도하게 건조되는 것을 방지한다.

**5.6 냉각장치** 반응기에서 과도한 수분 증발이 일어날 경우, 퇴비화 용기와 포집병 사이에 냉각기를 설치하여 수분증발에 의한 퇴비 건조를 막는다. 이때 응결수에 의해 유로를 차단하여 공기의 흐름을 방해하는 경우가 생기지 않도록 주의한다.

**비 고** 냉각장치를 설치하지 않는 경우 포집용기 앞에 공병을 설치하여 증발된 수분을 응축

할 수 있도록 하고, 일정 간격으로 퇴비화 용기에 재공급하여 퇴비의 함수율이 일정하게 유지되도록 한다.

**5.7 이산화탄소 포집용기** 이산화탄소 포집을 위해 수산화칼륨과 바륨클로라이드 혼합수용액이 담긴 투명 유리관으로 각 퇴비화 용기에 1:1 직렬 연결한다.

### 5.8 적정 시 필요한 장치

뷰렛

100ml 삼각 플라스크

자석막대

교반기

### 5.9 pH 측정기

**5.10 분석용 저울** 집종원의 양 과 시험물질의 양을 측정하기 위해 사용한다.

**5.11 분석장치**는 건조 고형물량과 휘발성 고형물량 그리고 총 유기탄소의 양, 시험물질의 원소분석을 위해 필요하다. 또한 필요하다면 용존 무기탄소(DIC) 측정을 위한 분석장치 또한 필요하다

**5.12 분석장치(선택사항)** 공기중의 산소함량, 함수율, 휘발성 지방산, 총질소 양 등을 측정하기 위한 분석 장치가 요구된다.(KS M 9126 참조)

**6. 시약** 분석화학등급의 시약을 사용한다.

### 6.1 이산화탄소 포집을 위한 수용액

**6.1.1 0.4N 수산화칼륨 수용액** 증류수에 1000ml에 수산화칼륨(KOH) 22.4g을 가하여 혼합조제한다.

**6.1.2 2.0N 바륨클로라이드 수용액** 증류수에 1000ml에 바륨클로라이드(BaCl<sub>2</sub>) 244.28g을 가하여 혼합 조제한다.

### 6.2 포집된 이산화탄소의 적정을 위한 수용액

**6.2.1 0.2N 염산 수용액** 시판되는 표준용액을 사용한다.

**6.2.2 페놀프탈레인 지시약 용액 수용액** 페놀프탈레인 0.5g을 이소프로필알코올 100ml에 용해시킨다.

**비 고** 생분해 평가를 위한 퇴비 및 시료의 종류와 그 양에 따라 이산화탄소 포집 시 사용하는 용액들의 양 및 그 농도를 조절할 수 있다.

## 7. 시험물질과 표준물질의 준비

표준물질은 입자의 크기가 20 μm이하인 TLC등급의 셀룰로오스를 사용한다

시험물질과 표준물질의 총 유기탄소(TOC)는 ISO 8245에 보고된 것과 같이 총 건조고형물 단위 그램 당 발생하는 총 유기탄소의 양을 측정한다. 무기탄소를 포함하지 않는 시험물질은 원소분석을 통해 탄소의 함량을 결정한다. 시험물질은 측정이 가능한 양의 이산화탄소를 방출하도록 충분한 양의 유기탄소를 포함하고 있어야 한다. 일반적으로 각 용기당 20g

의 TOC를 포함하는 최소 50g의 건조고형물이 시험에 사용된다.

사용되는 접종원 건조량의 5%를 시험물질 및 표준물질의 양으로 한다.

시험물질은 알갱이의 형태, 가루의 형태, 아령형과 같은 필름의 형태를 사용한다. 필름의 형태일 경우 표면적을 최대화 하기 위해 2cm×2cm의 크기로 사용하며, 본래 시험물질의 크기가 더 크면 크기를 감소시켜 사용한다. 여러 종류의 시험물질을 시험할 경우 각 시험물질의 입자크기 및 형태는 동일해야한다.

## 8. 접종원의 준비

적절히 가동되는 호기적 퇴비 공장에서 제조된 충분히 통기가 된 상태의 퇴비를 접종원으로 사용한다. 접종원은 균질하며 유리, 돌, 혹은 금속조각 등이 제거된 퇴비를 사용한다. 일반적으로 0.5cm~1cm 정도의 체로 걸러서 사용한다.

탈 이온수 대 접종원의 비율을 5 : 1로 하여 준비하여, 잘 섞어준 후 즉시 pH를 측정한다. 이는 7.0~9.0이 적당하다.

**비 고** 퇴비는 충분히 통기가 된 상태를 유지할 수 있을 만큼의 공극을 지니고 있는 것이 요구된다. 구조 물질로서 생분해가 거의 이루어지지 않거나 활성이 거의 없는 작은 나무 조각들은 퇴비가 서로 엉겨 붙는 것을 방지하고 시험기간동안 막힘을 막는다.

미생물원에 포함된 총 건조고형물과 휘발성고형물의 측정한다. 총 건조고형물의 함량은 습윤고형물의 50~55%를 넘지 말아야 하며, 휘발성고형물 함량은 습윤고형물의 15%, 건조 고형물의 30%를 넘지 말아야 한다. 함수율 조절은 퇴비를 사용하기 전에 물을 첨가하거나 건조공기를 이용하여 조절한다.

**비 고** 접종원의 특성조사를 위해 총 유기탄소의 함량, 총 질소함량, 지방산 등의 적절한 지표들을 시험 전 후에 측정한다.

시험기간 동안 접종원의 활성 확인은 생분해성 표준물질과 접종원 자체로부터 발생하는 이산화탄소를 측정하여 확인한다. 표준물질은 시험 종료시점 까지 70%이상 분해되어야 한다. 접종원은 시험 시작 10일 동안 휘발성 고형물질의 그램 당 50~150mg의 이산화탄소를 발생시켜야 한다. 만일 발생하는 이산화탄소가 너무 많으면 이를 새로운 시험에 사용하기 전에 며칠동안 공기를 통과시켜 안정화시킨다. 만일 활성이 너무 낮으면 접종원으로 다른 퇴비를 사용한다.

## 9. 시 험 적어도 다음의 개수만큼의 퇴비화 용기를 설치한다.

시험물질 3배수

표준물질 3배수

바탕물질 3배수 (접종원)

접종원, 시험물질 등을 포함하는 시험 혼합물의 양은 시험물질의 특성, 퇴비화 용기의 크기 등에 따라 결정한다. 시험물질은 접종원 건조량의 5%를 첨가한다. 각 용기에 들어가는 퇴비의 양은 동일하게 한다. 내용물은 퇴비화 용기의 3/4정도만을 채워 접종원과 시험물질

을 섞어줄 충분한 공간을 마련한다.

시험 혼합물은 접종원과 동일함 함수율을 지녀야 한다. 일반적으로 점도가 높거나 여분의 수분이 많은 경우 손으로 눌러 수분을 제거한 후 사용한다. 필요하다면 물을 첨가 혹은 건조한 공기의 공급으로 함수율을 조절한 후 퇴비용기에 넣는다.

**비 고** C/N 비는 시험 혼합물의 퇴비화 공정 적합성을 판단하는 기준이 된다. C/N 비는 10~40사이가 적당하며 필요에 따라 요소로 조절한다. 탄소함량은 접종원과 시험물질의 TOC로부터 계산할 수 있다. 총 질소함량은 test mixture sample의 대표하는 인자로 측정된다.(KS M 9126 참조)

시험기간동안 각 퇴비화 용기 내에 충분한 호기조건을 유지하도록 공기의 유량을 충분하게 하고 각각 유출되는 쪽에서 유량을 확인한다

**보 기** 비눗물(세척병)을 이용하여 각각 부분에서 새는 곳이 있는지를 확인한다.

**비 고** 각 퇴비화 용기로부터 방출되는 공기의 산소 농도를 주기적으로 측정한다. 이는 호기조건 유지에 도움을 줄 수 있다. 이때 산소의 농도는 6% 이하가 되어서는 안되며 시험의 첫 주에는 2일에 1회씩 측정한다. 그 이후 측정빈도는 줄일 수 있으며 필요에 따라 유량의 조절도 가능하다.

퇴비화 용기는 일주일에 1회씩 섞어주며 미생물에 의한 시험물질 분해가 골고루 일어나도록 하고 과도한 통로의 형성을 막는다.

**비 고** 퇴비용기를 주 1회 뒤집어주기 전에는 공기공급장치 및 이산화탄소 측정장비를 해체한다.

습도는 육안에 의해 너무 높거나 낮지 않게 조절한다. 여분의 물이나 물질이 덩어리의 형태로 존재하지 않도록 한다. 건조한 경우에는 용기 윗 부분의 빈 공간에 수분의 응결이 없다. 습도는 추가적으로 측정장비를 이용하여 측정한다. 함수율은 대략 50%로 유지한다. 이상적인 함수율 조절은 수분을 포함하는 혹은 건조한 공기를 통과시켜 조절하며 더욱 적극적인 조절 방법은 수분을 직접 공급하거나 유입 공기 양을 줄여준다.

주기적으로 뒤집어주는 것은 수분의 고른 분포를 위해 유용하며 조절한 후에는 이산화탄소의 양을 자세히 관찰한다.

주기적인 뒤집어줌과 시험 말기동안에 퇴비의 구조 및 수분의 포함정도, 색깔, 균의 성장상태, 냄새, 물질의 붕괴정도 등의 시각적인 변화를 기록한다

## 10. 적 정

포집된 이산화탄소를 정량하기 위해 일정한 간격을 두고 포집병을 분리한다. 분리 시기는 생분해의 속도에 따라 결정한다. 분리된 포집병은 충분히 교반하여 준 후 이 중 12ml만을 취하여 100ml 삼각플라스크에 옮긴다. 이를 자석 교반기 위에 놓은 후, 페놀프탈레인 수용액을 2-3방울 떨어뜨린 후, 교반 하면서 분홍색이 무색이 될 때까지 0.2N 염산 수용액으로 적정한다.

## 11. 시험 기간

배양은  $58 \pm 2^\circ\text{C}$  에서 6개월이 넘지 않도록 한다. 시험물질의 뚜렷한 생분해진행이 확인되면 배양시기를 정상기 도달 시까지 연장시킬 수 있다. 또한 정상기가 더 일찍 도달하면 배양시기는 단축될 수 있다. pH는 시험의 시작시점으로부터 주기적으로 측정한다.

**비고** pH가 7.0 이하 시 분해가 쉬운 물질의 빠른 분해에 의한 퇴비의 산성화로 생분해 억제될 수 있다. 이 경우 휘발성 지방산 분광을 측정하여 퇴비화 용기내의 산도를 측정한다. 총 고형물 1kg당 2g 이상의 휘발성 지방산을 함유한 경우는 지나친 산화에 의한 미생물 활성 억제나 나타난 것으로 간주하고, 본 시험이 유효하지 않음을 의미한다. 산화방지를 위해 더 많은 퇴비를 첨가하거나 시험물질의 양을 감소시킨다.

## 12. 시험의 종결

시험물질의 분해정도를 결정하는 외견상의 변화를 기록한다.

**비고** 여분의 시험물질을 이용해 좀더 조사를 수행하려면 물리적 특성의 측정 및 화학적인 분석, 사진 등을 남겨둔다

## 13. 계산

**13.1 이산화탄소의 이론발생량 계산** 아래의 공식을 이용하여 각 용기 내 시험물질로부터 발생할 수 있는 이론적 이산화탄소 발생량을 계산한다.

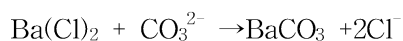
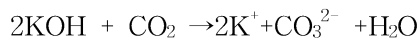
$$\text{ThCO}_2 = M_{\text{TOT}} \times C_{\text{TOT}} \times \frac{44}{12} \text{-----(1)}$$

여기에서  $M_{\text{TOT}}$  : test 시작 시 퇴비에 첨가된 시험물질의 총 고형물의 양(g 단위)

$C_{\text{TOT}}$  : 시험물질 총 고형물량 속에 포함된 유기탄소의 비율 (g / g)

44와 12 : 이산화탄소 분자량과 탄소의 원자량

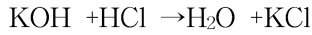
**13.2 발생된 이산화탄소량의 계산** 포집병에 이산화탄소가 포집 시 아래와 같은 반응이 일어난다.



KOH : CO<sub>2</sub> = 2 : 1의 비율로 반응

적정 시 사용하는 12ml의 용액 속에는 실제로 10ml의 수산화칼륨 수용액이 포함되어 있고, 만일 이산화탄소가 전혀 포집되지 않은 상태에서 이를 0.2N의 염산수용액으로 적정을 하면

20ml의 적정값을 나타낸다. 적정 시 반응을 하는 수산화칼륨 수용액은 실제로 이산화탄소와 반응하지 못한 것이므로 실제 이산화탄소의 양을 계산 시에는 20에서 적정에 사용된 염산수용액의 양을 뺀 값을 사용한다.



$$\text{따라서 } x \text{ mole of CO}_2 = \frac{1}{2} \times \text{ml KOH} \times 0.4 \text{ moles}$$

$$x \text{ mole of CO}_2 = \frac{1}{2} \times (20 - \text{ml HCl}) \times 0.2 \text{ moles}$$

$$x \text{ mg of CO}_2 = 44 \times \frac{1}{2} \times (20 - \text{ml HCl}) \times 0.2 \text{ moles}$$

본 적정량은 실제 포집병 수용액의 양 중  $\frac{1}{13}$  만을 취한 것이므로 실제 계산 시 이를 고려하여 13을 곱해준 뒤 계산한다.

#### 14. 생분해도의 계산

아래의 공식을 이용하여 방출되는 이산화탄소의 누적량으로부터 각 측정간격에 대한 시험물질의 분해도를 계산한다.

$$D_t = \frac{(\text{CO}_2)_T - (\text{CO}_2)_B}{\text{ThCO}_2} \times 100 \text{-----}(2)$$

여기에서  $(\text{CO}_2)_T$  : 시험물질을 포함하는 퇴비화 용기로부터 방출되는 누적 이산화탄소의 양

$(\text{CO}_2)_B$  : 접종원 용기로부터 방출되는 누적 이산화탄소의 양의 평균

$\text{ThCO}_2$  : 용기 속 시험물질에 의해 발생하는 이론적 이산화탄소의 양

각 용기의 결과 차이가 20%미만인 경우 평균을 내어 분해도를 계산하며 만일 그 이상이면 각각 분해도를 따로 계산한다.

시험물질의 경우에도 동일 공식을 이용하여 분해도를 계산한다.

#### 14. 결과의 표시

시험물질, 표준물질, 바탕물질의 측정치 및 계산결과를 기록표에 기입하며 이에 맞는 양식은 **부속서 3**을 참조한다.

각 시험물질과 표준물질과 접종원이 포함된 퇴비화 용기로부터 방출되는 이산화탄소 누적량을 시간의 함수로 도면에 작성하며 이는 **부속서 2**를 참조한다. 각 시험물질과 표준물질에 대한 분해도 곡선을 **부속서 2**를 참조하여 도면에 작성한다. 시료별 각 분해도의 차이가 20%이하일 경우 평균치를 계산하고 차이가 20% 이상이면 각 용기별로 분해도 곡선을 그린

다.

생분해 곡선의 정상기 평균치를 기록하고 이를 최종결과로서 기록한다.

만일 시험물질이 여러 조각으로 구성되었다면 물질의 질적인 붕괴정도를 기술하며 가능하면 관련된 물리적 특성의 측정하거나 사진정보를 남기는 것도 유용하다.

**15. 결과의 유효성** 시험은 다음과 같은 경우 유효한 것으로 간주한다.

- a) 45일간 표준물질의 분해가 70%이상이면 유효하다.
- b) 시험의 종료시점까지 표준물질 각 용기의 분해도 차이가 20%이내이면 유효하다.
- c) 접종원 배양 후 10일 동안 휘발성 고형물의 g당 50~150mg의 이산화탄소를 발생하면 유효하다.

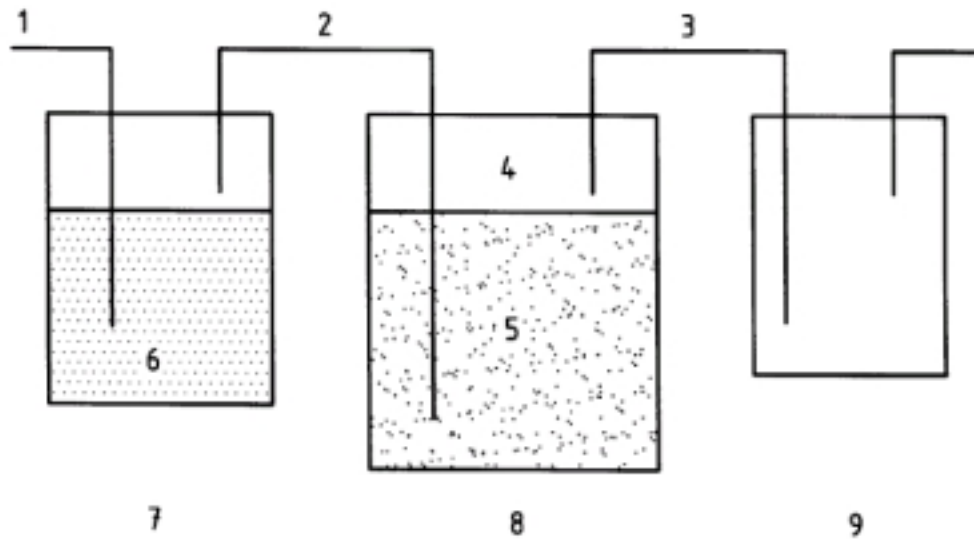
## 16. 시험 보고서

시험 보고서는 모든 관련 정보는 물론 아래의 사항들을 제공한다.

- a) 본 한국 산업 규격에 대한 참고문헌
- b) 시험물질의 총 고형물량, 휘발성 고형물량, 유기탄소 함유량, 형태 및 시각적 특성
- c) 시험물질을 구별하기 위해 필요한 각종 정보 및 유기탄소 함유량
- d) 퇴비화 용기의 용량, 접종원의 양, 시험물질과 표준물질의 양, 탄소 및 이산화탄소의 측정에 사용된 장비들의 특성
- e) 접종원의 주 원료 및 퇴비화기간 그리고 선별, 보관, 처리, 안정화에 대한 자료, 총 고형물 양, 휘발성 고형물 양, 현탁액의 pH, 총 질소함유량 및 휘발성 지방산 함유량
- f) 각 퇴비화 용기에서 발생하는 이산화탄소량과 생분해도와 그 평균치. 시험물질 및 시험물질의 최종분해도. 접종원의 활성정도(접종원에서 10일 동안 발생하는 이산화탄소의 양)
- g) 시험 기간동안 접종원 및 시험물질의 시각적인 변화  
**보 기** 함수율, 균류의 성장정도, 구조적인 변화, 색깔, 냄새 생분괴 정도, 사진자료 및 물리적 측정치
- h) 실험실패의 원인

## 부속서 1 (참고) 시험장치의 원리

이산화탄소가 제거된 공기 혹은 압축 공기는 일정하게 유지되는 낮은 압력으로 지속적으로 공급되어야 한다. 만일 압축펌프로부터 발생하는 공기를 사용할 경우 적절한 이산화탄소 흡수장치를 통과하여 이산화탄소를 제거한 후 사용한다. 만일 흡수장치로서 수용액형태의 수산화나트륨을 사용할 경우 동시에 공기는 습윤하게 된다.



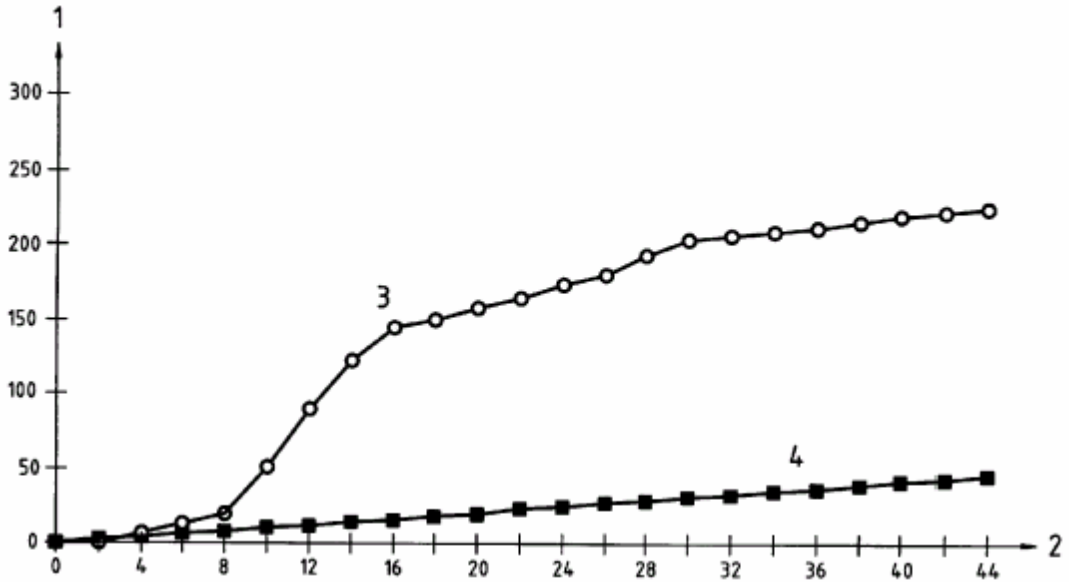
- |                |                |
|----------------|----------------|
| 1. 공기          | 6. 수산화나트륨 수용액  |
| 2. 이산화탄소 제거 공기 | 7. 이산화탄소 제거 장치 |
| 3. 방출공기        | 8. 퇴비화 용기      |
| 4. 머리부분        | 9. 이산화탄소 측정 장치 |
| 5. 시험 혼합물      |                |

부속서 1 그림 1. 시험장치의 설계도

퇴비화 용기 속 시험 혼합물의 통기를 위해 사용되는 공기는 용기의 바닥으로 유입되어 가급적 균일하게 분배되어야 한다. 만일 분해가 일어나면 이산화탄소는 이산화탄소가 발생되며 방출공기로 빠져나간다.

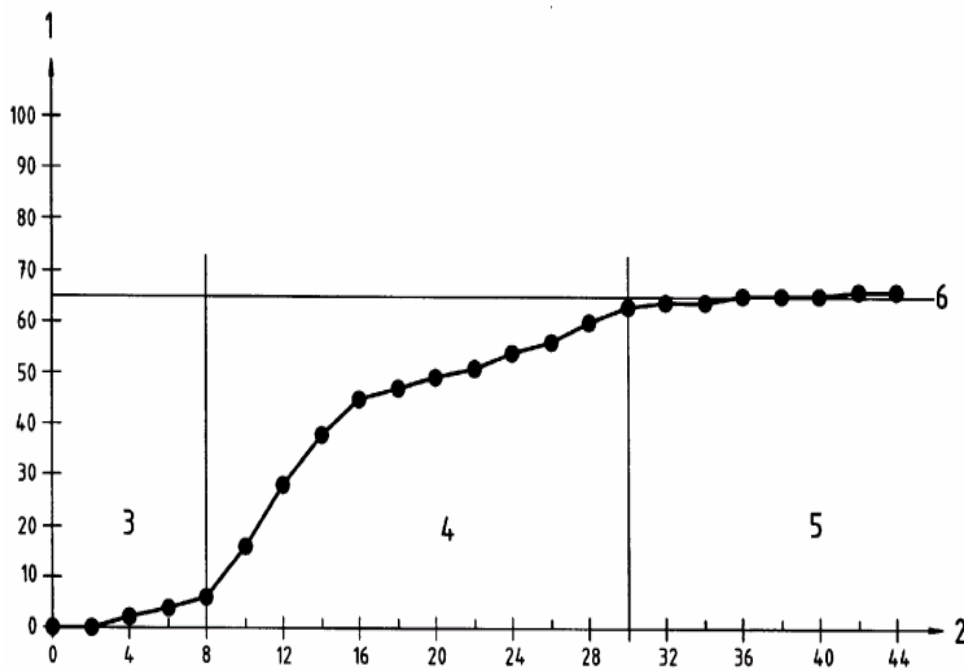
각각의 퇴비화 용기로부터 방출되는 공기는 수산화나트륨 수용액(40g/l)을 포함하는 이산화탄소 제거 장치를 통해 흡수시킬 수 있다. CO<sub>2</sub>는 적절한 TOC 분석장치를 사용하여 용존 무기탄소(DIC)로써 측정된다.(ISO 14825를 참고)

## 부속서 B (참고) 생분해 곡선과 이산화탄소 발생의 도식화 예



1. CO<sub>2</sub> 발생(g/vessel)
2. 시간 (days)
3. 시험물질
4. 바탕물질

부속서 2 그림 1 . CO<sub>2</sub>-발생 곡선



1. 생분해 정도(%)
2. 시간 (days)
3. 유도기
4. 생분해기
5. 정체기
6. 평균분해도(65%)

부속서 2 그림 2. 생분해 곡선





해설 표 1 KS와 대응하는 국제 규격의 대비표

구 분	KS M0000:2002 퇴비화 조건에서의 생분해성 플라스틱의 생분해도 측정방법 : 화학적 분석법	ISO 14855 Determination of the ultimate aerobic biodegradability and disintegration of plastic materials under controlled composting conditions -- Method by analysis of evolved carbon dioxide.	KS와 국제 규격의 기술적 차이의 이유 및 향후 대책
1. 적용 범 위	국제 규격과 부합하나 플라스틱의 생분괴도 결정부분은 삭제하였 다.		본 산업규격에서는 시 험물질의 용량 변화를 측정할 만큼의 시험물 질을 다량 첨가하지 않으므로 시험물질의 생분괴도 측정 부분을 삭제 하였다.
2. 인 용 규 격	KS M 9126 (ISO 5663과 부합) ISO 8245	ISO 5663  ISO 8245	
3. 정 의	국제 규격과 부합한다.		
4. 원 리	국제 규격과 부합하나 플라스틱의 생분괴도 측정 부분은 삭제하였 다.		
5. 장 치	국제 규격에서 제시한 이산화탄소 측정 방법 중 적정법을 이용하기 위한 구체적인 장치를 제시하였다.	발생 이산화탄소량의 측정을 위 한 구체적인 방법이 나타나 있지 않다.	
6. 시 약	적정법을 이용한 이산 화탄소 포집을 위해 사 용되는 수용액 제조를 위한 시약의 농도 및 제조법을 제시하였다.	분석등급의 시약을 사용하도록 규정하였다.	
7. 시험 물질과 표준물질 의 준비	국제 규격과 부합하나 분괴도 측정을 위한 질 량감소의 측정부분은 삭제하였다.		

8.접종원의 준 비	국제 규격과 부합하나 퇴비의 제조기간을 제 시하지 않았다		
9. 시 험	퇴비화 용기의 용량 및 시험에 사용되는 접종 원과 시험물질량을 국 제규격과 다르게 규정 하였다.	퇴비화 용기의 용량은 최소 2ℓ 이상으로 규정하였으나 시험 조 건에 따라 더 작은 용량을 사용 할 수 있다고 제안 하였다. 사용되는 접종원과 시험물질의 비율이 6:1이 되도록 규정하였다.	
10. 적 정	발생 이산화탄소 량의 측정을 위한 적정방법 을 구체적으로 규정하 였다.	국제규격에는 구체적으로 규정되 어있지 않다.	
11. 시 험 기 간	적정법 이외의 다른 이 산화탄소 측정방법에 대한 부분을 삭제 하였 다.	적정법 이외의 장비를 이용한 시 험기간 내 측정 주기를 규정하였 다.	본 산업규격은 적정법 을 이용한 생분해도 측정 방법을 규정하였 다.
12. 시험의 종 결	생분괴도 결정과 관련 된 부분을 삭제 하였 다.		
13. 계 산	적정법을 이용해 포집 된 이산화탄소량의 계 산 방법을 추가하였다.	이론발생량과 생분해도 계산과정 을 설명하였다.	
14. 결과의 표 시	국제 규격과 부합한다.		
15. 결과의 유효성	국제 규격과 부합한다.		
16. 시 험 보고서	국제 규격과 부합한다.		