

가축매몰지 인근지역의 토양 · 지하수 관리방안



권 영 덕
한국농어촌공사 환경지질처 처장
ydkwon@ekr.or.kr

1. 머리말

2006년 이후 우리나라 9개도에서 발생했던 고병원성 조류인플루엔자(HPAI)는 국민에게 가축전염병에 대한 경각심을 불러일으키는 계기가 되었으며 그 후 연차적으로 발생함에 따라 가축매몰지가 증가세에 이르렀고 특히, 2010년 말부터 전국에 걸쳐 동시다발적으로 구제역이 발생하여 가축을 살처분함으로써 가축매몰지가 급격하게 증가하게 되었다. 또한, 2011년에도 구제역과 조류인플루엔자가 다시 발생되어 가축이 살처분, 매몰되었다. 여러 해 반복적으로 발생하는 구제역과 조류인플루엔자와 같은 동물성 전염병은 경제적으로 많은 손실을 입혔으며, 이러한 전염성 질병의 확산을 방지하기 위하여 폐사시킨 동물의 사체처리가 중요한 문제로 대두되고 있다. 또한 매몰지 인근지역 주민의 건강문제 및 환경문제가 대두되고 있다.

가축전염병 발병에 따른 처리방법으로는 질병 발생 현장이나 그 인근에 사체를 매립하거나 퇴비화, 소각하

는 방법 등이 있으며, 이들 중에서 경제적인 측면이나 오염확산 방지의 효율성 등을 고려하여 전염병 발생 현장에 매립하는 방법이 가장 일반적으로 이용되고 있다. 이는 국내에서 그 밖의 처리방법의 적용이 어려운 실정임을 감안한 처리방법이기도 하다.

정부는 매몰지에 의한 문제발생 여부를 진단하고 향후 대책을 마련하기 위하여 농림수산식품부, 환경부, 국토해양부 합동으로 가축매몰지에 대한 전수점검을 실시하였다. 그 결과를 기초로 본고에서는 가축매몰지에 대한 사후관리기본지침상의 매몰절차를 기술하고 정부의 전수조사 결과 파악된 매몰지 설치상의 개선해야할 점과 발생가능한 문제들을 검토하여 향후 매몰지 및 매몰지 인근 토양 · 지하수의 관리방안을 모색하고자 한다.

2. 가축매몰지 설치 및 환경성

2.1 가축매몰 절차 및 방법

2010년 말에 경상북도를 시작으로 전국적으로 발생

표 1. 가축매몰지 사후관리 기본지침(매몰준비 및 방법)

<p>① 준비물</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 혼합토(벤토나이트 등 : 흙 = 15 : 85 권장): 매몰지 규모(바닥면 0.3m, 측면 0.1m 이상 포설 후 다짐)를 감안한 적당량 준비 ○ 차수재 : 환경친화성 제품으로서 매몰지 부피보다 규격이 큰 2중 비닐(두께 0.1mm 이상) 또는 고강도 방수천 등 차수재질 ○ 가스배출관 : PVC 재질 구경 100mm 이상, 길이 5m, 하부 구간인 1~2m까지 유공관 위치, 지상부 끝부분은 “ㄱ” 형태, 매몰지 면적 90㎡ 기준으로 최소 5개, 매몰지 가스 발생 상태에 따라 증감 ○ 침출수 배출용 유공관 : PVC 재질 구경 100mm 이상, 길이 5m 이상, 하부구간의 2~3m까지 유공관 위치, 바닥 및 상부에 마개(상부 마개에는 시건장치 부착) 설치 ○ 생석회, 톱밥, 유공관의 하부 막힘 방지용 자갈 등 ○ 매몰지 관측정 : 내구성·내후성 등의 재질(스테인리스 스틸 등)로 구경 75mm 이상, 길이 10m, 바닥 및 상부에 마개(보호캡) 설치 (관측정 구조도: <그림 2> 참조) <p>② 매몰장소 선정</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 지하수(지하수위와 1m 이상), 하천, 수원지, 집단가옥으로부터 이격(하천·수원지 등과 30m 이상)한 곳으로 선정 ○ 소규모 매몰 요인이 발생시 가급적 모아서 적정 매몰절차에 따라 매몰하도록 하며, 살처분 지역내에 지자체 등 소유 공유지가 있는 경우에 매몰지로 우선 활용 강구 <p>③ 매몰지 규모 선정</p> <p>매몰수량을 고려하여 매몰지 크기를 결정하되, 매몰지별 크기는 가급적 바닥 폭 4~5m, 상부 폭 5~6m, 깊이 5m를 넘지 않도록 하며, 지하수위·관정·하천·주거지 등 주변 환경 등을 고려하여 적절한 깊이 및 크기로 설정</p> <p>④ 매몰 절차 및 방법(그림 1. 참조)</p> <ul style="list-style-type: none"> ㉔ 매몰구덩이 설치(바닥면 2% 이상 경사도 유지, 매몰사체량 및 매몰지내 흙 투입량을 감안한 크기) 	<ul style="list-style-type: none"> ㉕ 매몰구덩이 바닥과 측면에 벤토나이트 등 점토광물 혼합토 포설(바닥 30cm 이상, 측면 10cm 이상) ㉖ 매몰구덩이에 2중 비닐, 고강도의 불침투성 차수재질로 설치(매몰처리 작업시 2중 비닐 등 차수재의 훼손 방지 조치) ㉗ 매몰구덩이 경사진 바닥면 하단에 침출수 배출용 유공관 설치(하부 유공관 부위 주변에는 자갈 등을 둘러쌓아 유공관의 막힘 방지) ㉘ 구덩이 바닥에는 차수재로부터 1m의흙을 투입하되, 흙의 중간부위(약 50~60cm 구간)에 생석회(5cm)를 투입 ㉙ 매몰대상 사체를 2m 높이로 투입하고, 사체 상부에 가스배출관 설치(매몰지 면적을 감안하여 가스배출관은 균등 분포, 가스배출관 지상부 끝부분은 “ㄱ” 형태로 설치) ㉚ 사체 위에 0.4m 높이로 흙을 투입하고 5cm 두께로 생석회를 포설한 후 지표면까지 복토, 계속해서 지표면에서 상부 1.5m 이상 성토 <ul style="list-style-type: none"> ※ 매몰사체 상부로부터 지표면까지 2m 이상 복토 ㉛ 매몰지 성토부 표면 및 주변에 생석회 포설 ㉜ 매몰지 주변에 배수로 및 경사 아래쪽에 저류조 설치(용량 0.5㎡ 이상) <ul style="list-style-type: none"> - 매몰지 상부로 침출수가 토출되는 경우에 저류조로 집수 가능토록 설치 ㉝ 매몰지 경고표지판 설치 <ul style="list-style-type: none"> - 매몰사체 축종 및 병명, 매몰년월일 및 발굴금지기간, 기타 필요한 사항 등을 기재 ㉞ 매몰지 경계의 외부 이격거리 5m 이내(지하수 흐름방향)에 깊이 10m 내외의 매몰지 관측정 설치 <ul style="list-style-type: none"> - 단, 매몰지 경계외부(5m이내)의 관측정 모니터링 수질 결과에서 침출수 유출이 추정 또는 확인되는 경우 매몰지 이격거리 40~50m 위치에 관측정을 추가로 설치(깊이 10m 내외)
--	---

된 가축전염병은 2011년 4월 30일 현재 구제역은 11개 시·도와 75개 시·군·에서 구제역 발생이 보고되었고, 조류인플루엔자는 6개 시·도와 24개 시·군에서 발생되었으며 이로 인한 매몰지는 각각 4,583개소(348만두)와 213개소(648만 두)로 총 4,796개소(996만두)에 이른다. 매몰지 설치는 「가축전염병예방법」, 「구제역 긴급

급행동지침」, 「가축매몰지 환경관리지침」등을 법적 근거로 한다. 농식품부의 「가축전염병예방법」은 살처분 소각매몰 등 가축방역에 따른 주변 환경의 오염방지 및 사후관리와 관련하여 농식품부 및 지자체의 책무를 제3조제1항제7호에서 규정하고 있으며, 「구제역 긴급행동지침」은 구제역 발생상황별 긴급조치사항, 살처분과 소

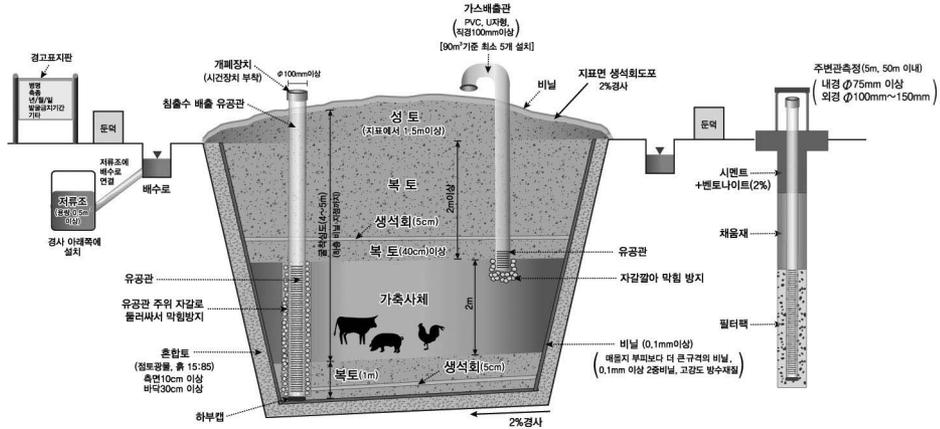


그림 1. 가축매몰지 설치 모식도

각·매물 절차 및 가축운송요령 등 살처분 소각 및 매물 요령을 규정하고 있다. 환경부의 「가축매몰지 환경관리 지침」은 법정 지침은 아니나 지하수수질실태조사, 침출수영향조사, 가축매몰지 주변 토양환경영향조사 등에 관한 내용을 제시하고 있다. 현재 시행되고 있는 소각 및 매물지침은 농식품부의 「가축전염병 시행규칙」 제25 조 소각 및 매물기준과 「가금 인플루엔자 긴급행동 지침안」을 기초로 만들어졌다. 농식품부는 2010년 9월에 「가축질병 위기관리 매뉴얼」을 바탕으로 2011년 2월 「가축매몰지 사후관리지침」구축하였다. 환경부는 2010년 11월에 「가축매몰지 환경관리지침」을 구축하면서 지침 상에 조류인플루엔자와 구제역으로 인한 가축매물 절차를 제시하였다.

2.2 가축매몰지의 환경성 검토

현재의 가축매몰지 사후관리 기본지침상의 매물방법은 감염된 가축의 사체를 자연과 조속히 분리하기 위해 조성된 매몰지 형태라 볼 수 있다. 매몰지에서 발생하는

침출수는 매몰지의 구조상 지상으로 토출되어 처리되고 가축 사체의 어떠한 물질도 주변 토양이나 지하수 환경으로 유입되지 않도록 되어 있다. 그러나 실제 긴 기간 동안 전국에 동시 다발적으로 가축전염병이 발생되어 시급한 매물처리가 요구됨에 따라 매물 현장에서 지침대로의 매물지를 설치하는데 어려움이 있었다. 이로 인해 매몰지로 인한 문제 발생 가능성을 인식한 정부는 4차에 걸친 가축매몰지 조사를 실시하였다. 1, 2차 조사는 일부 지역을 대상으로 실시하였으며, 3, 4차 조사는 매몰지에 대한 전수점검을 실시하였다.

정부의 1차(2011.1.24~1.28) 조사는 낙동강 상류지역(경북지역 993개소 중 89개소)에 대한 조사로 조사가 실시된 매몰지 89개소 중에서 61개소의 정비·보완이 필요한 것으로 나타났다. 2차(2011.2.10~2.14)로 한강 상류지역(경기, 강원, 충청지역 매몰지 총 2,926개소 중 83개소)에 대한 조사결과 83개소 중에서 27개소의 매몰지에 대한 정비·보완이 요구되는 것으로 나타났다. 3, 4차(2011.2.17~3.8)로 전국의 매몰지 전체(조사당시 매

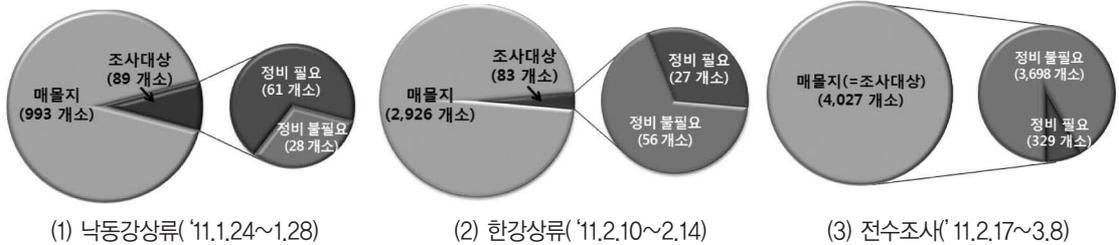


그림 2. 가축매몰지 조사 결과(2011년)

몰지 4,027개소)에 대해 농식품부, 환경부, 국토부의 전문가가 참여하여 합동으로 실시한 매몰지 전수조사에서 4,027개소 중에서 329개소의 정비·보완이 필요한 것으로 나타났다. 위의 세 차례에 걸친 조사결과 총 4,199개 매몰지 중에서 417개의 매몰지에 대한 정비가 필요한 것으로 나타났다(그림 2). 조사 및 전수점검은 지침상의 매몰방법 준수여부, 매몰지 관리요령, 매몰지 주변 상수도 시설현황, 기타사항 등에 대해 점검하였다. 그 결과 제시된 문제를 크게 두 가지로 구분하면 하나는 가축매몰지의 설치와 관리상의 문제이며 다른 하나는 환경상의 영향에 대한 문제이다. 매몰지 설치와 관리상의 문제는 지차제에서 직접 시정·조치하였으며 침출수 누출가능성과 매몰지의 유실가능성이 높은 지역은 별도로 정비대상 매몰지로 구분하여 후속조치를 계획, 실시하였다.

먼저 가축매몰지의 설치 및 관리와 관련된 개선점이다. 지침의 매몰현장 적용에 따른 개선사항이 주를 이루며 이를 보다 상세히 기술하면 다음과 같다.

첫째, 가축매몰지는 국민들에게 기피시설로 인식되어 있어 매몰지 부지선정에 어려움이 있다. 가축 소유주의 부지에 매몰하는 것을 원칙으로 하고 있으나 매몰지가 마을 내에 설치되어야 하는 경우 그 반대가 심하여 마을

내부의 사유지에 설치하지 못하고 마을 외곽의 국유지에 설치해야만 하는 경우가 발생하였다. 향후 언제 발생할지 모르는 가축전염병에 대비하여 사전에 매몰부지를 미리 선정해 두는 경우 급박한 상황에 대처가 가능할 것이다.

둘째, 앞서 제기한 가용부지가 넓지 않은 매몰지의 경우, 표면적은 좁고 심도가 깊은 매몰지를 형성하게 되는 경우가 대부분이다. 매몰지의 규모와 관련한 지침이 부재한 상태에서 매몰 가축의 종류와 매몰두수를 고려하여 매몰지의 적정규모를 산정 후 매몰지를 설치하는 것이 필요하다. 현재의 대부분의 좁고 깊은 매몰 구덩이의 형태는 측면경사가 급하며 급경사면에 10cm 이상의 혼합토를 지침에 따라 포설하는 것은 실제 어려우므로 이에 대한 대안이 필요하다.

셋째, 지침상에 매몰지의 바닥면은 30cm 이상의 혼합토 포설을 제시하고 있다. 일정 두께 이상의 혼합토 포설은 가축 사체와 환경과의 분리를 목적으로 한다. 따라서 바닥면은 혼합토의 두께뿐 아니라 다짐의 정도가 더욱 중요하며, 바닥의 다짐이 잘 이루어져야 실제적인 침출수의 유출방지가 가능하다. 그러므로 바닥의 다짐 정도에 대한 기준정립이 필요하다.

넷째, 매몰구덩이의 차수재로서 지침상에는 0.1mm

이상의 이중비닐 사용을 지시하고 있다. 그러나 가축이 매몰되는 과정에서 비닐막이 찢어지는 경우가 많아 비닐에 의한 차수는 부족함이 있다. 침출수 누출을 원천적으로 차단할 수 있는 이화학적 내구성이 탁월한 HDPE 등의 사용이 권장된다.

다섯째, 매몰지 관리를 위해 매몰지 상부로 침출수가 토출되는 경우를 대비해 개소당 40m³ 이상의 톱밥을 확보해 비닐 등으로 포장관리토록 되어있으나, 금변과 같은 상황에서 지침상의 톱밥을 확보하는 것은 현실적으로 어려운 일이다. 이를 고려해 매몰가축의 수와 매몰지의 규모를 고려한 현실적인 대안수립이 요구된다.

다음으로 매몰지의 입지특성상 정비가 필요한 경우이다. 매몰지의 정비는 크게 매몰지 유실방지와 침출수 유출방지가 해당된다.

첫째, 매몰지 유실방지와 관련된 정비이다. 현재 형성되어 있는 대부분의 매몰지는 대부분 평지에 설치되어 있다. 그러나 평지설치가 여의치 않은 일부 매몰지의 경우 경사지에 설치되어 있으며 그 경사각이 클 경우 우기나 집중호우 시 매몰지의 붕괴 또는 유실 가능성이 제기되고 있어 이를 방지하기 위해 매몰지의 입지 특성별로 사면안정성 보강대책이 수립, 실시되었다.

둘째, 침출수 유출방지이다. 지침대로의 완벽한 설치가 어려운 현실에서 침출수 유출 가능성이 제기되었다. 침출수 발생과 관련하여 환경부의 매몰지 주변 환경관리대책은 다음과 같다. 우선 매몰지에서 발생하는 침출수 처리는 체액, 핏물 등의 용출침출수와 매몰지 내부 침출수로 구분하였다. 용출침출수는 매몰초기 생석회와 발열반응 및 가스발생에 의한 것으로 톱밥 등과 섞어서 재매몰 조치한다. 매몰지 내부의 침출수 중 총질소(T-N)나 총인(T-P)이 10% 이내 인 경우 하수처리장이

송처리하며, 고농도인 경우는 축산분뇨처리시설 및 매립시설 침출수처리장으로, 유분 등이 많이 함유된 침출수는 톱밥과 혼합하여 소각시설로 이송처리하는 대책을 수립하였다. 그러나 이러한 침출수의 처리대책은 매몰지 내에서 발생된 침출수에 대한 처리대책에 해당된다. 침출수가 매몰지 외부로 유출되는 경우 특히 매몰지가 부득이하게 하천변에 설치된 경우 그 처리대책은 달라져야 한다. 특히 매몰지가 상수원보호구역이나 그 인근에 설치되어 있는 경우 세심한 조사와 침출수 확산방지를 위한 그라우팅이나 차수벽 설치 등이 대책이 수립, 실시되었다.

3. 가축매몰지 관리 방안

실명제(매몰지 관리자 지정제)에 의해 관리되고 있는 가축매몰지는 농촌지역의 지표하부 토양 내 천부대수층이 형성된 심도에 설치되어 있으며, 지표하부에서 일어나는 환경적인 문제들은 '비가시적' 이어서 쉽게 드러나지 않아 환경문제의 중심에서 벗어나곤 했다. 가축매몰지의 환경성에 대해 세심한 시각을 갖고 접근해야 하는 이유가 여기에 있다.

우리가 알고 있듯이 토양과 지하수 내의 여러 가지 현상들은 '부지고유특성'에 의해 지배된다. 동일한 물질이 다른 지역에서 거동하는 경우 거동매체의 특성과 수리지질학적 특성의 차이에 따라 거동의 결과(영향을 미치는 방향과 범위 등)는 다른 것이 일반적이다. 따라서 어떤 현상을 단순하고 일관되게 속단하거나 일반화하기 어려우며 장기간에 걸친 과학적인 조사가 반드시 필요하다.

현재 환경부는 매몰지 주변의 토양과 지하수에서 생

화학적산소요구량(BOD), 암모니아성질소(NH₄-N), 염소(Chloride), 총용존고형물(TDS)의 농도가 증가하는 경우 동물사체의 부패로 인한 오염을 지시하는 것으로 보고 있다. 일반적으로 농촌지역의 층적층지하수는 자연적인 토양(또는 암석)과 물의 반응뿐 아니라 여러 가지 오염원(분뇨, 비료, 생활하수 등)의 영향으로 인하여 다양한 수질상태를 나타내며 질산성질소에 의한 오염문제가 대표적이다. 따라서 임의의 지역에서 매몰지의 영향으로 인한 오염여부를 판단하기 위해서는 해당 지역의 지하수수질특성에 대한 조사 및 자료분석이 선행되어야 할 것이며, 오염의 영향을 판단하기 위해서는 토양·지하수의 물리화학적 특성과 오염물질의 거동특성에 대한 면밀한 조사가 이루어져야 할 것이다.

보다 세부적으로 가축매몰지의 적절한 관리를 위하여 매몰지 내에 설치토록 되어있는 지하수 관측정은 설치위치 선정이 중요하다. 침출수 유출여부 판단을 위한 관측정은 지하수의 유동 방향상 매몰부지의 하류부에 설치하는 것이 적절하나 매몰부지의 특성과 설치자의 전문성 부족으로 인하여 그 설치위치가 적절치 않은 경우 침출수의 유출 가능성과 지하수 수질에 대한 모니터링 기능을 적절히 수행하지 못할 수 있다. 현재 그 설치위치가 잘못되어 있는 경우 전문가의 판단을 기초로 적절한 위치에 관측정을 추가 설치하는 것이 바람직할 것이다.

지침에 의한 매몰지의 관리기간은 3년으로 되어 있다. 3년의 기간은 사체가 부패되어 원인물질이 소멸되는 기간으로 매몰지의 환경성에 기초한 관리기간으로 보기는 어렵다. 오염원이 되는 동물사체의 완전부패에 소요되는 기간은 최소 2년 이상이 걸리는 것으로 알려져 있으나, 매몰지의 국지적 지하수위와 지하수 유동속도 등을 고려할 때 국지적인 오염이 3년 이상 지속될 가

능성이 높기 때문이다. 그러므로 매몰지 주변지역 토양과 지하수의 오염이 확인되는 경우 보다 장기적이고 지속적인 사후모니터링이 필요하다.

마지막으로 가축매몰지의 적절한 관리를 위해서는 적정수의 전문인력이 필요하다. 그러나 실제 매몰지의 관리를 수행하는 지자체의 인력은 매우 부족하고 전문성이 떨어진다. 해당 지자체의 인력 부족으로 많은 담당 공무원들은 많은 어려움을 겪었으며 이제 그 경험을 통해 현장에 적절한 매몰방안이나 관리방법을 터득하고 있는 상태이다. 그러나 매몰지의 관리는 경험과 함께 해당 분야의 전문지식이 요구되므로 보다 많은 전문인력에 의한 전문적인 관리가 요구된다.

4. 맺음말

최근에 구제역이나 조류인플루엔자 매몰지에 대한 환경적 문제가 사회적 문제로 대두되었다. 이에 가축매몰지 사후관리 기본지침 상의 매몰절차를 매몰지 전수조사 결과를 기초로 검토하였으며, 매몰지의 환경성과 가축매몰지 관리방안을 제시하였다. 이미 설치된 매몰지에 대한 조기안정화 방안에 대한 연구와 동시에 적절한 매몰지 관리와 주변 환경문제에 대한 신속하고 과학적인 조사·분석이 요구된다.

이에 부응하는 위한 정부의 일원화된 조직과 일관성 있는 대책이 요구되는 시점이다. 현재 가축매몰지 관련한 정부조직은 농림수산식품부, 환경부, 국토해양부, 행정안전부로 그 기능이 다원화되어 있다. 농림수산식품부는 “매몰지 사후관리 T/F팀”을 구성, 상시 총괄관리 및 정부합동점검반을 구성하여 점검계획 수립과 추가로 생성된 매몰지에 대한 조사 계획 수립 및 시행 등 제반

규정 정비를 담당하고 있으며, 환경부 매몰지 주변 환경영향조사, 매몰지 주변 지하수 수질모니터링, 매몰지역 식수공급 지원 업무를 담당하고 있다. 국토해양부는 매몰지 옹벽, 차수벽 보강 등 사후안전관리 기술지원을, 행정안전부는 자치단체별 “매몰지 특별관리단”을 구성하고 매몰지 관리 실명제, 주민신고제를 활용하여 매몰지 합동점검 지자체 협조체계 구축 등을 담당하고 있다.

전국을 휩쓴 국가재난 상황에 이러한 정부의 조직구조는 적극적이고 효율적인 대응이 어려운 조직구조를 단일화된 조직체계로의 정비가 필요하다. 정부의 단일화된 업무분장 하에서 매몰지 설치와 사후관리를 일관화하고 일관성 있는 정책추진이 절실히 요구되는 시점이다. 이는 향후 가축전염병의 재발생시 더욱 발전되고 성숙한 대응을 가능케 할 것이다.

참고문헌

- 김현수, 2011, 가축매립지 기원 병원성 미생물에 의한 지하수 오염의 고찰, 한국지하수토양환경학회 춘계학술발표회, p.261.
- 농림수산식품부, 2011, 가축매몰지 사후관리 기본지침, 17p.
- 윤성택, 김경호, 최병영, 2011, 국내 천부 지하수의 수화학(수질) 특성과 오염물질별 기원 및 생지구화학적거동, 한국지하수토양환경학회 춘계학술발표회, p.259.
- 이승헌, 2011, 가축매몰지 현행지침 및 규격제정 동향, 한국관계배수위원회지, 제47호, pp. 26-30.
- 환경부, 2011, 가축매몰지 환경관리 지침, 29p.

기획: 유찬 chanyu@gnu.ac.kr