

## 음식물쓰레기 퇴비화의 최근동향과 과제

현대인은 생활 습관성 질병에 시달리고 있다. 이것을 예방하기 위해서는 오래전부터 식생활을 개선하고 신경 써서 운동하여 건강 증진에 힘써야 한다고 이야기 되어 오고 있다. 세계 장수국가의 식생활을 검토해 본 결과 장내 세균의 개선이 건강과 장수에 도움이 된다고 하여 세상에는 수많은 유산균과 요구르트가 성황을 이루고 있다.

반대로 이와 같은 식생활을 만들어 낸 토지를 직시해 보면 염해와 사막화 등이 진행된 토양이 점차 확산되고 있으며, 식생활을 구성하는 토지가 매우 피폐화되고 있다는 사실을 접하게 된다. 이 이유로서 편리한 화학비료와 농약을 사용하고 기계화를 추진하여 관개농업을 실시해 온 결과라고 여겨진다.

분명히 화학비료는 사용에 있어서 메뉴얼화와 기계화가 가능하여 취급하기 편리하며 효율적이다. 이때까지 사용되어 온 퇴구비(堆廐肥) 사용은 노력이 필요하며 게다가 비료의 효과가 들쭉날쭉하여 농업의 근대화에 적합하지 않았기 때문일 것이다.

즉 그 당시의 효율일변도의 농업의 고도성장 시대에 적합하다고 고려되어 추진되어 온 것이다. 그 결과 염해와 사막화까지는 이르지 않았지만 토양의 단립 구조가 파괴되어 유기질분이 감소되어 온 것이라고 한다.

일본은 예전부터 퇴비를 사용하고 인근 산의 해택을 토지에 이용하는 등 토지를 상당히 소중히 다루어 왔다. 실질적인 순환형 농업이 이루어져 온 것이다. 따라서 농지가 피폐하고 유기질이 감소하고 있다는 하는 이야기의 내용에 관해서 이해하기 어려울지도 모른다. 눈에 보일 정도로 나타나지 않기 때문이다.

그러나 화학 비료만으로 농업을 해 온 토지는 현실적인 문제로서 유기질분이 감소하고 있다. 이것을 개선하고 윤택한 농지로 되돌리기 위해서도 그 자원이 되는 음식물 쓰레기를 퇴비화 하여 땅의 유기질·탄소분을 증가시켜 생물다양성을 풍부하게 하지 않으면 안 된다고 생각된다. 피폐하여 병들어가고 있다고 생각되는 토양에 유기질을 부여하고 미생물을 증가시켜 윤택하고 건강한 토양으로 부활시키는 것은 바로 우리들이 생활 습관병을 극복하기 위해서 그리고 이것을 예방하기 위해서 식생활을 개선하고 장내 세균을 증가시켜 건강한 몸을 만들려고 하는 양상과 합치하지 않을까.

### 순환형을 지향하기 위한 음식물 쓰레기 리사이클 방법

현재 가정 및 사업소로부터 배출되는 음식물 쓰레기는 환경성 등의 최신 통계에 의하면 1780만 톤이다. 이 대부분은 소각 처분되며 리사이클로 돌아오는 비율은 6%밖에 되지 않는다. 그러나 이것을 가정과 사업소에서 나오는 쓰레기로 구분해서 비교해 보면 가정에서 1.0%, 사업소에서 19.0%이다. 2000년 5월에 제정된 소위 「식품 리사이클법」에서는 가정에서 나오는 것은 제외하고 사업소에서 나오는 것을 20%까지 끌어올린다는 것이다.

법을 제정 시에는 17% 정도였기 때문에 상당히 효과가 나타나는 것처럼 해석되지만, 실정은 숫자와는 반대로 상당히 심각한 문제이며 숫자의 이면에 있는 수고스러움이 나타나고 있는 것이 현실이다.

그리고 가정에서 배출되는 음식물 쓰레기도 현재는 각각의 자치단체가 중심이 되어 소각 처분하고 있으며, 각 가정에서의 리사이클율이 상승하는 것에 의하여 많은 은혜가 초래될 것이다. 음식물 쓰레기는 식품으로서의 체재를 정비하기 위하여, 발생하는 잔재나 식사의 잔재인 경우에는 영양가가 높고 먹을 수 있는 식품이 많기 때문에, 가축의 사료로서 이용된 시대가 있었다. 그러나 축산이 대규모로 이루어지고 기계화 되어 싼 사료가 수입되어 사료로서의 수요가 감소되어 쓰레기로 배출되게 되었으며 이것은 소각하게 되었다.

그러나 약 90% 가까이 되는 음식물 쓰레기의 수분을 화석 연료의 조연제를 사용하여 태운다는 것을 생각하면 비효율적이며 게다가 자원 낭비이므로 유효하게 이용하는 것이 필요해진다. 리사이클이라고 하는 관점에서 퇴비화 이외의 방법을 보면 가스화, 고형연료화, 탄화 등이 있으며 에너지로 변환하거나 발전에 이용하는 것인데 그 처리 과정에 있어서의 비용대효과와 이 제품들이 얻어지는 것에 수반되어 발생하는 잔사 처리에 많은 수고와 비용이 드는 것도 있다.

종종 얻어지는 생성물의 유용성에만 주목하지만, 표면에 드러나지 않는 처리 잔사, 폐액, 약취, 타르 등 많은 2차 폐기물이 발생하는 경우가 많으며 이들의 처리 과정을 포함하여 종합적으로 평가하지 않으면 그림의 떡이 되기 쉽다.

또한 음식물 쓰레기는 매우 부패하기 쉬운 성질이 있어 비위생적이며 운반 등에 있어 문제점이 많다. 발생자의 측면에서 보면 신속하게 주변에서 배제하고 싶은 존재이다. 일반 가정에서는 디스포저가 이에 합치된 가장 간편한 방법으로 생각되며 도시 생활자의 관점에 보았을 때 앞으로 발전할 가능성이 있는 하나의 선택지로 생각된다.

그러나 이 방법은 음식물 쓰레기를 분쇄하여 일반 가정의 부엌 개수대에서 하수관으로 흘려보내는 간편한 방법이므로, 방류된 쓰레기를 하수 처리장에서 최종적으로 처리하거나 혹은 어느 한정된 집합체 단위로 개별적으로 처리하는가의 차이뿐으로 자원의 낭비에는 변함이 없다. 또한 그렇지 않아도 하수 처리장의 생활 오니 처리에 상당한 고생을 하고 있는 현실을 고려하여 보급하는 것에 대하여 위험성을 느끼지 않을 수 없다.

어쨌든 편리함 뒤에 오는 처리에 수고와 비용이 든다는 사실을 고려하여 이 방법은 리사이클이라는 개념에서는 제외된 방법으로 생각된다. 음식물 쓰레기를 발생원의 장소에서 분류하여 쓰레기로 배출되기 전에 자원 리사이클로 활용하고자 하는 것이다.

이와 같이 여러 가지 방법을 비교 검토한 결과 예전부터 실시되어 온 퇴비로 만들어서 땅으로 되돌려서 토양을 윤택하게 하는 방법이 가장 간편하며 또한 실제적이라고 여겨진다. 그리고 그 필요성을 절실하게 느낀다.

그러나 식품 리사이클을 20%의 달성이 위험시 되어 온 것을 계기로 퇴비화 이외의 방법이 검

토되어지게 된 현실을 감안하여 그 문제점과 과제 그리고 앞으로의 나아가야 할 방향에 대해서 생각해 보려 한다.

## 퇴비화는 왜 실시되지 않게 되었는가 - 그 결과 감소하고 있는 토양 탄소분

그렇다면 부지런히 실시되어 온 퇴비화는 왜 이루어지지 않게 되었을까.

퇴비를 형성하는 장소도 없어지고 제조에 소요되는 시간적인 여유도 없어서 도시화와 함께 제조 시에 발생하는 악취도 꺼려지게 되었으며, 농작업에 소요되는 노력의 경감화 흐름, 얻어지는 퇴비의 조성이 일정하지 않고 조악한 것이 많아 퇴비는 사용되지 않게 되었다.

또한 이와 같이 사용하는데 수고와 시간이 소요되는 퇴비 대신 사용하기 쉽고 비료의 효과가 일정한 화학 비료로 충분하며 게다가 이것이 완전히 퇴비의 사용을 보완하는 것이라고 이제까지 여겨져 왔다.

이러한 사실이 드러난 예를 미국의 집약 농업에서 볼 수 있다. 미국의 곡창지대에서는 화학 비료를 많이 사용하고 관개를 하여 생산성을 최우선으로 해 온 집약 농업이 실시되어 왔지만 장소에 따라서는 10년 만에 토양의 염해와 사막화가 발생하여 더 이상 농업이 불가능한 토지가 된 예가 있다.

염해화에 대해서는 별개의 문제도 가미되어 이번 테마에서 벗어나므로 따로 생각한다고 하여도 사막화에 관해서는 유기질 즉 탄소분의 공급 없이 무기 화학 비료에만 의지한 효율성, 즉효성을 중시한 농업의 종착점이 아닐까라고 생각되어진다.

과학 기술 만능을 내세우며 자연에 맞서 자연의 섭리로 여겨지는 순환을 부정하고 생산을 해 온 결과로 생각되지 않는 것도 아니다.

수확된 농산물에 포함되는 유기물질의 탄소분의 일부는 광합성에 의한 이산화탄소에서 유래하는 것도 있다. 그러나 대부분은 일단 식물 뿌리 근처에 생육한 미생물에 토양으로부터 흡수되어, 뿌리에서 흡수된 양분으로서 공급되는 것이 많다. 토양 안의 탄소분은 이와 같이 작물이 수확될 때마다 감소하여 점차 불모의 토지로 되어 가는 것이 자연 상태이다.

단 이와 같은 상태가 되는데 유럽에서는 100년(혹은 100년은 문제없다)이 걸린다고 한다. 그러나 극단적인 농법을 사용하여 식량 증산에 박차를 가해 온 미국에서는 그 기간이 10년으로 단축되어 버리고 만 것이다.

여기에서 화학 비료에 대해서 변호할 필요가 있을 것이다. 화학비료는 퇴비, 컴포스트(compost)와 상보적, 상승적(相乘的)으로 사용하면 수확을 상승하여 얻을 수 있다고 하는 결과가 많이 보고 되고 있다. 결코 화학 비료를 부정하는 것은 아니며 부족한 비료분을 보충하여 수확을 증가시키는 물질이라고 생각된다.

또한 농약도 화학제품이라고 하여 부정적으로 생각되어야 하는 것은 아니다. 유기농법으로 불리는 농업에서는 우수한 작물이 수확되지만, 수확량이 적고 해충의 피해를 입는 비율이 높아 이것만으로는 불가능한 경우가 많다.

따라서 유기농법의 보급률은 국내에서도 유럽에서도 겨우 1%에 지나지 않는다(일본의 수도(水稻)와 과수에 한해서 5%라고 하는 데이터도 있다). 퇴비를 효율적으로 사용하여도 유기 농업을 열심히 하여도 어느 종류의 농약을 사용할 수밖에 없는 것도 사실이다.

유기농법은 농약의 사용량과 사용 횟수를 줄이는 것으로 완전히 사용하지 않는 것이 아니라는 것이 실제적인 상황이다. 따라서 퇴비의 사용은 결코 지금까지 실시해 온 화학 비료와 농약의 사용과 대립하는 것이 아니라 일부 보완하는 것으로 여겨진다. 이 점을 이해하고 화학비료에는 없는 퇴비의 좋은 점을 강조하지 않으면 퇴비의 보급으로 이어지지 않을 것이다.

## 퇴비화에 있어서의 미생물 활동과 악취 문제

퇴비화는 미생물이 이루는 생명 현상이다. 미생물이 번식하는 조건을 갖추어 주어야 할 필요가 있으며 적절한 수분과 온도, 산소가 필요하다는 사실은 잘 알고 있을 것으로 생각한다. 그러나 나아가 이 미생물에 있어 균형 잡힌 “식재(食材)”일 필요가 있다. 구체적으로는 C/N비로서 20정도가 가장 효율적이라고 한다. 그러나 실제로는 여러 가지 잡다한 쓰레기가 원료가 되는 경우 반드시 이와 같은 수치가 되지 않는 경우가 많다.

특히 동물성 식품 찌꺼기의 C/N비는 일반적으로 6~8, 야채 찌꺼기는 8~15, 식물성 식품찌꺼기는 특수한 것을 제외하고 8~12정도의 값이다. C/N비가 낮다고 하는 것은 이분해성인 단백질이 높다 즉 질소분이 많은 상태로 생각된다. 탄소에 대한 과잉의 질소분은 미생물에 흡수되지 않고 분해 되어 아미노산 대사의 최종 산물인 암모니아로 되어 방산된다.

또한 아미노산의 시스테인과 메티오닌으로부터의 유황 화합물도 대사되어 악취로 되어 증산된다.

음식물 쓰레기와는 다르지만 미국에 있어서 개방계에서 축분(糞)을 퇴비화 하는 대대적인 처리 과정에서 방산되는 암모니아가 문제시되기 시작했다. 왜냐하면 암모니아는 온실 효과로 이어진다고 여겨지고 있으며 대책이 필요하다고 생각되어지고 있기 때문이다.

저자 등은 현재 (재)히타치(日立)지구 산업 지원센터 내의 음식물 쓰레기 처리 연구회(주체는 스타 엔지니어링(주)과 협동으로 가정용 처리로서 개발한 아시도로(특수미생물)방식(산성컴포스트화)을 대량 처리계에서도 응용하는 가능성을 검토하고 있다. 이 방식에서는 처리기재가 산성이기 때문에 암모니아가 방산되지 않고, 얻어지는 퇴비에 보존되어 있기 때문에 질소분이 많은 양질의 퇴비를 얻을 수 있는 것이 특징으로 완성이 기다려진다.

일반 퇴비화의 과정에서 발생하는 암모니아의 방산을 방지하기 위해서는 탄소분이 많은 목질계

와 섬유질 재료를 사용하여 C/N비를 조금이라도 조정하는 것으로서 해결되지만, 미생물에 있어서 분해하기 어려운 셀룰로오스와 리그닌계의 물질은 퇴비화의 초기 단계에서는 암모니아 저장 효과가 그다지 나타나지 않아 악취 문제는 근본적으로는 해결하기 어려운 문제이다.

실험실적으로는 이분해성의 당류를 첨가하는 등의 방법으로 해결할 수 있지만 현실적이지 않다. 따라서 일반적으로는 발생 후의 탈취 조작을 정확하게 실시하는 것이 현실적인 문제해결 방법이다.

## 순환형 사회 구축을 위한 퇴비화와 자원으로서의 분리의 중요성

현재 국내의 유통 기구를 통하여 거래되고 있는 퇴비의 양은 매우 적으며, 연간 300만 톤이라고 한다. 유통 기구를 통하지 않고 사용되고 있는 양이 상당히 많을 것이라고 생각되지만 그렇다고 해도 적다.

음식물 쓰레기도 일단 쓰레기로서 배출되고 나면 이 안에는 많은 이물질도 혼입되기 때문에, 배출 시에 자원이라고 생각하는 의식과 자각을 가지고 분리 하여 리사이클 활용해야 한다. 또한 이와 같이 생산되는 퇴비는 설령 좋은 품질이라고 하여도 계절상품이기 때문에 보관과 유통의 문제도 고려하지 않으면 안 된다.

퇴비화를 논의할 때 반드시 거론되는 저해 요인으로서 「그렇게 퇴비화를 하면 일본의 농지에 필요한 질소분을 초과해 버린다」라고 하는 점이다. 모든 음식물 쓰레기와 축분을 처리한다고 하고 생각한 계산상에서는 분명히 그렇지도 모르지만, 현실적인 문제인 사용할 가치가 있는 좋은 품질의 퇴비가 거의 생산되고 있지 않은 현재 상태를 직시할 필요가 있다.

질소분이 필요량보다 초과할 “가능성”이 있기 때문에 퇴비화의 방법이 아니라 혹은 퇴비화의 추진은 그만두고 다른 방법을 생각하지 않으면 안 된다고 하는 이야기로 이어지는 것은 아니다.

이와 같은 이야기에 대해서 하나하나 이유를 들어서 설명할 필요가 있을 것이다. 자원으로서 배출되는 음식물 쓰레기에서 얻어지는 퇴비와 쓰레기로서 배출되는 음식물 쓰레기에서 얻어지는 퇴비를 하나로 생각해 온 결과로 여겨진다. 리사이클을 목적으로 한다면 확실하게 구분할 필요가 있다.

또한 또 한가지 논의되고 있는 점으로서 잔반에서 나오는 염분이 퇴비에 축적된다고 하는 문제이다. 분명히 염분은 농축되지만 비닐하우스에서 대량으로 사용하는 것이 아니라면 일본과 같이 비가 많이 내리는 곳에서는 전혀 문제가 되지 않으며 오히려 염분의 마이너스적인 면을 생각하는 것보다 퇴비를 사용하는 것에 대한 플러스적인 면을 생각하는 편이 낫다. 또한 설령 비닐하우스라고 하여도 일년에 한 번은 물을 채워서 염분을 흘러 보내는 방법을 이용한다면 문제없다고 한다.

국내에서의 퇴비 사용에 대한 성공적인 예로서 호열성의 처리균·우치시로균(内城菌)을 이용하여 급식 센터와 쇼핑센터에서 나오는 음식물 쓰레기를 몇 시간동안 처리하여, 그것을 야마가타현의

(재)신도(新東)물산에 모아 필요에 따라 재조정을 실시하여 우치시로 B군으로서 판매하고 있는 예가 있다. 이 비료를 사용하고 있는 우치시로 농법 연구회에서는 이미 수 십 년에 걸친 실적이 있으며 농업생산자의 신뢰를 얻어 보급되어지고 있다.

또한 이 방법은 야마가타현 만이 아니라 아키타, 후쿠시마, 니가타, 시마네, 큐슈 지구 등도 보급되고 있으며 순환형 리사이클 고리가 이어져서 확산되고 있다. 이 처리물은 퇴비로서만이 아니라 닭과 잉어의 사료로서도 이용되고 있다. 이것은 사료서의 영양물이라고 하는 관점만이 아니라 그것을 먹은 동물에 있어서는 유용 미생물의 섭취라고 하는 의미가 되기도 한다. 바로 우리들이 유산균과 같은 장내 세균의 균형을 맞추기 위해서 영양 보충제를 사용하는 것과 같은 의미가 있는 것으로 평가되고 있다.

카나가와현에서는 식당에서 배출되는 스프 국물을 우려낸 찌꺼기를 개의 사료에 섞어 “개의 건강 보조 사료”로 여겨지는 제품을 같은 방법으로 생성하고 있다. 이러한 성공 예를 검증하면 원료 단계에서 자원으로서의 양질의 유기성 폐기물만을 사용하여 안심하고 사용할 수 있는 제품을 생산한다고 하는 점을 알 수 있다.

## 퇴비 · 컴포스트의 사용과 미생물과의 관계

발생한 퇴비 · 컴포스트를 사용한 경우 식물에 대한 영양 공급 외 화학비료에는 없는 지력 회복 · 개량 작용도 있다는 것은 잘 알려진 사실이다. 그러나 이 작용의 의미가 반드시 이해되고 있는 것은 아니다.

비유적으로 이야기를 정리하자면 퇴비 · 컴포스트는 미생물 생육의 주식이 되어 결과적으로 시비한 주위에 미생물이 증식하여 수와 종류가 증가한다. 결과적으로 뿌리 주변에 소위 균근균이 증가하여 식물과 균과의 공생계가 굳건하게 되어 뿌리에서 양분이 균으로 균에서는 필요한 탄소화합물이 식물로 부여되어진다. 이 결과 건강한 식물이 생육되는 것으로 여겨지고 있다.

그렇다면 미생물이 증가하면 왜 좋은 것일까? 식물은 동물과는 달리 소화 기관을 가지고 있지 않지만 미생물이 바로 이 소화 기능을 대신하여 식물에게 영양물을 만들어 주는 것으로 생각된다. 또한 미량원소를 흡수하여 성장한 미생물 그 자체가 분해 되어 식물의 영양물로 전환되어 장기간 게다가 균형 잡힌 비료로서 기능하는 것으로도 생각된다.

즉 미생물 자체가 일단 토양에서 영양분을 흡수하여 보존하며 식물에게 비료로서 균형 잡힌 미생물균체는 어차피 완행성(緩行性)비료로 기능하는 것이다. 양질 비료의 C/N비는 15~20이며, 이것이 토양에 들어가서 탄소분의 보급이 이루어지며 이것이 이용되어 작물이 생육한다. 필요에 따라서는 질소비료가 투입되어 생산이 지속되지만 수확할 때마다 탄소분이 소비되어 이 C/N비는 계속해서 저하된다. 계속적으로 작물 생산을 하기 위해서는 어차피 퇴비와 같은 형태로 탄소분을 보급할 필요가 있다. 저자가 「탄소비료」라고 하는 이유이다. 또한 미생물의 다양성이 높고 공생계가 굳건할수록 식물의 병해 발생이 적다고 하는 데이터도 있다. 이 미생물들은 퇴비가 투입되는 것에 의하여 증가하는 것이다.

## 비옥한 토양의 유지와 사람의 건강 유지와의 대비

출혈성 대장균 O-157의 경우, 개발도상국에서는 병에 걸린 사람이 나타나지 않았다. 그들의 장내에는 같은 O-157균이 존재하고 있었지만 많은 장내 세균이 있기 때문에 O-157이 증식까지 이르지 않아 발병하지 않은 것으로 추정된다. 이것은 바로 생물 다양성이 높고 미생물도 많을수록 식물병원균이 식물 가까이와도 병을 발생시키는 단계까지 이르지 못하는 것과 같은 이치이다.

외국을 여행할 때 설사를 방지하기 위하여 유산균과 같은 소위 좋은 균을 우선 마신 후 식사를 하는 권장되는 것도 이런 이유와 일맥상통하는 것으로 미생물의 수와 종류를 증가시켜 두면 병원균이 조금 들어와도 방제(防除) 가능한 것이다. 토양 속의 이야기와 우리들 장 속의 이야기가 매우 비슷하다는 점이 놀랍다.

실제로 토양에 존재하는 미생물의 수는 1g의 흙 당 24억 개로 추정되고 있다. 이 미생물 군체 내에 존재하는 탄소, 질소, 인산의 양을 계산하면 밭 10아르 당 탄소 70, 질소 11, 인산 8kg이라고 한다. 이 값은 바로 10아르에 대한 보통의 화학비료의 시비료(施肥料)와 거의 같으며 미생물군체에는 매년 뿌려지는 화학비료와 거의 같은 정도의 유효 성분이 포함되어 보존되어 있다는 것이다. 퇴비를 사용하는 의미가 얼마나 큰지 이해 될 것이라 생각된다.

---

출 처 : 폐기물재활용 종합정보(2004년12월 월간 폐기물 번역) 토호쿠대학 니시노 토쿠조교수