

가축분뇨 발효액비화에 의한 농업부문 자연순환체계 복원 연구

허길행*

요약

자연은 순환과정을 통해서 자정되었기 때문에 산업화 이전에는 농업에 공해 문제는 없었다. 그러나 1960년대 중반부터 농업에 화학비료와 농약의 사용이 크게 증가하고, 축산의 대규모화로 가축분뇨의 배출도 대량화되어 농업에도 환경 문제가 생기게 되었다.

특히 가축분뇨는 잘 활용하면 우수한 유기질 비료가 될 수 있음에도, 많은 비용을 들여 처리해야 할 골치 아픈 폐기물이 되었다. 한편 친환경 농산물의 수요와 생산은 꾸준히 증가될 전망이지만, 퇴비자원의 부족은 친환경농업의 확대를 저해하는 주요 장애요인이 될 것으로 전망된다.

이 논문은 축산 부문과 경종 부문을 연결하여 가축분뇨를 퇴비자원화함으로써 가축분뇨로 인한 환경 문제와 친환경농업에 필요한 유기질 비료의 부족 문제를 함께 해결하고자 했다. 또한 그 대안으로 가축분뇨를 발효액비화하는 방법을 제시했다.

- | | |
|-----------------------|-----------------------|
| 1. 서론 | 4. 가축분뇨 발효액비화와 친환경 농업 |
| 2. 친환경농업 육성의 필요성과 과제 | 5. 요약 및 결론 |
| 3. 가축분뇨의 가치와 자원화의 문제점 | |

1. 서론

자연은 순환과정을 통하여 자정(自淨)되며, 대단한 자정능력을 갖고 있다. 과거 산

업화가 진전되기 이전에는 인간이 만들어내는 공해물질들이 순환과정을 통하여 스스로 정화되었기 때문에 공해 문제가 발생하지 않았다. 그러나 산업화가 진전되고 인구가 늘어나면서 공해물질이 대량으로 생산되었고 공해 문제는 인간의 생명을 위협할 만큼 사회적으로 큰 문제가 되고 있다.

농업에 있어서도 산업화 이전에는 전혀

* 수석연구위원

공해 문제가 없었다. 현재 처리에 골머리를 앓고 있는 인분이나 축분(畜糞)은 농사를 짓는데 없어서는 안 될 귀중한 자원이었다. 사람이나 가축이 음식이나 사료를 먹으면, 그 일부는 인분이나 축분이 되어 농사에 거름으로 사용되고, 거름을 흡수하여 성장한 농작물은 다시 사람이나 가축의 먹이로 이용되었다. 이것이 농업에 있어 자연순환 원리였으며, 그 때 공해 문제는 없었다.

그러나 우리나라는 1960년대 중반부터 공업화와 농촌인구의 대도시 이동이 진전되면서, 농산물의 획기적 증산을 위해 화학 비료 농업이 도입되었고 농업에 있어 자연순환시스템이 깨지게 되었다. 그 결과 화학 비료의 남용으로 토양은 황폐하게 되었으며, 가축분뇨는 더 이상 자원이 아니라 많은 비용을 들여 처리해야 하는 골치 아픈 폐기물이 되었다. 더욱이 국민소득의 증가에 따라 육류의 소비가 증가하고, 축산이 대규모화됨에 따라 가축분뇨가 대량으로 배출됨으로써 하천의 주요 오염원(汚染源)으로 등장하게 되었다. 또한 축산폐수 처리 시설의 방류수 수질기준이 강화되고 있어 농가의 축분 처리 비용을 점증시키고 있으며,¹ 선진국의 경우 수질 오염과 악취에 의한 환경공해로 인해 축산을 포기하는 사례까지 발생하고 있다.

한편 국민소득의 증가에 따라 식품안전

¹ 축산폐수 처리시설의 방류수 수질기준은 1991년 1,500ppm, 1993년 500ppm, 1997년에는 350ppm으로 차츰 강화되는 추세에 있으며(허덕 외 1998, 9), 2000년부터는 지금까지 적용되지 않았던 소규모의 농가를 포함하여 모든 축산 농가에 대해 방류수 수질기준을 적용하고 있다.

성에 대한 소비자의 관심이 높아지고 있고, 유기질비료를 사용한 친환경농산물에 대한 수요가 꾸준히 증가할 것으로 전망된다(박헌태 외 1999, 19). 친환경농업²의 확대를 위해서는 유기질비료의 효율적인 공급이 요망되며, 유기질 비료자원의 부족이 친환경농업 성장의 장애요인으로 작용할 가능성도 크다.

결국 축산부문에서는 양질의 유기질 비료가 될 수 있는 가축분뇨의 처리에 골치 아파하면서도 경종부문에서는 유기질 비료 자원이 부족하여 문제가 될 것으로 전망된다. 따라서 가축분뇨를 효율적으로 농업에 활용하는 것은 농업 자체의 문제는 물론, 중요성이 더욱 증대되고 있는 환경문제 해결에 중요한 과제이다.

이와 관련하여 그간 많은 연구들이 있어 왔지만, 축산의 관점에서 분뇨의 처리 문제와 축분비료 활용 등의 문제를 주로 다루어 왔고, 축분비료의 사용자인 경종부문을 포함한 종합적인 접근은 부족하였다. 축산과 경종농업을 결합한 접근으로서 조한규·최익근(1998)과 후꾸오까 마사노부(1994)는 자연순환원리를 적용한 ‘자연농업’을 도입하고 있다.³ 그러나 자연농업은 일반화하

² 친환경농업은 농업과 환경을 조화시켜 농업생산을 지속가능케 하는 농업 형태로 특성에 따라 환경농업, 대체농업, 저투입 지속농업, 유기농업, 자연농업 등 다양한 용어가 사용되고 있다.

³ 자연농업이란 자연의 섭리를 중시하며 따르는 보다 총체적인 자연 본위의 농업을 말한다. 기존의 영농방법과 전혀 새로운 개념으로서 작물이나 동물에 대한 인간의 불간섭을 원칙으로 하고 있으며, 전적으로 자연의 순환원리를 이용하고 있다. 이 농법은 농약이나 비료를 전

는데 한계가 나타나고 있고, 유축농업을 기본으로 한 가축농에 적합한 농법으로 축분을 대량으로 방출하는 전업 양축농가에 적용하는 데에는 한계가 있다. 그러나 최근에는 가축분뇨를 발효시켜 액비화(液肥化)하여 비료로 사용하는 기술이 도입되고, 성공한 사례들도 나타나고 있어 가축분뇨를 효과적으로 영농에 활용할 수 있는 가능성을 보여 주고 있다.

이러한 점을 고려하여 이 논문에서는 축산부문과 경종부문을 하나의 종합적 시스템의 관점에서 접근하고자 한다. 즉 가축분뇨를 액비화하여 친환경농업에 필요한 비료로 사용함으로써 가축분뇨의 처리 문제를 해결하는 동시에 장차 친환경농업이 확대됨에 따라 예상되는 퇴비자원의 부족문제를 해결할 수 있는 방안을 제시하고자 한다.

2. 친환경농업 육성의 필요성과 과제

2.1. 현행 농업생산체계의 문제점

1960년대 중반부터 화학비료 농법이 도입됨에 따라 농업에 있어 자연순환 시스템이 깨지게 되었으며, 생태계와 환경에 많은 문제를 야기시키고 있다. 현재 영농에 따른

혀 사용하지 않고 경운(耕耘)도 안하면서, 작물이나 동물에게 최적의 생활환경을 제공하여 작물이나 동물이 보다 건강하게 생육할 수 있도록 함으로써 기존의 일반농업에서보다 수량과 품질이 높은 농축산물을 생산할 수 있음을 보여 주고 있다. 자연농업은 미생물 발효에 의한 농업이라고 할 수 있으며, 자연순환원리를 활용한 진정한 환경농업이라고 하겠다.

환경오염의 원인이 되는 것은 주로 비료와 농약이다. 특히 화학비료는 작물재배에 필수적인 자재이나 과다 시용으로 토양의 산성화 촉진, 유기물 감소, 단립화(單粒化) 등을 초래하여 토양의 이화학적 성질을 악화시킨다. 농지의 유기물 함량은 계속 낮아지고, 흙은 갈수록 산성화되고 있으며, 통기성(通氣性)과 보수성(保水性)이 약화되면서 단단히 굳어지고 있다. 과다하게 투하된 화학비료는 그 성분의 70%가 그대로 유실되어 강과 바다의 부영양화 현상을 일으키고 있다(농협중앙회 1996, 12).⁴ 또한 지력은 매년 저하되어 토양의 산도나 유기물 함량이 낮아지고 있다(표 1). 토양중 인산, 칼리는 과다 집적되고, 고토와 규산은 크게 부족하다. 인산은 52%, 칼리는 32%의 논에 초과된 반면, 규산은 97%의 논에 부족하다. 특히 시설재배지의 85% 이상이 인산, 칼리가 과다하게 축적되어 있어 수 년 내에 농사를 짓기 어렵게 될 것으로 전망된다. 이러한 현상은 농산물의 저장성과 품질을 저하시킨다(농협중앙회, 1999, 61-62).

토양이 산성화되면, 식물이 산성화되며, 이를 섭취하는 인간이나 동물의 체질 또한

⁴ 토양특성에 따라 시비기준이 다르지만 보통 논에 대한 지도기관의 추천시비량은 10a당 11-7-8kg(N-P-K)인데 비해 농가사용량은 15.9-6.3-7.6kg으로, 인산이나 칼리질 비료는 시비기준을 준수하고 있는데 비해 질소질 비료의 경우 추천시비량에 비해 44.5%나 과다 사용하고 있는 실정이다. 특히 채소류나 과일류의 경우 비료의 과다 사용이 심각하다(권태진 외 1999 여름, 3). 과다한 비료사용은 질산염의 축적을 가져오며, 채소의 가식부위내 질산함량을 증가시켜 섭취시 근육 약화 및 청색증(혈액 중 산소감소)과 암의 발병원인이 된다(농협중앙회 1999, 62 및 66).

표 1 우리나라의 토양실태

구 분	산도(적정치 6.5)		유기물 함량(적정치 3.0%)	
	1980년대	1990년대	1980년대	1990년대
논	5.7	5.6	2.7	2.5
밭	5.8	5.5	1.9	2.4

자료: 농림부(1998, 5)

산성화된다. 병원균들은 대부분 산성 속에서 잘 번식하는 성질을 갖고 있기 때문에 토양이나 식물 또는 인체가 산성화되면 각종 질병이 끊임없이 발생된다.⁵ 또한 토양의 산성화는 비료성분의 유실을 증가시킨다. 화학비료는 살포하였을 때 흙 속 유효미생물에 의해 2~3단계의 변화를 거쳐 작물에 흡수될 수 있게 되는데, 토양의 산성화로 유효미생물의 숫자는 줄어들어 가는 반면 유해미생물은 증식하여 탈질균(脫窒菌)의 작용으로 유실되는 질소질의 양이 많아져, 평균적으로 70%의 질소질이 유실되고 있다. 또한 인산·칼리질도 60%가 불용해성으로 흡수되지 못하고 있다(정진영 1991, 28-30). 잉여 비료성분은 지표수에 유입되어 하천과 호수의 부영양화를 초래하며, 지하로 스며든 질산태 질소는 인축(人畜)에 청색증과 같은 질병을 유발한다(오세익 1996 가을, 127). 따라서 토양의 산성화가 진전됨에 따라 화학비료의 유실량

이 해가 갈수록 많아지고, 더욱 많은 양의 비료를 사용하지 않을 수 없게 된다.

토양에 유기물이 부족하게 되면, 유기물 자체의 함량뿐만 아니라 토양의 공극(孔隙) 형성에 의해 통기성이나 보수성(保水性)이 약화되면서 흙이 단단히 굳어진다. 흙이 굳어지면 작물의 뿌리내림이 좋지 못하며, 유기질 부족으로 양분흡수가 불량하여 생육이 부진한데다, 지속적인 산성화로 병균과 해충이 많이 번식하게 되어 병충해 방제를 위해 농약을 살포하게 된다. 화학비료의 다량 투입은 병충해의 발생을 유발하여 농약 과다사용의 원인이 된다. 최근에는 병충해 방제를 위한 살균·살충제뿐만 아니라 노동력의 절약과 생육조정을 위한 제초제와 식물 성장조절제 및 보조제도 광범위하게 사용되고 있다.

그간 농약은 병충해 방제를 통한 증산과 노동력 절약을 통해 인류의 식량문제해결을 위해 공헌한 바 크다고 하겠다. 그러나 농약의 과도한 사용은 국민건강을 위협하고 생태계를 파괴할 뿐만 아니라 잔류독성과 식품오염 문제를 일으킨다. 또한 농약의 남용으로 유기질을 분해해 주어야 할 토양 유효미생물과 지렁이 같은 토양 소 동물들이 사멸하여 유기물의 발효·분해가 일어

⁵ 산성토양은 수소이온(H)이 많은 상태로 ① 수소이온에 약한 뿌리 표면에 상처를 주어 양분의 흡수를 저해하고, ② 토양에 알루미늄이 많아져 뿌리에 독성이 나타나고, ③ 작물에 반드시 필요한 질소, 인산, 칼리, 황, 석회, 고토의 흡수력이 약해지고, ④ 카드뮴, 납과 같은 중금속의 피해가 나타나기 쉬우며, ⑤ 미생물의 활성이 떨어진다.

나지 않게 된다.⁶ 더욱이 농약의 지속적인 사용은 병균의 농약 내성(耐性)을 증가시켜, 더욱 강력한 농약을 보다 많이 사용하지 않으면 안 되도록 한다.

결국 비료와 농약의 사용량은 지속적으로 증가하게 되어 환경 및 국민 건강문제를 유발하게 되었으며, 이를 억제하기 위해서는 적극적인 친환경농업의 육성이 필요하게 되었다.

2.2. 친환경농업의 전망과 과제

국민소득이 증가하고, 각종 공해와 환경오염이 심화됨에 따라 안전한 농산물에 대한 소비자의 요구가 증가하고 있다. 이에 대응하여 정부는 1997년 「환경농업육성법」을 제정하고, 친환경농업을 적극 육성하고 있다.

또한 앞으로 친환경농산물의 수요는 지속적으로 증가할 것으로 예상된다. 친환경농산물의 수요는 1990년대 후반까지 대체로 2~5%의 연평균 성장률을 보이다가 2000년대에 이르면 5~10%로 빠르게 성장할 것으로 예측하고 있다. 한편 미국의 유기농산물 시장규모는 1994년 23억\$로 전체 농산물 판매액의 1%이었으며, 1999년에는 전체의 3~5%수준까지 늘어날 것으로 보고 있다. 일본의 경우에도 1996년도 유기농산물 시장규모가 1,945억엔이었으나 수요의 급격한 증가에 힘입어 1998년에는 2,605

억엔, 1999년에는 3,000억엔, 2000년에는 약 3,500억엔 규모로 시장이 확대되리라 예상하고 있다(박현태 외 1999, 18-19).

우리나라의 친환경농업을 실천하는 농가 수는 1989년 약 1,500호에서 1998년 13,056호로 8.7배 증가하였고, 생산면적은 같은 기간 617ha에서 10,718ha로 17.4배 증가하였다(박현태 외 1999, 1). 정부는 친환경농업 생산량을 2000년 1.5%에서 2002년 3.0%로 증대시킬 계획이다(농림부 2000). 그러나 이 비율은 선진국에 비해 상당히 낮은 수준이며, 장기적으로 친환경농업의 규모를 더욱 확대해야 할 것이다.

환경농업은 일반적으로 다량의 퇴비를 필요로 한다. 그러나 최근에는 퇴비자원이 부족하고 퇴비제조에 많은 인력이 소요되어 어려움이 많다(오세익 1996, 131-132). 더욱이 환경농업의 급격한 증가추세로 볼 때, 퇴비자원의 부족은 장차 환경농업의 확대를 저해하는 주요한 요인이 될 수 있으며, 가축 및 사람의 분뇨를 효과적으로 이용할 수 있다면 장차 중요한 퇴비자원으로 활용될 수 있을 것으로 보인다.

3. 가축분뇨의 가치와 자원화의 문제점

3.1. 가축분뇨의 환경영향과 활용가치

현재 가축분뇨는 중요한 환경오염원의 하나이다. 특히 축산업이 부업규모에서 전업 또는 기업규모로 대형화됨에 따라 가축

⁶ 토양미생물은 유기물을 분해하여 식물이 영양소원으로 흡수할 수 있도록 해 주며, 식물양분을 저장하고 수분을 흡수·유지하며, 토양의 이화학적 성질을 개선하는 중요한 역할을 한다.

표 2 가축분뇨 발효퇴비의 작물 증수 효과

단위: kg/10a

구 분	표준시비시	표준+퇴비 ¹⁾	증 수 량	증수율(%)	시 험 수
벼(일반벼)	478	497	19	4.0	815
대 맥	180	227	47	26.1	19
소 맥	190	224	34	17.9	14
대 두	153	193	40	26.1	61

주: 1) 표준시비량과 퇴비를 동시에 사용할 경우

자료: 축산시험장, 1994. 「가축분뇨 자원화와 농촌환경 개선전략」. 오세익 등(1997, 94)에서 재 인용함.

배설물 역시 대량으로 배출됨으로써 가축 분뇨는 지하수, 하천, 대기를 오염시키는 중요한 환경오염원으로 등장하게 되었다.

발효가 안 된 축산분뇨가 하천이나 호수에 유입되면, 악취를 유발함은 물론 부영양화 현상 등으로 강물의 생태계가 파괴되어 물고기는 물론 플랑크톤이 사멸하여 죽은 강으로 변해 버린다. 1997년 1일 배출되는 총 수질오염원은 21,360천톤이며, 이중 생활오수가 76.2%(16,272천톤), 산업폐수가 22.8%(4,874천톤), 축산폐수가 약 0.9% (200천톤)를 차지하는 것으로 추정되었다. 그리고 생물학적 산소요구량(BOD)을 기준으로 수질오염 기여도를 보면, 생활오수가 44.7%, 산업폐수가 40.2%, 축산폐수가 15.1%를 차지하는 것으로 추정되었다(환경부 수질보전국 1999). 따라서 가축분뇨는 상대적으로 배출량은 적으나 수질오염 부하량이 높은 유기성 물질임을 알 수 있다. 축산폐수는 심각한 사회문제로 대두되고 있는 실정이며(오세익 외 1997, 84), 장차 축산발전의 주요 제약요인이 될 수 있다.

또한 축산분뇨의 중요한 문제의 하나는 악취이다. 인간이나 동물의 배설물은 종류에 따라 정도의 차이는 있으나 악취가 존

재한다. 악취의 발생은 주로 암모니아가스에 의한 것이며, 암모니아가스가 대기 중에 휘발되면 산성비의 중요한 원인이 되기도 한다.

한편 가축분뇨는 비료성분을 많이 함유하고 있어 작물재배에 유용한 퇴비자원으로 이용될 수 있다. 1998년 가축분뇨 발생량은 총 35,027천톤으로 추정되며, 이를 비료성분량으로 환산하면 질소 207,561톤, 인산 185,083톤, 칼리 178,615톤에 달한다(허덕 외 2000, 9). 이를 화학비료 가치로 환산하면 4,514억원으로 추정된다.⁷

더욱이 가축분뇨 비료는 토양의 유기질 함량을 높이고, 산성토양을 교정하여 토양의 산성화를 방지하고, 작물의 연작을 가능하게 하는 효과가 있다. 그리고 작물의 고유 특성인 향기, 맛, 색깔 등을 회복하여 상품성을 높이고, 수송과 저장성을 높인다(유철호·정민국 1996 여름, 163-164). 그래서 유기농업은 국내 농산물의 품질경쟁력을 높일 수 있는 주요 수단으로 간주되고 있다. 또한 가축분뇨 발효퇴비를 사

⁷ 1999년도 비료 판매가격 20kg당 요소 5,300원, 용성인비 및 용과린 3,650원을 적용하여 성분가로 추정하였다(농림부 1999, 222).

용하면 작물의 증수효과도 있는 것으로 나타났다(표 2). 따라서 가축분뇨는 잘만 활용하면 농업에 있어 양질의 비료자원이 될 수 있으며, 축산분뇨 문제를 동시에 해결할 수 있게 될 것이다.

3.2. 가축분뇨 처리 및 사용의 문제

3.2.1. 가축분뇨 처리방법의 문제

현재 국내에서 일반적으로 활용되고 있는 돼지분뇨의 처리방법은 분(糞)·뇨(尿)를 분리하여,⁸ 분은 톱밥 등 수분조절재를 혼합하여 발효퇴비를 만들어 비료로 사용하고, 뇨와 세척수가 포함된 축산폐수는 저장조를 거쳐 방류하거나 액비로 사용하는 것이다.

그러나 슬러리 돈사 이외의 일반 돈사의 경우, 분뇨를 분리하기 위해서는 동력을 이용해야 하므로 경제적 부담이 가중되는 문제가 있다. 특히 분리과정에서 암모니아 가스가 발생하기 때문에 기계시설이 쉽게 부식된다. 또한 고형물(축분)을 액상(液狀)과 분리하더라도 고형물에는 수분이 과다하므로 발효퇴비를 만들기 위해서는 수분조절재인 톱밥이나 왕겨를 혼합·교반하여야 한다. 그러나 현재 수분조절재로 널리 사용되는 톱밥이나 왕겨 등은 생산량이 소요량에 크게 못 미치고 있어 그 구입이 어렵고 가격이 높게 형성됨으로써 가축분뇨 자원

화의 촉진을 저해하는 요인이 되고 있다(오세익 외 1997, 98).

한편 분리된 뇨와 세척수가 포함된 축산폐수는 3단 저수조를 거쳐 방류하면, 폐수가 저수조를 통과하는 동안 부유물과 슬러지가 침전되어 배출구에서는 깨끗한 물이 방류될 것으로 생각하여 1990년대 초에 적극 권장되고 그 설치에 막대한 예산이 지원되었다. 그러나 오수 내에 함유된 슬러지 등이 탱크 바닥에 침전되어, 최초에 투입한 오수가 그대로 방류되는 문제점이 발생하였다. 그래서 오수 내에 활성오니를 투입하여 오수를 정화시키는 '정화 방류방법'이 새로 도입되었으나, 이 때에는 붉은 갈색 상태의 물이 방류됨으로써 주민과 양돈농가간에 마찰이 발생하고 있으며, 동절기에는 활성오니의 활동이 활발하지 못하거나 활성오니가 사멸하여 충분한 정화효과가 나타나지 못한다. 또한 이 방법에 의해 수질기준에 적합한 방류수가 배출되더라도 총부하량을 고려할 때, 하천 오염원으로 작용하게 된다. 그리고 정화조 설치비와 유지비도 적지 않아 양축농가의 경제적 부담이 되고 있다.

슬러리 돈사에서 분과 뇨를 함께 혼합상태에서 처리하는 경우, 수분조절재를 혼합·발효시키거나 화력으로 건조하여 퇴비화하는 방법이 많이 이용되고 있다. 그러나 수분조절재를 이용한 퇴비화 방법은 분뇨의 수분함량이 많아 다량의 수분조절재가 필요한데다가 수분조절재의 공급부족으로 인한 높은 비용이 문제이며, 화력건조도 높은 연료비가 문제이다.

⁸ 여러 가축 중 돼지분뇨는 악취가 심하고 뇨와 분이 함께 배출되어 가장 문제가 되는 것으로 생각하여, 이 논문에서는 돼지분뇨를 중점적으로 언급하고자 한다.

이 밖에도 여러 가지 처리방법들이 있으나 현재 이용되고 있는 주요 가축분뇨처리 방법으로는 '저장 액비화 방법'과 '해양투기 방법'이 있다. 저장 액비화방법은 슬러리 돈사에서 배출되는 돼지의 분뇨를 저장탱크에 약 6개월간 저장한 후, 이를 농지에 살포하는 방법이다. 그러나 점성이 강한 가축분뇨를 일정한 장소에 장기간 저장하면, 분뇨막(scum)이 형성되어 산소의 내부공급을 저지하기 때문에 발효가 제대로 되지 않고 침전물이 다량 발생하여 농지에 살포할 수 없는 문제점이 있다. 그래서 산소 공급을 위해 교반기나 공기 강제주입기를 사용하거나 미생물을 투입하여 발효를 촉진시켜 주는 것이 지금까지의 방법이었다. 그럼에도 우수한 액비를 생산할 수 없었는데, 그 원인은 분뇨가 충분히 발효될 수 없었기 때문이다.

한편 '해양폐기 방법'은 바지선을 이용하여 국제적으로 지정된 공해상에 축산분뇨를 방류하는 것으로서, 바다 오염문제로 국제적인 규제가 더욱 강화될 것으로 예상된다. 또한 분뇨의 해양투기에는 지역에 따라

톤당 8,000~18,000원이 소요되고 있어 양돈농가에게 많은 비용부담이 되고 있다.

3.2.2. 축분비료 사용의 문제

현재 가축분뇨를 처리하는 데에는 일반적으로 많은 비용이 소요되고 있다. 따라서 가축분뇨를 자원으로 생각하기보다 처리에 많은 비용이 소요되는 폐기물로 생각하여, 그 처리에 비용과 환경오염을 최소화하는데 중점을 두고 있다. 따라서 가축분뇨를 처리하는데 있어 양축농가의 주된 경제적 관심사는 환경오염 문제를 일으키지 않으면서 처리비용을 최소화하는 시스템을 선택하는 것이다. 그래서 가축분뇨 처리 문제는 이를 자원으로 이용해야 할 경종농가의 입장은 고려하지 않고, 양축농가의 입장에서만 주로 다루어져 왔기 때문에 자원화에 크게 성공하지 못했다.

한편 경종농가의 입장에서 주요 관심사는 축분비료의 가격과 품질이다. 1998년 한국농촌경제연구원이 채소, 과수, 화훼 등 경종농가 155호를 대상으로 축분비료에 대해 조사한 바에 의하면, 51.5%가 가격이

표 3 경종농가의 축분비료 이용상의 애로사항

구 분	응답 빈도수 (회, %)		가중치(%)
	1 순 위	2 순 위	
가격이 비싸다.	94(70.7)	10(13.0)	51.5
품질이 낮다.	23(17.3)	43(55.8)	30.1
노동력 과다 소요	10(7.5)	11(14.3)	9.8
암모니아 가스 발생	3(2.3)	10(13.0)	5.9
기타	3(2.3)	3(3.9)	2.8
계	133(100.0)	77(100.0)	100.0

주: 가중치=(1순위 * 2 + 2순위 * 1) / 3

자료: 허덕 외(1998, 57).

비싸다고 응답했고, 30.1%는 품질 면에서 불만을 표시했다(표 3). 그래서 농가들은 재배하는 작물의 생산비를 절감하기 위해 축분비료 대신 가격이 싼 화학비료를 선호하고 있는 것으로 나타났다. 따라서 가축분뇨의 자원화를 위해 경종농가의 축분비료 사용을 확대하기 위해서는 현재의 축분비료 가격을 낮추어야 한다.

그러나 현재에도 대부분의 축분비료 생산공장들은 운영상 적자를 보고 있는 것으로 나타났다(허덕 외 1998, 18-19 및 유철호·정민국 1996 가을, 164). 따라서 분뇨 처리방법을 바꾸거나 보조금을 지급하지 않는 한, 축분비료의 가격을 낮추기는 어려우며, 그 자원화에도 한계가 있다.

한편, 같은 조사에서 축분비료 구입시 고려하는 사항은 비료의 품질이 63.9%로 가장 높고, 가격이 29.9%, 기타가 6.2%로 나타났다. 또한 조사농가의 16.2%가 축분비료를 사용하여 농작물 피해를 입었다고 응답하였는데, 농가에 있어 비료피해는 작황에 치명적일 수 있다. 피해 원인은 가스발생 및 미부숙 비료 사용이 41.9%로 가장 많았으며, 산업폐기물 혼입 32.3%, 과다 시비 16.1%, 염류집적 6.5%, 비료성분 미약 3.2% 등으로 나타났다(허덕 외 1998, 43-45). 이러한 점을 고려 할 때, 가축분뇨의 농경지 이용을 확대하기 위해서는 충분히 발효된 품질이 우수한 축분비료를 농가에 공급하는 것이 중요하다.

4. 가축분뇨 발효액비화와 친환경농업

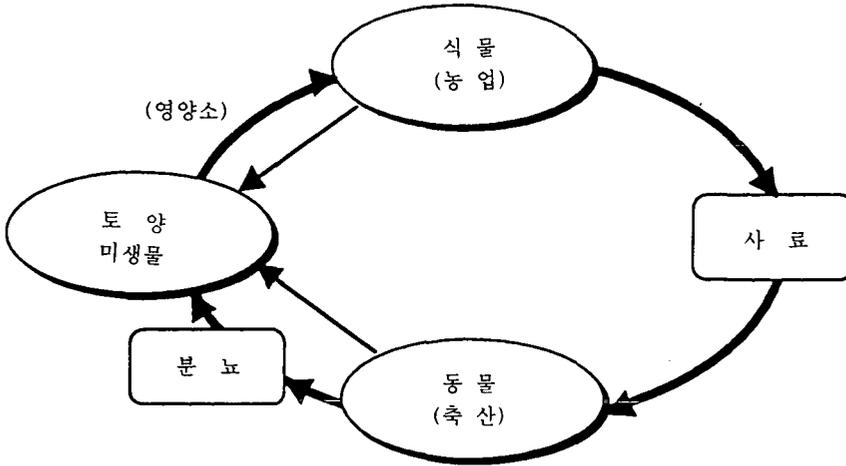
4.1. 자연순환원리의 파괴와 과제

지구는 동식물이나 미생물이 유기적 연쇄관계를 형성하고 있는 생활 공동체이다. 동식물과 미생물 사이에는 생물끼리의 연쇄와 물질간의 순환관계도 형성되어 있어서 서로간 불생불멸의 유전(流轉)을 반복해 오고 있다. 이처럼 복잡 미묘하면서도 질서정연한 순환고리를 갖고 있는 자연의 운행은 인간의 한정된 지식만으로는 도저히 해석할 수 없다(조한규·최익근 1998, 107-108).

생물계의 자연순환원리에 의하면 식물은 인간을 포함한 동물의 먹이가 되며, 동물의 먹이가 된 식물의 일부는 동물 성장에 필요한 영양소가 되고 나머지는 분뇨로 배설된다. 분뇨는 다시 토양미생물의 먹이가 되어 분해과정을 통해 식물의 영양소가 된다. 또한 동물의 먹이가 되지 않은 식물이나 동물은 성장한 후 생명을 다 하였을 때, 토양미생물의 먹이가 되어 분해과정을 통해 식물의 먹이가 된다. 이 식물은 다시 동물이나 미생물의 먹이가 됨으로써 영속적 순환과정을 거치게 되는 것이다. 물론 이 과정에서 동물이나 식물끼리 자체 먹이가 되기도 한다(그림 1).

이러한 자연순환체계는 현대 농업에서 비료·농약·사료첨가제 등 각종 화학제품을 사용함에 따라 파괴되었다. 영농에 가축

그림 1 생물계 자연순환 체계도



분뇨나 유기질 대신 화학비료를 사용함으로써 토양은 작물이 성장하기에 부적합할 정도로 황폐해졌고, 잔류 농약에 의한 오염으로 유기물을 분해할 미생물과 지렁이 등 소(小)동물들이 생존할 수 없는 환경이 되었다. 사료첨가제로 항생제나 호르몬제제가 지나치게 많이 사용되고 있어 그 잔류 성분으로 인해 가축분뇨마저 미생물의 번식과 발효가 어렵게 되었다. 그 결과 가축분뇨는 자원이 아니라 많은 비용을 들여 폐기해야 할 공해물질이 되었다.

이와 같이 생물계 자연순환체계가 파괴됨에 따라 축산폐수와 토양에 잔류하는 비료·농약·약품·항생제 등 화학제품에 의한 환경오염은 사회적 문제로 등장하고 있으며, 식품의 안전성에도 많은 문제를 야기하고 있다. 현재 환경 문제와 식품의 안전성 문제는 국민의 중요한 관심사로 대두되고 있으며, 자연순환체계를 복원하는 일은 이러한 문제를 동시에 해결할 수 있는 농업에 있어 매우 중요한 과제이다.

4.2. 친환경농업 확대를 위한 발효액비 생산

4.2.1. 발효액비의 특성

현재 일반적으로 이용되는 가축분뇨 처리방법은 처리비용이 많이 들고 분뇨를 자원화 하는데 문제가 있으며, 이를 대체할 수 있는 효과적인 방법 중의 하나가 가축분뇨의 ‘발효액비화’이다.

발효액비화는 돼지분뇨에 일정량의 발효촉매제를 투입하여 2~3개월 동안 발효시키는 것이다.⁹ 이 때 분과 뇨를 분리하지 않으므로 교반기나 공기 주입장치와 같은 기계나 장치는 사용하지 않는다. 대신 가축분뇨 저장탱크를 설치해야 하며, 발효촉진제를 투입한다.

발효액비화는 기존의 분뇨처리 방법과 비교하여 다음과 같은 특성이 있다. 첫째, 분과 뇨를 분리하지 않고 동시에 처리한다.

⁹ 발효액비화는 모든 가축분뇨와 인분도 가능하다.

분과 뇨를 분리하여 처리할 경우에는 분리 작업에 비용과 인력이 추가로 소요되며, 가축분뇨 내 비료 3요소의 균형과 조화가 깨져 유기질 비료로서의 효능과 가치가 떨어질 수 있다. 고형물인 분에는 질소와 인 성분이 많아 작물의 성장을 돕는 반면, 뇨에는 칼리 성분이 많아 뿌리와 줄기를 튼튼하게 한다. 따라서 분과 뇨를 함께 처리한 비료를 사용해야 영양 3요소가 균형을 유지하게 되고, 발육이 성실한 튼튼한 작물을 키울 수 있다.

둘째, 발효촉매제를 이용하여 분뇨가 완전히 발효되도록 처리한다. 발효촉진제를 이용하지 않는 현재의 '저장 액화방법'으로 분뇨가 충분히 발효되지 않는다. 즉 점성이 강한 분뇨를 일정한 장소에 장기간 보관하면 분뇨막이 형성되며, 분뇨막은 공기를 차단하여 분뇨의 호기성(好氣性) 미생물의 번식을 막아 발효를 억제하게 된다. 또한 분뇨가 충분히 발효되지 않아 침전물이 많고 악취가 발생하여 농지에 살포하기 어렵게 된다. 또한 발효가 충분히 안 된 축분비료를 작물에 살포하면, 가스가 발생하여 작물에 피해가 생길 수 있다.

반면 발효촉매제를 이용하여 발효액비를 생산하면, 발효가 완전히 되기 때문에 발효액비 내에 유해한 병원성 미생물은 크게 감소하고 유익한 미생물은 크게 증식된다.¹⁰ 또한 가축분뇨가 완전히 발효되면, 냄새

새가 없어지고 액체화하여 물처럼 호스를 사용하여 용이하게 살포할 수 있다. 그러나 발효가 충분히 안 된 분뇨액비는 점성이 강하여 강한 펌프의 압력으로도 분사거리가 짧고 적정량을 골고루 살포하기가 어렵다. 다만 발효액비를 효과적으로 살포하기 위해서는 우리나라 실정에 맞는 살포기계의 개발이 필요하다.

셋째, 발효액비를 사용할 경우에는 비료 성분이 안정화됨은 물론, 유해한 미생물은 감소하고 유익한 미생물은 증가되어, 농산물의 생산량이 증가하고<표 2>, 품질이 향상되어 보다 높은 가격으로 시장에 판매할 수 있는 것으로 나타났다(김금수 2000, 106-117).¹¹

돼지 분뇨에 일정량의 촉매제를 투입하여 2~3개월간 숙성시킨 결과, 악취가 80~90% 정도 감소하고, 분뇨에 포함된 질소, 인산, 칼리의 성분이 크게 낮아져 우수한

하여, 질소 고정과 작물 생육촉진 등의 기능을 하는 *Bacillus*가 3만5천개에서 11만개로 증가하고, 그람 음성 호기성균인 리조비움(*Rhizobium*)은 3천개에서 6만9천개로 증가했으며, 작물 생육촉진과 토양 환경정화 등의 기능을 하는 *Pseudomonas*는 11만개에서 230만개로 증가했다(1998년 11월 농업과학기술원 검사 결과)(김금수 2000, 110-114).

¹¹ <표 2>의 결과는 충분히 발효되지 않은 축분비료의 사용효과로 생각한다. 강원도 철원의 유기농업 농가에서 돼지분뇨 발효액비를 사용한 결과 10a당 660kg이 생산되었으며, 이웃 일반 농가의 수량 460kg보다 43% 증수되었다(김금수 2000, 115-116). 한편, 미생물에 의한 발효농법이라고 할 수 있는 '자연농업'의 경우도 일반 농법과 비교하여, 수량이 떨어지지 않거나 증가하였고 품질이 우수하여 더욱 높은 가격을 받고 있다(조한규·최익근 1998, 195-237).

¹⁰ 발효가 안 된 돼지분뇨 일반액비는 ml당 대장균 4만개, 총 세균 수 346만개로 나타났으나, 발효액비는 각각 5천개와 15만개로 크게 줄었다(건국대 수의학부 검사 결과). 한편 발효액비를 사용한 논에서는 일반농법의 논과 비교

표 4 돼지분뇨 발효 전·후의 비료성분 비교

단위: %

질 소		인 산		칼 리	
발효 전	발효 후	발효 전	발효 후	발효 전	발효 후
0.86	0.27	0.19	0.013	0.74	0.30

주: 포항시청의 의뢰로 경상북도 농업기술원이 분석한 결과임.

자료: 포항시(2000, 6)

표 5 돼지분뇨 처리방법별 출하 두당 처리비용

단위: 원

처 리 방 법	시설비	운 영 비					퇴비수입 (B)	순비용 (A-B)	
		감가상각비	노력비	수분조절제	경상비 등	계(A)			
퇴 비 화	신고	38,000	3,447	6,935	3,298	3,978	17,688	4,268	13,420
	허가	42,000	3,840	4,062	4,033	1,281	13,215	3,363	9,852
퇴비+액비화	신고	49,000	3,398	9,121	12,776	1,068	26,363	861	25,502
	허가	37,000	3,142	2,629	9,894	2,660	18,325	2,309	16,016
퇴비+정화	허가	40,000	3,148	2,267	3,819	2,736	11,970	4,984	6,986
액 비 화	허가	24,000	1,562	1,526	231	2,960	6,281	69	6,212
액비+건조	신고	21,000	2,205	3,708	0	2,217	8,131	0	8,131
	허가	42,000	3,895	1,729	7,428	5,080	26,263	306	25,957
평 균		39,000	3,325	3,911	5,976	2,331	15,542	2,723	12,819
표준편차		33,100	2,600	4,921	8,723	2,400	10,329	2,677	-

주: 신고대상 규모는 750두 미만.

자료: 허덕 외(2000, 30).

품질의 발효액비가 생산되었다(표 4). 이는 발효 과정에서 발효미생물이 이들 비료성분을 먹이로 사용했기 때문이다. 발효가 안된 자연상태의 돼지분뇨는 지나치게 많은 양의 암모니아성 질소가 포함되어 있어 악취를 발생시키고, 작물 성장에 해를 줄 수 있다. 또한 과도한 인은 토양을 산성화시키는 요인이 되고 있다. 따라서 발효과정에서 이들 성분이 크게 감소할 때, 돼지분뇨는 작물재배에 적합한 보다 우수한 품질의 비료가 된다.

4.2.2. 발효액비화의 경제성

가축분뇨를 처리하는 데에는 상당한 비

용이 소요된다. 허덕 외(2000)의 분석결과를 보면, 돼지분뇨의 처리비용이나 시설비 면에서 액비화 방법이 가장 경제적인 것으로 나타났다. 액비화방법으로 돼지분뇨를 처리하는 농가는 대개 허가대상 규모이며, 마리당 운영비가 평균 6,281원으로 가장 낮았고, 퇴비 판매수익을 고려하더라도 6,212원으로 가장 낮았다. 또한 시설비도 액비화에는 두당 평균 24,000원이 소요되어 가장 낮게 나타났다(표 5). 따라서 현재의 가축분뇨 처리방법 중 발효액비화가 가장 경제적인 방법이라고 하겠다.¹²

¹² 포항시(2000) 및 김금수(2000)도 같은 분석결과를 제시하였다.

한편 유기농산물을 생산하는 농가의 경우 비닐 하우스 2,000평을 연 3~4회 재배 하는데 적어도 최하 500만~800만 원의 유기질비료 비용이 소요되는 것으로 알려져 있다. 반면 같은 면적에 축분 발효액비를 살포할 때에는 연간 40만원이 소요될 것으로 추정된다.¹³ 따라서 발효액비의 사용은 경종농가의 입장에서도 경제적이다.

4.2.3. 발효액비화를 위한 전제조건

가축분뇨 액비화의 필요성과 경제성에도 불구하고, 그 확대를 위해서는 몇 가지 조건이 필요하다. 가축분뇨를 발효액비화하기 위해서는 우선 저장탱크의 설치가 필요하다. 저장탱크의 규모는 발효에 필요한 저장기간이 3개월이면 충분하므로 분뇨생산량이 세척수를 포함하여 월 100톤인 농장의 경우 100톤 규모의 탱크 3기가 필요하다. 저장탱크는 완전하게 누수를 방지할 수 있어야 하며, 내구연한이 길고 설치비가 적게 들고 설치가 용이해야 한다. 특히 저장탱크가 파손될 경우에는 누수에 의한 수질 오염으로 사회문제를 일으킬 수 있으므로 완벽한 시공과 튼튼한 재질의 선택이 중요하다. 따라서 농가는 발효액비 생산을 위해 저장탱크 건설을 위한 초기투자가 필요하다.

둘째, 우수한 발효액비를 생산하기 위해서는 가축사양방법의 개선이 필요하다. 현재 축산에서 많은 항생제나 호르몬제제가 사료첨가제로 사용되고 있고 세정제를 사

용하여 축사를 청소하고 있어, 그 잔류 약제로 인해 발효미생물이 제대로 증식하지 못하기 때문에 가축분뇨가 제대로 발효되지 못한다. 물론 잔류 약제로 인해 분뇨가 발효되지 않는 것은 아니다. 그러나 분뇨를 더욱 완전하게 발효시켜 품질에 우수한 액비로 사용하기 위해서는 가축사육시 약제 사용을 최소화하도록 사양방법을 개선할 필요가 있다.

셋째, 현재 일부 농가에서 발효액비를 생산·이용하여 영농성과를 거두고 있는 것으로 알려져 있지만, 가축분뇨 발효액비는 아직 보급 초기단계로 정책당국의 인식이 부족하고 제도가 정비되어 있지 못한 상태이다. 따라서 발효액비화가 촉진되기 위해서는 정책당국의 인식과 제도의 정비가 필요하다.

4.3. 발효액비화 촉진을 위한 개선과제

4.3.1. 양축농가의 개선과제

농업에 있어 자연순환체계를 복구하기 위해서는 가축분뇨를 전량 발효액비 생산에 이용하고, 발효액비를 전량 작물생산에 이용하여 친환경농업을 확대토록 하는 방안을 모색할 필요가 있다. 또한 발효액비를 작물생산에 효과적으로 이용하기 위해서는 분뇨가 완전히 발효·액화(液化)되어야 한다.

그러나 현재 축산에서 많은 항생제나 호르몬제제가 사료첨가제로 사용되고 있고 세정제를 사용하여 축사를 청소하고 있어, 그 잔류 약제로 인해 발효미생물이 제대로

¹³ 평당 30~40리터/회, 연간 100리터/평 살포를 가정함.

표 6 돼지사육에 있어 발효촉진제 PENAC-T 사용효과 실험 결과

항 목	대 조 구	실 험 구	증감효과(%)
증체량(kg)	57.6	60.2	+4.5
1일 증체량(g/일)	789.0	824.7	+4.5
사료 요구율	3.12	2.96	+5.1
지육율(%)	69.6	70.3	+0.3
지방 두께(mm)	20.8	20.2	-2.9

주: 표본수는 각각 80두이며, 사육기간은 73일.

자료: 이원창 등(1998, 160).

증식을 하지 못하기 때문에 가축분뇨가 제대로 발효되지 못한다. 일반적으로 발효미생물은 병원성 세균보다 항생제나 소독수에 약하다. 따라서 완전한 발효액비를 생산하기 위해서는 가축 사양방법의 개선이 필요하다. 즉 품질 좋은 발효액비를 생산하기 위해서는 가축 사양에 항생제, 호르몬제제, 세정제와 같은 약제를 사용하지 않도록 해야 한다.

현재 약제를 사용치 않고 가축을 사양하는 방법으로는 자연농법에 의한 방법과 발효촉진제를 사용하는 방법이 소개되고 있다.¹⁴ 이들은 모두 기본적으로 미생물에 의한 발효원리를 이용하고 있다는 공통점을 갖고 있다.

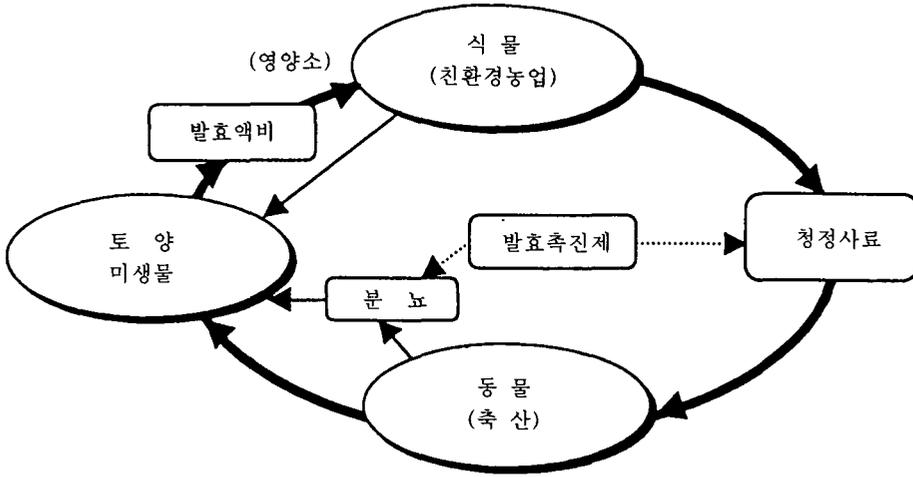
한 사양실험에 의하면, 항생제나 호르몬제제를 전혀 사용하지 않고 발효촉진제인 PENAC-T가 60ppm 첨가된 '청정사료'를 돼지에 급여했을 경우(실험구), 질병예방과

치료제로서 항생제 밤버마이신(Bambermycin) 3.0ppm과 화학적 생물제제인 성장촉진제 올라킨독스(Olakwyndox) 25.0ppm이 첨가된 사료를 급여한 경우(대조구)에 비해 증체효과, 지육률, 사료 요구율 등에서 모두 우량한 것으로 관찰되었다(표 6). 또한 도축검사 결과 폐장(肺臟)이 보다 건강하며, 면역담당세포를 활성화시킴으로써 가축의 항병성(抗病性)에 미치는 효과가 최대로 증가하는 것으로 나타났으며, 돈사 내 암모니아의 발생도 어느 정도 억제되는 것으로 보고되었다. 이러한 실험결과는 최근 항생제의 남용으로 사람과 가축이 항생제 내성 문제를 야기할 수 있는 여건이 될 수 있다는 점과 고가 의약품이 첨가되어 사료의 생산원가를 높일 수 있다는 점에서 볼 때, 발효촉진제를 첨가한 사료를 이용한 가축 사양은 매우 고무적이라고 생각한다(이원창 외 1998, 158-166).¹⁵ 또한 가축분뇨를 이용하여 좋은 발효액비를 생산할 수 있는

¹⁴ 자연농업에 의한 돼지우리에서는 아무런 악취도 나지 않으며 분뇨도 치울 필요가 없다. 가랑잎, 청초(靑草), 농산 부산물, 황토 등을 미생물에 의해 발효시켜 사료로 사용한다. 물론 사료에는 항생제나 호르몬제제도 사용하지 않는다. 또한 미생물은 발효되지 않은 똥을 먹이 삼아 번식하며 악취까지 제거한다(조한규·최익근 1998, 239-241).

¹⁵ 이 밖에도 BMW(박테리아, 미네랄, 물)기술에 의해 가축의 뇨를 생물활성수로 만드는 기술이 보급되고 있다. 이 활성수를 축사에 살포할 경우 축사의 냄새제거 및 축분의 발효촉진에 의한 축사 환경을 개선하고, 항생제 사용량의 감소 및 사료효율 증가를 통해 건강한 가축을 키울 수 있다(김완배 1999, 22-23).

그림 2 자연순환원리를 이용한 친환경농업 체계도



기술적 가능성을 제시해 주고 있다.

이와 함께 항생제나 호르몬제제와 같은 약제를 사용하지 않고 가축을 사양할 수 있기 위해서는 쾌적한 환경의 축사를 제공하여 가축이 건강하게 성장할 수 있도록 해 주어야 한다. 가축질병의 진원지는 배설물과 열악한 환경이다. 가축분뇨는 해충이 알을 낳는 장소로 이용된다. 그러나 이를 약제를 이용하여 억제할 경우, 그 잔류 독성으로 인해 유익한 미생물의 활동도 억제된다. 따라서 축사의 병원균 억제는 발효촉진제를 이용하여 발효처리하는 것이 효과적이다. 또한 축사는 통풍 등을 고려하여 가축들이 쾌적한 생활을 할 수 있는 여건을 마련해 주어야 하며, 이 때에는 가축들이 건강하게 생육하여 질병을 예방할 수 있게 된다.

4.3.2. 정부정책 개선과제

청정사료를 이용하여 항생제나 호르몬제

제가 포함되지 않은 가축분뇨의 배출이 가능하게 되면, 발효촉진제를 이용하여 축사분뇨 발효액비를 생산하는 것은 기술적으로나 경제적으로 문제가 없다. 이 때에는 발효액비를 이용한 친환경농업이 가능하게 되고,¹⁶ <그림 2>와 같은 농업의 자연순환체계가 복원되어 농업의 환경문제도 해결할 수 있게 된다.

그러나 가축분뇨를 자원화하여 비료로 활용함으로써 농업의 자연순환체계를 회복하고 친환경농업을 확대하기 위해서는 몇 가지 해결해야 할 정책과제가 있다.

첫째, 현재 가축분뇨의 자원화와 관련한 정책상 가장 큰 문제는 가축분뇨의 활용과 관련한 경종농업과 축산 정책의 연계성이

¹⁶ 최근 친환경농업에는 유효미생물, 활성탄, 목초액, 흑설탕, 현미식초, 키토산, BMW 기술을 이용한 생물활성수 등 다양한 보조재들이 활용되고 있으며(김완배 외 1999, 13-23), 이를 함께 활용하면 더욱 효과적인 유기농업이 가능할 수 있을 것이다.

약하다는 점이다. 따라서 환경정책, 축산 폐기물 처리정책, 친환경농업정책이 상호 연관을 갖고 종합·조정될 수 있는 연계 시스템을 확립하도록 해야 한다.

둘째, 가축분뇨 발효액비에 대한 정부의 인식 제고와 지원이 필요하다. 현재 발효액비 생산에 대한 정부의 인식이 부족하여, 이에 대한 제도가 충분히 마련되어 있지 않다. 따라서 가축분뇨 발효액비의 생산과 유통에 필요한 정부의 지원과 제도적 장치 마련이 필요하다.

발효액비를 생산하기 위해서는 분뇨 저장탱크의 설치가 필요하며, 그 건설에는 많은 초기투자가 필요하므로 축산물 폐수처리시설에 준한 농가단위의 지원이 요망된다. 또한 축산농가와 경종농가간에 발효액비가 원활히 유통될 수 있는 제도적 장치도 마련되어야 한다. 예를 들어 「오폐수법」은 축산폐수배수시설 설치허가를 신청할 때, 저장액비화 방법에 의한 축산폐수 처리시설을 설치하는 경우 초지 또는 농경지의 확보 내역서를 첨부하도록 하고 있다(시행령 제12조). 이 때 발효액비의 자유로운 거래가 불가능하며, 양축농가 자신이 초지나 농경지를 갖고 있어야만 발효액비 시설을 설치할 수 있다. 현재 농업이 전문화되어 대부분의 축산농가가 농지를 보유하지 않고 있는 점을 고려할 때, 가축분뇨의 자원화를 위해서는 발효액비의 생산과 유통이 자유롭게 이루어지도록 해야 한다.

또한 가축분뇨를 저장액비화 할 때 저장 의무기간을 6개월로 하고 있는데, 돼지 분뇨의 경우 발효촉진제를 이용하여 3개월만

저장하면 발효가 완료된다. 따라서 저장기간을 6개월로 할 경우 2배의 분뇨 저장탱크가 필요하게 되며, 처리비용을 증대시킨다. 그러므로 분뇨의 저장기간은 발효방법에 따라 검증을 거쳐 조정토록 할 필요가 있다.

셋째, 가축분뇨 발효액비를 활용하여 친환경농업을 육성하고, 농업의 자연순환체계를 회복하기 위해서는 이에 대한 종합적인 연구가 진행되어야 한다. 현재 분야별로는 현장에서 상당한 성과를 보이고 있지만, 부분적으로는 낙후된 분야가 많다. 특히 청정사료의 개발과 가축의 청정사육 시스템 개발, 발효액비의 효율적 살포기계 개발, 발효액비의 유통망 구축, 발효액비의 작물별 적정 시비기준, 그리고 이와 관련된 제도적 개선 등은 앞으로 중요한 연구과제가 될 것이다.

5. 요약 및 결론

자연은 순환과정을 통하여 자정(自淨)된다. 농업도 순환과정을 통해서 자정되었기 때문에 원래 공해 문제가 없었다. 그러나 1960년대 중반부터 생산성 증대를 위한 집약농법의 도입으로 화학비료가 과다하게 투입되어, 자연환경의 자정능력에 이상이 생겨 생태계와 환경에 많은 문제가 생기게 되었다. 그 결과 토양은 산성화되고 지력은 크게 떨어져 더욱 많은 비료와 농약을 사용하지 않으면 안 되게 되었다. 비료와 농약의 과다한 사용은 수질오염으로 인한 환

경문제를 유발하고 있으며, 식품의 안전성도 위협하고 있다.

또한 소득증가에 따른 축산물 소비증가로 축산이 대규모화됨으로써 가축분뇨의 배출도 대량화되어 환경문제를 유발하게 되었으며, 가축분뇨는 많은 비용을 들여 처리해야 할 양축농가의 골치 아픈 폐기물이 되었다. 그러나 가축분뇨는 잘 활용하면 품질이 우수한 유기질 비료가 될 수 있다.

한편 국민소득의 증가로 안전 농산물에 대한 소비자수요가 증가하고, 친환경농산물 생산도 꾸준히 증가할 것으로 전망된다. 이 때 퇴비자원의 부족은 친환경농업의 확대를 저해하는 주요 장애요인이 될 수 있다. 결국 축산부문에서는 양질의 유기질 비료자원이 될 수 있는 가축분뇨의 처리에 골치 아파하면서도 경종부문에서는 유기질 비료자원이 부족하여 문제를 초래하게 되는 것이다. 따라서 가축분뇨를 효율적으로 농업에 활용하는 것은 농업자체의 문제는 물론 환경문제 해결에 중요한 과제가 될 것이다. 또한 이것이 자연순환원리를 이용하여 친환경농업을 육성하는 길이다.

그러나 현재 이용되고 있는 가축분뇨 처리방법들은 여러 가지 문제점이 있으며, 가축분뇨의 자원화를 목적으로 생산하고 있는 축분비료는 품질이 낮고 가격이 화학비료보다 높기 때문에 경종농가의 호응을 크게 얻지 못하고 있다. 따라서 가축분뇨의 자원화율을 높이기 위해서는 분뇨비료의 품질을 높이고 생산비용을 절감하여 가격을 낮추어야 한다. 현재의 기술수준에서 이를 위한 중요한 대안의 하나가 발효촉진제

를 이용하여 가축분뇨를 '발효액비'로 만드는 것이다.

발효액비를 만드는 방법은 가축분뇨의 고형물(분)과 뇨(尿)를 분리하지 않고 발효촉진제를 투입하여 함께 발효시키는 것으로 가축분뇨가 완전히 발효하게 되면 고형물질까지도 액체로 되며, 악취도 최대한 줄일 수 있다. 또한 분뇨처리비용이 가장 낮을 뿐만 아니라 비료성분이 작물에 적합하도록 안정화되고 유익한 미생물이 증가하여 농산물의 생산과 품질을 증가시킬 수 있는 우수한 품질의 비료가 생산된다.

그러나 현재 축산환경이 매우 열악하기 때문에 가축 사육과정에서 지나치게 많은 항생제나 성장호르몬제제가 사료에 첨가되고 있고, 축사 세척과정에서도 많은 약제를 사용하고 있다. 그 결과 가축분뇨에는 많은 약제가 포함되어 있어 유익한 미생물이 번식하기 어렵다. 따라서 완전히 발효된 발효액비를 생산하기 위해서는 이들 약제를 사용하지 않도록 가축 사양방법을 우선 개선해야 한다. 한 사양실험에 의하면, 발효촉진제가 첨가된 청정사료를 돼지에 급여한 결과 항생제나 성장촉진제를 사용한 사료로 사육한 대조구에 비해 증체효과, 지육률, 사료 요구율 등에서 우량한 것으로 고찰되었으며, 항병성도 증대된 것으로 나타났다. 따라서 화학약제를 첨가하는 대신 발효촉진제를 첨가한 청정사료를 이용한 가축사양은 매우 고무적인 것으로서 가축분뇨를 이용하여 좋은 발효액비를 생산할 수 있는 기술적 가능성을 제시해 주고 있다.

또한 청정사료를 이용하여 항생제나 호

르몬제제가 포함되지 않은 가축분뇨의 배출이 가능하게 되면, 발효축진제를 이용하여 축산분뇨 발효액비를 생산하는 것은 기술적으로나 경제적으로 문제가 없는 것으로 나타나고 있다. 이 때에는 발효액비를 이용한 친환경농업이 가능하게 되고, 농업 부문의 자연순환체계가 복원되어 환경문제도 해결될 수 있게 된다.

이를 위해서는 환경정책, 축산정책, 친환경농업정책이 상호 연관을 갖고 종합·조정될 수 있도록 정책간 연계 시스템이 확립되고, 가축분뇨 발효액비에 대한 정부의 인식제고와 지원이 필요하다. 즉 발효액비의 생산·유통에 필요한 제도적 정비가 필요하며, 분뇨 저장탱크 건설에 필요한 자금 지원도 요망된다. 또한 가축분뇨 발효액비를 활용하여 친환경농업을 육성하고, 농업의 자연순환체계를 회복하기 위한 종합적이고 구체적인 연구를 추진해야 할 것이다. 이러한 연구결과는 가축분뇨뿐만 아니라 인분의 자원화에도 응용될 수 있으며, 그 경제적·환경적 효과는 매우 클 것으로 기대된다.

참 고 문 헌

- 농림부. 1999. 「농림업 주요통계」.
 _____. 1998. 「친환경농업 육성정책」.
 _____. 2000. 「2000년 친환경농업 육성정책」.
 (정책자료).
 농협중앙회. 1996. 「흙과 생명」 농협리포트 제 6호.
 _____. 1999. 「흙살리기와 시비기술」.
 축협중앙회. 1999. 「가축분뇨처리 업무지침」.
 건설령 99-2.
 포항시. 2000. 5. 23. 「가축분뇨 이렇게 이용하자」.
 환경부 수질보전국. 1999. 「업무보고자료」.
 권태진 외. 1999 여름. “환경친화적 벼농사의 적정 시비수준과 정책 방향.” 「농촌경제」 22(2). 한국농촌경제연구원.
 김금수. 2000. 「잇혀진 생명자원」. 도서출판 필방.
 김완배 외. 1999. 「양평농업 21, 추진계획 수립을 위한 연구」. 서울대학교 농업개발연구소.
 박현태 외. 1999. 「친환경농산물의 유통 개선 방향」. R404. 한국농촌경제연구원.
 오세익. 1996 가을. “환경농업 발전을 위한 정책과제.” 「농촌경제」 19(3). 한국농촌경제연구원.
 _____. 외. 1997. 「환경보전형 농업발전을 위한 정책과제」. R361. 한국농촌경제연구원.
 유철호·정민국. 1996 여름호. “가축분뇨의 자원화 촉진방안.” 「농촌경제」 19(3). 한국농촌경제연구원.
 이원창 외. 1998. “PENAC-T의 생물학적 기능과 양돈에 미치는 효과에 관한 실험적 연구.” 「한국수의공중보건학회지」 22(2). 한국수의공중보건학회.
 정진영. 1991. 「무농약영농은 가능한가?」. 한국농축수산유통연구원.
 조한규·최익근. 1998. 「흙이 살아야 밥상이 산다」. 파피루스.
 허덕 외. 2000. 「가축분뇨처리시설의 시설비 및 운영비 조사연구」. C2000-6. 한국농촌경제연구원.
 _____. 1998. 「축분비료의 생산 및 이용 활성화 방안」. R309. 한국농촌경제연구원.
 후꾸오까 마사노부(최성현·시오다 교오꼬 옮김). 1994. 「생명의 농업」. 정신세계사.