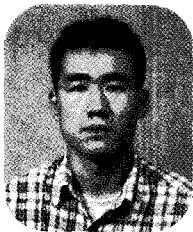


축분뇨(유기질) 비료가 토양과 작물에 미치는 영향

서 언

최 근 사회 모든 분야에서 환경 및 생태계보전에 관한 관심이 극대화되면서 1990년대 후반부터 농업 생산과 환경과의 조화를 이룰 수 있는 농업기술의 필요성이 대두되었다. 그 동안 화학비료 및 농약 등 보조에너지의 지나친 오·남용으로 농업생태계의 안정성이 위협받아 온 것도 사실이다. 이에 따라 다양한 형태의 지속가능한 농업기술이 제기되고 있으며, 특히 자연순환의 원리를 적용한 농업기술과 함께 양축, 경종 및 임수산 부산물 등 유기성 자원을 적극 활용하는 방법으로 전환되고 있다.



이상민 연구원
농진청 농업과학기술원

현재에는 작물을 재배하여 목적하는 농산물을 생산하기 위해서 다양한 형태의 보조에너지의 투입이 선행되었다.

특히 가축분뇨는 과거에서부터 현재까지 꾸준히 사용되어 온 가장 중요한 유기물 자원임이 틀림없다. 그러나 최근 양돈을 포함한 양축산업의 비약적인 성장으로 양축과정에서 필연적으로 발생하는 가축분뇨가 넘쳐나는 실정에 이르렀다. 그래서 가축분뇨와 같은 양질의 유기자원을 적절히 사용하지 못한다면 농업생태계는 물론 자연생태계까지도 위협받을 수 있다. 따라서 본 고에서는 가축분뇨를 활용하여 농업생태계와 환경이 조화될 수 있는 방법을 모색해 보고자 한다.

1. 토양유기물의 기능

토양 중에서 물과 공기가 차지하지 않은 나머지 부분은 무기물과 유기물로 되어 있다. 그리고 토양중 유기물은 미



○돈분을 이용한 퇴비는 비료성분 함량이 매우 높으며 지력향상 및 유기물 공급원이 된다.

생물 작용이나 화학작용을 받아 분해되어 일정한 형태가 없는 교질상의 복잡한 물질로 되는데 이것을 부식(腐植)이라고 한다. 토양유기물은 작물에 직접 영양분을 공급하고 시용한 영양분을 흡수 저장하는 비료적 기능이 있으며, 또한 양분으로 되지 않고 안정한 부식으로 작용하여 토양환경을 개선하는 기능이 있다. 그래서 농경지 토양의 비옥도를 결정짓는 가장 중요한 요인으로 평가되고 있는 것이 토양중 유기물 함량이다. 그것의 기능을 살펴보면 다음과 같다.

가. 작물에 대한 양분 공급
토양유기물은 작물에 필요한 필수 다량요소와 미량요소를 공급할 수 있는 일종의 복

합비료이다. 또한 유기물중 질소는 화학비료와는 달리 주로 단백질태로서 존재하며 주로 미생물체를 구성하고 있다.

따라서 토양중에서 미생물의 분해과정을 통해서만 비료소 뿌리에 흡수되기 때문에 유기물중의 질소는 지효적인 특징을 갖고 있다.

또한 질소의 분해량은 전체의 1/3이하이고 나머지는 토양부식의 질소로 되어 토양에 집적된다. 이것을 소위 지력질소(地力窒素)라 하며 화학비료와는 달리 누적적, 지속적 특징을 갖게 되는 것이다.

그리고 유기물분해 과정에서 이산화탄소를 방출하여 식물의 광합성을 촉진시키며, 또한 퇴비와 토양부식에는 호르몬과 아주 유사한 역할을 하는 유기성 생장조절 물질이

있어 병원균의 활동을 억제하며 생육을 조장하기도 한다.

나. 토양의 물리적 화학적 성질의 개선

토양부식은 토양입자를 입단화하여 토양의 공극 분포도를 늘리고 용적중(토양무게), 용수량(토양보수력), 투수성(토양중 물의 이동성), 토양수축성, 토양의 강도(경운의 용이성)를 좋게 하며 강우에 의한 토양침식을 방지하는 토양물리성 개선 효과가 있다. 이 물리성 개선효과는 모래 또는 점토가 많고 유기물이 적은 토양에서 큰 효과가 기대된다.

토양의 부식은 토양의 점토보다 양이온 치환능력이 더 크므로 부식질 토양은 CEC(양이온 치환용량)가 높

〈표 1〉 벼 및 채소작물에 대한 가축분 퇴비의 시용효과

처 리	작 물 수 량(kg/10a)			
	무	고추	시금치	벼
3요소	7,758(100)	691(100)	1,950(100)	589(100)
돈분퇴비	4,944(64)	656(95)	458(24)	-
3요소+돈분퇴비	8,258(106)	677(98)	2,487(128)	688(116)

〈표 2〉 가축분 퇴비 시용에 의한 논토양의 물리 화학성 개량효과

구 분	pH	인산	유기물	칼리	가비중	공극율	고상	액상	기상
	(1:5)	(mg/kg)	(g/kg)	(cmol ⁺ /kg)	(g/m ³)	%			
3요소	5.8	23	20	0.14	1.45	45.4	54.6	34.6	10.8
돈분퇴비	5.7	45	22	0.22	1.31	50.7	49.3	35.5	15.2
3요소+돈분퇴비	5.7	49	22	0.19	1.25	52.7	47.3	36.6	16.1

〈표 3〉 가축분 퇴비 시용에 의한 배추재배 토양의 효소활성 및 미생물체량 변화

처리	DHA ¹⁾	PME ²⁾	Protase ³⁾	Biomass C ⁴⁾	Biomass N ⁵⁾
무비	12.0	1.4	8.6	203	14.3
3요소	8.0	1.3	7.8	6191	12.9
가축분퇴비	40.2	2.5	13.5	362	43.8

1) Dehydrogenase $\mu\text{gTPF/g soil/24}$, 2) Phosphomonoesterase $\mu\text{mol PNP/g soil/h}$
 3) nmol Leucine/g soil/min, 4), 5) mg/kg dry soil

아 양분보유능력을 향상시키는 기능을 한다. 한편 부식은 킬레이트제 기능을 하므로 토양중 활성 알루미늄 생성을 억제시키고 인산 고정을 방지할 뿐만 아니라 토양 인산의 유효화를 촉진시키는 기능을 갖고 있다.

다. 토양중의 생물 활성유지 및 증진

토양중에 부식함량이 증가되면 토양중 중소 생물과 미생물 수가 증가되고 중의 다양성이 증가되어 생물상이 안정된다. 그 결과 물질순환능

이 증가되어 생물학적 토양완충기능이 강화된다. 또한 토양의 미생물의 수와 활성이 증가되어 유해 물질을 분해, 제거 및 안정화시키는 기능이 증대되는 효과가 있다.

2. 토양 및 작물에 대한 가축분퇴비의 시용효과

옛부터 토양개량 및 양분공급을 위해 사용되어 온 가축분퇴비는 현재 우리나라에서 유기물 공급원으로 가장 많은 부분을 차지하고 있다.

그래서 가축분퇴비의 시용

에 의한 토양 및 작물에 미치는 효과를 검토하여 가축분퇴비 자원화의 긍정적인 측면을 부각시켜 보고한 한다.

〈표1〉은 가축분퇴비를 사용했을 경우 몇가지 작물에 대한 수량성을 비교한 것이다. 채소작물의 경우 3요소에 비하여 돈분퇴비를 단용 처리했

을 경우 24~64%의 수량을 보인 반면 3요소와 가축분퇴비를 혼용 처리하였을 경우 98~128%의 수량을 보였다.

이것은 생육초기에 속효성인 화학비료에 의해 양분을 공급받고 후기에 가축분퇴비 및 지력질소의 영향을 받아 수량에 미치는 효과가 상승작용을 한 것으로 판단된다. 또 벼에 있어서도 화학비료와 가축분퇴비를 혼용하였을 경우 뚜렷한 증수효과를 기대할 수 있었다.

〈표2〉는 가축분퇴비 시용에 따른 식양질 논토양의 물리, 화학성 개선효과를 조사한 자료이다. 가축분퇴비 시용은 토양중 유기물, 인산 및 칼리 함량을 증가시켰다.

이것은 가축분퇴비의 시용으로 토양부식이 증가하여 양

〈표 4〉 가축분퇴비 연용에 의한 토양중 양분 집적(질소대비)

구 분	관행농업(화학비료)		유기농업(가축분퇴비)	
	1년	4년	1년	4년
pH(1:5)	5.9	5.8	606	702
OM(g/kg)	11	10	23	31
Av.P ₂ O ₅ (mg/kg)	369	392	850	1,230
K ₂ O(cmol ⁺ /kg)	0.25	0.40	1.35	3.30

〈표 5〉 옥수수에 대한 돈분퇴비 과다사용의 영향

처 리	건물수량 (kg/10a)	질산태질소		화학적질소요구량(mg/t) (유겨수)
		유겨수	침투수	
돈분퇴비 0톤/10a	367	0.52	26.62	20.3
돈분퇴비 5톤/10a	1,287	2.06	69.62	64.8
돈분퇴비 10톤/10a	1,518	11.84	97.78	159.8

분을 간직하게 된 것으로 판단된다. 또 토양의 가비중이 감소하고 공극율이 증가하여 통기성과 통수성이 개선되어 작물생육을 위한 토양 기반이 조성되는 효과를 보였다.

토양중에 유기물이 공급되면 유기물분해에 관여하는 미

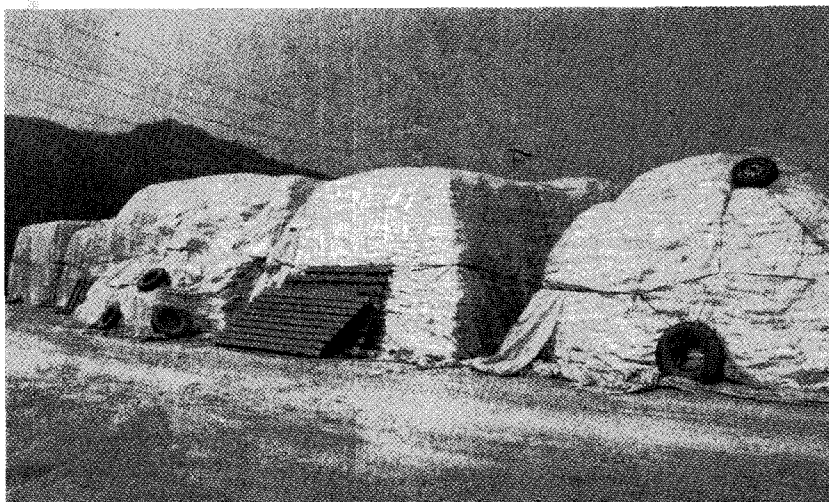
생물의 수와 토양의 효소활성이 증가하게 되는데 표 3은 이와같은 이론을 잘 입증하는 자료이다. 이와같이 생물상이 개선된 토양에서는 토양의 건전성이 유지되어 지속적 환경농업을 이끄는 한 방법이 된다고 생각된다.

3. 가축분퇴비 과다사용에 따른 문제점

과거의 퇴비는 토양개량제로서 고간류 또는 산야초 퇴비가 대부분이었으나 현재 널리 유통되고 있는 가축분퇴비는 비료성분함량이 매우 높다. 특히 돈분의 경우 인산 및 구리의 함량이 높다. 그러므로 과거 토양개량제의 개념으로 과다사용할 경우 양분과잉에 의한 농작물의 농도장해는 물론 토양의 오염과 함께 과잉성분이 유실되어 하천수 및 지하수를 오염시킬 수 있다.

또한 가축분 퇴비는 양분의 불균형으로 인해 토양중에 특정성분만 집적되는 경우가 있으며, C/N율이 높은 톱밥 등 신선 유기물을 수분조절제로 다량 사용하는 경우에는 토양중 미생물과 작물간의 질소 경합으로 초기생육이 저조할 수도 있다. 또 미부숙 유기물이나 유해원료로 제조된 퇴비를 사용할 경우 작물에 치명적인 영향을 초래할 수 있는 등 문제점도 적지 않다.

〈표4〉는 질소를 기준으로 화학비료와 가축분퇴비를 같은 양으로 4년 연용했을 경우 토양중에 양분의 집적양상을 나타낸 것이다. 제시된 성분



▲상품화된 돈분퇴비

들은 작물에 반드시 필요하지
만 과다사용할 경우 농도장해
를 유발할 가능성이 있으며,
특히 인산의 경우 토양중 고
정력이 크다고는 하지만 수계
로 용탈 또는 유실될 경우 부
영양화의 원인이 되므로 주의
해야 한다.

〈표5〉는 돈분퇴비 과다사용
에 따른 옥수수 수량과 환경
오염원에 대해 조사한 것이다.
돈분퇴비를 증시함으로서 수
량은 증가하였으나 유거수 및
침투수중 질산태질소 및 화학
적 산소요구량이 현저히 증가
하였다. 따라서 가축분뇨를 자
원화하여 작물양분 및 유기물
의 공급원으로 토양에 환원하
고자 할 경우 농경지의 부하
량을 고려하지 않으면 오히려
더 큰 악순환을 초래할 수 있
다는 것을 명심해야 한다.

결 론

이상에서 가축분 퇴비를 시
용할 경우 토양유기물의 역할
과 그에 따른 작물과 토양환경
에 미치는 시용효과 및 과잉
사용에 따른 문제점들을 살펴
보았다. 결국 가축분뇨는 어떻
게 사용하는가에 따라서 중요
한 자원으로 활용될 수 있는가
하면 자연환경을 파괴하는 폐
기물로 취급될 수도 있다는
것을 간과해서는 안된다.

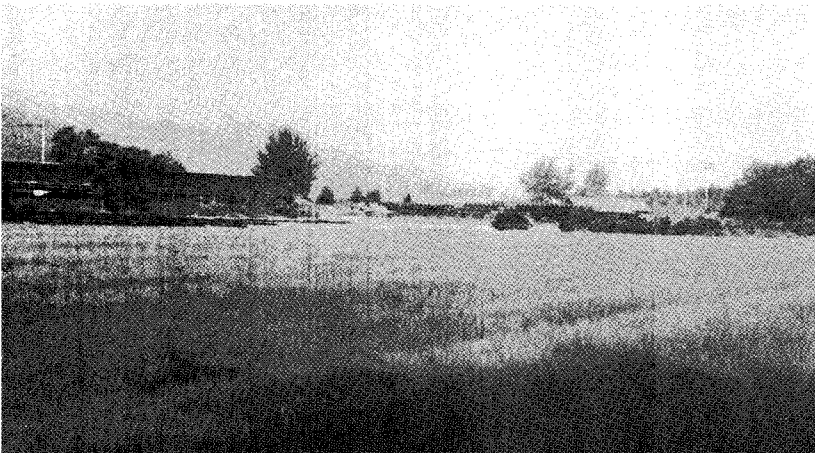
앞으로 경종농가는 가축분
퇴비와 같은 비료적 가치가
높은 원료를 사용하여 화학비
료를 대체할 것인지 아니면
토양의 이화학성을 개선하기
위한 토양개량제로서 사용을
할 것인지 등 퇴비의 사용목
적에 따라 원료의 선택에서부
터 심사숙고해야 할 것이다.

그리고 아무리 좋은 양질의
퇴비라 할 지라도 과하면 해
가 된다는 것을 상기하여 재
배작물 및 토양에 적절한 수
준의 퇴비를 사용하는 것이
지속농업의 지름길임을 잊지
말아야 할 것이다.

퇴비 생산업자는 농산물의
안전성을 확보하기 위해 반드시
충분한 부숙과정을 거쳐야
하며, 유해원료가 혼입되는 일
은 없어야 할 것이다. 또한 영
세한 생산업자의 경영난을 해
소하기 위한 정부의 정책적 지
원도 반드시 필요한 조치이다.

슬러리 돈사에서 배출되는
가축분 퇴비의 생산비를 절감
시키고 품질을 고급화 시킬수
있는 방법도 검토되어야 할
것이다.

이와 같은 방법으로는 액
비의 활용을 확대하는 방법이
있을 수 있으며 현재 액비에
관한 연구는 현재 작물, 토양,
사용시기, 살포방법, 시용량
등 다각적으로 수행되고 있
다. 결국 양축농가, 퇴비제조
업자 및 경종농가는 상호 협
력체계를 구축하여 발생하는
가축분뇨를 효율적으로 자원
화하고 활용하여야만 경쟁력
을 갖춘 안정적인 농업생산성
을 기대할 수 있을 것이
다. **양농**



▲수확이 끝난 후 차량을 이용해 경작지에 퇴비를 뿌리고 있다.