

# 친환경농업과 비료

남해화학(주)

박 범 기

## 목 차

1. 들어가며 .....	10
2. 비료 현황 .....	11
가. 정 의 .....	11
나. 발전과정 .....	12
다. 사용현황 .....	13
라. 비료의 분류 .....	13
마. 유기농산물 생산에 사용할 수 있는 토양관리 자재 .....	14
바. 완효성비료 개발 .....	16
사. 유기물과 축분이용 현황 .....	23
3. 친환경농업관련 오해와 이해 .....	29
가. 부문별 이해 괴리도(무엇이 친환경농업인가?) .....	29
나. 과연 친환경농산물은 얼마나 팔릴 수 있을까? .....	30
다. 친환경농업이 일반농업(신도불이)을 고사시키고 있지는 않는가? .....	30
라. 무엇이 친환경 비료인가? .....	31
마. 화학비료는 토양악영향 주범인가? .....	32
바. 저농도비료는 친환경적인가? .....	32
사. 유기질비료와 축분 퇴비는 항상 좋은가? .....	34
아. 친환경자재는 진짜 친환경적인가? .....	36
4. 친환경농업을 위한 적절한 비료사용 방안 .....	37
가. 합리적 비료사용 방안 .....	37
나. 적정시비를 위한 비료 사용 .....	40
다. 유기질과 화학비료의 조화 .....	41
5. 맺는 말 .....	42
■ 참고문헌 .....	43

## 1. 들어가며

언제부턴가 우리는 “친환경 ○○”이라는 문구가 적힌 광고를 어렵지 않게 접하곤 합니다. 농업에서는 “친환경”이라는 용어의 사용이 많아질수록 “비료·농약”은 마치 “독극물”처럼 소비자에게 인식되어지고 있습니다. 이는 “친환경”이라는 용어의 특성상 “친환경”이 아닌 것은 “일반” 또는 “보통”의 뜻이 아닌 “비 친환경”을 뜻하게 되어 발생된 현상이라 생각됩니다.

사실, 비료·농약을 사용하지 않는 농법은 국제적으로 “유기농업”이라고 하며, 우리나라에서 사용되는 용어인 “친환경농업”은 “친환경농업육성법”상 “농약의 안전사용기준 준수, 작물별 시비기준량 준수, 적절한 가축사료첨가제 사용 등 화학자재 사용을 적정수준으로 유지하고 가축분뇨의 적절한 처리 및 재활용 등을 통하여 환경을 보전하고 안전한 농축임산물을 생산하는 농업”이라고 하므로 비료를 적절히 사용하는 것도 친환경농업의 범주에 든다고 할 것입니다.

그리고, 최근에 친환경 물질이 아닌 것처럼 오해되고 있는 비료는, 1900년대 초 그 제조방법개발이 인류의 기아를 해결하는데 큰 기여를 하여 2명이 노벨화학상을 수상한 바 있으며, 우리나라에서는 70년대 극복된 보릿고개를 없애는데 기여하였고, 최근에는 북한식량난 완화를 통한 한반도 평화유지에 큰 기여를 하고 있습니다.

“보약도 잘못 먹으면 독약”이라고 합니다. 인류의 기아를 해결하기 위해 탄생한 토양의 보약 “비료”를 독약으로 오해하거나 독약이 되도록 사용하지 말고 올바르게 사용되고 이해되었으면 합니다.

최근 우리나라 농사 전체 재배면적의 20~30%를 목표로 친환경농업(유기농업 포함)을 정부가 앞장서 추진하고 있습니다. 그러나, 농업개방에 대응하는 농산물 경쟁력 강화 및 농민위로 방안으로 “친환경농업”만을 너무 강조한 나머지 일반 농산물은 마치 “공해농산물” 또는 “오염농산물”로 이해되고 있으며, 현재와 같이 일반농사를 짓는 90% 이상의 농민은 마치 “공해농산물”을 생산하는 농민으로 매도된다면 “일반농업”은 농업에서 도태될 수 밖에 없다고 생각합니다.

그리고, 친환경농업을 수행할 때 “비료”와 “농약”은 구분하여 생각해야 됩니다. “농약”은 병해충 방제 및 제초를 위해 사용하는 화학물질로 사람이 병에 걸리면 불가피하게 약을 먹듯이 불가피할 경우에만 사용하여야 하나, “비료”는 식물의 재배를 돕기 위해서 반드시 적정량 사용되어야 하는 것으로 화학적으로 제조되었다는 이유만으로 친환경적이지 않다고 오해되어서는 안 됩니다. 질소흡수의 경우를 예로 들면 요소, 퇴비, 유기질 구분 없이 식물은 암모니아태나 질산태의 동일한 형태로 흡수하여 동일한 농산물의 구성성분으로 변화되기 때문에 화학비료나 유기질비료, 퇴비 등 어떤 비료를

사용하는가는 농작물 및 인체에 미치는 영향은 없다고 보아야 하며 토양보호 측면에서 얼마나 적정량을 사용하느냐가 중요합니다. 사실, 유럽에서는 일반 축분퇴비(유기농축산 유래품 제외)는 가축이 섭취한 항생제 및 영양성분 때문에 투입량이 규제되고 있으며 국제식품규격위원회(CODEX)는 유기농업 사용금지 자재로 지정하고 있고 우리나라에서도 2005년부터는 유기농업자재로 사용금지(2004년까지는 사용 인정)되었으나 최근 다시 사용기준을 완화할 것으로 예상되어 축분퇴비 사용으로 인한 국내유기농산물에 대한 소비자의 불신이 높아질 수 있는 상황입니다. 또한 축분퇴비나 유기질비료만 사용할 경우 투입되는 비료성분이 화학비료 사용시보다 영양분간의 균형이 맞지 않아 토양에 오히려 악영향을 주고 있다는 기사들도 종종 나오고 있듯이 “친환경 농업”이 “만병통치약”으로 지금처럼 검증 없이 잘못 추진된다면 토양보전 측면에서도 친환경농법이라 할 수 없으며 결국 소비자를 기만하는 결과가 되어 일반농업까지도 공멸하게 될까 우려됩니다.

일부 도시 부유층을 대상으로 생산한 친환경농산물을 웰빙식품이라 하여 고가로 판매하고 있으나 친환경농산물이 일반 농산물보다 인체에 유익하다면 북한이나 중국에서 수입된 유기농산물이 국내에서도 고가에 판매되어야 마땅함에도 그렇지 못함은 우리나라 소비자들의 의식수준이 낮아서 인니까? 친환경농법으로 생산된 친환경농산물과 화학비료를 적정량 사용한 일반농산물이 인체에 미치는 영향에 차이가 없음에도 농업정책방향을 “친환경농업”쪽으로 지나치게 치우쳐서 가격을 고가화 한다면 일반농업을 하는 농민 및 고가의 국산 친환경농산물을 먹을 수 없는 국민들이 90% 이상임을 생각하여 “친환경농업”만을 위한 정책보다는 “친환경농업”과 “일반 농업”을 함께 발전시킬 농업정책이 절실히 필요하다고 생각합니다.

오늘 이시간이 친환경농업에 다시 한 번 고민해보고 올바른 이해가 되는 시간이 되시기를 빌며 비료에 대해서도 과도한 오해를 풀고 이해를 증진시키는 시간이 되시기를 바랍니다.

## 2. 비료 현황

### 가. 정 의

국제 공업개발기구 (UNIDO) 에서는 비료는 유기질, 무기질, 천연산, 합성품이 있으며, 식물이 정상적으로 생육하기 위하여 필요한 원소의 하나 혹은 그 이상을 공급하는 모든 물질이라고 정의하였고 우리나라 비료관리법 제 2조에서는 비료라 함은 식물에 영양을 주거나 식물의 재배를 돕기 위하여 흙에서 화학적 변화를 가져오게 하는 물질과 식물에 영양을 주는 물질이라고 하였다.

## 나. 발전 과정

농업에 사용된 비료는 처음에는 동물의 배설물에 지나지 않았으며 비료를 과학적으로 활용하기 시작한 것은 최근의 일이다. 근대 식물생리학의 체계가 서기 시작한 것은 19세기 이후의 일로서 Thaer(1800)의 부식설(humus theory)에 이어서 리비히(Liebig:1840)의 광물질설(mineral theory)이 식물영양학의 시초라고 볼 수 있다.

그후 많은 비료시험을 실시하여, 비료중 3요소의 필요성을 명백히 하였으며, 작물에 결핍되기 쉬운 양분이 질소, 인산 및 칼리라는 것을 밝혔다. 또한 수정재배를 통하여 식물이 필요로 하는 탄소(C), 산소(O), 수소(H), 질소(N), 인산(P), 칼륨(K), 칼슘(Ca), 마그네슘(Mg), 황(S) 및 철(Fe) 등 10개 필수원소를 밝혀내었고, 1920년 경부터는 어떤 원소들이 식물생육에 관여하여 필수적인 역할을 하는가를 구명하였으며, 오늘날에는 망간(Mn), 구리(Cu), 아연(Zn), 붕소(B), 몰리브덴(Mo) 및 염소(Cl) 등 미량원소를 더하여 16개 필수원소들을 구명하였다.

한편 Liebig(1840)에 의하여 광물질설이 발표된 후 이를 계기로 Lawes와 Gilbert(1843)가 인조비료공업의 시초로서 과린산석회를 만들어냈고, Haber와 Bosch(1913)가 암모니아합성에 성공하여 오늘날의 화학비료공업의 발달을 가져왔다(하버와 보쉬는 그 공적으로 노벨화학상 각자 수상).

따라서 비료는 그 시초가 동물의 배설물이나 또는 자급될 수 있는 것들이 주가 되어 외국에서는 퇴구비를 manure라고 불렀으나, 화학비료가 나온 후로는 이것을 구별하기 위하여 전자를 manure라하고, 후자를 fertilizer(금비)라고 부르게 되었다.

우리 나라는 1960년대 이전만 하더라도 비료 생산량의 부족과 재배기술 및 농업기반 조성 등 여건이 미흡하여 후진 농업국의 테두리를 벗어나지 못하였으며 우리의 주식인 쌀과 보리마저 외국에서 도입하는 실정이었다.

그러나 오늘날에는 경제의 발전과 더불어 효과적인 정부의 식량증산 정책으로 새로운 품종의 보급과 비료의 효율적 사용, 병해충의 사전방제, 한 수해 등의 사전 대책과 과학적이고 효율적인 농업경영으로 쌀과 보리는 이미 1980년대에 자급이 달성되었으며 최근에는 단위면적당 쌀 수량이 500kg를 넘는 수준에 이르고 있다. 또한 국가 전체적으로는 쌀 생산량이 소비자의 수요량을 넘고 있는 수준이어서 이미 생산된 벼 수매에 대한 대책이 문제시 되고 있는 실정이다. 또한 지금까지의 증수위주의 재배에서 이제는 고품질 농산물을 생산해야 되는 전환기를 맞이하게 되었다.

이와 같이 우리 민족의 숙원이던 주곡을 자급 달성하였고 이제는 생산된 식량을 보관 관리하는데 문제가 되고 있는 실정으로서 이러한 식량의 생산은 새로운 품종의 보급과 경지의 고도 이용 등을 들 수 있겠으나 농산물 증산에 없어서는 안 될 비료의 충분한

공급에 의하여 이루어진 사실은 인정되어야 할 것이다.

화학비료가 우리나라에서 본격적으로 쓰이게 된 것은 그 역사가 그리 길지는 않지만 최근에 와서 그 수요량의 증가는 실로 놀라울 정도이다. 최근 비료의 수요가 크게 증대해 온 원인은 여러 가지 측면에서 설명될 수 있으나 가장 근본적인 이유는 인구의 지속적인 증가와 함께 식량의 수요가 계속 증가해 왔으며, 이와 같은 식량의 수요를 충족하기 위한 농산물의 생산량 증가를 위하여 비료의 사용량을 증가시켜야만 했기 때문이다.

#### 다. 사용 현황

우리 나라의 연도별 단위면적당 비료의 사용량을 보면 표 1에서와 같으며 '90년대까지는 계속 증가하는 경향이었으나 '90년을 최고로 하여 점점 줄어들고 있는 경향이며 2000년도에는 비료사용량이 ha당 질소 201kg, 인산 81kg, 칼리 99kg 합계 381kg으로 나타나고 있다. 이와 같은 우리 나라의 화학비료의 생산 및 소비는 앞으로는 증가보다는 점점 감소할 것으로 예측되며 환경에 대한 우리 나라의 국민은 물론 세계나라의 국민들도 환경에 대한 관심이 높아지고 있어 비료의 사용은 환경문제와 관련하여 국민의 식량을 해결하도록 기술을 발전시켜나가야 할 것으로 판단된다.

이상과 같이 비료의 생산량과 소비량이 다소 감소되고는 있으나 비료의 종류도 다양해지고 더욱더 효율적이고 환경보전적인 시비관리기술이 요구되기 때문에 올바른 비료의 사용법은 더욱 중요시되고 있다.

(표 1) 연도별 단위면적당 비료 소비량

(단위 : kg/ha)

비종	연도별 비료 소비량								
	'65	'70	'75	'80	'85	'90	'95	'99	'00
질소	61	109	153	163	168	233	215	210	201
인산	35	38	76	71	78	106	102	88	81
칼리	15	25	53	67	85	119	121	103	99
계	110	172	282	331	331	458	438	401	381

#### 라. 비료의 분류

우리 나라에서 시중에 유통되고 있는 모든 비료는 비료관리법에 의해 관리된다. 비료관리법 제 4조 규정에 의해 비료공정규격은 다음과 같이 화학비료뿐만 아니라 부산물 비료도 함께 고시하고 있다. 따라서 비료의 범위로 화학비료, 유기질 비료, 퇴비 등 작물 성장에 필요한 영양 성분 모두를 포함하고 있다.

[표 2] 비료 공정 규격에 의한 비료 분류

구분	비료종류	비고	구분	비료종류	비고
보통 비료	무기질 질소비료	유안, 요소등	부산물 비료	퇴비	
	무기질 인산비료	과석, 중과석등		재	
	무기질 가리비료	황산가리, 염화가리 등		분뇨 잔사	
	복합비료	제1,2,3,4종 복비, 피복복합비료 등		부엽토	
	유기질비료	어박, 골분등		아미노산발효 부산비료	
	석회질비료	소석회, 석회고토 등		가축분뇨 발효비료	
	규산질비료	규산질비료 등		건계분	
	고토비료	황산고토 등		부숙왕겨, 톱밥	
	미량요소비료	붕사비료, 미량요소 복합비료 등		토양 미생물제제	
	규인비료	규인비료			
	규인가리비료	규인가리비료			
	기타비료	제오라이트, 부산석고 등			

마. 유기농산물 생산에 사용할 수 있는 토양관리 자재

[표 3] 친환경농업육성법상 유기농산물 생산에 사용가능한 자재

사용이 가능한 자재	사용 가능 조건
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 농장 및 가금류의 퇴구비</li> <li>○ 오줌</li> <li>○ 퇴비화된 가축배설물 및 유기질비료</li> <li>○ 건조된 농장퇴구비 및 탈수한 가금퇴구비</li> <li>○ 질소질 구아노</li> <li>○ 짚 및 산야초</li> <li>○ 버섯재배 및 지렁이 양식에서 생긴 퇴비</li> <li>○ 유기농장 부산물로 만든 비료</li> <li>○ 식물잔류물로 만든 퇴비</li> <li>○ 혈분·육분·골분·깃털분 등 도축장과 수산물 가공 공장에서 나온 가공제품</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 농약 등 화학합성물질이 포함되어 있지 아니할 것</li> <li>○ 농촌진흥청장이 고시한 품질 규격에 적 합할 것</li> <li>○ 농약 등 화학합성물질이 포함되어 있지 아니할 것</li> <li>○ 지렁이 양식용 자재는 이.목(1) 및 (2) 에서 사용이 가능한 것으로 규정된 자재 만을 사용할 것</li> <li>○ 농촌진흥청장이 고시한 품질 규격에 적 합할 것</li> </ul>

사용이 가능한 자재	사용 가능 조건
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 식품 및 섬유공장의 유기적 부산물</li> <li>○ 해조류 및 해조류제품</li> <li>○ 톱밥, 나무껍질 및 목재 부스러기</li>   <li>○ 나무숯 및 나무재</li> <li>○ 천연 인광석</li> <li>○ 칼륨암석 및 채굴된 칼륨염</li> <li>○ 황산가리</li> <li>○ 해조류퇴적물, 석회석 등 자연산 탄산칼슘</li> <li>○ 마그네슘 암석</li> <li>○ 석회질 마그네슘 암석</li> <li>○ 황산마그네슘 및 천연석고</li> <li>○ 스틸리지 및 스틸리지 추출물(암모니아 스틸리지를 제외한다)</li> <li>○ 염화나트륨</li> <li>○ 인산알루미늄칼슘</li> <li>○ 붕소·철·망간·구리·몰리브덴 및 이연 등 미량원소</li> <li>○ 황</li> <li>○ 자연암석분말·분쇄석 또는 그 용액</li> <li>○ 벤토나이트(Bentonite)·펄라이트(Perlite) 및 제오라이트(Zeolite)</li> <li>○ 벌레 등 자연적으로 생긴 유기체</li> <li>○ 질석</li> <li>○ 이탄(泥炭 : Peat)</li> <li>○ 피트모스(土炭)</li> <li>○ 지렁이 또는 곤충으로부터 온 부식토</li> <li>○ 석회소다 염화물</li> <li>○ 사람의 배설물</li> <li>○ 제당산업의 부산물</li> <li>○ 유기농업에서 유래한 재료를 가공하는 산업의 부산물</li> <li>○ 목초액</li>   <li>○ 석회질 및 규산질 비료</li> <li>○ 미생물제제</li>   <li>○ 키토산</li>   <li>○ 그밖에 농림부장관이 고시한 자재</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 합성첨가물이 포함되어 있지 아니할 것</li> <li>○ 폐가구 목재의 톱밥 및 부스러기가 포함되어 있지 아니할 것</li>   <li>○ 물리적 공정으로 제조된 것일 것</li>   <li>○ 화학합성물질로 용해한 것이 아닐 것</li>   <li>○ 완전히 발효되어 부숙된 것일 것</li>   <li>○ 산림법에 의하여 고시된 규격 및 품질 등에 적합할 것</li> <li>○ 비료관리법에 의한 공정규격에 적합할 것</li> <li>○ 농촌진흥청장이 고시한 품질 규격에 적합할 것</li> <li>○ 농촌진흥청장이 고시한 품질규격에 적합할 것</li> </ul>

○ 비료관리법과 상충되는 부분 발생

- 토양에 사용되는 자재이나 비료로 등록되지 아니하고도 유기농자재로 사용 가능.
- 비료의 정의를 변경해야 함.

## 바. 완효성비료 개발

우리나라의 토양은 화강암 및 화강 편마암에서 유래된 것이 대부분으로 토성이 양질(壤質) 내지 미사질(微砂質) 토양이고 유기물 함량이 적어 양분 보존능이 낮아 시용된 비료의 유실이 많다.

속효성비료는 작물의 생육시기에 맞추어 양분이 적절히 공급될 수 있도록 여러 차례에 걸쳐 나누어 시비(施肥)하고 있지만 그 시기와 양을 결정하기 어렵고 시비 노동력 증가 및 작물의 양분 이용 효율 저하로 인해 환경 부하 증가 등으로 인해 밀거름 1회 시용으로 작물이 수확될 때까지 지속적으로 양분을 공급할 수 있는 값 싼 완효성비료 개발 연구가 계속되고 있다.

담수 상태인 논토양은 벼의 속효성비료 중 질소 이용율이 20~40% 정도이어서 벼의 질소양분 이용율이 낮다. 또한 농민이 속효성 질소질 비료를 정부 추천 시비량인 11kg/10a보다 많이 시비하고 있는 실정이다. 이러한 현실 때문에 정부에서는 작물 영양 종합 관리(Integrated Nutrient Management, INM) 개념을 도입하여 토양 정밀 검증을 통하여 작물이 필요한 양분만 공급될 수 있도록 완효성비료 등 신비종과 주문형 배합비료(BB, Bulk-Blending 비료) 및 적정 시비법을 개발 보급 중에 있다.

특히 완효성비료는 기존 속효성 비료를 3~4회 주는 번거로움을 없애고 기비(基肥) 1회 시용으로 작물이 수확할 때까지 양분이 지속적으로 공급 가능하기 때문에 작물의 질소 이용율을 60% 정도까지 높일 수 있다. 따라서 질소 시용량을 20~30% 감비(減肥)하여도 작물의 수확량이 감소되지 않아 현재 고령화로 농촌 노동력 부족이 심각한 농촌 지역에서 그 사용량이 증가하고 있는 추세이다. 하지만 시중에 시판되고 있는 완효성비료는 시판 가격이 기존 속효성비료 가격보다 2~3배 정도 비싸 농민들이 구매의 어려움을 호소하고 있어 국내 완효성비료 시장은 BB비료시장만큼 활성화되지 못하고 있는 실정이다.

따라서 당사에서는 시비 노동력이 절감되고 비료 이용 효율 증대에 효과적이면서 제조 비용이 저렴한 피복형 완효성 비료를 2000년도부터 연구를 실시하였으며, 현재 그 결과가 양호함에 따라 개발된 완효성비료(상표명: 시나브로2, 3)가 시판중에 있다.



## 1) 완효성비료 개발 현황

완효성비료는 기비 1회 시비로 작물의 전 생육 기간동안 작물이 필요한 양만큼 비료 성분이 시나브로 작물 뿌리 주변 토양 속으로 용출되어 나오도록 설계된 비료를 말한다.

지금까지 완효성비료로 개발된 비료는 다음과 같이 크게 3가지로 분류한다

첫째는 화학적인 결합에 의한 것으로 시비 후에 비료 성분이 천천히 지속적으로 분해되어 방출되는 비료이다. 가장 오래된 완효성 요소로서 요소와 포름 알데하이드 축합물인 Urea Form(UF)(미국특허 제 2,830,036호, 제3,227,543호), UREA와 isobutylaldehyde와의 축합물로 질소함량이 32%인 Isobutylidene diurea(IBDU)(미국 특허 제 3,054,699호, 일본 특허 소화 38-7942호), UREA와 acetic aldehyde와의 축매 산화 반응에 의해 제조된 것으로 질소 함량이 32.5%인 Crotonylidene diurea(CDU)(미국 특허 제 3,190,741호, 영국 특허 제 1,041,537)등이 있다. 이들 제품은 생산 과정에서 비료 성분을 다른 물질과 화학 결합을 시켜야 하기 때문에 생산 원가가 재래식 비료의 3~4배에 달하며 토양 pH, 수분함량등과 같은 환경 조건에 따라 비료의 용출이 급격히 변하는 결점을 가지고 있어 현재 수도작 작물용으로는 사용하지 못하고 있으며 일부 제한적으로 특별한 용도에만 사용하고 있다.

둘째는 재래식 비료를 적절한 물질에 혼입 및 흡착시켜서 비료 성분을 천천히 용해하도록 하는 혼합형 비료이다. 왁스, 아스팔트, 석유수지(미국특허 제3,219,433호), 폴리우레탄 형태의 고분자물질(미국 특허 제 3,232,739호), 백토(미국특허 제2,991,170호)등을 혼합 물질로 사용하는 혼합형 지속성 비료는 제조 원가는 저렴하나 비료의 용출 속도가 일정치 않고 단위 제품 당 비료의 함량이 적은 단점을 가지고 있다.

셋째는 내수성이 강한 피복 물질로 입상 비료에 얇은 피막을 입히는 피복법으로 구분한다. 피복형 완효성 비료는 피복 물질의 적절한 선정에 의해 제조 가격이 싸고 비료의 용출 속도 조절이 쉬우며 비료의 함량도 높일 수 있어 제품의 실용화에 가장 적합한 방법이라 할 수 있다(국내 특허 91-7179, 국내특허 85-1175) 현재까지 피복형 완효성 비료의 제조에 사용될 수 있는 피복 물질로는 왁스, Rosin, 고분자 물질 및 황 등이 제안되고 있다. 해외에서 개발한 최초의 피복형 완효성비료는 미국 TVA에서 드럼 피복기 내에서 유허을 입상 요소비료 표면에 피복하여 제조한 것이며, 고분자 피복물질 개발로 본격적인 피복형 완효성비료가 개발되었다.

## 2) 완효성비료에 대한 국내 비료공정 규격

국내 비료관리법 제 4조의 규정에 의해 국내 시중에 유통되고 있는 비료를 비료공정 규격에 의해 관리하고 있는 데 피복형 완효성비료에 대한 비료공정 규격에서는 다음

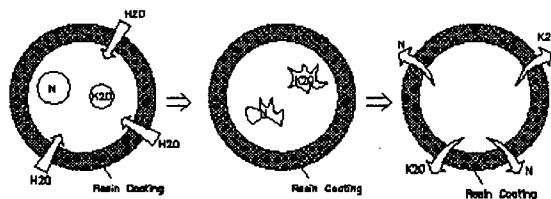
표 4와 같이 그래놀 요소에 피복물질을 피복시킨 피복요소, 복합비료 입자에 피복물질을 피복시킨 피복복합비료 그리고 피복요소와 속효성복합비료를 혼합하여 제조한 피복요소복합비료로 3가지 종류로 나누어 관리하고 있다.

[표 4] 피복형 완효성비료에 대한 국내 비료공정규격

비료의 종류	함유하여야 할 주성분의 최소량(%)	기타 규격	비고
피복요소	질소전량 : 35%	질소의 초기용출율(30℃, 24시간 수중정치용출)은 25% 이하일 것)	
피복복합비료	질소전량, 수용성인산, 또는 구용성인산, 수용성 가리중 2종이상 합계량: 15	질소의 초기용출율(30℃, 24시간 수중정치용출)은 50% 이하라야 함	
피복요소복합비료 (피복요소와 제2종 복합비료 또는 제 2종 복합비료 원료를 배합한 것)	질소전량, 가용성인산 또는 구용성인산, 수용성가리 또는 구용성 가리중 2종이상 합계량: 20	질소의 초기용출율(30℃, 24시간 수중정치용출)은 50% 이하라야 함	

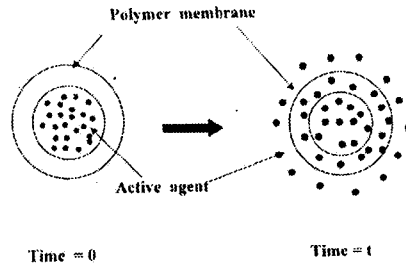
### 3) 피복형 완효성비료 용출 원리

비료 표면을 감싸고 있는 고분자 피막은 반투과성 막(Semipermeable membrane)으로 이루어져 있어 완효성비료를 토양에 넣으면 그림 1과 같이 외부 물이 반 투과성 피막을 통과하여 피막 내부에서 비료를 용해한 후 다시 비료 성분이 외부 환경으로 빠져 나오게 된다. 이때 비료 양분이 외부 환경으로 용출되어 나오는 속도는 피막의 두께나 고분자 피복물질 특성, 토양중 온도, pH, 미생물 등에 영향을 받는다. 당사 시나브로 완효성비료를 토양 중에 시비하였을 시 비료 양분의 용출 속도는 토양 온도에 의해 주로 좌우되고 pH나 미생물에는 큰 영향을 받지 않는다.

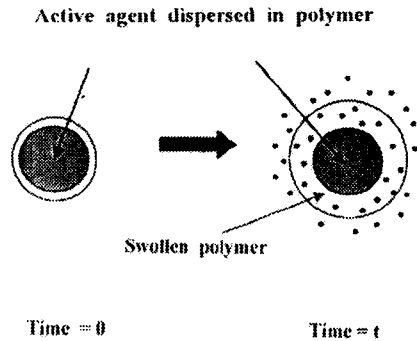


(그림 1) 피복비료 용출 양상

열경화성 고분자 수지로 피복한 피복비료는 그림 2와 같이 피막이 일정하게 유지되면서 비료 양분이 용출되지만 당사 완효성비료는 그림 3과 같이 열가소성 고분자 수지로 피복한 피복요소이기 때문에 코팅한 피막이 시간이 경과함에 따라 부풀어 오른다. 이런 현상은 기온이 높을 시 비료 양분용출이 많이 이루어져 벼와 같이 하기(夏期) 때에 양분 요구량이 많은 작물에게 유용하며 피복물질의 토양 분해도 빨리 이루어져 피복비료로써 우수한 장점을 가지고 있다.



(그림 2) 열경화성 피복비료 용출 양상



(그림 3) 열가소성 피복비료 용출 양상

#### 4) 당사 개발 완효성 비료 특징

당사에서 개발한 완효성비료 시나브로는 고분자 피복물질로 비료 입자 표면에 코팅 처리한 피복형 완효성비료로서 상기 비료공정관리규격에 등록되어 있는 3종 모두 제조할 수 있으며 작물의 생육 시기에 따라 작물이 필요한 양만큼 알맞게 비료 성분이 용출되어 나오도록 개발된 우수한 비료이다. 또한 피복물질 및 피복 기술 등 완효성 비료 개발 전 과정을 자체 연구를 통해 이루어진 순수 개발품이기 때문에 제조비용이 저렴하고 비료 성분의 용출 속도를 자유자재로 조절 가능하여 작물의 종류에 따라

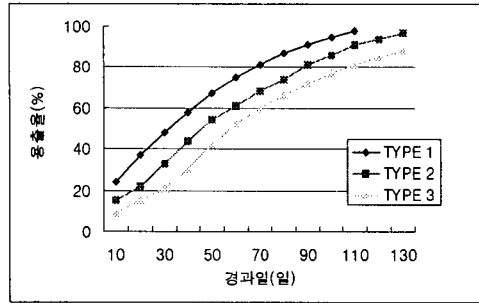
다양한 완효성비료를 개발 가능하게 되었다. 또한 당사 완효성비료 제조 시 사용된 피복물질은 해외에서 주로 사용하는 용제형 피복물질이 아니라 물속에 고분자 물질이 분산되어 있는 에멀전 형태이기 때문에 제조 가격이 타 피복형비료에 비하여 저렴하고 작업 환경이 우수하여 해외 수출시에도 가격 경쟁력이 있을 것으로 사료된다.

비료 표면을 감싸고 있는 고분자 피막은 반투과성 막(Semipermeable membrane)으로 이루어져 있어 완효성비료를 물에 넣으면 그림 3과 같이 외부 물이 반투과성 피막을 통과하여 피막 내부에서 비료를 용해한 후 다시 비료 성분이 외부 환경으로 빠져 나오게 된다. 이때 비료 양분이 외부 환경으로 용출되어 나오는 속도는 피막의 두께나 고분자 피복물질 특성, 토양중 온도, pH, 미생물 등에 영향을 받는다. 당사에서 개발한 완효성 비료도 피막이 반투과성 막으로서 수중 용출 조절이 용이하게 개발되어 있으며 향후 수도작 이외 고추, 양파, 마늘 등과 같은 비닐 피복 작물, 화분을 이용한 화훼류 작물, 녹차 나무와 같은 기능성 작물등과 같은 속효성비료로 시비하기가 곤란한 작물분야에도 많이 사용될 것으로 예상된다. 현재 국내 수도작 이외의 완효성비료는 작물별 양분 수지를 고려하지 않고 원예용 완효성 비료가 수도작 이외 전체 작물에 이용되고 있으나 이는 각 작물별로 양분 요구도를 고려하지 않았기 때문에 적절한 시비법이라고 말할 수 없다. 당사에서 개발한 완효성비료는 용출 속도를 자유자재로 조절 가능하기 때문에 각 작물에 알맞는 양분 공급량을 적정하게 설계할 수 있어 작물별 완효성비료를 제조 가능하므로 타 완효성비료보다 많은 장점을 가지고 있다.

## 5) 당사 완효성비료 종류별 용출율

### 가) 피복 요소

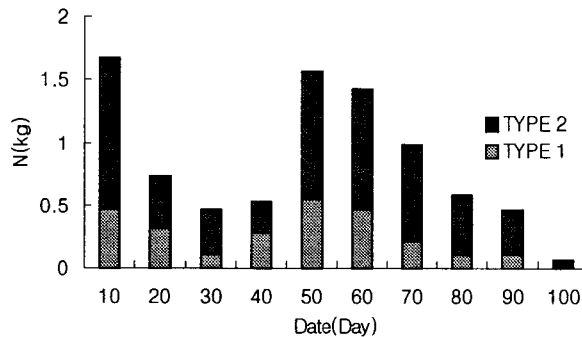
작물은 생육 시기에 따라 필요로 하는 양분의 양이 달라지기 때문에 다양한 용출 속도를 가지는 완효성비료를 제조하여야 한다. 예를들어 수도작의 경우 무효분얼기에서 영화분화중기(출수전 43~20일)까지 질소 흡수를 최대한 중단시켜야 벼의 무효분얼이 적어 벼 수확량이 증가하게 된다. 따라서 작물 생육 및 수량에 가장 큰 영향을 미치는 질소질 성분을 작물이 필요로 하는 시기에 제때 공급하기 위해서는 용출 속도가 상이한 여러개의 피복요소를 혼합할 필요가 있다. 개발된 피복요소는 70, 110, 150, 200일등 수중 용출 속도가 다양하여 작물이 필요로 하는 시기에 정확한 양분이 공급될 수 있도록 실험실 및 야외 필드 실험을 통해 비료 성분 함량을 설계하였다. 실례로 그림 4는 수중 30℃에서 당사에서 개발한 피복 요소의 수중 용출 속도를 나타낸 그래프이다.



(그림 4) 당사 개발 피복요소 수중 용출율

### 나) 피복요소복합비료

피복요소복합비료는 상기 피복요소에 제 2종 복합비료를 혼합하여 제조한 비료로서 피복요소와 복합비료 혼합비에 따라 초기 질소 용출량이 달라지므로 비료 공정 규격 기준 용출량을 맞추기 위해서는 혼합비를 잘 조절하여야한다. 또한 작물 생육 기간에 요구하는 양분량을 계산하여 양분 용출 모델을 잘 설계하여야만 작물 생육 후반기 때 양분 부족 현상이 없도록 하여야 한다. 특히 당사에서 제조한 피복요소 복합비료는 벼의 분얼기 때에는 질소 용출이 많고, 무효분얼일 때에는 질소 용출을 최대한 줄이고, 다시 이삭거름 주는 시기인 유수형성기 시기부터는 질소 용출을 많이 하게 하는 마즈시마의 V자 시비 이론을 근거로 설계되었기 때문에 벼 생육 단계에 따른 시비 기술이 적용된 우수한 신제품이다.



(그림 5) 논토양중에서 당사 피복요소의 질소 용출량

그림 5는 실제 벼가 자라는 논 토양 중에서 당사 피복 요소의 질소 용출량을 조사하여 벼의 생육 시기에 따른 질소 용출 패턴을 파악할 수 있도록 나타낸 그림이다. 즉, 어린모를 본 논에 이앙하여 뿌리가 활착한 후 새끼치기를 시작하여 벼 이삭이 맺는 유효분얼기까지는 질소 성분이 많이 용출되었으며 이삭이 맺지 못하는 무효분얼기에는

질소 용출이 최소화되었고 벼의 생식 생장을 위해 시비하는 수비 기간에는 또 다시 질소 용출이 많이 나와 벼의 전 생육 기간 동안 벼 성장 주기에 알맞게 비료 양분 용출이 이루어진 우수한 비료이다.

6) 피복물질의 토양 분해도

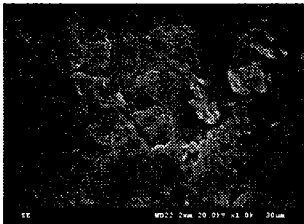
피복비료를 토양중에 계속 투입하면 토양 오염이 일어나지 않느냐 하는 우려를 할 수 있는데 국제비료공업협회(IFA) 자료를 인용하여 보면 고분자 피복물질이 연간 1ha당 50kg이 토양속에 잔류하여 피복물질 분해가 10년 걸려 최대 500kg/ha 이 집적된다 할지라도 건조토양중에 남아 있는 피복물질의 량은 겨우 200ppm 정도 밖에 되지 않으며 피복물질 입자가 토양입자보다 작아 토양의 일부분이 되어 큰 문제는 없다고 한다.

당사에서 개발한 완효성비료의 피복물질 분해도를 조사하기 위해 순천대학교에 2회에 걸쳐 시험 의뢰를 실시하였다. 순천대학교에서는 유리판 위에 피복물질을 피복 요소 피복제 두께만큼 피복시켜 제조한 피막을 벼가 자라고 있는 논토양에 매설시켜 피막 중량변화를 조사하였는데 다음 표 5와 같이 토양 매설 기간이 증가함에 따라 피복물질 분해도가 증가하여 피복물질 분해도가 우수한 것으로 판명되었다

[표 5] 토양중 처리기간에 따른 피막의 중량변화

토양 중 처리 기간(일)			
0	60	90	120
200mg (100)	167mg (83.9)	153.6mg (76.8)	140.2mg (70.1)

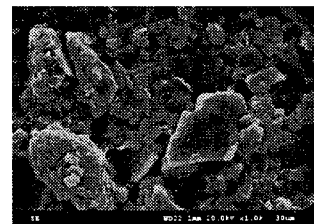
또한 토양 처리 시간에 따른 피복물질의 외형적인 변화 양상을 파악하여 피복물질이 토양중에서 분해되고 있는지를 확인하기 위해 전자 현미경(SEM)으로 피막 표면을 1,000배 확대하여 관찰한 결과 그림 7과와 같이 토양 처리전에 비하여 토양 처리후 시간이 경과할수록 입자 표면이 작게 부서지고 두께도 얇아지는 것을 관찰할 수 있었다.



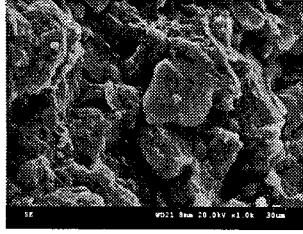
토양처리 전



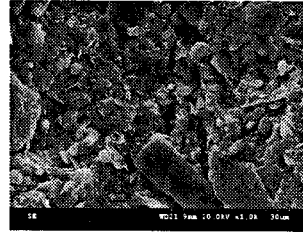
토양처리 60일 후



토양처리 90일 후



토양처리 120일 후



양처리 240일 후

(그림 6) 토양처리기간에 따른 피막표면 변화

## 사. 유기물과 축분 이용 현황

### 1) 유기물의 기능

유기물이라 함은 식물이나 동물이 흙속에서 여러 가지로 변하고 난 뒤에 남는 물질을 말하는데 주로 탄소, 수소, 산소, 질소 등의 기본 물질로 되어 있다. 유기물을 시용하면 흙 알맹이를 서로 엉키게 하여 흙의 성질을 좋게 하며 빗물이 흙속으로 스며드는 것을 돕고 흙의 조직(組織)을 좋게 하여 작물의 뿌리가 깊이 뻗도록 하여 준다. 또한 흙속에 신선한 공기가 스며드는 것을 도와주며 작물과 미생물의 양분이 되어 많은 미생물이 불어나도록 도와주고 흙의 빛깔을 검게 하여 지온을 높여 준다. 그리고 유기물은 그 자체의 양분도 있지만 토양중에 들어있는 여러 가지 양분(질소, 인산, 칼리, 석회 등)을 간직할 수 있는 양분의 수용능력을 크게 하여 주므로 각종 비료가 땅속 깊이 스며 내려가 버려 작물이 이들을 흡수 못하게 되는 것을 막아준다. 또한 유기물은 식물의 양분을 공급해 주는 중요한 비료 물질이므로 매년 유기물을 준다는 것은 그 만큼 자기가 가지고 있는 논이나 밭을 기름지게 만들어 줄 뿐만 아니라 수량을 높이는 데도 효과가 크므로 퇴비를 많이 만들어 매년 많은 양의 유기물을 주어 소출을 높이도록 해야 한다.

그러나, 우리나라에서는 유박류를 중심으로 구분된 유기질비료와 축분 등 부산물을 이용한 부산물비료와는 비료공정규격으로 구분되어 있을 뿐만 아니라 사용상에도 차이가 많으므로 구분 사용하여야 한다.

### 2) 퇴비원료의 특성 및 이용

최근 퇴비의 원료는 다양하며, 제조된 퇴비의 품질에 직접 영향을 미치므로 주의가 필요하고, 과거의 벧짚류는 퇴비제조에 유해물질의 혼입 가능성이 없으나 최근의 퇴비 원료들은 가축분을 포함하여 산업폐기물과 도시폐기물까지 확대되고 있다.

퇴비원료로 사용될 수 있는 주요 몇 가지 물질들을 보면 표 6에서와 같이 다양한 물질을 함유하고 있다.

[표 6] 주요 유기성 폐기물의 비료가치 ('99 퇴비)

종 류	T-C	T-N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	시료수
	----- (건물 %) -----				
농가퇴비	21.05	1.22	1.39	1.43	23
벼 짚	33.50	0.68	0.29	1.84	38
왕 겨	44.20	0.47	0.16	0.83	9
톱 밭	55.20	0.06	0.03	0.26	2
계 분	42.80	5.10	4.84	1.45	14
돈 분	44.80	3.68	5.99	0.77	15
우 분	41.50	2.06	2.80	0.45	14
분뇨잔사	32.26	2.72	7.31	0.35	34
하수오니	26.86	2.05	2.58	0.38	22

과거 퇴비와 최근의 퇴비의 양분함량을 비교한 결과 표 7에서와 같이 질소에 비해 인산함량이 매우 높은 것을 알 수 있다. 따라서 퇴비에 함유되어 있는 인산함량은 질소의 반정도로 낮추는 것이 바람직한데 이는 가축사료에서부터 인산함량이 낮아야 하고, 퇴비 제조과정에서도 다른 재료를 첨가하여 인산함량을 낮추는 노력이 필요하다.

퇴비의 사용에 있어서도 인산함량이 높은 퇴비는 야산 개간지나 특수한 토양에 사용하는 것이 바람직하다.

[표 7] 과거퇴비와 최근퇴비의 유효성분 및 수분함량

구 분		퇴 비 중 양 분 함 량 (%)			
		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	수분
과거퇴비	퇴 비	0.45	0.23	0.48	72.5
	구 비	0.54	0.32	0.58	72.5
최근퇴비	계 분	1.73	1.65	0.47	66.7
	돈 분	0.90	1.49	0.19	75.2
	우 분	0.41	0.56	0.09	80.0
	가축분퇴비	1.01	2.03	0.65	41.5

### 3) 가축분뇨

과거 가축의 배설량은 가축의 종류, 사료의 종류 및 섭취량, 체중 등에 따라 다르기는 하지만 대개 1일 생산량이 소 7~9kg, 말 9~12kg, 돼지 3~4kg, 양 1kg 정도가 된다. 가축 분뇨중에 함유되어 있는 비료성분의 형태는 요산태, 마뇨산염 등이



므로 그대로는 비효가 적을 뿐 아니라 토양에 흡수되지 않으므로 유실이 심하다. 그러므로 부숙시킨 다음에 사용하는 것이 가장 유효한 방법이다.

어느 작물 어느 토양에 주어도 유효하지만 이것만으로 충분한 효과를 거두지 못하므로 다른 비료와 배합 특히 인산과 칼리를 배합하여 사용하면 효과적이다. 가축 분뇨의 성분은 표 8와 같다.

[표 8] 가축 분뇨의 비료 성분

(단위 : g/kg)

성분	분				뇨			
	소	말	돼지	양	소	말	돼지	양
수분	835.0	750.0	800.0	680.0	923.0	926.0	966.0	903.0
유기물	150.0	230.0	160.0	295.0	57.0	47.0	23.0	70.0
전질소	3.0	5.6	6.0	6.2	15.0	15.2	6.4	15.8
가용성질소	0.6	0.5	0.8	0.5	15.0	15.2	6.4	15.8
전인산	2.8	3.0	6.0	3.0	1.5	0.05	1.6	1.3
칼리	1.4	3.3	5.0	1.7	15.5	16.5	8.0	18.5
석회	2.4	2.3	0.5	4.0	0.3	3.2	0.1	1.8
망간	1.8	1.0	0.2	2.4	0.1	2.4	0.8	2.5

닭똥 중에는 3요소 성분이 상당히 많이 함유되어 있으며, 특히 인산함량이 높은 편으로 어떤 토양이나 작물에도 쓸 수 있으며 비료 성분 표는 표 9와 같다.

[표 9] 가금분의 비료 성분표

(단위 : %)

가금	수분	유기물	질소	인산	칼리
닭	56.0	25.5	1.63	1.53	0.85
오리	56.0	26.3	1.00	1.40	0.62

가금분중 질소는 요산태이므로 그대로는 토양에 흡수되지 않으므로 밀거름이나 중거름을 막론하고 부숙시켜 사용하여야 한다. 과석과 섞어 액비로 한 것 또는 퇴비와 함께 섞어 쌓은 것은 그대로 사용해도 좋다. 닭똥중의 인산은 비교적 지효성이므로 토양, 작물의 종류 등에 따라서 과석과 함께 써야 한다. 칼리의 양도 적으므로 유의하여야 한다. 닭똥의 작물에 대한 10a당 사용량은 토성, 기후, 병용하는 다른 비료 등에 따라 일정하지 않으나 부족되는 성분들은 다른 비료로서 보충하면 좋다.

#### 4) 최근 가축분뇨의 발생과 그 활용

##### 가) 최근 가축분뇨의 발생량

2002년 3월 현재 연간 가축분뇨 발생량은 분이 20,296천톤, 뇨가 12,728천톤으로서 합계 33,024천톤에 달하고 있다(표 10 참고). 가축분 중의 연간 비료성분 생산량은 질소가 262천톤, 인산이 224천톤, 칼리가 192천톤으로서 총량이 678천톤에 달하고 있다(표 11 참고).

가축분은 비료가치가 있고 입자의 성분간의 차이는 있으나 전체 양으로는 크기가 거칠지 않기 때문에 질적인 측면에서 퇴비원료로 가능하여 가축분퇴비화는 가축분뇨의 처리와 경종농가의 퇴비수요를 충족하기 위하여 국책사업으로 지원하고 있다. 축종에 따라 C/N율은 다소 차이가 있는데, 계분은 8.4, 돈분은 12.2, 우분은 20.1 정도이다. 인산은 계분, 돈분, 우분이 각각 4.84, 5.99, 2.80%이며, 칼리는 각각 1.45, 0.77 및 0.45%로서 다소 유기성 폐기물과 비교하여 인산함량이 높은 편이다.

[표 10] 연간 가축분뇨 발생량 ('02월 3월 기준)

(단위 : 천톤)

축 종	사육마리수 (천마리·천수)	마리당 1일 배설량 (kg)			연간 총생산량 (천톤)		
		분	뇨	계	분	뇨	계
한 육 우	1,371	10.1	4.5	14.6	5,055	2,252	7,307
젖 소	548	24.6	11	35.6	4,925	2,202	7,127
소 계	1,919	-	-	-	9,980	4,454	14,434
돼 지	8,719	1.6	2.6	4.2	5,092	8,274	13,366
닭	110,100	0.13	-	0.13	5,224	-	5,224
계					20,296	12,728	33,024

[표 11] 가축분뇨 중 비료성분 함량 ('02년 3월 기준)

축 종	분뇨발생량 (천톤/년)	가축분중의 비료성분(천톤/년)			계
		질 소	인 산	칼 리	
소	14,434	85	61	75	221
돼 지	13,366	88	80	92	260
닭	5,224	89	83	25	197
계	33,024	262	224	192	678
화학비료 (2000년)	시비기준량	291	143	186	620
	농가사용량	422	171	207	800

[표 12] 지역별 가축사육두수 및 분뇨중의 비료성분량 ('02년 3월 기준)

지 역	가축사육마리수 (천마리, 천수)			경지면적 (천ha)	가축분중의 양분공급량 (kg/ha/년)			계
	소	돼 지	닭		질 소	인 산	칼 리	
경 기	320	1,960	28,997	265	235	202	167	603
강 원	127	394	4,464	136	94	78	72	244
충 북	128	472	5,791	148	100	85	75	260
충 남	275	1,444	16,911	275	148	127	110	386
전 북	173	989	14,273	236	123	107	86	316
전 남	242	812	14,362	333	88	75	61	225
경 북	341	1,015	15,241	333	107	91	78	276
경 남	222	1,043	6,168	227	108	91	90	288
제 주	30	364	1,499	54	107	84	92	293
기준시비 적용 소비량					136	65	86	287

나) 가축분뇨의 활용

가축분을 다량 사용할 때는 표 13에서와 같이 가축분중에 함유되어 있는 질소, 인산, 칼리의 성분량과 시용 후 1년 이내에 작물이 이용할 수 있는 질소, 인산, 칼리의 유효 성분량을 참작 활용하는 것이 바람직하다.

[표 13] 가축분 톤당 함유성분량과 유효성분량

구 분	수 분 (%)	성 분 량 (kg/톤)			유효성분량 (kg/톤)		
		질 소	인 산	칼 리	질 소	인 산	칼 리
우 분	66	7	6	7	2	4	7
돈 분	53	14	20	11	10	14	10
계 분	39	18	32	16	12	22	15
우분퇴비	65	6	6	6	2	3	5
돈분퇴비	56	9	15	8	3	9	7
계분퇴비	52	9	19	10	3	12	9

※ 유효성분량은 가축분 시용후 1년 이내에 작물이 이용할 수 있는 양임.

가축분뇨중에는 질소성분이 많이 함유되어 있어 C/N율(탄질률)이 20 이하로 낮아 우분과 돈분을 10a당 0.5톤 시용하면 질소비료를 어느 정도 감비할 수 있다. 그러나 최근의 가축분 퇴비는 질소에 비해 인산함량이 상대적으로 높으므로 토양을 검정하고

퇴비에 의하여 공급되는 양을 감안하여 사용하는 것이 바람직하나, 토양검정을 하지 않고 농가에서 퇴비를 사용할 경우 표 14의 추천량을 참고하여 사용하는 것이 좋다.

[표 14] 토양 유효인산 비옥도에 의한 작물별 가축분 퇴비 시용량

작 물		인산요구도	척박지	보통지	비옥지
논	벼	-	280~440	220~380	100이하
밭	과채류	소비형 <sup>1)</sup>	540~630	290~380	150이하
		다비형 <sup>2)</sup>	800~1,050	550~810	
	근채류, 서류	- <sup>3)</sup>	540~720	290~470	
	엽채류	- <sup>4)</sup>	460~770	210~530	
	기타 작물	소비형 <sup>5)</sup>	400	150	
		다비형 <sup>6)</sup>	580~760	340~510	
토양 유효인산함량 범위(mg/kg)		논	80이하	80~120	120이상
		밭	300이하	300~500	500이상

가축분퇴비 중 인산은 화학비료와 대등한 유효화율을 나타내지만, 질소의 경우 화학비료에 대한 비효율이 표 15에서 보는바와 같이 작물 생육기간 및 가축분 퇴비의 종류에 따라서 다르다.

[표 15] 재배일수별 가축분퇴비의 화학비료대비 질소비효율 및 작물분류

작물군	재배일수	화학비료 대비 질소비효율(%)		작 물 명
		돈분퇴비	계분퇴비	
벼	4~5개월	50	100	벼
장기성	5개월이상	50	60	보리, 콩, 땅콩, 참깨, 고추, 토마토, 오이, 딸기, 참외, 수박, 호박, 가지, 생강, 고구마, 파, 양파, 마늘, 부추, 잎들깨 등
단기성	3개월이하	20	40	옥수수, 감자, 당근, 무, 상추, 배추, 시금치, 양배추, 셀러리, 썩갓 등

\* 화학비료대비 질소비효율 : 화학비료에 대한 가축분퇴비의 질소 이용율

\* 가축분퇴비 중 인산 및 칼리의 화학비료 대비 비효율 100% 적용

### 3. 친환경농업관련 오해와 이해

#### 가. 부문별 이해 괴리도(무엇이 친환경농업인가?)

- 1) 소비자 : 먹어서 몸에 공해성분이 없는 안전한 농산물을 생산하는 농업
  - 이 농업으로 생긴 농산물이 친환경농산물이고 일부 계층에서는 이에 대한 대가로 고가의 비용을 지출할 의사가 있음.
  - 일반 대중은 고가의 비용이 부담됨.
  - 품질좋은 것을 찾지만 친환경농산물이 외관상 품질과는 관련이 적으므로 외관상 품질과 안전성과는 사실상 배치되는 개념임.
- 2) 정 부 : 농업주변의 환경에 대한 오염발생이 적은 농업
  - 이러한 농업은 친환경농업이라고 할 수 있으나 이에 의해 생산된 농산물은 친환경 농산물이라고 하기보다는 오염저감형 부산물 활용 농산물임.
- 3) 농 민 : 수입개방 대응 고소득 농업
  - 일부 뜻있는 분들도 있으나 전체적으로는 농산물 수입개방에 대응한 농업으로
  - 일반농업에 비하여 자재비, 인건비가 많이 들지만 고소득이 보장되는 농업으로 이해
  - 최근에는 노동력 부담 및 판로 미확보로 일반농산물 생산농업으로 복귀하는 경우도 증가.
- 4) 과연 무엇이 친환경농업인가?
  - 소비자가 정부나 농민의 의도를 안다면 친환경농산물에 대한 고가 지불의사가 있겠는가?
  - 전국 지자체에서도 무엇이 친환경농업인지 구분이 불분명 한 채 친환경농업 육성 및 지원 시작.
  - 외국 친환경농산물을 막을 논리는 없음.
- 5) 대안 : 친환경농산물은 소비자의 이해와 같이 안전한 고품질 농산물을 의미해야 함.
  - 환경오염을 줄인다는 친환경농업과 소비자인식의 친환경농산물은 사실상 별개의 개념임을 인정해야 함.

## 나. 과연 친환경농산물은 얼마나 팔릴 수 있을까?

### 1) 판매(가격과 품질)

- 현 친환경농산물은 기존의 일반 농산물에 비하여 비싼 농산물로서 소비할 계층이 도시민의 10~20% 수준에 불과하리라고 생각되며, 품질이 지속적으로 보장되지 않으면 대부분의 도시민이 일회성으로 호기심에 한번 먹어보고 마는 수준에 그치게 되어 친환경농산물 소비는 매우 제한적일 수 밖에 없다고 사료됨.

### 2) 생산의 일정성

- 국내 친환경농산물 특히 유기농산물은 노동력이 매우 많이 소비되는 상품으로서 국내의 열악한 농촌 인력구조 및 고임금 구조에서는 최근 콩 등 특정 농산물가공 분야에서 필요로 하는 수준의 농산물 제공 불가능.

### 3) 소비자의 구매지속성

- 할인점, 직거래, 판매단체 중심으로 이루어지고 있는 친환경농산물 유통구조에서 소비자의 친환경농산물의 구매가 지속적이지 못함.
- 이는 전술한 가격, 품질 등에서 기인함.

### 4) 얼마나 팔릴까?

- 현재의 친환경농산물 체제로는 도시민의 10~20%가 최대치일 것이고 이부분도 수입 친환경농산물이 상당한 부분을 차지하게 될 것임.

## 다. 친환경농업이 일반농업(신토불이)을 고사시키고 있지는 않는가?

### 1) 문제점

- 그동안 농업계에서는 우리농산물이 우리몸에 제격이라는 신토불이를 모토로 우리 농산물 애용운동을 벌여 왔음.
- 최근 친환경농업에 의한 친환경농산물 제도 시행 및 홍보로 농산물도 생산방식에 따라 다양한 품질의 농산물이 생산되는 것으로 알려지고 있으며, 반면에 일반농산물은 저품질 농산물로 오해되고 건강에 좋지 않다는 불신까지 받게 되는 지경이 됨(불신이 조장됨).
- 따라서, 일반농산물 소비자는 가정형편에 의해 어쩔 수 없이 저품질농산물을 먹는 자기에 대해 자학하는 지경에 이룸(사실상 정신건강에 의해 몸건강이 안 좋아 지게 됨).

- 일반농산물을 생산하는 농민도 자기가 죄인이라는 생각을 해야 됨 (공해농산물 생산 의식 → 역시 정신건강이 안 좋아짐).
- 이러한 와중에 신도불이는 공허한 메아리이고 친환경농산물이나 공해농산물이라는 흑백논리로 전개중 → 우리농산물 고사 가속화 작전으로 의심됨.
- 노령화 사회 진행 및 농산물 불신 조장으로 도시 인근 등에서 직접 농산물재배를 하여 소비하는 텃밭농업 확대중.

## 2) 해결 방안

현행 친환경농업에 일반친환경을 포함하여 일반농업을 포용하여야 함.

- 사유 : 일반농업을 고품질을 위하여 적정량 이하의 화학자재를 사용하도록 하고 이를 친환경농업의 하나로 인정하여야 일반농업도 살아나고 외국 농산물에 대응하는 명분도 획득.

## 라. 무엇이 친환경 비료인가?

### 1) 친환경농업 정의(친환경농업육성법 제2조)

친환경농업이라 함은 농약의 안전사용기준 준수, 작물별 시비기준량 준수, 적절한 가축사료첨가제 사용 등 화학자재 사용을 적정수준으로 유지하고 가축분뇨의 적절한 처리 및 재활용을 통하여 환경을 보전하고 안전한 농축임산물을 생산하는 농업을 말한다.

### 2) 친환경농업 정의에서 유추한 친환경비료 정의

- 작물별 표준시비량에 적합한 비료

### 3) 한국토양비료학회 정의(2002. 3. 5)

- 친환경농업에서 비료사용은 비료원으로 사용할 수 있는 모든 자재를 작물별 시비 기준량 및 토양검정 시비량에 맞추어 적기에 사용하고 작물의 양분이용률을 높이며 비료사용에 의한 양분유실을 최대한 줄이는 것이므로 모든 비료원은 친환경농 자재에 포함될 것으로 생각합니다.
- 친환경비료의 별도 구분시에는 기준이 모호하고 혼란만 야기시킬 것으로 사료되어 친환경비료 용어는 사용 필요성이 없습니다.

### 4) 결국 모든 비료가 적정량 사용하면 친환경비료이고 어떻게 효율적으로 사용하느냐가 친환경농업 실천의 관건이라 할 수 있음.

## 마. 화학비료는 토양악영향 주범인가?

### 1) 환경 농업을 하려면 화학비료를 주지 말아야 한다는 생각

- 유기질비료의 장점
  - 미생물에 의한 분해로 여러 가지 양분들을 서서히 공급하며 미생물의 작용으로 토양의 물리·화학성을 좋게 해줌
- 화학비료의 장점
  - 속효성으로 작물 생육에 필요한 양을 적기에 공급
  - 수량증대에 필수적(북한 사례)이고 원활한 물질순환과정을 거침
- 화학비료와 유기질비료 혼용이 생산성을 유지하면서 지속농업으로 가는 방법이라 생각됨.

### 2) 유기질 비료의 영양물질은 화학비료와 다르다는 생각

- 유기질 비료도 많이 주면 작물 생육에 해를 줌
- 덜 부숙된 유기물 다량 주어서 암모니아 독성 피해 농가들 많음
- 유기질도 분해되어 화학비료 줄때와 동일한 성분으로 식물에 흡수됨.

### 3) 화학비료를 주면 토양이 산성화된다는 생각 : 과학적 근거 희박

- 화학비료를 수십년간 연용한 토양의 pH 값이 거의 변화가 없어서 화학비료가 토양산성화에 미치는 영향 적다는 것을 반증하고 있음.
- 요소비료, 인산비료, 칼리비료 모두 토양산성화 영향 적음.
- 유기질비료 투입시에도 이산화탄소(CO<sub>2</sub>) 작용으로 토양 산성화 영향

### 4) 우리나라 토양산성화 주 원인

- 토양의 모암이 산성암인 화강암과 화강편마암으로 주로 구성.
  - 산지의 토양은 매우 산성임.
- 여름철 집중 강우 등으로 토양중 염기성분 용탈 심각
- 산성비

## 바. 저농도비료는 친환경적인가?

요즘 고농도 비료와 저농도 비료라는 용어가 등장하고 있다. 화학비료는 유기물에 비해 영양성분을 많이 농축시켜 놓은 것이다. 만약 화학비료를 유기물과 같은 농도로 생산하여 판매한다고 하자.



첫번째로 일어날 일은 생산 물량이 엄청나게 늘어날 것이다. 생산 물량이 늘어나면 원재료 구입비, 공장 운전비, 인건비, 환경오염방지비 등 제반 생산원가가 높아져 비료 성분함량 대비 비료판매 가격이 높아질 것이다.

두번째는 농민들의 시비 노동력이 늘어날 것이다. 고농도 화학비료 1포 뿌리면 되는 데 저농도 비료 2포 뿌려야 한다면 2배의 노동력이 더 든다.

세번째는 비료의 유통 문제다. 비료는 단위 부피가 크고 작물 생산 시기, 즉 비료를 뿌리는 시기인 3~5월에 농가에 배달되어야 하므로 이 시기에 화물 열차, 트럭 등이 많이 소요되고 비료 보관창고도 많이 필요하므로 물류운송비가 많이 소요된다. 실질적으로 고농도 비료와 저농도 비료의 판매 가격과 비료 성분량을 비교하고 그 효과 실험을 검토해보자.

[표 16] 고농도 비료와 저농도 비료의 시비량과 경제성 비교

구 분	고농도비료(신세대)	저농도비료(쌀맛나)	비 고
주성분량 (%)	22-12-12+3(고토)	11-6-6+4(고토)+0.1(붕소)+14(규산)+20(석회)	저농도는 고농도성분의 1/2
시비량 (kg/10a)	25kg	50kg	저농도시비량은 고농도의 2배
총투입량계산 (kg/10a)	5.5-3-3-0.75	5.5-3-3-2-0.05-7-10	토양에 투입되는 다량원소 성분량은 동일하나 미량원소는 차이 남
단가(원/포)	6,100원	5,300원	포당 비료가격은 고농도 비료가 비쌈
비료대금 (원/10a)	7,625	11,500	토양내 전체 시비량 기준 저농도가 고농도보다 약 2배 정도 비쌈
시비노동력비 (원/10a)	6,054 (0.9시간 기준)	12,108 (1.8시간 기준)	2002년 성인남자 인건비 기준 : 53,815원/8시간
총비용 (원/10a)	13,679	23,608	저농도비료 사용시 고농비료보다 1.7배 비용 증가

토양비료 학회에서 비료에 규산 함유 복합비료와 일반비료 시비간의 벼 생육과 수확량을 조사하기 위해 2003년도에 시험을 실시하여 다음 표 17과 같은 결과가 나왔다.

[표 17] 토양비료학회에서 시험한 고농도/저농도 비료 비효 시험 결과

구 분	고농도비료 21-17-17	고농도비료 21-17-17+ 규산질비료	저농도비료 13-10.6-10.6+6.2 (규산)+10(석회)	비 고
작 물	주남벼	주남벼	주남벼	남부 지방(경남 하동)에서 재배
시비량 (kg/10a)	26.2	26.2	42.3	
총투입량계산 (kg/10a)	5.5-4.5-4.5	5.5-4.5-4.5+ 10.5(규산)	5.5-4.5-4.5+ 2.6+4.2	삼요소 성분량 동일
벼 생육 (출수기초장,cm)	80	81	78	초장 이외 분얼수 등 벼 생육 유사
벼 정조수량 (kg/10a)	570	567	562	수량 차이는 없음

토양개량을 목표로 정부에서 규산질 비료 추천 시비량은 300평당 250kg(12.5포)를 사용할 것을 권장하고 있다. 이를 규산 성분으로 환산해보면 62.5kg이며, 이 정도의 양이 있어야 토양 개량효과가 있다고 하니 쌀맛나비료처럼 저농도 비료에 함유되어 있는 규산함량(7kg/10a)으로는 토양개량 효과가 미미하다.

상기와 같이 검토한 바와 같이 저농도비료는 고농도비료에 비해 비료 생산 제조단가 및 물류 유통비가 상승하여 비료 판매 가격이 높고 비료 시비 노동력도 높아 전체 비용이 약 1.7배 정도 증가되고 벼 재배에 있어서 그 효과도 고농도비료를 시비한 포장과 비교하여 우수하지 않았다.

이와 같은 문제점으로 미국 등 선진국에서는 제품 생산원가 절감 및 물류 운송비 절감을 위해 비료 성분을 고농축시킬 수 있는 비료제조 방법을 연구 중에 있다

따라서 미량원소 및 토양 개량 효과를 내기 위해서는 정부에서 무상 지원하는 석회 고토나 규산질 비료를 기준 정량으로 시비하여야 효과가 있고 비료 구입 비용도 줄일 수 있으므로 비료는 고농도비료로 시비하고 토양 개량 및 미량원소 투입은 토양 개량 제로 정량 시비하는 것이 타당하다

## 사. 유기질비료와 축분 퇴비는 항상 좋은가?

### 1) 사용량 문제

유기물내에 함유하고 있는 무기 영양 성분 함량이 낮아 화학비료 사용 없이 유기물만으로 농사지으려면 엄청난 양의 유기물을 넣어야 한다.

예를들어 소 우분 퇴비를 넣는다고 하자. 우분 퇴비에는 질소질 0.6%, 수분이 65% 정도이다. 이에 비해 요소비료는 질소질이 46% 들어 있어 우분 퇴비에 비해 질소 성분이 219배 정도이다. 다시 말해 요소 1포대(20kg) 시용에 해당하는 질소질을 소 우분퇴비로 넣는다면 4,380kg을 시용해야 한다.

## 2) 인산축적 문제

최근에 공급되고 있는 퇴비류는 가축분을 중심으로 하여 제조되고 있으며 퇴비중 양분의 함량이 과거의 퇴비와는 달리 질소보다는 인산함량이 훨씬 높다. 농가에서는 비효가 큰 질소성분 위주로 퇴비를 시용하기 때문에 필요량 이상으로 과다한 인산성분이 농경지에 가해지게 되므로 토양중에 인산이 집적되고, 환경으로의 유출과 함께 부영양화는 물론 농경지 내에서도 철(Fe), 망간(Mn), 구리(Cu), 아연(Zn)과 같은 미량원소들과 결합하여 불용화 함으로서 미량성분의 부족을 가져오게 된다. 또한 과잉 흡수된 인산은 식물체 내에서도 미량성분을 불용화 하거나, 침전반응을 일으켜 이들 미량성분의 역할인 효소의 기능을 정지시키게 되므로, 생육장애는 물론 기형과와 같은 상품성이 없는 생육현상을 나타내게 된다.

## 3) 유실량 심각 문제

가축 분뇨중에 함유되어 있는 비료성분의 형태는 요산태, 마노산염 등이므로 그대로는 비효가 적을 뿐 아니라 토양에 흡수되지 않으므로 유실이 심하다. 그러므로 부숙시킨 다음에 시용하는 것이 가장 유효한 방법이다. 그리고 질소성분 이용율은 화학비료 대비 약 50% 수준에 불과하다.

## 4) 미부숙시 피해 문제

축분퇴비 시용에 의한 피해도 많이 있다. 시설 하우스내에서 부숙이 잘되지 않은 퇴비를 시용할 시에는 가스 피해가 난다. 부숙 여부 판단을 유기물 대 질소 함량, 즉 탄질비(C/N)로 나타내는 데 비료 공정규격에서는 퇴비의 탄질비를 50이하로 규정하여 관리하고 있다. 또한 유기물을 계속 시용하면 토양 중에 영양 성분이 과다하게 축적되어 영양 성분간의 길항 작용과 토양 중 양분 균형을 깨뜨려 병해충 발생이 많아지고 식물체내와 지하수에 질산염이 많이 축적되어 유아의 청색증과 암발생을 유발한다. 그리고 공장 폐기물 등과 같은 불량 퇴비 사용으로 중금속 피해가 많으니 주의해야 한다.

## 5) 가축사육중 투여된 중금속 및 항생제 문제

### 가) 높은 농도의 구리, 아연 함유

- 2004년중 환경부 감사후 2004년 농진청 비료공정규격 완화(구리 : 30→50mg/kg, 아연 : 90→130mg/kg)를 통해 축분액비가 활용되도록 허용
  - 축분퇴비중에도 구리 300ppm, 아연 900ppm 함유 허용
- 원인 : 가축의 설사병 등 예방 및 치료를 위한 약품에 포함되어 공급되었다가 분뇨로 배출 추정

### 나) 축분중 항생·항균제 함유로 부숙 방해

- 원인 : 사료 및 병치료용으로 항생·항균제를 가축에 투입결과 분뇨로 방출

## 6) CODEX(국제식품규격위원회)에서 유기농자재로 불인정

- 국내에서도 2005년도부터는 공장형 축분퇴비를 유기농자재로 사용할 수 없도록 규정되어 2005년도 유박류 수입 증가중.

## 아. 친환경자재는 진짜 친환경적인가?

### 1) 친환경자재의 명확한 구분은?

#### 가) 염화가리는?

- 천연광물인 칼리염을 비료로 활용하는 것으로서 그동안은 비료공정규격상 가리질비료로 등록되어 판매중이나 향후에는 친환경 자재로 팔 예정.

#### 나) 키토산 등 유기농자재에 미량요소를 배합한 미량요소복합비료는?

- 명확한 정의가 없음.

#### 다) 축분 퇴비는 친환경 자재인가?

- 친환경 정의에 따라 달라짐.
- 소비자들은 축산분뇨를 해결하기 위해 친환경농업육성법이 제정된 것으로 오해할 수도 있는 상황임

### 2) 친환경공해

#### 가) 용어의 공해

- 최근 누구든 무엇이든 친환경이라고 홍보 및 선전중
- 친환경 용어에 대한 혼돈과 넘치는 용어에 대한 공해시대에 살고 있음.

#### 나) 실천의 공해

- 친환경 실천을 위해 추가로 발생하는 공해도 있음 : 친환경농산물 인증표기를 위한 일회용 포장지 사용 등

#### 다) 불가피한 측면이 많지만 친환경공해는 줄여야 됨.

## 4. 친환경농업을 위한 적절한 비료사용 방안

### 가. 합리적 비료사용 방안

#### 1) 토양을 알자

과거에는 무조건 비료를 많이 주면 많은 수량을 얻을 수 있었다. 토양이 척박했고 비료의 양이 부족했으며, 작물의 수량이 낮고, 병해충의 발생이 적었다. 그러나 지금은 여러 가지 여건이 변했고 여기에 맞는 농업기술이 요구된다. 먼저 토양분석이 가능한 분석기관이나, 시 군의 농업기술센터에 토양분석을 의뢰하여 자기 토양의 성질을 확인해야 한다.

1) 자기의 토양이 산성인지, 중성인지(pH 6.0~6.5이면 좋음), 2) 유기물 함량은 얼마인지 알아보고(20~30g/kg이면 좋음), 3) 유효인산함량(논 80~120, 밭 300~500mg/kg)과 4) 치환성양이온(K·Ca·Mg), 석회소요량(밭), 5) 규산함량(논 130mg/kg 조절량) 등을 분석하고 여기에 알맞도록 비료를 사용하는 것이 필요하다. 대체로 생육기간이 길고 건물생산량이 많은 작물은 비료의 요구량이 많고, 생육기간이 짧고 지상부의 건물생산량이 적은 작물은 비료의 요구량이 적다. 콩과 작물과 참깨·고구마 등은 시비량을 적게 하고, 토마토·오이·고추·마늘 등은 생육기간이 길기 때문에 비료를 많이 준다.

토양의 비옥도를 알고 재배작물에 대해 비료의 요구 정도를 알아서 시비를 해야하며, 전체 시비량 중에서 밑거름과 웃거름량, 그리고 웃거름의 횟수와 시비방법들이 다르므로 세심한 시비기술이 필요하다.

#### 2) 토양개량제의 사용

토양개량제는 양분의 공급보다는 토양의 성질을 좋게 하여 주는 물질로서 최근에 비료로 분류하여 부르기도 한다. 여기에서는 이해가 더 잘될 것 같아 토양개량제라고 하였다. 주요 토양개량제로는 석회·규산·석고·버미큘라이트·지오라이트와 같은 광물성 개량제와 퇴비·볏짚 같은 유기자원이 있다.

석회물질인 소석회( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ )와 탄산석회( $\text{CaCO}_3$ )·마그네시아석회( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ · $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ) 등은 주로 밭토양의 산도를 교정하는데 사용되며, 규산질비료는 토양에 규산을 공급하고 토양 pH를 증진시키며 벼가 많이 흡수하고 효과도 크기 때문에 주로 논토양에 시용된다.

석회나 규산질 비료를 토양에 처리하고 바로 작물을 파종하거나 모를 정식하면 이들 개량제는 알칼리도가 높기 때문에 작물에 피해를 준다. 또한 높은 pH를 유지하기 때문에 질소비료와 함께 사용하면 질소성분이 암모니아로 변해 날라가 버린다. 그리고

퇴비나 유기물을 함께 사용하면 유기물을 분해하는 미생물의 활동이 빨라져서 온도가 높아지고, 가스가 발생되며 산소가 부족하게 돼서 작물에 피해를 준다.

따라서 석회물질이나 규산질비료는 밭 토양의 경우 정식이나 파종 1개월 이전에 미리 사용해야 하며 석회사용시 미량원소의 사용은 필수적이다. 석고는 주로 간척지 토양에 사용한다. 간척지 토양은 칼슘이 부족하고 나트륨(Na)이 많으며 pH가 높기 때문에 pH를 높이지 않으면서 칼슘을 공급하는 것이 필요하다. 석고는 칼슘을 공급하면서 황산기에 의해 pH를 낮추는 효과가 있다. 따라서 간척지 토양에는 석회나 규산질 비료보다 석고의 사용이 효과적이다.

퇴비·볏짚 등 유기물을 화학비료와 동시에 사용해도 유기물의 분해속도가 빨라져 고온과 가스가 발생된다. 따라서 비료를 사용하고 곧 바로 작물을 재배하면 피해가 나타날 수 있다. 부숙이 덜 된 유기물일수록 피해가 크다. 특히 1~2월 월동기에 비닐 하우스 안에서 작물을 조기재배하기 위해 보온을 하다보면 자주 나타나는 현상이다.

### 3) 비료의 올바른 사용방법

밀거름은 작물이 수확기까지 자라는 동안 뿌리가 신장하면서 흡수 이용할 양분이다. 따라서 뿌리가 깊고 넓게 뻗어나갈 수 있도록 밀거름을 작토층에 고루 살포하는 것이 좋다. 깊고 넓게 내린 부리는 비료성분뿐 아니라 토양으로부터 다른 각종 성분도 왕성하게 흡수한다. 퇴비는 화학비료보다 먼저 주는 것이 좋지만 잘 부숙된 퇴비는 화학비료와 같이 사용해도 괜찮다. 작물에서 비료를 준 다음 5~7일 지나야 비료가 토양에 흡착되어 안전한 상태가 되므로 그 이후에 작물을 정식하거나 파종한다. 만약 바로 정식·파종을 하면 비료가 녹아서 토양에 흡착되는 동안 비료의 농도가 너무 높아서 장애가 나타나며, 퇴비가 비료와 함께 부숙되면서 고온과 가스 발생, 산소 부족으로 피해를 가져온다.

웃거름은 가능한 한 적은 양으로 여러 번 나누어주는 것이 좋다. 그러나 번거롭고 노동력이 달리며, 토층에 시비하기가 어렵기 때문에 가능하면 한꺼번에 주려고 하는 것이 농업인들의 마음이다. 그러나 한꺼번에 많은 량의 비료를 사용하다 보면 피해가 자주 일어난다. 최소한 기본적인 시비횟수와 시비량은 지켜서 주어야 한다.

작물은 환경이 좋으면 식물체만 자라는 영양생장을 하고, 환경이 불리해지면 개화 결실을 서두른다. 따라서 온도가 높고 질소 성분이 많으면 꽃을 피고 열매를 맺는 것보다는 잎이 무성하고 지상부가 필요 이상으로 자라는 현상을 나타낸다. 웃거름을 한꺼번에 많이 사용하면 작물이 일시적으로 크게 자라다가 양분이 부족하게 되면 생육이 멈춘다. 이 때 외형적으로는 크게 자랐으나 내부적으로는 모든 양분의 균형이 맞지

않아 생육이 파상적으로 되거나 품질이 낮아진다. 저온이나 기상 변화에 약하게 되어 피해를 입거나 수세를 망치기도 한다. 수확을 하더라도 색택이 좋지 않고, 맛이 나지 않으며, 기형과가 많게 된다. 벼의 경우 초기생육은 좋은 듯하나 후기의 개화 결실이 좋지 않고, 벼짚만 많은 농사가 되기 쉽다.

벼는 밀거름을 전층에 골고루 잘 살포하는 기술이 특히 중요하다. 물 속에서 자라기 때문에 웃거름 위주로 시비를 하면 비료성분이 토양표면에 머물고, 하층으로는 잘 이동되지 않는다. 따라서 벼 뿌리가 토양위로 자라서 표면수에 뿌리가 뻗고 질소 양분만 주로 흡수하게 된다. 이 상태에서 생육중 물이 마르거나 생육 후기에 물을 떼게되면 지표수 중의 뿌리가 말라죽고 뿌리의 기능이 거의 상실된다. 쓰러지기 쉽고, 토양중의 다른 무기성분의 흡수이용도 부족하게 되며 지상부만 무성하다가 좋은 개화결실을 하지 못하게 된다. 따라서 벼의 뿌리가 토양 전층에 분포되어 비료성분과 무기성분을 고루 흡수할 수 있도록 밀거름을 시용하고, 웃거름을 알맞게 조절해야 한다. 밭 토양과 시설 재배지·과수원의 경우는 관개할 때나 분주, 점적관주를 하면서 비료를 물에 섞어 공급하면 비료의 성분이 하층으로 이동할 수 있다. 그러나 이렇게 하면 작물의 뿌리가 땅속 깊이 뻗어나가기 보다는 일정한 범위 안에 머물게 되므로 다른 성분의 흡수이용이 부족하게 되는 경우가 많다.

#### 4) 비료의 종류에 따른 시비방법의 차이

비료의 종류는 여러 가지로 구분될 수 있다. 고체비료와 액체비료, 화학공업적 비료와 자급비료, 원료에 따라 유기비료와 무기비료, 반응에 따라 산성·중성·알칼리성 비료, 성분의 방출 정도에 따라 속효성·완효성·지효성비료, 성분의 조성에 따라서 단비와 복비로 구분될 수 있다. 복비도 성분이 화학적으로 조성된 제1종 복합비료, 2가지 성분 이상을 배합하여 만든 제2종 복합비료(농가에서 보통 사용하고 있는 복합비료가 2종 복합비료 임), 복합비료에 유기물을 10%이상 첨가한 제3종 복합비료 및 엽면시비용, 양액재배용, 관주용이나 액비 등 수화제 형태로 된 제4종 복합비료가 있다. 또한 유기물형태 비료인 부산물 비료(주로 퇴비)가 있다.

앞에서 이야기한 것과 같이 유기물이나 퇴비류는 밀거름으로 줘야 하고 화학비료는 밀거름과 웃거름으로 나누어 시용한다. 주의해야 할 것은 인산비료의 시용이다. 인산은 작물세포의 핵 구성성분이다. 따라서 작물이 어릴 때 많이 필요하며, 특히 생육이 왕성한 성장점에서 많이 요구된다. 또한 토양과 결합 고정력이 커서 물에 따라 이동되거나 유실되는 경우가 적기 때문에 전량 밀거름으로 시용한다. 만약 웃거름으로 줄 경우 땅속 깊이 이동되지 않고 표토에 집적되어 있다가 비가 오면 빗물에 의해 작물의

잎이나 줄기에 튀겨 식물체 부위에 푸른색의 이끼류가 자라게 된다. 특히 무와 당근 등 근채류는 윗부분에 푸른색의 무늬가 형성되어 상품을 망치게 되며, 이끼가 자란 부위에는 병원균이 침범하기 쉽다.

따라서 인산이 함유된 복합비료는 밀거름으로 사용하고, 질소나 칼리의 단비 또는 복비는 밀거름 및 웃거름으로 쓰는 비료이므로 비료의 특성을 알고 써야 한다. 벼의 경우 낮은 온도가 계속될 때에는 인산비료를 토양에 살포하는 것보다 엽면살포하는 것이 좋다.

엽면살포제는 규정된 농도에 따라 살포하는 것이 중요하다. 농약과 혼합해서 사용할 때는 반드시 확인된 자재들만 사용해야 한다. 아무거나 혼합해서 사용하면 화학반응에 의해 효과가 낮아지거나, 피해가 발생할 우려가 많고, 한번 발생한 피해는 회복되기가 어렵다.

## 나. 적정시비를 위한 비료 사용

### 1) 토양양분함량을 고려한 적정시비

- 정밀 토양검정에 의한 적정시비로 토양 환경의 보전
- 비료성분 함량이 많은 축분 퇴비 사용농가는 화학비료 사용량 절감

### 2) 환경보전을 위한 비료의 적정사용

- 저인산 복합비료 사용
  - 토양검정결과 인산 100ppm 이상시 저인산 복비 사용
  - 경제작물 후작지 등 2모작 지역은 대부분 인산이 많으므로 저인산 복비 사용
  - 경협에 의해 이끼와 독새풀 발생이 많은 논은 저인산복비 사용
- 저인산·저칼리 복합비료 사용
  - 토양중 인산, 칼리 성분이 많이 들어있는 논에는 밀거름용 신중복합비료인 저인산·저칼리 복합비료 사용

### 3) 완효성 복합비료 사용

비료의 성분이 서서히 공급되는 완효성 비료는 전량을 밀거름으로 사용하며 일반비료 사용량의 80%만 사용하여도 수량 차이가 거의 없어 비료값을 줄일 수 있다. 그러나 지나치게 온도가 높거나, 수분이 많거나, 비가 많이 오거나 하면 완효성 비료의 양분 방출속도가 달라져서 후기에 비료 부족현상이 나타날 수 있다. 따라서 생육을 잘 관찰 하면서 비료부족이 나타나면 곧 웃거름을 보충해주는 것도 필요하다.



- 완효성 복합비료 시용으로 시비효율 증대 및 질소시비량 절감
- 비효지속기간 : 15 → 100 일, 시비회수 3 → 1회 (75% 절감)
- 영농규모가 영세하여 이량의 측면에 시비할 수 있는 전용 측조시비기의 구입이 어려운 경우에는 전층시비
- 직파재배시 완효성복비를 밑거름으로 전층시비하여 시비노력 절감

#### 4) 주문배합비료(B.B)의 활용

##### 가) 주문비료(B.B)의 정의

지역별, 작물별 토양검정결과에 의한 시비처방을 근거로 질소, 인산, 칼리 등 입상 원료비료 2종 이상을 물리적으로 단순배합에 의하여 만든 입상배합비료(Bulk Blending)를 말한다.

##### 나) 주문비료의 공급비중

비 중 별 (유형)	성분량 범위	비 고
저농도 BB비료(저BB)	30%±5	N+P+MOP(염가)
저농도특성 BB비료(저특BB)	30%±5	N+P+SOP(황산칼리) + 고토(2%이상) 또는 N.P.K +유기물(20% 이상)
고농도 BB비료(고BB)	41%±5	N+P+MOP(염가)
고농도특성 BB비료(고특BB)	41%±5	N+P+SOP(황산칼리) +고토(2% 이상)

주) ① 특성비료에는 황산칼리가 함유되고 고토, 붕소 등의 성분함유

② 고농도비료의 성분함량 범위(5%) 초과 가능(가격은 동일)

#### 다. 유기질과 화학비료의 조화

요즈음 화학비료를 배제시키고 유기질 비료만을 이용하는 순환 농법에 관심을 가지는 사람들이 늘고 있다. 순환 농법은 물질의 순환에 근거한 농법으로서, 산에서 자라는 큰 나무들이 유기질 비료든 화학비료든 영양 성분을 외부에서 공급받지 않아도 영양 결핍 없이 잘 자라는 것과 같은 맥락을 가지는 농사 방법이다. 나무는 뿌리에서 양분을 흡수하여 잎을 만들고, 잎이 떨어져 죽게 되면 미생물이 분해하여 양분을 땅에 되돌리고, 이 양분은 다시 뿌리에 흡수되는 순환 과정을 반복한다. 이것은 자연 생태계에서 일어나는 완전무결한 물질의 순환과정이다.

한편 경종 농업의 생태계는 생산을 극대화시키는데 초점을 맞춰 인공적으로 변형시킨 자연 생태계라고 볼 수 있다. 농업 생태계에서는 생산물을 인간이 이용하기 때문에 물질 순환이 깨지게 되므로, 물질 순환에서 부족 되는 양을 화학 비료든 유기질 비료든 비료 형태로 공급하게 된다. 물론 무기질 비료는 공장에서 만들어지고 유기질 비료는 생태계 구조 내에서 만들어지므로, 유기질 비료만이 자연 생태계 물질 순환에 부합되는 형태로 생각할 수도 있다. 그러나 화학비료는 이미 자연계에 존재하는 물질들로 구성되어 있고, 일단 농업 생태계 내로 들어온 화학 비료는 원활한 물질 순환 과정을 거치게 되므로, 플라스틱과 같이 물질 순환이 어려운 인공 합성물과 같이 취급하는 것은 곤란하다.

유기질 비료의 물질 순환은 우선 미생물에 의한 분해로 무기화 된 연후에 이루어진다. 그러나 미생물은 생물이기 때문에 인간이 조절하기가 매우 힘들다. 따라서 수량을 극대화시키기가 어렵다. 우리나라의 60년대 이전에 화학비료가 없어 전적으로 유기질 비료에 의존하던 시절에는 지금과 같은 수량을 낼 수 없었다. 자급자족 경제의 기치를 내 걸고 있는 북한도 유기질 비료에 의존할 것으로 생각되며, 이에 따른 저조한 수량 때문에 만성적인 식량부족을 겪고 있다. 인공 생태계를 자연 생태계에 가깝게 만들면 만들수록 수량 손실이 커지는 것을 감수해야만 한다. 아마도 자연 생태계에 있는 산속의 큰 나무들을 인공적으로 가꾸면 훨씬 더 큰 나무로 만들 수 있을 것이다.

그러나 유기질 비료는 유기질 비료 나뭇대로 무기질 비료가 갖고 있지 않은 장점들을 가지고 있다. 유기질 비료는 여러 가지 양분들을 공급하고, 보수력과 보비력 등 토양의 물리성을 좋게 해주는 특성이 있다. 그 중에서도 토양의 물리성 즉 작물 생육에 필요한 토양의 기반을 튼튼히 해 주는 것이 가장 중요한 역할로 볼 수 있다. 한편 화학 비료는 속효성으로 작물 생육에 필요한 양을 적기에 공급할 수 있는 장점이 있다.

결론적으로 두 종류의 다른 성격의 비료를 혼용하는 것이 생산성 유지라고 하는 농업의 본질을 훼손하지 않으면서, 친환경농업으로 가는 방법이라고 판단된다.

## 5. 맺는 말

인구증가와 생활수준의 급속한 향상으로 식량과 육류에 대한 소비가 지속적으로 증가하고 있는 이때에 20세가 초 노벨평화상을 받을 정도로 위대한 발명을 통하여 제조되고 있는 화학비료를 친환경농업의 확산과 기존농업에 대한 공해농업적 사고로 그 효능을 무시하여 적절히 사용하지 않는다면 아래와 같은 사유로 우리는 한반도에 오염물질이 가중됨을 생각하여야 합니다.

가득이나 협소한 농경지 면적으로 저조한 우리나라의 식량 자급률은 화학비료 사용 감소로 더 떨어질 수밖에 없을 것이고 식량자급률이 떨어지는 것은 외국에서 곡물을 더 들여온다는 것이므로 외국 생태계에서 순환하던 물질이 우리나라 생태계에 편입되어 순환되므로 더 많은 환경 부하물질로 작용할 것이기 때문입니다.

따라서 국가 전체의 환경을 생각한다면 오히려 식량자급률을 높여야 하고, 식량자급률을 높이려면 적절한 화학비료의 사용은 필수 불가결한 전제조건이 된다고 말할 수 있습니다.

그리고, 우리나라 농업생태계 유지를 통한 환경보전을 위해서도 농업을 살려야 하고 이르기 위해서는 일반농업과 일반농산물이 더 이상 공해농업과 공해농산물로 오해되지 않도록 친환경농업의 하나로 인정받도록 하여야 하고 이를 통해 우리농산물이 수입 농산물에 대한 경쟁력이 높여 우리농업과 농촌이 유지되어야 한다고 생각합니다.

“부산물을 활용하는 농업”의 개념이 아닌 “적절한 수준 이하 화학자재 사용”으로 안전하고 고품질의 농산물을 생산하는 것이 정말로 친환경적이고 우리 농촌을 살리는 것임을 농민, 소비자, 유통자, 정책수립자 모두 인식해야 할 때가 되었다고 생각합니다.

## ■ 참고문헌

1. 농촌진흥청. 2004. 비료관리법 및 관련 규정집.
2. 농업과학기술원. 2002. 올바른 비료사용법.
3. 전라남도농업기술원. 2004. 친환경농업.
4. 한국토양비료학회, 2004.12. 토양과비료.
5. 한국비료공업협회. 2004. 비료년감.
6. 농협중앙회, 2004. 비료사업통계요람.
7. 농협중앙회, 1997. 12. 흙살리기와 시비기술.
8. 농촌진흥청. 농업과학기술원. 1999. 12. 작물별 시비처방기준
9. 양재의 등 4인. 1999. 9. 환경농업과 비료. 비료·식량·환경 워크샵 자료.
10. 류철현 등 6인. 1998. Latex 피복요소사용과 기온차이가 담수표면적파벼의 질소이용 효율과 수량에 미치는 영향. 한토비지 31(3) 259~265
11. 류철현 등 6인. 1998. Latex 피복요소사용과 고온이 건답직파벼의 질소이용과 수량에 미치는 영향. 한토비지 31(4) 324~329
12. 류철현 등 5인. 1999. Latex 피복요소사용이 어린모기계이앙벼의 질소이용과 수량에 미치는 영향. 한토비지 32(2) 140~146