

V. 묘포토양의 비배관리 방안

국립산림과학원 임지보전과
변재경 박사

1. 비료의 정의

비료는 토양의 생산력을 유지 또는 증진시키고, 작물을 잘 성장시키기 위하여 토양 또는 식물에 투입하는 영양물질과 직접적으로는 작물의 영양물질이 되지는 않더라도 토양의 물리적 화학성 등을 개선하고 유용한 미생물들을 증진시키며, 토양 중에 식물에 이용될 수 없는 형태로 있는 양분을 이용이 가능한 형태로 바꾸어 준다든지, 유독성 물질의 독성을 저감시키는 등 간접적으로 작물의 생육에 도움을 주는 물질이라고 볼 수 있다.

고등식물은 뿌리에서 물과 양분(주로 무기성분)을 흡수하고 태양에너지를 이용한 광합성 작용으로 여러 가지 생육에 필요한 유기물을 합성하며 자란다. 자연에 존재하는 자생식물(自生植物)은 일정한 장소에서 양분을 흡수하여 자라고 죽기 때문에 서식지에서의 토양 중의 양분 손실은 거의 없어서 매년 잘 성장할 수 있다. 농경지에서는 농작물이 토양에 있는 양분을 흡수하여 성장하면 수확물은 다른 곳으로 운반되므로 대부분의 양분이 토양으로 되돌아가지 못하게 된다. 따라서 농작물에 의하여 빼앗겨 감소된 양분을 알맞게 보급하지 않으면 작물의 생산량은 점점 감소하게 될 것이므로 토지의 생산력을 유지시키거나 더욱 많은 양을 수확하기 위해서는 토양관리를 잘하고 거름을 주어 비옥하게 하여야 한다.

이러한 목적으로 사용하는 재료를 비료라고 한다. 비료관리법(법률 5019)에서는 비료를, “식물에 영양을 주거나 식물의 재배를 돕기 위하여 흙에서 화학적 변화를 가져오게 하는 물질과 식물에 영양을 주는 물질”이라고 정의하고 있다.

2. 비료의 종류 및 특성

비료의 종류는 한정되어 있는 것이 아니며 여러 조건에 따라 다양하게 변천된다. 그 가운데 가장 중요한 것은 자원과 기술 등의 생산적 요인과 작물의 종류, 농경업의 특성, 토양과 기상과 같은 환경적 요인, 그리고 경제·경영적인 요인 등 시대와 지역적 차이에 따

라 변천하게 된다. 현재 한국의 비료공정규격에서는 주로 생산 및 공급수단을 기초로 하여 보통비료와 특수비료로 크게 나뉘며, 보통비료는 주성분을 기초로 하여 무기질 질소비료, 무기질 인산비료, 무기질 칼륨비료, 복합비료, 유기질비료, 석회질비료, 규산질비료(珪酸質肥料), 마그네슘비료, 붕소비료(硼素肥料), 기타 비료(亞鉛肥料 등)로 분류되며, 특수비료에는 퇴구비(堆厩肥)를 비롯한 각종 자급비료와 부산물비료 등이 포함된다. 비료의 일반적 인 분류도 일정한 기준에 따르는 것이 아니며, 필요에 따라 임의로 분류된다.

주요한 비료의 종류를 현재 한국에서 생산되고 사용되는 것과 외국의 것을 예로 들면 다음과 같다. 질소비료는 황산, 요소, 염안, 질안, 석회질소, 암모니아수, 초석, 인산비료는 과석, 중과석, 용인, 용과린, 토머스인비, 칼륨비료는 염화칼륨, 황산칼륨, 석회비료는 생석회, 소석회, 석회석 분말, 부산(副産) 소석회, 규산질비료는 규산질비료(제철광재), 규회석(矽灰石) 비료, 마그네슘비료는 황산고토, 백운석(白雲石)분말, 복합비료는 제1종복비(化成複肥), 제2종복비(配合複肥), 제3종복비(有機質複肥), 제4종복비(液狀複肥), 미량원소비료는 붕산(붕사)비료, 망간, 아연, 미량원소 복비, 유기질(판매)비료는 어박(魚粕 또는 魚粉), 골분(骨粉), 대두박(大豆粕), 각종유박, 계분가공비료, 자연비료는 구비, 퇴비, 부숙장(腐熟糠), 초목회, 녹비, 분뇨잔재, 부엽토, 아미노산발효 부산비료, (건)계분, 조미료박 등이다.

비료의 분류는 이러한 비료공정규격상의 분류 이외에 비료의 효과, 비료의 반응, 비료의 공급원, 유기질 함유 여부, 제조원료의 성질, 비료효과의 지속성 등에 의하여 분류하기도 한다. 비료의 효과에 따라서 직접비료로 질소질비료, 인산질비료, 가리질비료, 잡질비료(조합비료·화성비료·퇴비 등)가 있고, 간접비료로는 석회비료나 세균비료 및 토양개량제 등의 토양의 이화학적 성질의 개선을 통하여 비료효과를 나타낸 것이 있다. 비료의 반응에 따라 산성비료(과인산석회·중과인산석회), 생리적 산성비료(황산암모늄·용성인비·토머스인비·중과인산석회 등), 중성비료, 염기성비료(회분·석회질소) 및 생리적 염기성비료(석회질소·어분·회), 비료 공급원에 따라 자급비료와 판매비료, 제조 원료의 성질에 따라 동·식물성 비료, 광물성비료, 비료의 효과 속도에 따라 속효성비료와 지효성비료 등으로 나눈다.

가. 비료의 분류

(1) 원료에 따른 분류

(가) 유기질비료

- 동물질비료 : 뒗거름, 계분, 돈분, 우분, 골분 등
- 식물질비료 : 깻묵, 콩깻묵, 쌀겨, 풋거름 등

(나) 무기질비료

- 광물질비료 : 황산암모늄, 과석, 용성인비, 과인산석회, 석회질소 등

(2) 형태에 따른 분류

(가) 고품비료 : 2종 이상의 비료에 이탄을 가한 직경 3mm 이상의 것(산림용 복합비료 등)

(나) 입상비료 : 직경 1mm 이상으로 조립된 비료(요소, 복합비료 등)

(다) 액상비료 : 수용액, 현탁액 비료(제4종 복합비료, 암모니아수, 뒹거름 등)

(라) 분상비료 : 분말로 된 비료(용성인비, 석회질, 규산질 등)

(마) 사상비료 : 모래와 비슷한 비료(용성인비 사상, 규산질 사상)

(3) 배합에 따른 분류

(가) 단일비료(단비) : 비료의 3요소중 1성분만 포함한 비료(요소, 황산암모늄, 염화加里, 황산加里)

(나) 배합비료(복비) : 2가지 이상의 비료를 혼합한 것

(다) BB비료 : 지역별, 개인별 토양분석에 의한 시비처방서를 근거로 N, P, K의 입상원료 비료 2종 이상을 물리적으로 단순 배합하여 만든 입상비료(Bulk Blending)를 말한다.

1) 원료 : DAP+입상加里+요소, 유안(인산원료)

2) 종류 : 고BB, 고틈BB, 저BB, 저특 BB)

(4) 주 성분에 따른 분류

(가) 질소질비료 : 황산암모늄, 요소, 염화암모늄, 부산염화암모늄, 질산암모늄, 석회질소, 질산석회, 질황안, 피복요소 CDU, IBDU 등

(나) 인산질비료 : 과린산석회(과석), 용성인비, 중과석, 용과린, 토마스인비, 골분 등

(다)加里질비료 : 황산加里, 입상황산加里, 염화加里, 황산加里고토, 초목회 등

(라) 복합 비료 : 비료 3요소 가운데 2성분 이상을 함유한 비료. 시판용 복비(17-21-17, 18-18-18, 22-22-11 등), 산림용, 연초용 복비 등이 있으며, 공정규격상 4종의 복합비료가 있다.

1) 제1종 복합비료 : 화성비료(化性肥料)

- 2) 제2종 복합비료 : 배합비료(配合肥料)
 - 3) 제3종 복합비료 : 유기질을 주축으로 한 복합비료
 - 4) 제4종 복합비료 : 엽면시비용, 관주용, 화초용 액제(液劑)·수화제(水和劑)·수용제(水溶劑) 등의 복합비료
 - (마) 규산질비료 : 규산석회질, 규산고토질, 규회석비료 1호, 규회석비료 2호, 광재규산질비료, 경량콘그리트 규산질비료 등
 - (바) 석회질비료 : 생석회, 소석회, 석회석, 석회고토, 폐화석 등
 - (사) 고토 비료 : 황산고토비료, 가공황산 고토비료, 고토붕소비료
 - (아) 미량원소비료 : 붕산(붕사), 망간, 철, 아연 등 미량성분을 포함한 것
 - (자) 기타 비료 : 제오라이트, 벤토나이트, 액상석회, 수용성 분상석회
- (5) 효과에 따른 분류
- (가) 속효성 비료 : 비효가 빠르게 나타나는 비료(요소, 복합비료, 황산암모늄, 염화加里) 등 대개의 화학비료
 - (나) 완효성 비료 : 비료성분이 서서히 녹아 나와 작물이 양분을 필요로 할 때 이용할 수 있도록 만든 비료이며, 밀거름으로 한번만 사용하여도 수확할 때까지 비료를 사용하지 않아도 된다. 우리나라 토양은 조립질이고 양분을 간직하는 힘이 적어 비료성분이 유실되기 쉬우므로 지하수 오염, 호수와 늪의 부영양화 원인이 되기 쉬운데 완효성 복합비료가 사용되면 농촌일손의 해소와 비료의 유실도 현재의 65%에서 45%로 줄일 수 있어 수요가 크게 늘어나면 비료주는 노력과 환경오염도 줄일 수 있다(피복요소, CDU, IBDU 등).
 - (다) 지효성 비료 : 비효가 어느 시기가 지나서 늦게 나타나는 비료(퇴비, 구비 등)
- (6) 성분함량의 다소에 따른 분류
- (가) 고농도 복합비료 : 3요소 성분 합계가 30% 이상인 비료
 - (나) 저농도 복합비료 : 3요소 성분 합계가 30% 미만인 비료
- (7) 유통구조에 따른 분류
- (가) 일반화학비료 : 식량작물용(수도용) 비료로 정부보조 대상인 비료

- (나) 원예용비료 : 과수, 원예 작물전용 비료
 - (다) 유기질비료 : 깻묵, 어박, 골분, 대두박, 채종유박, 면실유박, 낙화생 유박, 아주
까리 유박, 계분 가공비료, 기타식물성 유박, 부산물비료
 - (라) 토양개량제 : 석회질, 규산질 비료
 - (마) 액비(제4종 복비) : 수용액, 현탁액 등
 - (바) 배양토(상토) : 육묘용으로 만든 활성화된 흙
- (8) 생산 수단에 따른 분류
- (가) 자급 비료 : 두엄, 뒷거름, 풋거름, 퇴비, 쌀겨 등
 - (나) 판매 비료 : 금비(金肥)라고도 하며 화학비료에는 복합비료, 황산암모늄, 과석, 용
성인비 등
- (9) 화학적, 생리적 반응에 따른 분류
- (가) 화학적 산성비료 : 과인산석회, 중과석 등
 - (나) 화학적 중성비료 : 황산암모늄, 질산칼륨, 질산암모늄, 황산칼륨 등
 - (다) 화학적 염기성비료 : 석회질소, 암모니아수 비료 등
 - (라) 생리적 산성비료 : 황산암모늄, 염화암모늄, 황산가리, 염화가리 등
 - (마) 생리적 중성비료 : 요소, 질산암모늄, 질산칼륨, 과석 등
 - (바) 생리적 염기성비료 : 용성인비, 석회질소, 질산석회, 규산질비료, 석회질비료, 질
산나트륨, 초목회 등
- (10) 비료주는 시기에 따른 분류
- (가) 밑거름(기비) : 파종전 또는 이식전, 발아전에 주는 비료
 - (나) 덧거름(추비) : 작물이 자라나는 동안 추가로 주는 비료 등
- (11) 시비 방법에 따른 분류
- (가) 토양시비용 비료 : 일반적으로 사용하고 있는 비료
 - (나) 엽면시비용 비료 : 미량요소비료, 요소비료 등과 같이 물에 녹여 사용하는 수용
제, 수화제 및 액비(液肥) 등

(12) 시비계절에 의한 분류

- (가) 춘비(봄 거름)
- (나) 하비(여름 거름)
- (다) 추비(가을 거름)
- (라) 동비(겨울 거름)

나. 비료종류별 시비효과 및 특성

(1) 질소질 비료

비료의 3요소 중 질소질(N)을 주성분으로 하는 비료로서 식물세포 원형질의 주요성분인 단백질의 구성하는 성분으로 작물에 매우 중요한 양분이다. 뿌리 및 잎과 줄기의 생육을 촉진시키고 세포의 분열과 증식에 필요하며 양분의 흡수와 동화작용을 왕성하게 하는 작용이 있다.

작물에 질소가 부족하면 오래된 잎에서부터 결핍증상이 나타나는데 작물발육이 빈약해지고 처음에는 잎의 색깔이 황록색으로 변하고 심해지면 황화현상이 나타나며 황색으로 말라버린다. 또한 줄기나 뿌리도 자라지 않고 종실의 수량도 적고 모양이 작아 품질도 나빠진다.

우리나라에서 주로 사용하는 질소질비료는 요소와 황산암모늄이다.

- (가) 요소 : 질소질 45% 함유
- (나) 황산암모늄 : 질소질 20% 함유

(2) 인산질 비료

비료의 3요소 중 인산(P_2O_5)을 주성분으로 하는 비료로서 광합성, 호흡작용, 당대사 등의 중간 생성물로서 중요하고 핵산, 효소의 구성원소이다.

세포 원형질을 구성하는 주체로서 발아력을 왕성하게 하며 잎, 줄기, 뿌리를 증가시키고 튼튼히 하여 작물의 생장을 앞당긴다. 자실을 많게 하고 열매 맺음을 좋게 하여 품질을 향상시키며 냉해 방지에 효과적이다.

인산이 부족하면 엽폭이 좁아지고 적갈색을 띄며 줄기는 암록색이 된다. 뿌리, 줄기, 가지수가 감소하고 발육이 나빠지며 개화·결실이 늦어지고 자실의 품질이나 수량도 나빠진다.

우리나라에서 주로 사용하는 인산질 비료는 용성인비, 과석, 용과린이다.

- (가) 용성인비 : 인산질 17% 함유
- (나) 과석 : 인산질 17% 함유

(3) 가리질 비료

비료의 3요소 중 칼륨(K_2O)을 주성분으로 하는 비료로서 식물체 속에서 전분이나 당분, 단백질의 생성 또는 이들의 이동축적에 관여하는 작용을 하며, 추위와 더위에 대한 저항성 및 병충해에 대한 저항성을 증가시켜 준다. 또한 열매를 튼튼히 하여 개화, 결실을 촉진하고 수분의 증산작용을 조절하며 근채류에서는 뿌리발육을 촉진하고 튼튼히 하며, 일조량 부족을 보충한다.

가리가 부족하면 오래된 잎에서 먼저 나타나며 생장이 억제되고 잎 가장자리 끝부분에 황화나 백화현상이 나타난다. 엽폭이 좁고 오그라지며 암록색이 되고 잎의 주변이나 끝부분부터 말라 들어간다. 또한 오래된 잎에서 다갈색 반점이 생기고 낙엽이 빨라지며 줄기는 가늘어 부러지기 쉬워진다.

우리나라에서 주로 사용하는 가리질 비료는 황산가리, 염화가리, 황산가리고토이다.

(가) 염화가리 : 가리질 60% 함유

전량 외국에서 수입하여 사용하며 수용성으로 적색 또는 백색결정으로 밑거름이나 웃거름으로 사용한다.

(나) 황산가리 : 가리질 50% 함유

염화가리에 황산을 반응시켜 제조하며 수용성으로 감자, 과수, 과채, 엽채, 화훼, 담배 등의 품질을 좋게 하고 결실을 좋게 한다.

(4) 복합비료

비료의 3요소인 질소, 인산, 가리 중 2가지 이상의 성분을 함유한 비료를 말한다.

(가) 제1종 복합비료 : 비료성분 함량 20% 이상

(나) 제2종 복합비료 : 비료 성분함량 20% 이상이며 제1종 복합비료와 단비(요소, 황산암모늄, 인산단비, 염화가리, 황산가리)를 배합하여 제조한다.

(다) 제3종 복합비료 : 비료 성분함량 12% 이상이며 제2종 복합비료에 유기물을 배합하여 제조한다.

(라) 제4종 복합비료(액비) : 비료 성분함량 10% 이상이며 질소, 인산, 가리 성분중 2가지 이상을 함유하는 비료이다. 4종 복합비료는 엽면시비용, 양액재배용 또는 관주용, 화초용이 있으며 이는 수용제와 액제로 구분된다. 수용제에는 3요소는 물론 각종 미량요소, 초미량요소, 각종 아미노산, 비타민, 효력증진제 등을 섞어 혼합제조하며, 액제는 사전 각 성분별 반응실험을 거친 후 제조한다.

다. 비료 성분의 형태와 성질

비료에는 식물의 영양소가 되는 주성분과 제조과정에서 혼합되거나 주성분이 변화하여 구성되는 부성분으로 구분된다. 주성분은 질소, 인 또는 인산, 칼륨, 황, 칼슘 또는 석회, 마그네슘 또는 고토(苦土) 등의 원소이거나 그들로 이루어진 이온들인데 여기에 탄소·산소·수소를 포함하여 식물의 다량필수원소라고 하고, 철, 망간, 붕소, 아연, 구리, 몰리브덴, 염소 등과 같이 대개 미량(수 내지 수십 ppm)으로 식물의 요구에 충분한 원소들을 미량필수원소라고 한다.

이 중에서 질소·인산·칼륨은 일반 농지에서 결핍되기 쉬우므로 시비효과가 높아 비료의 3요소라고 하며, 칼슘을 더하여 4요소, 마그네슘을 더하여 5요소라고 하기도 한다. 탄소·산소·수소는 식물체의 구성에 가장 많은 함량을 차지하는 원소들이지만 대부분 공기와 물에서 자연적으로 흡수되며 시설원예(施設園藝)에서는 시설내부에 이산화탄소를 공급하여 이산화탄소 농도를 높여줌으로써 성장을 촉진시키는 효과를 거둘 수도 있다.

부성분은 비료의 종류에 따라 다르지만 정해진 양 이하이어야 한다는 제한성분과 부차적으로 비료효과를 거둘 수 있는 유효 부성분이 있다. 예를 들면, 황산암모늄의 황시안산화물, 비소, 슬퍼민산 그리고 요소의 뷰렛 등은 제한성분이며 용성인비(熔成磷肥)의 마그네슘과 규소는 유효 부성분이다.

생리학적 관점에서 식물영양소를 조직내 원소함량에 따라 다량원소와 미량원소로 분류하기란 매우 어렵다. 따라서 일반적인 식물체내 함량에 따른 원소의 분류보다는 생화학적·생리학적 기능에 따른 분류가 더 적절하다.

(1) 질소의 형태

(가) 질산태 질소(NO_3^- -N)

- 1) 물에 잘 녹고 속효성이다.
- 2) 토양 입자에 잘 흡착되지 않아 유실되기 쉽다.
- 3) 논에서 탈질 작용이 일어나기 쉽다.

(나) 암모늄태 질소(NH_4^+ -N)

- 1) 물에 잘 녹고 속효성이다.
- 2) 토양입자에 잘 흡착되어 유실이 적다.
- 3) 논·밭 모두 사용 가능하다.

(다) 요소태 질소(尿素態 窒素)

- 1) 우리나라에서 가장 많이 쓰인다.
- 2) 물에 잘 녹고 속효성이다.
- 3) 토양중에서의 변화

요소태→탄산 암모늄→질산 암모늄

(라) 시안아미드태 질소

- 1) 토양중에서의 변화

시안아미드태→요소태→탄산 암모늄→질산 암모늄

- 2) 제초, 살균, 살충, 토양개량의 효과가 있다.

(마) 유기태(단백태) 질소

- 1) 단백질에서 암모늄태로 변화되어 흡수된다.
- 2) 탄소율이 큰 것(볏짚)은 질소기아 현상이 일어나기 쉽고
- 3) 탄소율이 작은 것(갯묵, 어비 등)은 암모늄태로 변하여 비효가 좋다.

구분	질소의 형태	해당되는 비료
무기태	질산태(NO_3^-) 암모늄태(NH_4^+)	질산암모늄(NH_4NO_3 초안) 질산칼륨(KNO_3) 질산나트륨(NaNO_3 칠레초석) 황산암모늄($(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 유안) 염화암모늄(NH_4Cl) 질산암모늄(NH_4NO_3) 인산암모늄
유기태	요소태 시안아미드태(= $\text{N}-\text{CN}-$) 단백태	요소($\text{Co}(\text{NH}_2)_2$) 석회질소(CaCN_2) 갯묵, 두엄, 골분

(2) 인산의 형태

(가) 수용성 인산(水溶性 磷酸)

- 1) 물에 잘 녹고 속효성이다.
- 2) 중성 토양에 효과적이다.
- 3) 알칼리성 비료와 섞으면 인산이 고정된다.

(나) 구용성 인산(枸溶性 磷酸)

- 1) 물에 녹지 않고 2%의 시트르산 또는 시트르산 암모늄염에 녹는다.
- 2) 식물의 뿌리에서 나오는 유기산에 의해 용해 흡수된다.
- 3) 산성 토양에 효과적이다.

(다) 불용성 인산(不溶性 磷酸)

- 1) 인광석이나 뺏가루 또는 유기물에 함유된 유기화합물이 여기에 속한다.
- 2) 물과 묽은 시트르산에는 녹지 않으며 비효가 느리다.
- 3) 유기태 인산(有機態 磷酸) : 동식물에 함유되어 있는 형태의 인산으로 토양중에서 미생물의 작용으로 무기태 인산으로 변화한 후 식물에 이용된다. 식물성 인산은 lecithin, phytin, nuclein태인산으로 쌀겨, 깻묵 등에 많이 함유되어 있다.

구분	인산의 형태		해당되는 비료
무기태	가용성 인산	수용성	인산일칼슘 $Ca(H_2PO_4)_2$ 과인산석회, 중과인산석회 인산암모늄, 용과린의 일부
		구용성	인산이칼슘 $CaHPO_4$ 용성인비, 용과린의 일부 소성인비
	불용성		인산삼칼슘 $Ca_3(PO_4)_2$ 뺏가루, 인광석
유기태	불용성		피틴(Phytin) 인지질 핵산(Nuclein) 쌀겨, 밀기울 깻묵, 어비 (핵산중에 함유)

(3) 가리 및 기타의 형태

(가) 주요 가리질 비료

비료명	K_2O 의 함량	부성분
염화칼륨(KCl)	약 60%	염소 약 40%
황산칼륨(K_2SO_4)	약 48%	황산 약 41%
나뭇재	약 11.7%	

(나) 칼슘질 비료

비료명	칼슘 함량
생석회(CaO)	80%
소석회(Ca(OH) ₂)	60%
탄산석회(CaCO ₃)	45%

(다) 부성분

비료명	부성분	효과
용성인비	칼슘 30%, 마그네슘 18%, 규산 25%, 미량요소 5%	토양개량, 마그네슘공급, 규산의 효과, 미량요소 공급
염화칼슘, 염화암모늄	염소(Cl)	섬유작물에 효과가 크다
유안, 과석, 황산칼륨	황산(SO ₄ ⁻²)	녹말작용에 효과, 노후화답에 사용불가
칠레초석	붕소	사탕무, 사탕수수에 효과
요소	뷰렛질소(Biuret)	1%이상 들어있으면 식물 생육에 유해

라. 비료의 혼용

(1) 비료의 배합(配合)

비료를 배합할 때에는 작물의 종류·토양 및 비료의 성질과 반응 등에 대한 충분한 지식을 가지고 이를 기초로 배합해야 하며 서로의 비효를 더욱 증진시켜주는 유리한 경우도 있지만 불리한 경우도 있다.

(가) 장점

- 1) 비효의 지속을 조절할 수 있다.
- 2) 시비의 번잡을 덜 수 있다.
- 3) 물리적 상태가 양호해진다.

(나) 단점

- 1) 가격면에서 고가이다.
- 2) 증량제를 혼합한 부정비료의 출현 등

(2) 배합해서 유리한 경우

(가) 노력절감

(나) 미량요소를 고루 사용

(다) 화학적 반응 교정

(라) 유효성분의 휘발 방지(뒷거름에 산성비료를 배합하면 암모니아의 휘산을 막는다)

(마) 비유효태를 유효태로 만들 경우(잘 썩지 않은 두엄에 불용성 인산을 섞으면 가용성으로 변한다)

(바) 비효가 느린 것을 빠르게 해준다(어비나 깻묵에 초목회를 섞으면 가수분해)

(3) 배합해서 불리한 경우

(가) 암모늄태 질소비료에 염기성 비료를 섞으면 암모니아가 휘발된다.

(나) 질산태 질소비료에 산성비료를 섞으면 질산이 휘발된다.

(다) 수용성 인산비료에 알칼리성 비료를 섞으면 불용성으로 변한다.

(라) 요소에 깻묵을 섞어 오래 두면 암모니아가 휘발한다.

(마) 흡습성이 큰 비료를 서로 섞거나 칼륨이 들어있는 비료와 질산, 염소를 가진 비료를 섞으면 흡습성이 더욱 커진다.

3. 화학비료의 시비

토양에 사용된 비료성분 가운데 직접 작물에 흡수되어 이용되는 비율을 그 비료성분의 흡수율 또는 이용률이라고 한다. 일반적으로 비료의 이용률은 낮으며 양분의 종류와 토양의 성질에 따라 차이가 크다. 나머지 양분은 토양 교질물에 고정되어 무효한 형태로 되거나(不可給態化), 물에 씻겨나가는 것(流失), 가스상태로 되는 것(揮散) 등에 의한 손실이 많다. 이러한 손실을 줄이기 위하여 토양 및 작물에 알맞은 비료의 형태를 개발하거나 시비방법과 시비시기 등의 시비기술을 개선하여 흡수율을 높이기 위한 연구가 필요하다.

작물에 대한 비료의 효과는 비료 자체의 특성 이외에 토양의 성질, 기후, 작물의 종류, 시비법, 시비시기 등에 의하여 큰 차이가 생기므로 가장 좋은 조건을 고르는 일이 중요하다.

시비시기(施肥時期)는 비료를 작물에 사용하는 시기에 따라서 밑거름(基肥)과 웃거름(追肥)으로 나누며 웃거름은 기대하는 효과에 따라, 예를 들면 벼에 대하여는 새끼거름(分蘖肥), 이삭거름(穗肥), 알거름(實肥, 登熟肥)으로 나누어 시비한다.

시비방법은 토양에 비료를 사용하는 방법은 일정하지 않으며, 작물의 종류, 토양과 비료의 성질 또는 목적에 따라 몇 가지 방법이 응용된다. 골뿌림(條溝施肥), 띠뿌림(帶狀施肥), 점(點)뿌림, 전면시비를 하거나 논에서는 탈질작용(脫窒作用)에 의한 질소의 손실이 일어나기 쉬우므로 이를 방지하기 위하여 갈이층(耕鋤層) 흙과 잘 혼합하는 전층시비(全層施肥)나 갈이층 밑에 사용하는 심층시비(深層施肥) 방법 등도 응용된다. 채소와 과수 또는 다른 밭작물에 대해서는 액상 복합비료를 잎에 뿌려주는 엽면시비법(葉面施肥法)으로 양분을 공급하여 주기도 하며, 관개수와 함께 액비를 섞어서 뿌려주는 관개시비법으로 양분을 공급하기도 한다.

가. 시비의 원리

비료의 사용에는 다음과 같은 원칙이 적용된다.

(1) 최소율(最少律)

작물의 수확량은 가장 부족한 양분량에 지배된다.

(가) 생육인자 : 무기양분, 물, 공기, 햇빛 등

(나) 제한인자 : 생육인자 중 가장 부족한 인자

(2) 수확량점감의 법칙(收穫量漸減法則)

다른 양분이 충분히 있을 경우 제한 인자를 점차 올려주면 수확량은 어느 한도까지는 증가하다가 최고점에 이르면 그 이상 늘지 않고 오히려 감소한다.

(3) 작물의 영양기(營養期)

작물이 특히 양분을 많이 필요로 하는 시기를 작물의 영양기라 하며 양분의 종류와 식물에 따라 영양기가 다르다.

(가) 질소의 영양기 - 생육 중기에서 후기

(나) 인산의 영양기 - 생육 초기

(다) 칼륨의 영양기 - 생육 전반

(4) 작물의 종류에 따른 시비

작물에 따른 양분요구에 차이가 있어 그 특성을 보면 벼·보리는 규소를 많이 요구하고 담배와 사탕무는 암모늄태 질소의 해를 입기 쉬우며 콩과식물과 엽채류는 칼륨과 칼슘의 요구가 크다. 맥류는 마그네슘 결핍증이 일어나기 쉽다(섬유작물-염소, 쌍떡잎식물-붕소)

(5) 지역적 차이(地域性)

토지의 생산력은 지역에 따라 차이가 있으며 이 차이는 토양의 비옥도, 기상적 조건등의 차이가 비료의 효과에 영향을 미친다.

(6) 시비 위치

비료 성분의 변화와 이동이 토양의 위치에 따라 달라 성분의 손실이 적고 비효가 크도록 사용함이 바람직하며 논에 전층시비를 하는 것이 표층 시비를 하는 것보다 유익한 것은 그 하나의 예이다.

나. 시비 방법

(1) 시비의 시기

- (가) 파종이나 이식을 할 때에 주는 비료를 기비(基肥, 밑거름), 생육 도중에 주는 것을 추비(중거름), 최후의 추비를 지비(止肥, 마지막 주는 거름)라고 한다.
- (나) 화곡류의 경우와 같이 경수의 증가를 위하여 주는 거름을 경비(輕肥) 또는 분얼비, 이삭의 충실한 발육을 위하여 주는 거름을 이삭거름이라고 한다.
- (다) 비료를 주는 시기와 횟수는 작물의 종류, 비료의 종류, 토양의 기상조건, 재배양식 등에 따라 달리한다.

(2) 시비상의 유의점

- (가) 퇴비, 깻묵 등 지효성 또는 완효성 비료는 주로 기비로 준다.
- (나) 인산, 칼륨, 석회질 비료는 주로 기비로 준다.
- (다) 요소, 유안 등의 속효성 질소비료는 생육기간이 극히 짧은 작물을 제외하고는 분시(分施) 한다.
- (라) 생육기간이 길고 시비량이 많은 경우에는 질소질 기비량을 줄이고 추비량을 많게 하며 추비 횟수를 늘린다.

(마) 사질토, 수답, 온난지 등에서는 비료가 유실되기 쉬우므로 추비량과 추비 횟수를 늘린다.

(3) 시비방식

(가) 평면적으로 본 분류

- 1) 전면시비 : 논·과수원 등에서 여름철에 속효성비료를 사용할 때
- 2) 부분시비 : 직선상, 방사상, 윤상, 교차상 등의 조구시비(條溝施肥)와 구덩이 시비가 이에 속한다.

(나) 입체적으로 본 분류

- 1) 표층시비 : 토양표면에 살포하는 방법(발작물, 목초 등)
- 2) 심층시비 : 작토속에 비료가 들게 하는 방법(과수, 수목 등)
- 3) 전층시비 : 비료가 작토온층에 혼합되도록 주는 방법(벼 등)

4. 유기질 비료의 종류 및 효과

가. 유기질 비료의 정의

유기질비료란 비료공정규격상 동식물을 원료로 생산한 비료로 보통비료로 분류되고 있으나 보통 무기질비료(화학비료)의 상대적 개념으로 퇴비, 건계분 등의 부산물비료를 포함하여 유기질비료라고 한다.

화학비료가 생산되기 이전에는 자급비료가 쓰였고 자급비료의 대부분은 유기질 비료로 충당되었으나 농림업의 발전과 축산업의 대규모화가 진행됨에 따라 유기질비료(부산물비료)도 제조되어 시판된다.

퇴비화는 유기물이 미생물에 의하여 분해되어 안정화되는 과정으로 그 최종 물질은 환경에 영양을 주지 않아야 하고 토양에 사용할 수 있어야 하며 저장하기에는 충분한 부식토 상태의 물질로 변화시키는 생화학적 공정 또는 고체 폐기물의 유기성분을 인위적으로 만든 조건하에 연속적으로 생물화학적 처리를 하는 것이라고 정의되어 있어 퇴비화의 정의에는 농업적 이용을 위한 퇴비뿐만 아니라 폐기물 처리 차원의 퇴비화도 포함되고 있다.

따라서 퇴비화의 궁극적인 목적은 각종 유기쓰레기 처리와 농업인들이 원하는 양질의 유기물 확보라는 두가지 측면이 있기 때문에 농가에서는 시판용을 구입하여 사용할 때에는

세심한 주의가 필요하다. 따라서 60~70년대의 퇴비와 현재 농가들이 알고 있는 퇴비에는 상당한 차이가 있음을 볼 수 있으며 퇴비를 정확하게 이해하지 못하고 사용한다면 쓰레기 처리 차원의 토양관리가 될 수도 있다.

이들의 성분량을 보면 돈분과 계분류는 물리성 개량효과보다 비료적 효과가 많아 과다 시비될 경우 비료로서 효과가 크다는 것을 알 수 있다. 따라서 물리성개량 방법을 위해서는 가축분뇨 중에서는 우분뇨가 가장 효과적인 것을 알 수 있다. 계분과 돈분을 사용할 때는 벗짚이나 왕겨와 섞어 완전히 부숙시킨 후 사용하면 질소함량을 낮출 수 있다.

표. 유기질비료와 부산물 비료(퇴비) 비교

구 분	유기질비료	부산물비료	비 고
원료	어박, 골분, 증제피혁 등 동물질 채종유박, 대두박 등 식물질	농, 수, 축, 임업의 영위과정에서 나오는 부산물(우분, 돈분 등)	C/N비는 30% 미만
비료성분	N, P, K 합이 5~7% 이상	규정없음(0~2% 정도로 미미함)	
유기물	규정은 없으나 60~70% 수준	공정규격상 25% 이상	
유해성분	없음(증제피혁 제외)	비소, 카드뮴, 수은, 납, 구리 등 규제	
수분	규정은 없으나 20% 미만	30~50%로 많음 (50% 이하로 규제)	
유기물대 질소비	규정은 없으나 15%~20% 수준	공정규격상 50% 이하	

나. 유기물의 기능

유기물은 식물양분을 공급 저장하고 수분을 흡수하여 한발을 방지하며 토양의 물리화학적 성질을 개선하는 등 중요한 구실을 하기 때문에 토양에 유기물 사용은 매우 중요하다.

(1) 식물의 양분 공급원

(가) 토양유기물은 지효성 비료의 성질을 갖고 있으며 다량요소와 미량요소를 동시에 공급하여 분해되기 쉬운 여러 화학물 등이 무기화 되면서 각종 양분과 가스를 공급한다.

(나) 유기질의 무기영양분은 비교적 지효성이며 질소의 경우 무기화율은 생육기간 중 60~70%이고 30~40%는 토양에 축적되어 완만하게 분해된다. 특히 분해시 발생하는 탄산가스는 광합성작용에 효과가 있다. 또한 유기질비료 연용시에는 화학비료 시비량의 감축이 가능하다.

(2) 토양 물리 화학성 개선

- (가) 토양미생물에 의한 분해생성물과 균사 등에 의해 토양을 폐알구조로 만든다. 폐알구조 토양은 공극이 형성되어 공기의 소통과 투수성이 원활하여 보수력이 증대되어 작물뿌리의 신장이 촉진된다. 폐알구조 형성기간은 시용후 1주일 이내에 시작하여 2주후에 최고수준에 이른다.
- (나) 부식의 증가로 염기치환용량(CEC)을 높여 보비력을 증대한다.
- (다) 토양중에 흡착, 고정된 인산을 미생물이 유기물을 분해하는 과정에서 생성되는 유기산 등에 의해 가용화되어 식물이 흡수, 이용하게 한다.
- (라) 토양의 완충작용 또는 완충능력을 증대한다.
- (마) 킬레이트 기능을 하여 활성 알루미늄의 생성을 억제하고 인산의 고정방지와 유효화를 촉진하는 기능이 있다.
- (바) 중금속 등 유해물질의 해독을 경감하며 지온의 상승효과와 각종 화학반응을 촉진시킨다.

(3) 미생물상 활성 유지 및 증진

- (가) 토양유기물이 증가하면 토양의 물리화학적 성질이 개선됨으로 토양중의 중소동물들과 미생물이 증가하게 된다. 그 결과 물질순환기능이 증대되고 생물적 완충능이 커지며 이로 인하여 유해물질이 분해·제거되며 안정화 시키는 능력이 있다.
- (나) 유기질비료가 토양에 투입되면 토양미생물이 급속히 증가하여 유기물분해가 시작되는데 분해과정에서 생성되는 각종 분해생성물인 무기영양분과 미량원소, 특이물질인 아미노산, 핵산, 유기산, 비타민, 부식 등이 작물의 양분으로 공급되어 생육촉진을 자극하는 기능을 한다.
- (다) 토양미생물의 적합한 먹이인 유기물질은 C/N율(유기물대 질소비) 15~20수준이 적합하며 유기질비료를 구성하고 있는 단백질이 미생물에 의해 분해되면서 암모니아태 질소와 질산태질소로 변화하면서 작물에 흡수된다.

(4) 품질의 개선

- (가) 유기질비료의 시용은 양분공급기능 및 생육촉진 기능과 토양의 물리화학성 개선기능 등으로 화학비료만 시용한 경우보다 품질개선 효과가 있다.

다. 유기질 비료의 효과

유기물의 시용효과는 비료적 효과, 화학적 개량효과 및 물리성 개량 효과 등 3가지로 나눌 수 있다. 비료 공급효과가 큰 것은 전질소 함량이 높고, 탄질률이 낮은 것들로서 계분비료, 돈분비료, 식품산업폐기물 등이 해당되고, 비료적 효과가 적은 것은 톱밥, 왕겨 등과 같이 분해하기 어려운 유기물들이다. 화학적 개량효과는 인산과 염기함량에 의하여 판정되며 돈분퇴비, 계분퇴비 등이 크고 톱밥퇴비, 왕겨퇴비 등의 식물성 퇴비는 적다. 오니류는 종류에 따라서 석회, 알루미늄 등의 염기들이 다량 함유되어 있으므로 시용할 때 주의하여야 한다.

물리성 개량효과는 투수성, 보수력 등이 중심이 되므로 섬유질이 많은 가축분 퇴비, 왕겨퇴비 등이 효과가 크고 돈분 및 계분퇴비와 식품산업폐기물은 적어 비료공급효과와는 정 반대이다.

* 공급 목적별 유기질 비료 구분

- 비료공급 효과 : 계분비료, 돈분비료, 식품산업폐기물
- 화학성 개선 효과 : 돈분퇴비, 계분퇴비
- 물리성 개선 효과 : 목질류혼합퇴비, 톱밥류, 왕겨류 등

표. 유기질비료의 특성

유기물명		원재료	시용효과			시용상 주의
			비료적	화학성	물리성	
퇴 비		볏짚, 보리짚, 야채류	보통	불량	보통	안전하게 사용할 수 있음
구 비 류	우분류	우분뇨와 볏짚	보통	보통	보통	비료효과를 고려하여 시용량 결정
	돈분류	돈분뇨와 볏짚	양호	양호	불량	
	계분류	계분과 볏짚	양호	양호	불량	
목 질 류 혼합퇴비	우분류	우분류와 톱밥	보통	보통	양호	미숙물질과 충해가 발생하기 쉽다
	돈분류	돈분류와 톱밥	보통	보통	양호	
	계분류	계분류와 톱밥	보통	보통	양호	
나무껍질 퇴 비 류		나무껍질, 톱밥을 주재료로 한 퇴비	불량	불량	양호	물리성 개량효과가 크다
왕 겨 퇴 비 류		왕겨를 주재료로 한 퇴비	불량	불량	양호	물리성 개량효과가 크다
도 시 쓰 레 기		가정의 부엌 쓰레기	보통	보통	보통	유리, 이물질 혼입 주의
식품산업 폐 기 물		식품산업 폐기물과 수분조절제	양호	보통	불량	비료효과를 고려한 시용

라. 유기질 비료의 종류

(1) 퇴구비류(堆厩肥)

(가) 퇴비(堆肥, compost)

짚·잡초·낙엽 등을 퇴적하여 부숙(腐熟)시킨 비료로 두엄이라고도 한다. 농가에서는 마당에 짚 등을 퇴적하여 물을 끼얹거나 석회질소 등의 질소질 비료를 가해 준다. 그러면 발효부숙이 빠르고 양질의 퇴비가 된다. 퇴비를 만들 때 간단한 움막을 지어 그 속에 쌓아 두면, 비를 그대로 맞게 하는 것보다 질소나 칼륨의 유실이 적어 좋은 퇴비를 만들 수 있다. 퇴비의 비료성분은 재료, 만드는 방법, 부숙 정도, 첨가물의 유무 등에 따라 매우 다르나 보통 수분 60~80%, 질소 0.2~0.5%, 인산 0.2~0.5%, 칼륨 0.4~1.5% 정도이며, 질소와 칼륨의 비효(肥效)가 크다. 질소는 유기태(有機態)인 것이 많고 흙속에서 서서히 분해하므로 작물에는 지효성(遲效性)이 좋은 질소비료가 된다. 퇴비 속에 있는 유기물은 흙속에서 미생물의 작용에 의해 부식으로 변해간다.

부식원(腐植源)으로서의 퇴비는 흙의 보수성(保水性)이 증가되고 흙의 물리성을 좋게 하며, 흙을 경운하기 쉽게 만드는 등 여러 가지 효과가 있다. 또한 흙의 흡비력(吸肥力)을 증가시키고 흙의 산성화를 저지하는 힘을 크게 하는 등, 흙의 화학성 개량에도 도움이 된다.

(나) 속성퇴비(速成堆肥, quick training compost)

가축이 없는 농가에서 단기간에 발효시켜 만드는 양질의 퇴비로 개량퇴비의 일종이다. 볏짚·보릿짚을 적당하게 절단(30cm 정도)하여 석회유를 고르게 뿌린 후 2주간 쌓아둔다. 다시 아래위를 뒤집어 섞어서 질소를 첨가한 후 쌓아 두고 현 가마니 등으로 덮어 4주간 방치한다. 다시 뒤집어 섞어 준 후 2주일이 지나면 완숙 퇴비가 된다.

(다) 외양간두엄(farmyard manure) / 구비(厩肥)라고도 한다.

가축을 사육할 때 생산되는 부산물로서 가축의 배설물, 짚, 기타 농장 폐기물을 퇴적해서 발효처리한 거름이다. 이것은 일반적으로 질소, 인산, 칼륨의 3요소가 고루 함유되어 있기 때문에 작물 생육에 알맞고 유기질이 풍부하여 토양내 미생물의 번식을 촉진하며, 토양의 보수성을 좋게 하고 비료효과의 지속성이 있다. 외양간 두엄을 옥외에 퇴적하면 비료성분의 손실이 크므로 구비사(厩肥舍)를 이용하는 것이 좋으며, 1m²는 약 0.8t이므로 사육규모에 따라 적당한 크기의 비사를 마련해야 한다. 비사의 바닥은 콘크리트로서 경사지게 하고 벽은 콘크리트 또는 블록으로 만든다. 위치는 가능한 한 외양간 가까운 곳에 작업이 편리하도록 설계해야 한다.

(2) 녹비(綠肥)

녹색식물의 줄기와 잎을 비료로 사용하는 것으로 농가 자급비료로서 퇴비와 함께 중요하다. 종류에는 야생녹비와 재배녹비가 있으며, 재배녹비로 쓰이는 식물을 보통 녹비작물 또는 비료작물이라 한다. 야생녹비는 활엽수의 어린 잎, 산야초 등 종류가 많으나 품질과 효과 면에서 크게 기대하기 어렵다.

녹비작물은 다음과 같은 조건을 갖추어야 한다.

- ① 생육이 왕성하고 재배가 쉬워야 하며,
- ② 심근성(深根性)으로 하층의 양분을 이용할 수 있고,
- ③ 비료성분의 함유량이 높으며 유리질소의 고정력이 강하고,
- ④ 줄기, 잎이 유연하여 토양 중에서 분해가 빠른 것이라야 한다.

재배녹비는 주로 콩과식물로 만드는데 자운영(紫雲英), 토끼풀, 벼치, 자주개자리, 풋베기 콩, 풋베기 완두, 루핀 등을 가장 많이 심는다. 그 밖에 유채(평지), 풋베기 귀리, 풋베기 옥수수, 풋베기 쌀보리, 메밀 등의 식물도 녹비로 이용할 수 있다. 성분은 칼륨 0.46~0.78%, 질소 0.45~0.67%, 인산 0.09~0.20%의 순으로 인산이 가장 적다. 따라서 녹비사용에는 인산질 비료를 무기질로 보충해야 한다. 이와 같이 녹비는 비료로서 직접적 효과가 있을 뿐 아니라, 토양 중의 유기물 함량을 증가시키고 무기성분의 유효도를 증가시키는 이외에 심토(深土)의 경토화(耕土化)를 촉진하며 미생물의 활동을 조장하는 등 간접적 효과도 크다.

녹비는 생초(生草)보다 어느 정도 건조시켜 사용하는 것이 분해가 완만하여 안전하며, 또 시용할 때 산소공급이 부족하면 분해가 지연되고 환원작용이 일어나 유해가스가 생겨 작물생육을 방해하는 경우가 많다. 이와 같은 유해작용을 방지할 수 있는 유효한 방법을 강구해야 한다. 한국에서는 논·밭의 이모작이나 과수원의 사이짓기로 자운영·헤어리베치 등의 작물재배가 이루어지나, 최근 화학비료의 사용으로 녹비재배가 줄어들고 있다.

(3) 식물성 유박류(油粕類)

(가) 깻묵(oil cake)

유박(油粕)이라고도 한다. 녹말 및 단백질의 함량이 높아서 가축사료로 쓰일 뿐 아니라 유기물과 질소 함량이 많고 인산, 칼륨 성분을 포함하고 있어 예로부터 자급비료(自給肥料)로 활용되고 있다. 완효성(緩效性)이어서 기비(基肥)로 사용된다. 한국의 경우 유기질 비료로 등록된 깻묵비료는 참깨, 들깨, 깻묵을 비롯해 콩깻묵, 채종깻묵, 면실깻묵, 땅콩깻묵 등 10여 종에 이른다.

(나) 면실깻묵

목화씨 깻묵 비료라고도 한다. 씨의 내과피(內果皮)가 적을수록 양질의 깻묵이 생산되며, 함유성분은 질소 5%, 인산 2%, 칼리 1% 내외이고, 비료의 효과도 비교적 빠르다. 비료공정 규격에는 질소 전량 4%, 인산 전량 4%, 칼리 전량 1% 이상으로 규제되어 있다.

(다) 콩깻묵(soybean oil cake)

탈지대두(脫脂大豆) 중 비료용으로 쓰이는 것.

기름을 충분히 제거한 것이 좋다. 비료로 사용할 때는 직접 시비하지 않고 미리 부숙(腐熟)시킨다. 근래에는 화학비료가 보급되어 콩깻묵은 그다지 사용되지 않는다.

(4) 어박류(魚粕類)

식품가공, 약품(간유) 재료에 쓰고 남은 어류의 찌꺼기 또는 어획이 많아 미처 처리 못한 어류를 자숙(煮熟), 압착, 건조, 분쇄하여 만든다. 주요 원료로는 대구, 명태, 꽂치, 정어리, 게, 새우 등이 있다. 어종 및 부위에 따라 비료성분이 다양하다. 어박은 유기질 비료 공정규격(公定規格)에는 전질소 4%, 적인산 3% 이상으로 규제되어 있으며 보통 질소 9~10%, 인산 4~6%를 함유하고 있다.

(5) 골분류(骨粉類 :bone dust)

동물 뼈를 분쇄가공한 가루를 말하며, 비료 또는 사료로 이용된다. 제법에 따라 조골분(粗骨粉), 증제골분(蒸製骨粉), 탈교골분(脫膠骨粉), 침출골분(浸出骨粉) 등으로 구분된다. 조골분은 보통 기압에서, 증제골분은 약 2기압, 탈교골분은 4기압에서 생골을 증열(蒸熱)하여 지방과 단백질의 일부를 제거·건조·분쇄하고, 침출골분은 용제로 처리한 후 가열·건조·분쇄하여 제조한다.

조골분 및 증제골분은 질소 2.0~5.5%, 인산석회 45~55%, 단백질 18~25%이고, 탈교골분은 질소 0.1~2.0%, 인산석회 55~65%, 단백질 5~10%이다. 또한 침출골분은 질소 4.8~5.3%, 단백질 3.0~3.5%를 함유한다. 골분은 지효성(遲效性) 비료이고, 인산이 주성분이므로 질소 및 칼륨의 병용이 요망된다.

(6) 분회(糞灰)

인분뇨와 재를 섞어 만든 자급비료로 옛날부터 사용하였다. 분회는 인분뇨의 악취를 제거하고 강알칼리성이어서 병균과 해충의 번식을 막을 수 있고 외관상 흉하지 않으며 고품

이어서 취급에 편리한 점이 있다.

인분뇨 중의 암모니아상태의 질소가 재 속의 알칼리와 반응하여 휘산되는 단점이 있다.

(7) 세균비료(細菌肥料, bacterial fertilizer)

유용한 토양세균을 순수배양하여 토양 또는 퇴비에 접종함으로써 미생물상을 개량하도록 한 비료이다.

퇴비의 발효촉진용으로서의 셀룰로오스 분해균이나 토양의 비옥도(肥沃度) 증진을 목적으로 하는 아조토박터(Azotobacter) 등은 유용한 세균이다. 현재 실용화하고 있는 세균비료는 뿌리혹박테리아인데, 콩을 파종할 때 종자에 접종한다.

(8) 혈분(血粉)

동물의 혈액을 건조 분쇄시킨 동물성 유기질 비료.

건혈(乾血)이라고도 한다. 도축장에서 나오는 혈액을 가열·응고·압착하여 탈수시킨 후 건조시켜 분쇄한 것이다. 흑갈색을 띠며 질소는 피브린, 알부민 등의 단백질(蛋白質)이며 약 12% 함유되었다. 비교적 분해가 빠르고 비료효과도 높다.

(9) 초목회(草木灰)

짚이나 풀 또는 나무를 태워서 만든 비료.

한국에서는 옛날부터 사용되고 있다. 좋은 칼륨비료로서 칼륨의 함량은 원료에 따라 다른데 건물당(乾物當) 3~11%이다. 함유된 칼륨의 80~90%가 탄산칼륨으로 수용성이므로 비료로서 속효성을 가진다. 원료에 대한 초목회의 수율(收率)은 가열처리에 따라 다른데 나무류에서는 3~4%, 짚에 있어서는 약 10% 정도이다.

마. 유기질 비료의 활용상 문제점

(1) 비 경제성

시중에 유통중인 유기질 비료 및 부산물 비료의 가격은 진폭이 심하나 대체로 20kg당 2,000~6,000원이다. 함유된 질소 성분량을 기준으로 질소 100kg에 해당하는 부산물비료 가격은 대체로 280,000~840,000원에 해당되어 가격이 매우 비싸다. 이 때문에 저렴하게 공급되는 무허가 내지 불량 유기질 비료인 도시폐기물이나 산업폐기물이 이용되는 경우도 많아 토양이 오염되고 작물이 피해를 입는 경우도 종종 있다. 또한 유기질 비료에 함유된 양분의 분균형으로 합리적인 시비가 어려울 때가 많다.

(2) 양분의 불균형

국내에서 많이 유통되는 유기질 비료는 대부분이 가축분뇨로서 현재 시판되는 33개소의 유기질 또는 부산물비료를 조사한 결과 전질소 0.23~1.75%, 유효인산 0.19~4.85%, 칼리 0.06~1.47%로 나타났다. 이것을 유기질 비료 1톤을 시용했을 때 투입되는 비료의 성분량으로 계산하면 질소 2.3~17.5kg 인산 0.8~21.2kg, 칼리 0.4~10.4kg이 된다. 따라서 1톤의 유기질 비료만 주더라도 시비기준에 의한 시비량 조절은 불가능하게 되고 인산이나 칼리는 계속적으로 축적되어 토양에 남게 되어 양분의 불균형 축적을 가져오고 있다.

(3) 미부숙 비료의 유통

퇴비제조 목적을 충족시키기 위한 부숙기간은 보통 6개월이 소요되는데 시중에 유통되는 유기질 비료의 제품중에는 부숙기간이 20~40일 정도로 미부숙 상태인 제품이 유통되어 피해가 발생하는 일도 있다.

(4) 과다사용에 의한 환경오염

유기질 비료를 과다하게 시용할 때는 직접적으로 작물에 나타나는 피해는 양분의 불균형 축적과 염류의 과다 집적일 경우가 많다. 유기농업 실천농가 포장의 토양화학성 조사결과를 보면 EC가 일반 농지보다 20배 이상 높은 경우도 있다. 연구자에 따라 다르겠으나 토양 중 유효인산 함량이 1,600mg/kg일 때 수용성인산은 13.6~80.7mg/kg이나 방출된다고 하였으며 1,000~1,200mg/kg에서 8~9mg/kg이 침출수로 용해되어 나온다고 한다. 또한 인산은 토양중에 고정되어 환경유해성이 적은 것으로 알려져 왔으나 수질 부영양화를 유발하는 물질 중 인산이 제한요인으로 작용하며 부영양화 기준치가 P_2O_5 로 0.02~0.07mg/l인 점을 고려하면 불필요한 인산의 집적은 환경오염원이 될 수 있다.

(5) 화학비료에 대한 지나친 불신

화학비료 중 불순물이 함유된 비료는 인산질 비료뿐이고 질소와 칼리비료는 내용물이 매우 순수하다. 반면에 유기질 비료는 각종 폐기물을 이용하게 됨으로써 크롬, 카드뮴 및 납 등이 존재하며 크롬은 시판되는 제품에서도 기준치를 넘어서 검출된 경우도 있다. 따라서 토양개량제가 아니라 경우에 따라서는 화학비료보다 해로울 수도 있다.

<부록>

부산물비료 공정규격

개정 농촌진흥청 고시 제2002-29호(2002.12.31)

비료의류	함유하여야 할 주성분의 최소량(%)	함유할 수 있는 유해성분의 최대량 (단위:mg/kg)	기타규격	비고
그린(1급) 퇴비 (신설: '02.12.31)	유기물 40	비소 25 카드뮴 2.5 수은 1 납 75 크롬 150 구리 200 니켈 25 아연 500	○유기물대 질소의 비 40이하 인 것 ○염분(NaCl)1.0%이하 ○수분(H2O)45%이하	1.<별표1>의 1.사용 가능한 원료 사용 2.부속도 측정을 위하여 자가발열 온도측정법 또는 유식물검정법을 병행하여 검토할 수 있다.
퇴비	유기물 25	비소 50 카드뮴 5 수은 2 납 150 크롬 300 구리 300 니켈 50 아연 900 (개정:'02.1.31)	○유기물대 질소의 비 50이하 인 것 ○염분(NaCl)1.0%이하 ○수분(H2O)45%이하 (개정:'02.1.31)	퇴비의 원료로 사용가능한 물질과 사용이 불가능한 물질은 별표1과 같다. (개정:'97. 7. 19)
부속겨	유기물 25	비소 50 카드뮴 5 수은 2 납 150 크롬 300 구리 500 (개정:'96.7.4)	유기물대 질소의 비 50이하 인 것	겨를 70%이상 사용한 것 (개정:'97. 7. 19)
재		비소 50 카드뮴 5 수은 2 납 150 크롬 300 구리 500 (개정:'96.7.4)	○수분 30%이하인 것 ○염산불용해물 30%이하인 것	초·목회에 한함 (개정:'00.4.10)
분뇨잔사	유기물 25	비소 50 카드뮴 5 수은 2 납 150 크롬 300 구리 500 (개정:'96.7.4)	○습식산화(濕式酸化) 잔사이외 처리물은 기생충 감염여부에 대한 시험을 실시하여야 함. ○유기물대 질소의 비 50이하인 것	분뇨잔사에 한함 (개정:'00.4.10)
부엽토		비소 50 카드뮴 5 수은 2 납 150 크롬 300 구리 500 (개정:'96.7.4)	○염산불용해물 30%이하인 것 ○유기물대 질소의 비 50이하인 것	부엽토에 한함 (개정:'00.4.10)

비료의류	함유하여야 할 주성분의 최소량(%)	함유할 수 있는 유해성분의 최대량 (단위:mg/kg)	기타규격	비고
아미노산 발효 부산비료 (액)	질소전량:4 (개정: '96.1.10)			원료는 조미료 생산시 발생하는 아미노산발효 부산물(액)을 중화처리한 것에 한함. (개정: '00.4.10)
부산동물질비료(액) (신설: '02.11.8)	질소전량:6			원료는 식품첨가물인 엘-시스틴 생성시 발생하는 아미노산액에 한함
건 계 분	유기물 20	비 소 50 카드뮴 5 수은 2 납 150 크롬 300 구리 500 (개정: '96.7.4)	염산불용해물 30%이하인 것	계분을 단순건조한 것 (개정: '97.7.19)
건 조 축 폐 기 물	유기물 25	비 소 50 카드뮴 5 수은 2 납 150 크롬 300 구리 500 (개정: '96.7.4)	유기물 대 질소의 비 50이하인 것	건조축산폐기물에 한함 (개정: '00.4.10)
가축분뇨 발효비료 (액) (신설: '02.12.31)	질소전량 : 0.1	비 소 5 카드뮴 0.5 수은 0.2 납 15 크롬 30 구리 30 아연 90 켈 5	○병원성미생물 Fecal E. Coli. : 1,000이하(MPN/ml) Salmonella : 3이하(MPN/4ml) ○염분(NaCl) : 0.3%이하 ○수분함량 : 95% 이상 ○냄새약취강도(관능법) : 2수준 대기환경보전법 악취발생제한 규정에 준함	1.저장기간 및 시설 : 호기성 발효의 경우 6개월 이상 저장 및 폭기조·교반장치 저장시설 200t 이상 설치 2.살포량 : 연간 질소 25kg/10a이하 3.살포시기 : 겨울철 및 장마기 제한 4.살포지 : 민가에서 200m 이상 격리지역 5.농경지밖으로 유출금지
부숙왕겨 또는 부숙톱밥 (개정: '01.1.31)	유기물 30	비 소 50 카드뮴 5 수은 2 납 150 크롬 300 구리 500 (개정: '96.7.4)	유기물 대 질소의 비 70이하인 것	왕겨 또는 톱밥을 70%이상 사용한 것 (개정: '02.1.31)
토양미생물제제 (미생물효소) 및 토양활성 제제비료			비료관리법 시행규칙 제3조 제2항의 규정에 의한 시험 연구기관에서 재배시기 또는 지역을 달리 하여 2번 이상의 시험결과에 따라 등록	미생물의 속명·종명을 등록중·포장대에 기재하고, 보관조건, 유통기간, 안전관리상 주의사항을 포장대에 표기한다. (개정: '00.4.10)

<별표 1>

퇴비의 원료로 사용 가능한 물질과 사용불가능한 물질

1. 사용가능한 원료

원 료 범 위	비 고
1. 농림부산물류(짚류, 왕겨, 미강, 녹비, 농작물잔사, 낙엽, 수피, 톱밥, 목편, 부엽토, 야생초, 폐사료, 한약재찌꺼기, 이탄, 토탄, 갈탄, 깻묵류 및 기타 유사물질 포함)	○페인트나 락카가 처리된 폐목재 제외
2. 수산부산물(어분, 어묵찌꺼기, 해초찌꺼기, 게껍질, 해산물 도매 및 소매장 부산물포함)	○폐수처리오니 제외
3. 인·축분뇨등 동물의 분뇨(인분뇨 처리잔사, 구비, 우분뇨, 돈분뇨, 계분, 기타 동물의 분뇨)	
4. 음식물쓰레기	
5. 식료품 제조업·유통업 또는 판매업에서 발생하는 동·식물성 잔재물(도축, 고기가공 및 저장, 낙농업, 과일 및 야채, 통조림 및 저장가공, 동식물 유지류 빵제품 및 국수, 설탕 및 과자, 배합사료, 조미료, 두부 및 기타)	○폐수처리오니 제외 (개정 : '02.1.31)
6. 음료품 및 담배 제조업에서 발생하는 동식물성 잔재물(주정, 소주, 인삼주, 증류주, 약주 및 탁주, 청주, 포도주, 맥주, 청량음료, 담배제조업 및 기타)	○폐수처리오니 제외 (개정 : '02.1.31)

2. 사전 분석검토 후 사용가능한 원료

원 료 범 위	비 고
1. 식료품 제조 및 판매업(수산포함)에서 발생하는 폐수 처리하오니	○퇴비의 원료로 사용하고자 하는 자가 제시한 폐수처리공정에 첨가되는 물질의 종류 특성과 오니중의 이화학적 성분, 재료의 토양오염 및 분해성의 자료를 농업과학기술원장이 검토한 후 지정 고시 ○ 합성 및 특수약품을 제조하는 과정에서 발생하는 폐수처리오니는 제외 ('02. 12. 31 개정)
2. 음료품 및 담배 제조업에서 발생하는 폐수처리오니	
3. 종이제조업에서 발생하는 부산물 및 폐수처리오니	
4. 읍·면단위 농어촌지역 생활하수오니	
5. 제약업에서 발생하는 부산물 및 폐수처리오니('02. 12. 31 개정) ○ 물리적추출, 발효 단순혼합, 무균조작으로 제조하는 과정에서 발생하는 경우	
6. 화장품제조업에서 발생하는 부산물 및 폐수처리오니 ('02. 12. 31 개정)	
7. 기타 비료원료로 활용가치가 있는 물질	

3. 사용불가능한 원료

원 료 범 위	비 고
<ol style="list-style-type: none"> 1. 산업용 화합물 제조업 및 기타 화학제품제조업 부산물 및 폐수처리오니 (’02. 12. 31 개정 “제약포함” 삭제) 2. 고무제품 및 플라스틱 제조업 부산물 및 폐수처리오니 3. 제1차 금속 제조업 부산물 및 폐수처리오니 4. 조립금속 제품, 기계 및 장비제조업 부산물 및 폐수처리오니 5. 석유제조 및 정제업 부산물 및 폐수처리오니 6. 가죽 및 모피제품 제조업 부산물 및 폐수처리오니 7. 비금속광물 제품 제조업 부산물 및 폐수처리오니 8. 육상운수 및 자동차 부산물 및 폐수처리오니 9. 수선업 및 세탁업 부산물 및 폐수처리오니 10. 인쇄, 출판 및 사진처리업 부산물 및 폐수처리오니 11. 전기업 부산물 및 폐수처리오니 12. 도시 및 공단지역 폐수처리오니 13. 기타 사용불가로 명시된 폐기물과 유사한 물질도 포함 	