



# 임산부산물 수피비료의 특성

양재의/강원대학교농화학과교수

## 1. 서언

지난 수십 년간 농업의 주된 목적은 식량난을 해결하기 위해 작물의 생산성 향상에만 주력해 왔다. 그러나 농업 및 산업활동의 결과로서 배출되는 각종 부산물에 의한 주변 환경오염이 심각해지고 이로 인해 인간생활에 직간접적인 피해를 주고 있는 실정이다.

따라서 현대 농업의 개념은 생산성 향상 뿐 아니라 농업생산을 위한 환경의 질을 보전 향상시키는 방향으로 전환되고 있다. 이러한 노력의 일환으로 가축분뇨, 수피, 옌니등의 유기성 부산물들을 발효시켜 비료로 사용하고 환경오염을 줄이려는 노력이 심도 있게 진행되고 있다.

수피와 같은 임산부산물은 외국의 경우 조경, 농업용재, 연료, 종이제조 원료 등에 재활용되고 있고, 우리 나라의 경우도 이를 비료화하는 노력이 최근 들어 활성화되고 있는 경향이다. 본문에서는 유기자원의 토양에 환원시

켜야 하는 중요성, 미숙된 부산물 유기질 비료의 문제점, 주로 강원도에서 생산되는 소나무의 수피 부산물을 이용하여 제조한 수피비료의 화학적 특성과 이의 작물에 대한 시용 효과를 간단히 소개하고자 한다. (수피비료는 삼주물산 (강원도 원주시 소재)에서 시료를 제공받음)

## 2 유기성 자원을 토양에 환원시켜야 하는 중요성

우리나라의 경우 제한된 농경지에서 집약적인 작물의 생산을 위해 화학비료에 크게 의존해왔다. 그 결과 토양이 매우 산성화되고 유기물 함량이 낮아지고 있다. 토양이 산성화되면 식물뿌리의 생물화학적 기능을 저하시키는 직접적인 피해 뿐 아니라 식물뿌리에 독성을 보여줄 수 있는 알루미늄 등의 금속의 용해도를 증가시키고, 인산고정의 증가 등으로 인해 영양소 유효도를 저하시키는 등 피해보다 더 큰 것으로 알려지고 있다.

토양 유기물이란 식물체 동물체 등의 유기물질이 토양에 유입되었을 때 토양에 서식하는 미생물에 의해 분해되었거나 분해되는 과정에 있는 물질들을 통칭하는 용어로서, 이는 식물이 필요로 하는 영양소를 저장 공급하는 역할을 할 뿐 아니라 토양 미생물의 활성증대, 토양의 구조개선, 토양의 온도상승, 뿌리의 생육촉진, 수분의 보유력 향상, 염기치환용량 증대, 영양소의 완충능력 향상, 유해물질의 불활성등 식물생육에 많은 유익한 역할을 보여지게 된다.

따라서 토양비옥도 및 식물영양학적 측면에서 볼 때 토양에 유기질비료를 사용해야 하는 중요성이 증가되어, "토양에서 생산되는 가능한 모든 유기물질은 토양으로 환원시켜야 한다."고 말하고 있다.

유기질비료를 사용하는 목적은, 식물생육에 필요한 영양소를 즉시 공급해 주는 속효성 효과를 기대하기보다는, 토양의 물리, 화

---

● ●

## 부산물 비료가 식물생육에 좋은 환경을 제공 하기 위하여는 이들이 적합하게 부숙되어야 하 고, 사용되었을 경우 식물에 악영향을 초래하 지 말아야 한다.

● ●

학, 생물학적 특성을 개량하고 유기물이 미생물에 의해 분해될 때 영양소를 공급하는 등 식물생육에 유리한 토양환경을 제공하는 효과를 얻는데 있다. 각종 부산물을 비료화하여 토양에 사용할 경우 적절하게 제조된 유기질 비료를 통해 이런 효과를 기대할 수 있으나, 부적절하게 제조된 산물 비료가 사용될 경우 오히려 이로 인한 피해를 볼 수도 있다.

### 3. 미숙된 부산물 유기질 비료의 문제점

우리나라 비료관리법에서 부산물 비료란 “농업, 임업, 축산업 또는 수산업을 영위하는 과정에서 나온 부산물, 토양미생물제제(토양효소제제를 포함한다), 토양활성제, 기타 비료성능이 있는 물질 중 농수산부장관이 지정하는 것을 말한다”라고 정의되고 있다.(비료연감, 1992). 농업, 임산업, 축산업 등의 생산활동으로 배출되는 가축분뇨, 톱밥, 계분, 왕겨, 부엽토, 樹皮(Bark)등 유기

성 부산물을 매립하거나 소각하는 것 보다 퇴비화(composting)하는 것은 비용이 저렴하고, 생산물을 재활용할 수 있고, 아울러 환경오염문제를 줄일 수 있는 장점 때문에 자원화하려는 노력을 하고 있다.

1993년을 기준으로 국내에 등록된 부산물 비료허가 업체수는 약 210여개소로 이들 업체에 의한 부숙톱밥, 퇴비, 건계분등의 부산물 비료 1일 생산량은 약 2600ton에 달한다(비료연감, 1993).

농업부산물의 비료화에 대한 국내의 기술은 아직 미흡한 실정이며, 외국의 공법을 이용하거나 발효복합 시설개발 등 비료화의 단계정립에 관한 연구가 진행되고 있다. 우리나라에서 생산되는 부산물 비료가 비료공정규격에 의해 규제받는 사항은 유기물함량 25%이상, 유기물/질소 비 50이하, 유해성분 As(50ppm 이하), Cd(5 ppm 이하), Pb(50 ppm 이하)등이다(비료연감, 1993).

대부분의 부산물은 그 특성이

유기성이므로 유기물함량은 그 자체로도 25%가 훨씬 상회될 수 있고, 유기물/질소의 비율은 화학비료를 이용하여 그 기준 %를 쉽게 조절할 수 있다. 다시 말해 부산물비료가 부숙되지 않은 상태에서 시판이 가능할 것으로 여겨진다. 그러므로 현행 비료공정규격은 부산물비료의 품질과 안정성을 판정하는 데는 매우 빈약한 것으로 판단된다. 부산물 비료가 식물생육에 좋은 환경을 제공하기 위하여는 이들이 적합하게 부숙되어야 하고, 사용되었을 경우 식물에 악영향을 초래하지 말아야 한다. 부산물비료의 숙성도(maturity)는 이들 부산물 비료가 농업생산성에 효율적으로 활용될 수 있는지를 결정하는데 큰 영향을 미치는 것으로 보고되고 있다.

C/N비가 매우 높은 미숙된 부산물비료를 사용하면 미생물이 증가하게 되고 이들에 의해 토양중 유효태 질소가 이용되어 식물이 흡수할 수 없게 되므로 식물에 일시적 질소기아 현상을 초래하

게 된다. 한편 C/N비가 매우 낮을 경우 암모니아독성, pH증가 등으로 인해 작물생육에 피해를 줄 수 있다.

또한 미생물 활성의 급증으로 인해 산소결핍이 초래되어 강 환원상태 조성(낮은 Eh), 유해한 유기산함량 증가, 환원형 중금속의 용해도 증가 등으로 인해 식물뿌리의 성장이 피해를 받는 것으로 알려지고 있다.

미숙퇴비의 냄새문제 뿐 아니라 염류집적문제, 종자발아, 성장성숙 지연, 병원균 등 세균감염, 일시적 Nitrite의 축적문제들이 보고되고 있다. 부산물 사용에 따른 이러한 부정적인 문제들은 적절한 비료화 방법 및 비료가 완숙됨에 따라 최소화될 수 있다.

화학비료의 과다 사용으로 인해 토양의 비옥도가 낮아진 실정에서 토양개량효과를 위해 유기질 비료의 사용 필요성이 증가하므로 적절한 기준이 없이는 불량 부산물 비료의 난립 및 남용에 의한 커다란 피해가 우려된다.

#### 4. 임산부산물 수피비료의 특성

##### (1) 화학적 조성

(표1)은 소나무 생수피와 완숙퇴비의 화학적 조성을 보여주고 있다. 완숙된 수피비료의 수분함량은 약 64%로서 퇴비한 발효과

정에 관여하는 미생물들의 최적 수분조건인 50~70%의 범위에 속하였다.

생수피의 pH는 산성(4.5)이었으나 발효가 진행될수록 pH는 증가되어 완숙퇴비의 pH는 중성에 근접했다(pH 6.86). 총 질소함량의 경우 완숙된 수피비료는 1.6%로 다른 종류의 시판되는 유기질 비료보다 높은 경향으로 일본의 수피비료에 관한 실험결과와 일치되는 경향이였다(河田 弘 1981).

무기태 질소인 NH<sub>4</sub>, NO<sub>3</sub>, Ca, Mg, K, Na, 인산등의 영양소 함량도 부숙됨에 따라 생수피보다 훨씬 증가하였다.

C/N 비와 O.M./M 비는 유기질 비료의 부숙도를 판정하는 매우 중요한 요인으로 완숙 수피비료의 경우 C/N 비가 20, OM/N 비가 35정도로 우리 나라 비교관리법에서 요구되는 자격요건을 충족시키고 있다(비료연감, 1993). 유기질 비료로부터 질소성분이 용출되기 시작할 수 있는 C/N비는 25~35범위에 속하므로(Paul and Clark, 1988), 완숙수피비료는 이 조건을 만족시켜 주고 있었다.

우리 나라에는 수피비료의 부숙도 및 품질을 판정할 수 있는 기준이 따로 설정되어 있지 않은 실정이다. 일본 퇴비공업회의 수

피비료에 대한 품질기준에 따르면 공시 수피비료(삼주물산)는 1급-특급에 상응하는 품질을 보유하고 있으며, 전 질소함량, C/N비, 전 인산 함량, 전 칼리함량, 양이온치환용량(CEC), 수분함량, pH등의 기준은 특급품질에 해당되고 있다.

##### (2) 수피비료 사용이 채소류의 생육과 양분흡수에 미치는 영향

수피비료가 상치, 시금치, 고추의 생육과 양분흡수에 미치는 영향을 조사하기 위하여, 미사질 양토에 완숙 수피비료를 1,500~3,000kg/10a 수준으로 처리했다. 화학비료와의 효과를 비교하기 위해 농촌진흥청 비료 권장량에 기준하여 질소, 인산, 칼륨비료를 매우 불량한 편이었으나, 질소, 인산, 칼리질 비료를 권장량 처리한 경우는 생육이 매우 양호하였다.

수피비료만을 처리한 경우도 생육이 매우 양호했으며 생육에 사용했고, 화학비료 전량처리구, 수피비료 전량 처리구, 수피비료 전량+화학비료 반량처리구로 구분하여 시험하여 생육, 수량, 영양소 흡수량등을 조사했다.

무처리구에서는 질소결핍으로 인한 황화현상(Chlorosis)가 명확히 관찰되었으며 따라서 생육이

(표1) 수피비료의 화학적 특성

Bark	H <sub>2</sub> O	pH	EC	T-N	T-C	O.M.	CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	C/N	O.M./N	CEC	NH <sub>4</sub>	NO <sub>3</sub>
	%		dS/m	%							me/100g		ppm			
생수피	35.5	4.52	0.19	0.43	35.5	61.2	1.83	0.45	0.16	0.07	0.48	87.0	142.3	48.0	160	291
수피비료	64.3	6.86	1.51	1.60	32.6	56.2	3.22	0.64	0.70	0.17	1.69	20.4	35.2	91.9	879	3497

(표2) 수피비료 처리가 상치의 양분흡수에 미치는 영향

처리구	T-N (%)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)	Ca (%)	Mg (%)	K (%)	Fe (ppm)	Zn (ppm)
무처리	1.67	0.24	0.10	0.33	2.39	305.1	94.61
(N, P, K) <sup>#</sup>	4.20	1.18	0.17	1.22	4.72	572.6	216.7
수피 1500kg/10a	1.87	0.36	0.07	0.45	2.74	453.7	143.5
수피 2000	1.57	0.41	0.07	0.45	3.29	632.0	131.3
수피 2500	2.97	0.43	0.08	0.45	4.12	305.2	106.8
수피 3000	2.13	0.41	0.06	0.93	4.80	275.4	112.9
수피 1500+½(N, P, K)	3.53	0.53	0.13	0.98	4.78	483.4	143.5
수피 2000+½(N, P, K)	4.20	0.86	0.14	1.28	4.85	464.0	180.1
수피 2500+½(N, P, K)	3.73	0.67	0.08	0.35	4.80	424.0	119.0
수피 3000+½(N, P, K)	2.73	1.39	0.24	1.03	4.25	453.7	131.2

# 비료사용량 : 20-5.9-12.8kg/10a

미치는 수피비료의 효과는 화학비료의 효과보다 우수했다. 일반적으로 수피비료의 사용량이 증가할수록 생육은 양호한 편이었으며, 처리구간에는 (수피+1/2 화학비료 처리구)>(화학비료처리구)>(수피비료 처리구)>(무처리구)순으로 생육상황이 양호한 것으로 관찰되어, 수피비료와 화학비료의 혼용 사용으로 화학비료의 사용절감효과를 기대할 수 있었다.

지상부 및 뿌리의 수량(생중량, 건중량)은 수피비료의 사용으로 인해 무처리구에 비해 유의성 있게 증가되었고, 수피비료+1/2(N, P, K) 처리구의 수량이 수피비료만 처리한 경우보다 수량의 증가효과가 우수했으며 수피비료의 사용효과가 화학비료 사용효과보다 양호한 결과를 보여주었다.

(표2)는 수피비료 처리가 상치에 의한 양분흡수에 미치는 영향

을 보여주고 있다. 무처리구의 영양소 흡수량은 결핍현상을 나타냈으나 수피비료의 사용에 의한 질소, 인산, 칼륨, 칼슘, 미량원소 등의 흡수량은 무처리구에 비해 수피비료의 사용량에 비례하여 증가되었고 수피비료와 질소비료 권장량의 반량을 혼용하였을 때가 수피비료만을 처리한 경우보다 영양소 흡수량이 증가되었다.

수피비료를 단독으로 처리한 경우의 영양소 흡수량은 화학비료 처리보다 부족한 경향이었으나 인산, 칼륨의 흡수량은 정상적인 생육에 적합한 수준이었다.

### (3) 수피비료 사용이 토양비옥도에 미치는 영향

(표3)은 수피비료를 사용하여 작물을 재배한 후 토양시료를 채취하여 화학적 특성을 분석한 결과를 보여주고 있다. 수피비료의 사용에 따라 토양의 총 질소, 인산, 치환성 양이온 함량은 무처리구에 비해 증가되었고 수피비료의 사용량이 증가할수록 정비례

(표3) 수피비료 처리가 토양의 화학적 특성에 미치는 영향

	TN	TP	OM	Exc. Ca	Exc. K	Exc. Mg
	%	ppm	%	.....meq/100g.....		
무처리	1.19	833.4	1.49	2.72	0.24	0.61
N, P, K	0.25	913.1	1.72	2.89	0.60	0.60
수피 1500kg/10a	0.22	838.0	2.02	3.47	0.21	0.71
수피 2000	0.24	833.3	2.21	3.60	0.23	0.78
수피 2500	0.24	934.8	2.16	3.73	0.30	0.83
수피 3000	0.26	846.2	2.34	3.73	0.32	0.86
수피 1500+½(NPK)	0.24	876.4	2.01	3.28	0.30	0.65
수피 2000+½(NPK)	0.25	866.0	2.32	3.50	0.30	0.72
수피 2500+½(NPK)	0.24	916.2	2.40	3.44	0.48	0.78
수피 3000+½(NPK)	0.26	913.2	2.38	3.46	0.52	0.77

TN=total nitrogen(총 질소); TP=total Phosphorus(총 인산); OM=organic matter(유기물).

하여 증가되었다.

화학비료 처리구의 경우도 토양의 영양소함량을 무처리구보다 증가시켰다. 토양중 영양소 함량의 증가는 수피비료와 화학비료 반량을 함께 사용했을 때 수피비료 단독처리구보다 많이 증가되는 경향을 보여주었다.

토양유기물 함량은 수피비료 사용에 의해 무처리구에 비해 현저히 증가되었고, 수피비료의 사용량이 증가될 수록 토양 유기물 함량이 증가되었다. 토양의 화학적 특성변화를 고려한 토양의 비옥도는 수피비료에 의해 향상되었으며 영양소함량의 증가는 유기물 사용에 따른 이론적 효과와

일치되는 경향을 보여 주었다.

수피비료와 화학비료의 반량을 처리한 경우 토양의 비옥도 향상이 좋은 효과를 보여주고 있음을 감안할 때 수피비료는 화학비료의 의존도를 줄이고 토양의 특성을 개량할 수 있다는 점을 시사해 주고 있다.

## 5. 요약

본 시험에 사용한 공시 수피비료는 잘 완숙된 퇴비로서 영양소의 화학적 조성함량이 일반 퇴비보다 우수한 편으로 식물의 생육을 촉진시켜 주었고 수량을 증가시켰다. 공시 수피비료의 사용에 따라 식물에 의한 영양소 흡수량

이 유의성있게 향상되었고, 토양의 화학적 특성을 개량시켜 주었다.

공시 수피비료 사용에 따른 생육장애 및 염류장애등은 관찰할 수 없었다. 비료권장량에 따른 화학비료의 사용도 식물의 생육 및 양분흡수를 도와주었으나, 수피비료와 화학비료를 반만 혼용하였을 경우도 생육, 수량, 양분흡수 및 토양 개량 효과가 우수한 편으로, 수피비료 사용으로 화학비료 의존도를 줄일 수 있어 화학비료의 과다 사용에 따른 환경적 문제점을 경감시키는데 도움을 줄 수 있을 것으로 생각된다.

농업 부산물을 비료화하여 활용할 경우 공시 수피비료와 같은 긍정적인 효과를 얻기 위해서는 부산물 비료의 숙성도, 즉 품질을 고려하여야 하며, 부적절하게 부숙된 유기질 비료의 사용에 의한 피해를 줄여야 할 것으로 생각된다.

## [참고문헌]

- 비료연감 1992, 1993. 비료공업협회.  
 河田 弘 1981. 樹皮堆肥. 製造, 利用의 理論과 實際. 傳友社  
 paul, E. A. and F. E. Clark. 1988. Soil Microbiology and Biochemistry. Academic Press.