

# 지역 부산물자원을 이용한 고품질퇴비 생산 및 친환경 작물 재배

**유영창\*** / 양양군친환경연구회 회원

**이해원** / 양양군농업기술센터 농촌지도사

**김현기** / 양양군친환경연구회 회원

## 서론

땅심은 농사의 기본이다. 땅심은 토양 유기물과 밀접한 관련이 있는데, 부식(humus)이라고도 하며 일반 흙보다 약 20배의 양분과 6~10배의 수분을 보유하여 서서히 토양과 작물에 공급하고, 미생물의 먹이가 됨과 동시에 미생물의 활동을 돕는다. 토양에 유기물이 많으면 ①수확량과 품질향상 ②물 저장능력 향상 ③보비력<sup>1)</sup> 증대 ④토양오염 감소 ⑤질산염 용탈 방지 ⑥작물 생장에 유리한 토양구조 형성 ⑦수익성 향상<sup>2)</sup> 등을 기대할 수 있으며, 이는 외부투입으로 높일 수 있는데 대표적인 방법이 농산 부산물을 활용하는 것이다.

강원도 양양군 내의 한우 및 양돈 단지에서는 연간 3만 톤 이상의 축분이 생성된다. 발생하는 축분은 충분한 발효를 거쳐 토양에 살포되어야 하나, 현장에는 미숙 퇴비로 살포되는 경우가 많다. 미부숙 퇴비에는 유해 미생물이 남아있으며, 살포 이후 토양 가스 장애 등을 일으켜 작물생육환경에 부정적 영향을 줄 뿐 아니라 악취

---

\* **유영창**(namu1703@naver.com): 유익한 미생물의 왕성한 활동만이 좋은 먹거리의 밑바탕이라는 믿음으로 가급적 탈 화석에너지를 지향하며, 1,000여평을 농사짓고 있는 귀농 16년차 아마추어 농사꾼이다.

1) 토양이 양분을 오래 지니는 정도이다.

2) 지온 상승으로 인한 농작물 재배기간의 감소 및 빠른 출하가 가능하다.

유발과 해충 서식 등 불편함을 야기하고 있다.

고로 퇴비의 부숙이 중요한데, 부숙도를 향상하기 위해서는 발효 시 내부까지 공기를 공급하면서 적정 부숙 온도와 발효시간을 관리해야 하나, 통상 농가 및 농업인 단체에서는 단순 퇴적식 퇴비사를 운영하므로 관리가 쉽지 않다. 호기성 고온 발효를 위해서는 발효조 바닥에 적용이 가능한 파이프형 공기공급시설과 교반 방식을 개선한 발효시설이 요구되기 때문이다. 따라서 본 연구는 공동퇴비 발효시설 바닥에서 공기를 강제 투입할 수 있는 비 가림 퇴비 발효장을 시설하고, 패들링 바퀴를 이용한 자동 교반 장치를 구동할 수 있도록 설계, 운용하여 퇴비생산에 드는 노동력을 줄이고자 한다.

나아가 지역의 축분을 비롯하여 알뜰밥 및 쌀겨, 페버섯 배지, 계분, 우분, 계깍질 가루 등 농산, 축산, 수산 부산물에 농업기술센터에서 제공하는 유효 미생물을 함유한 고품질퇴비를 생산하고, 친환경 작물의 생육도 확인하고자 한다.

## 연구방법 및 내용

### 1. 퇴비제조

퇴비제조는 지역 농·축·수산 부산물인 우분, 계분, 버섯 폐배지, 흥게 껍데기, 미강 등의 재료를 이용하며, 특히 땅심을 높이는 가장 빠르고 효과적인 소재인 톱밥<sup>3)</sup>을 혼합하여 토양 유기물 공급에 중점을 두었다.

1) 퇴비사 바닥에 공기공급용 파이프를 매설하고 송풍기로 공기를 불어 넣어 고온 발효로 톱밥 등 목질류가 가진 유기화합물을 분해하고, 유해성 세균과 잡초 씨앗의 사멸을 유도하였다.

2) 40마력 모터를 이용한 패들링 장치를 120rpm으로 회전시켜, 바닥으로부터 높이 10~180cm의 퇴비 더미를 자동으로 혼합, 교반함으로써 산소의 원활한 공급을 통해 고온 발효를 유도하였다.

3) 톱밥 퇴비는 볏짚 퇴비와 비교하면 토양 유기물(부식)이 생성되는 것은 3배 이상, 염기치환용량(보비력)은 7배, 기계적, 물리적 효과의 지속성은 4배 이상이다(석종욱, 2013).

3) 미생물 주입과 수분조절은 농업기술센터에서 무료 분양하는 유효 미생물(젖산균, 광합성균, 고초균)을 물과 함께 5:1~20:1로 희석하여 분사, 공급하여 수분을 60%로 유지하며, 발효를 촉진하였다.

4) 후숙 과정을 3개월 정도 유지하여 부식생성과 함께 방선균 등 유효 미생물의 생성을 적극적으로 유도하였다.



[그림 1] 시험생산재료 반입



[그림 2] 재료혼합



[그림 3] 교반 후 퇴적



[그림 4] 공기공급용 호스 설치



[그림 5] 공기공급용 브로워 연결



[그림 6] 온도 검침용 온도계 삽입



[그림 7] 질소 보충용  
생선액 제조



고온발효



[그림 9] 고온 발효 점검  
(64.9°C)



[그림 10] 발효온도 하강 후 뒤집기  
(온도 기준 40°C)



[그림 11] 뒤집기 중 수분조절용으로 퇴비차  
살포(수분 기준 60%)



[그림 12] 폭 1.5m, 높이 1.5m 길이 3m  
발효 중인 퇴비 더미



[그림 13] 1차 시험생산 퇴비 완료 후 포장

## 가. 시험퇴비 생산

고품질퇴비의 본 생산에 앞서 2020년 6월부터 9월까지 시험퇴비를 생산하여 데이터와 얻고, 검토를 거쳤다. 투입된 재료는 우분, 톱밥 등 3,515kg(액상 미생물과 수분조절용 물 제외)이며, 이를 통해 생산된 퇴비는 1,500kg(조곡용 포대 15kg×100포대)로 포장 후 시험 재배 농가 5곳에 20포대씩 배분하였다.

〈표 1〉 시험퇴비 생산과정

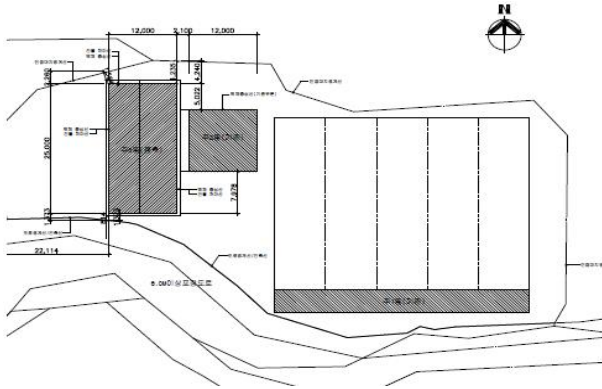
일자	작업내용
2020. 6. 1.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 600ℓ 고무통을 준비하고, 고무통의 윗지름보다 약간 더 긴 막대를 고무통에 얹는다. 생산된 지 1년 지난 축분발효퇴비 10kg을 부직포에 넣어 가라앉지 않도록 막대에 매단다.</li> <li>2. 농업기술센터에서 받아 온 유산균, 고초균, 광합성균 등 미생물 각 20ℓ를 고무통에 넣는다.</li> <li>3. 흥계 껍데기 가루 10kg, 천매암 5kg을 부직포에 넣어 막대에 매단다.</li> <li>4. 기포 발생기(영남브로워 LP-80a)를 가동하여 호기성 발효를 도와 유용 미생물이 풍부한 퇴비차를 제조한다.</li> </ol>
2020. 6. 3.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 우분 2t, 톱밥 600kg, 미강 300kg, 생선액 500kg(삶은 생선부산물), 흥계분(껍데기 가루) 20kg, 천매암 20kg, 제올라이트 20kg 등을 혼합하여 퇴적한다.</li> <li>2. 퇴적하면서 이틀 전에 준비한 퇴비차를 살포하여 수분을 60%로 유지한다.</li> <li>3. 고압 브로워(만승전기 DB-8, Ø56)와 호스(Ø60, 길이 20m, 구멍 간격 50cm, 구멍의 크기 Ø10)를 연결하여 퇴적된 퇴비의 바닥에서 상온의 공기를 공급(3.3m<sup>3</sup>/min)하여 퇴비 더미를 64.9℃에서 호기성 발효를 유도한다.</li> </ol> <p>※ 고압 브로워의 용량이 부족하여 기대한 만큼의 공기를 충분히 공급하지 못함</p>
2020. 6. 21.	생선액과 미생물, 퇴비차, 물 1t 공급 후 포크레인으로 교반(2차 뒤집기)
2020. 7. 16.	퇴비 3차 뒤집기, 미강 40kg 추가, 퇴비차 500ℓ, 물 1t 공급
2020. 9. 22.	시험생산 퇴비 소분 포장(15kg), 100포
2020. 9. 24.	시험생산 퇴비 성분분석 의뢰(강원도농업기술원)

〈표 2〉 시험퇴비 성분분석 결과

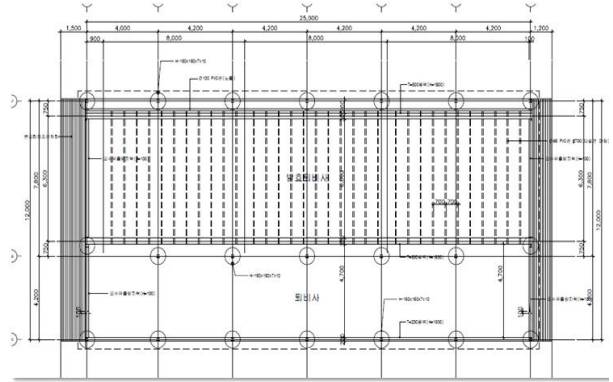
분석항목		분석 결과	기준
유기물	%	26.3	≥30
전 질소		0.9	-
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		2.1	-
K <sub>2</sub> O		1.9	-
유기물 대 질소비		30.9	≤45
염분	%	1.4	≤2.0
수분		66.7	≤55
염산 불용해물		3.1	≤25
As	mg /kg	불검출	≤45
Cd		불검출	≤5
Hg		0.02	≤2
Pb		불검출	≤130
Cr		4.54	≤200
Cu		26.98	≤360
Zn		83.41	≤900
Ni		불검출	≤45
부숙도		부숙 완료	콤백: 부숙 완료
대장균(O157)		불검출	불검출
살모넬라		불검출	불검출

#### 나. 퇴비발효 시설 건축

퇴비화 재료의 균일한 교반을 위해 설비를 구상하는 과정에서 1) 수작업 2) 기계 활용(포크레인, 관리기, 트랙터 등) 3) 자주식 교반 전용 작업기 4) 고정식 교반 전용 작업기 중에서 경제성과 효율성, 지속가능성을 따져본 후 고정식 교반 전용 작업기 중 패들링형 교반기를 적용하였다.



[그림 14] 축사 옆 퇴비 발효장 배치



[그림 15] 공기공급 시설 매설(발효장 바닥)



[그림 16] 퇴비 발효장 준공



[그림 17] 교반용 철제바퀴(자동운전)

친환경퇴비 발효 시설

**시설 개요**

- 퇴비사 300㎡, 호기성 발효조 216㎡, 부속사 120㎡
- 전력 90kw (패들링 교반기 50HP, 에어 브로워 30HP)
- 자동화 운전방식으로 노동력 절감과 안전성 확보
- 사업비 총 170,000천원 (양양군 105,000천)

**□ 고품질 "미생물 톱밥 발효 퇴비" 특징**

- 퇴비 국가공정규격 만족
- 유기물 50% 이상, NPK 각 1.5% 이상 고품질 성분
- 발효미생물, 휴믹산, 키틴미생물등 토양 활성화 성분
- 부숙도100% / 지속성 유지 가능

**□ 생산 공정도(호기성 고온발효 자동교반 공법) 12주 소요**  
개발한 레시피에 의해 천연재료사용 : 알뜰밥, 특수배지, 어분, 계분 등

**□ 사용 범위**

- 수도작, 과수, 채소류 및 시설 재배작물 일체
- 친환경 유기농업 / 일반농업

**□ 기대효과**

- 5년이내 80ha(24만평) 유기토양화 가능
- 년 1,000톤 규모의 부산물을 재활용 자원화
- 농업인 경제적 저감효과 연간 직접비용 1.2억 / 간접 2억 이상

[그림 18] 친환경 발효퇴비시설 공정 개관

### 다. 퇴비 재료 및 제조

땅심이 갖춰야 할 조건은 ① 통기성, ② 보수성, ③ 배수성, ④ 보비력, ⑤ 적절한 산도, ⑥ 적절한 지온 유지, ⑦ 다공질의 흙, 즉 떼알 구조이다. 살아있는 흙을 만드려면 최소한 토양의 유기물 함량이 4.0% 이상이 되어야 한다.

유기물을 높이는 재료로는 톱밥, 낙엽, 잔가지 등 나무에 많으며, 다양한 영양성분을 지닌 해송이버섯 폐배지, 미강, 홍게 껍데기 가루, 우분, 계분, 유효 미생물 등을 투입하였다. 특히 리그닌(lignin) 성분이 있어 부식의 핵심 요소인 톱밥은 지자체의 지원으로 확보하고, 버섯 폐배지, 우분과 계분은 회원 축사에서 무상 조달, 미강과 홍게 껍데기 가루 등은 자체 재원으로 조달하였다.

〈표 3〉 타 재료 대비 톱밥의 부식조성 효과

단위: %

유기화합물	말린 성숙 식물체	토양 부식
셀룰로스(섬유질)	20~50	2~10
헤미셀룰로스(조섬유질)	10~20	0~2
리그닌(목질)	10~30	35~50
지방·탄닌·밀랍	1~8	1~8
단백질	1~15	28~35

자료: 「토양학」 향문사, 1996

〈표 4〉 퇴비 종류, 시비 기간별 적정 부식 함량 향상에 필요한 예상량

부식 함량	3%로 올릴 때(+1%)		4%로 올릴 때(+2%)		5%로 올릴 때(+3%)	
	당년 목표	5년 목표	당년 목표	5년 목표	당년 목표	5년 목표
일반퇴비 (벗짚 기준)	15t	매년 3t 이상	30t	매년 6t 이상	45t	매년 9t 이상
부숙톱밥	4.5t	매년 1t 이상	9t	매년 2t 이상	13.5t	매년 3t 이상

주1: 현재 국내 농토의 토양 유기물(부식) 함량이 2%, 시비한 퇴비의 1/3이 매년 분해된다고 가정함  
 자료: 석종욱, 2013, 땅심 살리는 퇴비 만들기, 들녘

공정은 크게 재료혼합 및 고온 발효, 상온 발효 그리고 후숙까지 3단계로 구분한다. 발효 및 후숙 공정은 기본 소요기간이 90~100일로 발효 기간인 9~10주가 끝나면 후숙 기간으로 4주 이상을 둔다.

시험퇴비에는 약 4t의 재료를 투입하였으며, 교반으로 각종 재료를 균일하게 혼합하였다. 퇴비 100t을 기준으로 반입한 재료의 종류 및 분량을 환산하면 아래 표와 같다.

〈표 5〉 퇴비 재료의 종류 및 분량(100t 기준)

구분	종류	양(t)	내용물	비고
기본	우분	40	우분 35, 톱밥 5	톱밥 투여 5t
	배지	40	해송이 배지 재료 7종(톱밥 40%)	톱밥 16t
	알톱밥	10	소나무, 잣나무 80%, 잡목 20%	톱밥 10t
추가	미강	5	쌀겨, 도정 부산물	예비발효 후 투여
	홍계분	5	홍계 가공 부산물	"
소계	5종	100		총 톱밥 31t

재료혼합 이후 고온 발효가 시작되고, 온도가 하강하면 다시 교반한다. 후숙 단계 전에 광합성균, 고초균, 유산균 등 미생물을 주입한다. 후숙 단계에서는 온도 40℃, pH 6.5, 수분(65~80%)를 측정하고, 출고를 위해 후숙 온도가 상온에 근접될 때까지 유지한다.



[그림 19] 알톱밥 반입



[그림 20] 재료 혼합



[그림 21] 고열 발효 후 교반



[그림 22] 온도, 습도, 암모니아 가스 측정



[그림 23] 수분 추가와 미생물 투입



[그림 24] 온도, 수분, pH 등 측정

사용한 측정기기 목록은 다음과 같다.

〈표 6〉 퇴비 균일도 측정 기기

품명 / 용도	모델명	측정 범위
습도계 / 수분	SA-750A	0~100%
온도계 / 온도	DRAMINSKI	-30~10℃
표면 온도계	REO TEMP	0~100℃
암모니아 가스	HP-5800G	0~100ppm
이산화탄소 가스	AZ-7755	0~10,000ppm
pH(수소이온)	KEL	0~8

아래의 표는 총 14주에 걸친 퇴비생산 과정의 주요 공정이며, 교반은 기수마다 1회씩 진행했다. 이 과정을 거친 최종 시료는 퇴비공정 18개 항을 만족하였다.

〈표 7〉 퇴비생산 주요 공정

구분	전 단계	고온 발효		상온 발효		후숙 단계	
	예비	1기	2기	3기	4기	5기	6기
기간	1주	2주	2주	2주	2주	3주	2주
온도(℃)	40~62	63~73	58~73	50~58	43~50	38~43	35~38
평균습도(%)	60	60	60	54	52	45	40
미생물 투입	-	각 기마다 1회 광합성균, 고초균 살포					
측정 가스	-	암모니아 고농도(60~100)		고농도(50~60)		저농도 30이하	저농도 5이하

주1: 부숙도는 솔비타법으로 판정함으로 암모니아, 이산화탄소 가스를 중점적으로 측정함.

주2: 미생물의 활동성 및 에너지원은 종류에 따라 많은 차이가 있음.

## 라. 퇴비생산 결과

퇴비제조 방식에 따라 추가로 퇴비생산을 5번 진행하였다. 재료는 생산 시마다 일부 차등을 두었으며, 3차에는 계분을 추가하여 옷거름으로 제조했다. 발효는 모든 회차에서 양호하게 진행되었다.

〈표 8〉 퇴비생산 실적

회차	반입재료 및 부산물 총량	생산기간	최고온도 (°C)	출하량	비고
시험 퇴비	우분 2t, 톱밥 600kg, 미강 340kg, 생선부산물 500kg, 홍계 깻질가루 30kg, 천매암 등 45kg 총부산물 3,515kg	2020.6.1. ~9.24.	58-73	100포	기비용
1차	우분 40t, 배지 40t, 미강 5t, 톱밥 5t 총부산물 100t	2020.9.20. ~12.20.	65-72	2000포/ 벌크 20t	기비용
2차	우분 50t, 배지 55t, 미강 8t, 톱밥 8t 총부산물 120t	2021.1.5. ~4.19.	65-68	2700포/ 벌크 10t	기비용
3차	우분 20t, 계분 60t, 미강 4t, 톱밥 8t, 홍계분 8t 총부산물 100t	2021.5.9. ~8.10.	68-73	2500포	추비용
4차	우분 60t, 배지 60t, 미강 5t, 톱밥 10t, 홍계분 8t 총부산물 140t	2021.9.5. ~12.5.	68-70	3500포/ 벌크 10t	기비용
5차	우분 70t, 배지 70t, 미강 5t, 톱밥 10t, 홍계분 10t 총부산물 165t	2021.12.15. ~2022.3.30.	65-70	4300포/ 벌크 15t	기비용

퇴비 성분은 1~3차까지 성분분석을 마쳤으며, 부숙이 잘 되었고 공정규격을 충족시켰다.

〈표 9〉 퇴비 성분분석 결과

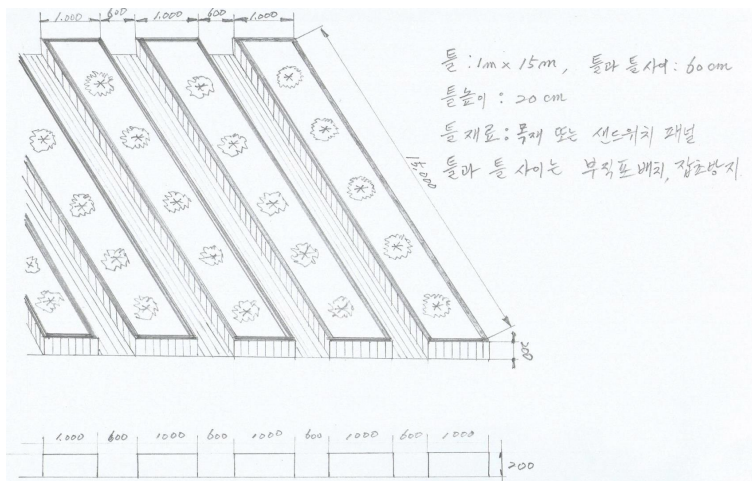
회차 (검사일)	유기물 <sup>1</sup> (%)	질소 (%)	유기물 대 질소비 <sup>1</sup>	인 (%)	칼륨 (%)	비고 <sup>2</sup>
시험퇴비 (2020.9.24.)	26.3	0.9	30.9	2.1	1.9	부적합
1차 (2020.12.20.)	31.2	1.2	26.0	3.7	2.8	적합
2차 (2021.3.5.)	38.2	1.8	21.2	-	-	적합
3차 (2021.8.6.)	37.3	1.8	20.8	-	-	적합 ※칼슘 4.7

주1: 공정규격은 유기물 30이상, 유기물 대 질소비는 45이하임

주2: 부숙도(콤백) 부숙 완료, 중금속 불검출 및 기준 이하, 대장균, 살모넬라 불검출을 충족함

## 2. 실증재배

실증재배는 작물별로 2020~2021년, 2년간 진행하였다. 마늘은 경우 재배지에 유공 비닐 멀칭을 하고, 시험퇴비를 시용하였다. 다른 작물은 무경운 틀밭을 만들어 벧짚 멀칭을 하였으며, 유기물 함량이 높은 2차, 3차 퇴비로 재배하였다. 시험 면적은 퇴비별 각각 15㎡로 하고, 직접 제조한 퇴비와 시판퇴비를 사용하여 비교했다.



[그림 25] 무경운 유기물 멀칭 틀밭4)

〈표 10〉 시험 재배 품목별 포장 특징(10년 차 무농약재배 포장)

품목	포장(피복 형태)	시용 퇴비	재배 연도
마늘	경운 (유공 비닐 멀칭)	시험퇴비	2020~2021
		B사 K 퇴비	
		N사 S 퇴비	
양파	무경운 틀밭 (벗짚 멀칭)	2차 생산퇴비	2021
		B사 K 퇴비	
양상추&비타민채	"	2차 생산퇴비	2021
		B사 K 퇴비	
대파	"	2차 생산퇴비	2021
		3차 생산퇴비	
		S사 O 퇴비	

### 가. 마늘

10년간 무농약 경운 재배한 포장에 유공 비닐 피복 후 마늘 종구를 파종했다.

〈표 11〉 마늘재배일지

일자	작업내용
2020. 10. 25.	붕소 1kg, 유황 누룩 7kg 살포 후 3개의 발두둑 만들기(각 1m x 15m)
2020. 10. 28.	마늘 종자(주아) 6kg 침지 소독(8시간, 키토산수용액 150배액) 후 일광 소독, 건조(6시간)
2020. 10. 29.	3개의 발두둑에 3종류의 퇴비를 표층 시비 후 유공 비닐 피복
2020. 11. 7.	마늘 파종
2021. 3. 10, 2021. 3. 25.	마늘 추비(기존 같은 퇴비 각 20kg, 유공 비닐 위 표층 시비 후 생선액비 400배액 살포)
2021. 6. 20.	마늘 수확

4) 텃밭을 여러 구역으로 나눠 구역마다 틀을 짜고 틀 사이에 통로를 확보하여 작물 관리를 쉽게 하는 방법이다.



[그림 26] 마늘 종구, 주아를 키토산액 300배액에 8시간 침지



[그림 27] 주아 일광 소독(6시간)

시판 중인 S 퇴비를 사용한 마늘 생산량을 100으로 기준 할 때, K 퇴비는 76%, 시험퇴비는 59%의 수확에 그쳤다. 결과물의 영향으로 추정되는 이유는 퇴비 성분 분석 결과표에서 찾을 수 있다. 퇴비생산 경험 부족으로 인해 유기물이 기준(30% 이상)에 미달(26.3%)하고, 영양소의 결핍(질소 0.9%, 인 2.1%, 칼륨 1.9%)으로 영양 생장이 더뎠다. 다음 생산에서는 유기물 함량은 벧짚, 수피, 톱밥, 폐배지, 파쇄 목 등을 더 추가하고, 질소성분을 더하기 위해서 미강과 계분을 추가하기로 하였다.



[그림 28] 시험퇴비 시비한 마늘



[그림 29] K 퇴비 시비한 마늘



[그림 30] S 퇴비 시비한 마늘

〈표 12〉 퇴비별 마늘재배 수확 결과

시용 퇴비	재배면적 (m <sup>2</sup> )	퇴비 시용량 (kg)	수확량(kg)	지수	비고
시험퇴비	15	150	15.0	59	추비는 기존 퇴비 각 20kg, 생선액비 400배액 2회
B사 K 퇴비	15	150	19.2	76	
N사 S 퇴비	15	150	25.2	100	

### 나. 양파

무경운 유기물멀칭 틀밭에 유공 비닐 없이 봄 양파 모종을 정식하였다.

〈표 13〉 양파 재배일지

일자	작업내용
2021. 3. 22.	유황 누룩 7kg 살포 후 2개의 발두둑에 무경운, 볏짚 멀칭(각 1m x 15m)
2021. 3. 29.	양파 정식
2021. 4. 4.	심어진 양파 주변에 2종류의 퇴비를 표층시비
2021. 7. 2.	양파 수확



[그림 31] 2차 생산퇴비 시비 양파 (2021. 6. 13.)



[그림 32] 키토산퇴비 시비 양파 (2021. 6. 13.)

건축한 퇴비사에서 본격적인 퇴비생산을 진행하였으며, 2차로 생산된 퇴비를 사용하여 봄 양파 재배를 통해 실증연구를 진행하였다. 실증재배를 시행한 포장은 10년 차 무경운 틀밭의 형태이며, 정식 열흘 전 유향 누룩과 붕소를 살포하고, 열흘 지나 정식하였다. 정식한 때로부터 5일 경과 후 양파주위에 지정된 퇴비를 표층 시비하였다. 투입한 퇴비의 양은 300평당 10t을 기준으로, 15m<sup>2</sup>에 150kg을 양파 주변에 얹어 주었다.

양파 실증재배의 결과는 역시 다양한 변수가 있을 수 있으나 단순 비교 결과 K 퇴비 시용보다 48%의 증수 효과가 있어 매우 고무적이었다.

〈표 14〉 퇴비별 양파 재배 수확 결과

시용 퇴비	재배면적 (m <sup>2</sup> )	퇴비 시용량 (kg)	수확량(kg)	지수
2차 생산퇴비	15	150	28.6	148
B사 K 퇴비	15	150	19.2	100

#### 다. 양상추와 비타민채

단기성 채소인 양상추, 비타민채를 시험 재배했다. 포장은 역시 무경운 틀밭, 벧짚 멀칭 형태이며, 과거 논이었던 포장의 주변 배수로를 확보하여 밭으로 활용하고 있으며, 토양의 알갱이는 점토함유량이 많아 물 빠짐이 그리 좋지는 않다.

〈표 15〉 양상추와 비타민채 재배일지

일자	작업내용
2021. 5. 15.	유향 누룩 7kg 살포 후 2개의 밭두둑에 무경운, 벧짚 멀칭 (각 1m x 15m)
2021. 5. 28.	비타민채와 양상추 정식
2021. 6. 2.	심어진 비타민채와 양상추 주위에 2종류의 퇴비를 각 60kg 표층시비
2021. 6. 7.	미부숙 퇴비 영향으로 잎이 마르는 현상 확인, 자체생산 퇴비는 무해하였으나, 키토산퇴비는 가스 장애가 있음을 확인
2021. 6. 23.	수확

〈표 16〉 퇴비별 양상추 및 비타민채 수확 결과

시용 퇴비	재배면적 (m <sup>2</sup> )	퇴비 시용량 (kg)	생체중(g/주)		비고
			비타민채	양상추	
2차 생산퇴비	15	60	167	122	가장 큰 것 두 개 샘플의 평균치
B사 K 퇴비	15	60	88	115	



[그림 33] 양상추에 표층시비  
(2021. 6. 2)



[그림 34] 비타민채에 표층시비, 잎 마름  
증상 확인(2021. 6. 13.)

두 작물의 수확 결과가 서로 달라 의미를 찾기가 어려웠다. 2차 생산퇴비에 의해 양상추는 수확량이 B사 K 퇴비보다 22% 부족하였으나, 비타민채는 수확량이 79%나 증수되는 결과가 나왔다. 확실한 한 가지는 충분히 부숙 완료된 자체생산퇴비의 경우 모종에 직접 표층 시비해도 가스 발생에 의한 피해가 발생하지 않았다.

## 라. 대파

대파는 좁고 긴 형태의 재배방식이 필요하므로 가운데는 쪽파를 파종하여 재배 중인 상황에서 양 가장자리에 대파 모종을 정식한 후 서로 다른 퇴비 3종을 표층 시비한 후 성장 결과를 확인하였다. 이 역시 무경운 틀밭에 벧짚으로 멀칭해 재배 하였다.

〈표 17〉 대파 재배일지

일자	작업내용
2021. 7. 7.	유황 누룩 3kg 살포 후 1개의 발두독에 무경운, 볏짚 멀칭(1m x 15m)
2021. 7. 17.	대파 정식
2021. 7. 27.	심어진 대파 주위에 3종류의 퇴비를 표층시비
2021. 11. 25.	수확



[그림 35] 양양 3차 퇴비 (추비용)



[그림 36] 양양 2차 퇴비 (기비용)



[그림 37] 시판 O퇴비

이번 대파 실증재배의 특징은 2차 퇴비와 3차 퇴비의 비교이다. 3차 퇴비는 기비(밑거름)보다는 추비용(웃거름)으로 계분이 더 많이 함유하여 생산한 것으로 큰 기대를 하였으며, 아래와 같은 재배결과에 주목하게 되었다.

〈표 18〉 퇴비별 대파 재배 수확 결과

사용 퇴비	재배면적 (m <sup>2</sup> )	퇴비 사용량 (kg)	생체중 (g/주)	지수	비고
3차 생산퇴비	15	50	665	147	가장 큰 포기 샘플
2차 생산퇴비	15	50	450	100	
S사 O 퇴비	15	50	340	75	



[그림 38] 3종 퇴비 시용 결과



[그림 39] 3차 생산퇴비



[그림 40] 2차 생산퇴비



[그림 41] 시판 O퇴비

2차 생산퇴비 기준 3차 생산퇴비는 47% 증수, O 퇴비는 25% 감수결과를 가져왔다. 단, 퇴비의 지효성에서는 의외의 결과를 보았다. 지난가을에 대파를 수확할 때는 3차 생산퇴비의 효과가 2차 생산퇴비보다 월등히 컸으나, 같은 포장에 재배했던 쪽파의 올 봄 작황은 2차 생산퇴비가 훨씬 결과가 좋게 관찰되었다. 이는 계분의 특징으로 속효성 발현과 함께 지효성은 부족한 것으로 판단하였다.

## 결론

농사를 짓는 모든 이의 소망은 노력한 만큼 보상을 받는 것이다. “땀은 정직한 것이다.”라며 농작물 생산에 매진하고 있으나, 기대와 다른 결과에 낙담하여 광고에 지갑을 열게 되는 것이 현실이다. 농사는 매우 과학적이다. 단지 농민 스스로 자료

화하지 않거나 못하고 있을 뿐이다. 고품질 톱밥 발효퇴비는 그 결과를 보상해 주는 지름길이자 오직 그 길뿐이라는 생각으로 본 연구과제를 수행했고, 희망의 실마리를 발견하였다. 건강한 먹거리의 지속 가능한 수확을 위해서는 건강한 생명현상을 보듬어 안고, 수확 그 이상에 상당하는 투자를 땅에 되돌려 주어야 한다는 결론에 이른다. 이것이 바로 퇴비농업, 순환농업, 유기농업의 원리라고 믿는다.

아무리 우수한 퇴비를 개발한다고 하여도, 그 퇴비를 이용하여 단기간에 땅의 물성을 개량하고, 기존 퇴비보다 향상된 수확량을 거둔다는 것은 지나친 욕심임을 안다. 단 그 가능성을 확인하고픈 소망을 담아 본 연구과제를 수행하였고, 나름 제한적이거나 실증연구를 통해 그 가능성을 충분히 확인하였다. 토양 속 유기물의 함량 5%까지를 목표로 3년 동안 300평당 톱밥 발효퇴비를 매년 10톤씩 투입하고, 4년째부터는 2톤씩 넣어 진정 건강한 토양을 만들고자 한다.

실험을 토대로 공동퇴비 발효시설을 운영하면 환경오염 부하를 주는 농업부산물을 연간 1,000t가량 처리할 수 있으며, 친환경 농업인에게 연간 800t의 고품질퇴비를 공급하여 80ha에 달하는 친환경 농지에 적용할 수 있다. 이에 따른 경제적 효과는 직접비용 2억 원의 절감 효과와 부산물 처리에 대한 4억 원 이상의 간접효과를 얻을 수 있을 것으로 판단한다.

## 참고문헌

- 김광문·최요왕·방춘배. 2020. 『무경운 친환경 채소재배의 생육 및 생산비 절감 효과』. 대산농촌재단 농업실용연구총서 9집.
- 농촌진흥청 국립축산과학원. 2017. 『친환경 축산을 위한 올바른 가축분뇨 퇴비 만들기』.
- 이상범. 2017. 『유기농 퇴비제조 기술』. 농촌진흥청 국립농업과학원 유기농기술지03.
- 이완주. 2002. 『흙을 알아야 농사가 산다』. 들녘.
- 정광화·이동현·최동윤·안희권. 『2012. 퇴비사에 파이프형 공기공급 방법 활용』. 농사로.
- 홍인표·김경남. 2021. 『친환경 천연액비 관주를 통한 토양 및 작물 생육 변화』. 대산농촌재단 농업실용연구총서 10집.