

제 | 6 | 주 | 제

중부지역 작부체계 확립을 위한  
유기조사료 생산 및 물질순환

박준혁 | 연세대학교





## 중부지역 작부체계 확립을 위한 유기조사료 생산 및 물질순환

박준혁, 박상수, 이주삼

### 1. 목적

논과 밭 토양에서의 유기조사료 작부조합 연구

### 2. 재료 및 방법

- 1) 공시초종: 벼(추청), 옥수수, 수단그라스, 수수, 호밀, 두과작물(윈터피, 레드클로버, 헤어리베치)
- 2) 시험기간 및 장소: 2008년 5월 ~ 2009년 4월, 강원도 원주시 소재 시험포장
- 3) 조사항목  
생초수량, 건물수량, 사료가치(TDN, CP, NDF, ADF, RFV), 가축사육능력
- 4) 시비 유기질소 우분 250 kg N /ha

표 1. 우분의 이화학적 특성

pH	EC	OM	TN	C/N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	CEC	Ex.cation(cmol(+)/kg		
							Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	K <sup>+</sup>
1:5	ds/m	%	%	ratio	mg/kg	cmol(+)/kg			
8.5	0.4362	75.6	1.73	25.35	1290.35	34.78	10.15	3.3	37.6

EC: electrolytic conductivity, OM: organic matter, TN: total nitrogen

C/N: carbon/nitrogen ratio, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>: available phosphorus,

CEC: cation exchange capacity, Ex.cation: exchangeable cations

표 2. 실험 전 토양의 이학적 특성

	pH	EC	OM	TN	C/N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	CEC	Ex.cation(cmol(+)/kg		
								Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	K <sup>+</sup>
	(1:5)	(ds/m)	(%)	(%)	ratio	(mg/kg)	(cmol(+)/kg)			
논	5.23	0.011	7.0	0.4	10.15	289.2	10.62	3.62	0.16	0.23
밭	5.87	0.010	5.0	0.21	13.81	46.87	7.54	1.67	0.15	0.34

EC: electrolytic conductivity, OM: organic matter, TN: total nitrogen

C/N: carbon/nitrogen ratio, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>: available phosphorus,

CEC: cation exchange capacity, Ex.cation: exchangeable cations

### 3. 결과

표 3. 논 토양에서의 하계 및 동계 작물의 생산성

Treatment		PL (cm)	FW (ton/ha)	DM (ton/ha)	RY
하계	유기벚짚	73.9	25.4	13.0	-
동계 <sup>1)</sup>	T1	97.7 <sup>a</sup>	15.6 <sup>ab</sup>	3.9 <sup>ab</sup>	1
	T2	98.3 <sup>a</sup>	15.9 <sup>ab</sup>	4.0 <sup>ab</sup>	1.03
	T3	98.7 <sup>a</sup>	18.1 <sup>a</sup>	4.1 <sup>a</sup>	1.05
	T4	94.0 <sup>a</sup>	14.9 <sup>b</sup>	3.5 <sup>b</sup>	0.90
LSD(0.05)		11.53	2.65	0.59	

PL: Plant length, FW: Fresh weight, DM: Dry matter, RY : Relative yield,<sup>1)</sup>T1: rye T2: rye+winter pea , T3:rye+redclover, T4: rye+hairy vetch, <sup>ab</sup> Values with different superscript in the same column significantly differ by LSD test. 5% level

표 4. 논토양에서의 하계 및 동계작물의 사료가치

Tretment		CP (%)	CP yield (ton/ha)	TDN (%)	TDN yield (ton/ha)	NDF (%)	ADF (%)	DMD (%)	DMI (%)	RFV	GE (MJ/Kg)
하계	유기 벧짚	3.1	0.4	55	7.2	74.8	48.9	30.6	2.47	54.6	14.9
동계 <sup>1)</sup>	T1	6.7 <sup>a</sup>	0.25 <sup>a</sup>	54.2 <sup>c</sup>	2.09 <sup>a</sup>	66.7 <sup>a</sup>	43.9 <sup>a</sup>	54.7 <sup>c</sup>	1.80 <sup>a</sup>	76.4 <sup>a</sup>	15.81
	T2	6.7 <sup>a</sup>	0.27 <sup>a</sup>	56.8 <sup>b</sup>	2.27 <sup>a</sup>	66.9 <sup>a</sup>	40.6 <sup>b</sup>	57.3 <sup>b</sup>	1.79 <sup>a</sup>	79.7 <sup>a</sup>	15.77
	T3	6.7 <sup>a</sup>	0.28 <sup>a</sup>	58.8 <sup>ab</sup>	2.43 <sup>a</sup>	68.2 <sup>a</sup>	38.1 <sup>bc</sup>	59.3 <sup>a</sup>	1.76 <sup>a</sup>	80.8 <sup>a</sup>	15.86
	T4	6.9 <sup>a</sup>	0.24 <sup>a</sup>	59.1 <sup>a</sup>	2.05 <sup>a</sup>	68.1 <sup>a</sup>	37.7 <sup>c</sup>	59.5 <sup>a</sup>	1.76 <sup>a</sup>	81.4 <sup>a</sup>	16.33
LSD(0.05)		0.54	0.04	1.99	0.38	4.91	2.52	1.93	0.13	5.13	

CP: crude protein, TDN: total digestible nutrients, NDF: neutral detergent fiber, ADF: acid detergent fiber, RFV: relative feed value and GE: gross energy, <sup>abc</sup>Values with different superscript in the same column significantly differ by LSD test. 5% level <sup>1)</sup>T1: rye T2: rye+winter pea, T3:rye+redclover, T4: rye+hairy vetch

표 5. 논 토양에서의 유기가축사육능력

Tretment		K <sup>2)</sup> (head/ha/yr)	K <sub>TDN</sub> <sup>3)</sup> (head/ha/yr)	K <sub>cp</sub> <sup>4)</sup> (head/ha/yr)	mean (K <sub>TDN</sub> +K <sub>cp</sub> )
하계	유기벧짚	0.05	5.67	2.57	4.12
동계 <sup>1)</sup>	T1	0.02 <sup>a</sup>	1.64 <sup>a</sup>	1.62 <sup>a</sup>	1.63
	T2	0.02 <sup>a</sup>	1.79 <sup>a</sup>	1.72 <sup>a</sup>	1.76
	T3	0.02 <sup>a</sup>	1.91 <sup>a</sup>	1.77 <sup>a</sup>	1.84
	T4	0.02 <sup>a</sup>	1.66 <sup>a</sup>	1.72 <sup>a</sup>	1.69
LSD(0.05)		0.01	0.31	0.31	

<sup>1)</sup>T1: rye T2: rye+winter pea, T3:rye+redclover, T4: rye+hairy vetch, <sup>a</sup> Values with different superscript in the same column significantly differ by LSD test. 5% level

$$^2)K(\text{head/ha/yr}) = \frac{Kc \cdot Kd \cdot GE \cdot P}{DE \text{ or } DEy} \quad (\text{Loomis and connor, 1998})$$

<sup>3)</sup>한우 암소 육성우 450kg, 일일 증체 0.4kg TDN, CP 요구량 조사료로 70% 급여 TDN은 4.97kg/일 CP 609g/일×365

표 6. 논 토양에서  $K_{CP} + 30\%$  농후사료 급여에 의한 분뇨의 질소 발생량

초종	<sup>1)</sup> kg N /ha/yr
유기 벼	74.9
호밀	47.2
호밀+윈터 피	50.1
호밀+레드클로버	51.6
호밀+헤어리베치	50.1

한우 350kg 의 일일 배설량 / 일, 분: 10.1kg 수분 80% N 0.34%노: 4.5kg 수분 95.4% N 0.48%, 연간 분뇨의 N : 20.4 kg N /ha 1)  $K_{CP}$ 의 분 발생량 = 조사료 (7) : 농후사료 (3) 급여 시 분 발생량 추정

표 7. 밭 토양에서의 유기조사료 생산성

Tretment		PL (cm)	FW (ton/ha)	DM (ton/ha)	RY*
하계	옥수수	194.0 <sup>a</sup>	30.2 <sup>b</sup>	9.1 <sup>a</sup>	-
	수수	194. <sup>3</sup>	37.4 <sup>b</sup>	9.1 <sup>a</sup>	-
	수단그라스 <sup>2)</sup>	116.6 <sup>b</sup>	55.6 <sup>a</sup>	10.9 <sup>a</sup>	-
LSD(0.05)		7.15	17.05	3.44	-
동계 <sup>1)</sup>	T1	79.3 <sup>a</sup>	13.2 <sup>a</sup>	2.9 <sup>a</sup>	1
	T2	79.7 <sup>a</sup>	13.7 <sup>a</sup>	3.2 <sup>a</sup>	1.10
	T3	85.7 <sup>a</sup>	14.8 <sup>a</sup>	3.3 <sup>a</sup>	1.14
	T4	83.3 <sup>a</sup>	16.1 <sup>a</sup>	3.3 <sup>a</sup>	1.14
LSD(0.05)		7.57	4.53	0.89	

PL: Plant length, FW: Fresh weight, DM: Dry matter, RY : Relative yield, <sup>1)</sup>T1: rye T2: rye+winter pea , T3:rye+redclover, T4: rye+hairy vetch, 2) 2회예취, <sup>ab</sup>Values with different superscript in the same column significantly differ by LSD test. 5% level, RY : Relative yield

표 8. 밭 토양에서의 유기조사료 사료가치

Tretment		CP (%)	CP yield (ton/ha)	TDN (%)	T D N yield (ton/ha)	NDF (%)	ADF (%)	DMD (%)	DMI (%)	RFV	GE (MJ/kg)
하계	옥수수	6.2 <sup>a</sup>	0.56 <sup>a</sup>	69.8 <sup>a</sup>	6.30 <sup>a</sup>	67.7 <sup>a</sup>	24.2 <sup>b</sup>	70.0 <sup>a</sup>	1.78 <sup>a</sup>	96.6 <sup>a</sup>	16.06
	수수	4.4 <sup>a</sup>	0.41 <sup>b</sup>	50.1 <sup>b</sup>	4.57 <sup>b</sup>	76.2 <sup>a</sup>	49.1 <sup>a</sup>	50.6 <sup>b</sup>	1.58 <sup>a</sup>	61.9 <sup>b</sup>	16.06
	<sup>2)</sup> 수단 그라스	6.2 <sup>a</sup>	0.60 <sup>a</sup>	53.9 <sup>b</sup>	5.99 <sup>ab</sup>	63.4 <sup>a</sup>	43.1 <sup>a</sup>	55.3 <sup>b</sup>	1.97 <sup>a</sup>	84.4 <sup>a</sup>	15.78
LSD(0.05)		2.13	0.15	4.91	1.68	14.17	7.77	6.10	0.39	14.64	
동계 <sup>1)</sup>	T1	8.2 <sup>a</sup>	0.24 <sup>a</sup>	58.3 <sup>a</sup>	1.71 <sup>a</sup>	65.9 <sup>b</sup>	38.7 <sup>a</sup>	58.7 <sup>a</sup>	1.82 <sup>a</sup>	82.9 <sup>a</sup>	16.7
	T2	9.5 <sup>a</sup>	0.30 <sup>a</sup>	59.2 <sup>a</sup>	1.89 <sup>a</sup>	69.7 <sup>a</sup>	37.6 <sup>a</sup>	59.6 <sup>a</sup>	1.72 <sup>b</sup>	79.6 <sup>a</sup>	16.2
	T3	8.0 <sup>a</sup>	0.26 <sup>a</sup>	59.7 <sup>a</sup>	1.99 <sup>a</sup>	66.8 <sup>ab</sup>	37.0 <sup>a</sup>	60.1 <sup>a</sup>	1.80 <sup>ab</sup>	83.8 <sup>a</sup>	16.6
	T4	8.4 <sup>a</sup>	0.28 <sup>a</sup>	56.0 <sup>a</sup>	1.87 <sup>a</sup>	66.4 <sup>b</sup>	41.7 <sup>a</sup>	56.5 <sup>a</sup>	1.81 <sup>a</sup>	79.1 <sup>a</sup>	16.4
LSD(0.05)		1.78	0.08	5.4	0.56	3.17	6.88	5.39	0.08	8.5	

CP: crude protein, TDN: total digestible nutrients, NDF: neutral detergent fiber, ADF: acid detergent fiber, RFV: relative feed value and GE: gross energy, <sup>a,b,c</sup> Values with different superscript in the same column significantly differ by LSD test. 5% level, <sup>1)</sup>T1: rye T2: rye+winter pea , T3:rye+redclover, T4: rye+hairy vetch, 2) 2회예취

표 9. 밭 토양에서의 유기조사료 가축사육능력

Tretment		K <sup>2)</sup> (head/ha/yr )	K <sub>TDN</sub> <sup>3)</sup> (head/ha/yr )	K <sub>cp</sub> <sup>4)</sup> (head/ha/yr )	mean (K <sub>TDN</sub> +K <sub>cp</sub> )
하계	옥수수	0.07 <sup>b</sup>	4.96 <sup>a</sup>	3.59 <sup>ab</sup>	4.28
	수수	0.53 <sup>a</sup>	3.60 <sup>b</sup>	2.62 <sup>b</sup>	3.11
	수단그라스	0.65 <sup>a</sup>	4.71 <sup>ab</sup>	3.84 <sup>a</sup>	4.27
	LSD(0.05)	0.36	1.32	0.98	
동계 <sup>1)</sup>	T1	0.02 <sup>a</sup>	1.35 <sup>a</sup>	1.55 <sup>a</sup>	1.45
	T2	0.02 <sup>a</sup>	1.49 <sup>a</sup>	1.96 <sup>a</sup>	1.73
	T3	0.02 <sup>a</sup>	1.58 <sup>a</sup>	1.90 <sup>a</sup>	1.74
	T4	0.02 <sup>a</sup>	1.47 <sup>a</sup>	1.80 <sup>a</sup>	1.64
LSD(0.05)		0.01	0.44	0.55	

<sup>1)</sup>T1: rye T2: rye+winter pea , T3:rye+redclover, T4: rye+hairy vetch, <sup>ab</sup> Values with different superscript in the same column significantly differ by LSD test. 5% level

$$^2)K(\text{head/ha/yr}) = \frac{Kc \cdot Kd \cdot GE \cdot P}{DE \text{ or } DEy} \quad (\text{Loomis and connor, 1998})$$

<sup>3)</sup>한우 암소 육성우 450kg, 일일 증체 0.4kg TDN, CP 요구량 조사료로 70% 급여 TDN 은 4.97kg/일 CP 609g/일×365

표 10. 밭 토양에서 K<sub>CP</sub> +30% 농후사료 급여에 의한 분뇨의 질소 발생량

초종	<sup>1)</sup> kg N /ha/yr
옥수수	104.6
수수	76.4
수단그라스	111.9
호밀	45.2
호밀+윈터 피	57.1
호밀+레드클로버	55.4
호밀+헤어리베치	52.5

한우 350kg 의 일일 배설량 / 일, 분: 10.1kg 수분 80% N 0.34%노: 4.5kg 수분 95.4% N 0.48%, 연간 분뇨의 N : 20.4 kg N /ha 1) K<sub>CP</sub>의 분 발생량 = 조사료 (7) : 농후사료 (3) 급여 시 분 발생량 추정



표 11. 논 과 밭에서 유기조사료 생산을 위한 최적 작부체계에서의 가축사육능력

		K <sub>TDN</sub>	K <sub>CP</sub>	Mean (K <sub>TDN</sub> +K <sub>CP</sub> )
논 토양	유기 벼+(호밀+레드클로버)	7.58	4.34	5.96
밭 토양	수단그라스+(호밀+레드클로버)	6.29	5.74	6.02

표 12. 물질수지 평가

단위: kg N/ha

	투입(Input)		반출(Output)		
	토양의 양분공급능력	논토양	600	-	
	밭 토양	315			
토양 잔류양분	논 토양	350			
	밭 토양	65			
작물재배를 위한 양분투입량	논토양	250			
	밭 토양	250			
작물 질소흡수량	-		논토양	유기 벼+(호밀+레드클로버)	108.8
			밭 토양	수단그라스+(호밀+레드클로버)	137.6
가축의 증체량	-		K <sub>CP</sub> + 30% 농후사료	유기 벼+(호밀+레드클로버)	155.4
				수단그라스+(호밀+레드클로버)	196.6
가축 분뇨의 질소발생량	-		유기 벼+(호밀+레드클로버)		126.5
			수단그라스+(호밀+레드클로버)		167.3
합계	논토양	600	유기 벼+(호밀+레드클로버)		390.7
	밭 토양	315	수단그라스+(호밀+레드클로버)		501.5

그림 1. 유기 벼+(호밀+레드클로버)의 작부체계에 의한 물질 수지 시스템 (단위: kg N)

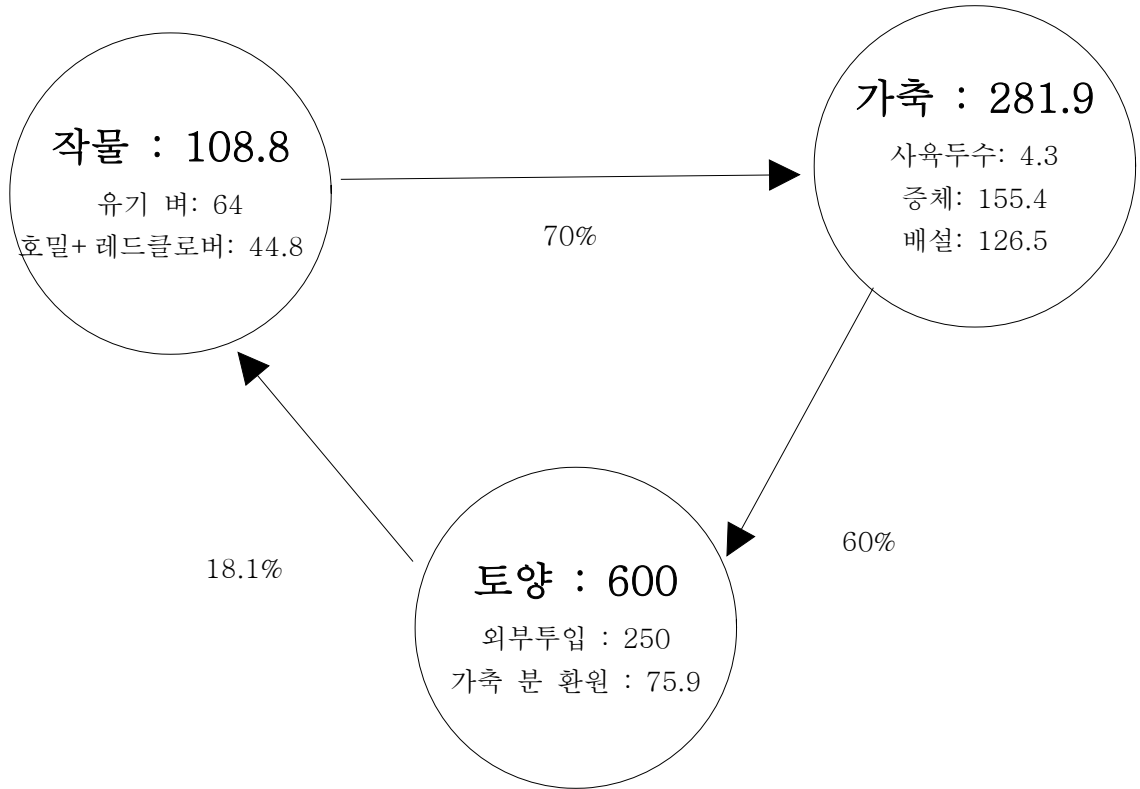


그림 2. 수단그라스+(호밀+레드클로버)의 작부체계에 의한 물질 수지 시스템 (단위: kg N)

