

중부지역 논에서 월년생 두과 사료작물의 생육특성 및 수량 비교

신재순□김원호□윤세형□임영철□임근발□서 성

Comparison of Growth Characteristics and Yields of Autumn-Sowing Annual Legumes in Paddy Field of Central Provinces

Jae Soon Shin, Won Ho Kim, Sei Hyung Yoon, Young Cheol Lim, Keun Bal Lim, and Sung Seo

ABSTRACT

This experiment was conducted to compare the agronomic characteristics, flowering condition and productivity of introduced annual legumes at paddy field of Seonghwan (Cheonan, Chungnam, Korea) from September 2006 to May 2007. Annual legumes used in this study were hairy vetch (*Vicia villosa*, Rosa), crimson clover (*Trifolium incarnatum*, Contea), berseem clover (*Trifolium alexandrinum*, Alexandria), persian clover (*Trifolium resupinatum*, Prolific), balansa clover (*Trifolium michelianum*, Paradona), sweet clover (*Melilotus officinalis*, Yellow) and forage pea (*Pisum sativum*, Austrian). Emergency rate after seeding were 90% or more in crimson clover, hairy vetch, forage pea and berseem clover. Wintering of hairy vetch and crimson clover were excellent as 98% and 95%, respectively. Flowering rate of harvesting date (May 10) was 100% in crimson clover, 98% in balansa clover, 5% in persian clover and others were not flowering. Fresh and dry matter yield of crimson clover were highest as 72,556 kg/ha and 16,062 kg/ha, respectively. Crude protein yield of hairy vetch was highest as 2,929 kg/ha but not significant with crimson clover (2,169 kg/ha). TDN yield of crimson clover was highest as 9,007 kg/ha but not significant with hairy vetch (7,366 kg/ha). According to the results from this study, it is suggested that crimson clover would be recommendable for autumn-sowing annual legume at paddy field of Central Provinces.

(Key words : Annual legume yield, Emergency rate, Wintering and Flowering rate, Paddy field)

I. 서 론

최근 쌀 소비량 감소로 인한 재고량 증가와 쌀시장 개방 등의 영향으로 벼 재배면적이 2006년 955천ha에서 2014년 752천ha까지 감소 (KREI, 2005)할 것으로 전망하고 있어 휴경되는 논은 증가가 예상되고 있다. 휴경논을 활용하는 방안으로 그곳에 사료작물 재배는 수입조 사료의 대체효과는 물론 논으로서의 형태를 그

대로 유지케 함으로써 언제든지 식량생산 기지로서의 역할을 가능하게 한다. 지금까지 토지의 이용성을 극대화하기 위해 지속적인 화본과 작물 위주의 집약적인 작부체계의 도입으로 단위면적당 생산량은 최대화 되었지만 토양의 품질은 악화되어 장기적으로는 작물생산성이 떨어지는 결과가 초래되고 있다. 이러한 이유로 토양의 지력회복과 물리성을 개선을 위해 두과작물의 도입연구가 수행되어 지고 있다

농촌진흥청 축산과학원(National Institute of Animal Science, RDA, Cheonan 330-801, Korea)

Corresponding Author : Shin Jae Soon, National Institute of Animal Science, Korea

Tel:+82-41-580-6777, Fax:+82-41-580-6769, E-mail:sjs911@rda.go.kr

(Rochester 등, 2001; Ramesh 등, 2005; Sharma 등, 2004). 한편 논이 가진 공익적 기능을 고려할 때 겨울철 두과 사료작물의 도입은 농업생산이나 자연자원이 지배적인 공간적 특징을 가지고 있는 농촌경관을 아름답게 하는 효과도 있다. 벧치류는 녹비작물이나 사료작물로서 중요한 두과작물이며(서 등, 2000), Crimson clover는 녹비작물이나 단백질 사료로 이용되는 목초이며, 특히 우리나라에서 콩과목초 중에 가장 일찍 개화하여 옥수수나 수수류의 전작물로 이용이 가능하다고 하였다(김과 김, 1993, 김, 2001) Balansa clover는 원산지가 Turkey이며 습지나 약간 염해지에도 적응하는 반직립형의 월년생 두과작물(Hamilton, 2006)이며, Berseem clover는 비교적 중성에 가까운 토양에 잘 자라고 습해에는 비교적 약한 직립형 월년생 두과작물이다(Hackney 등, 2007). Persian clover (*Trifolium resupinatum*)는 Turkey, Afghanistan, Portugal, Greece, Iran과 Iraq이 원산지로 1950년대에 South Australia에 도입되었고 1970년대에 상업적으로 재배하기 시작하여 영년생 목초지에 중요한 초종이 되었다. *Trifolium resupinatum* var. *majus*는 직립형이며 속이 빈줄기와 큰잎을 가지고 있고 *Trifolium resupinatum* var. *resupinatum*은 포복형이며 가는 줄기와 잎이 작다. 습해에 강하고 저농도 염에 적응하며 예취후 재생이 우수하며 토양개량제로 이상적인 초종이다(Lacy 등, 2003). Sweet clover는 두과목초 중에서 건조조건에 가장 강하며 사질토양부터 식질토양까지 잘 자라며 습한 조건에도 잘 견디는 월년생 작물이다(Verhallen 등, 2003). Forage pea는 화분과사일리지의 보충제로서 이용할 수 있으며 단백질이

풍부하고 수량성이 높고 단경기 작물로 화분과 작물과 함께 혼파하여 이용되어 왔다. 만숙종이 조숙종보다 더 포복성이 크며 품종에 따라서 생육기간은 12~18주이며 최적 생육온도는 10°C~20°C이다. 가뭄과 습해에 약하며 비교적 배수가 잘되고 토양산도가 6~7 정도의 비옥한 토양을 요구한다(Fraser 등, 2001). 본 시험에서는 휴경논을 이용하여 여름철에는 옥수수와 수수류 등 사료작물을 재배 이용하고 겨울철에는 두과작물의 도입으로 다음해 개화를 통한 농촌의 경관개선 등 논외 다원적 기능을 위한 재배 기술 개발이 필요한데 본 연구는 우선 논에서 여름철 사료작물과 연계할 수 있는 겨울철 재배에 적합한 월년생 두과작물로 이듬해의 개화를 통한 경관효과와 수량이 우수한 초종의 선발을 목적으로 수행되었다.

II. 재료 및 방법

본 시험은 충남 천안시 성환읍에 위치한 벼 재배 농가포장에서 2006년 9월부터 2007년 5월까지 수행하였으며, 공시초종은 월년생 두과 사료작물로서 Hairy vetch (*Vicia villosa*, Rosa), Crimsom clover (*Trifolium incarnatum*, Contea), Berseem clover (*Trifolium alexandrinum*, Alexandria), Persian clover (*Trifolium resupinatum*, Prolific), Balansa clover (*Trifolium michelianum*, Paradona), Sweet clover (*Melilotus officinalis*, Yellow) 및 Forage pea (*Pisum sativum*, Austrian) 각 1품종을 사용하였다. 토양통은 배수는 양호하고 투수성은 보통인 식양질계 적황색토로 송정통이다. 토양산도는 5.2, 유기물 함량은 0.7로 오와 김(1991)이 발표한 우리나라 전체 논토양 평균

Table 1. Soil series and chemical properties of the before experiment

Soil series	pH (1:5 H ₂ O)	T-N (%)	OM (%)	Av.P ₂ O ₅ (mg/kg)	Exch. cation (me/100g)			
					Ca	Mg	K	Na
SongJeong	5.19	0.10	0.67	59.28	3.48	0.81	0.10	0.25

(토양산도 5.7, 유기물 함량 2.3%) 보다 낮았다. 양이온치용용량 중에 칼슘, 마그네슘, 칼리 함량은 우리나라 전체 논토양 평균치보다 낮았지만 나트륨 함량은 높았다.

과종은 Hairy vetch 40 kg/ha, Forage pea 120 kg/ha 그리고 기타 두과 사료작물은 30 kg/ha으로 하였다. 과종은 2006년 9월 8일에 하였다. 시비량은 100(N)-120(P)-120(K) kg/ha으로 N은 기비로 50%, 이듬해 봄 추비로 50%를, P와 K는 기비로 전량 사용하였다. 수확일은 옥수수 또는 수수류 등 여름 사료작물과의 작부체계를 고려하여 각 초종 모두 2007년 5월 10일 실시하였다. 시험구는 초종별로 난괴법 3반복으로 배치하였으며 시험구당 면적은 6m² 였다. 출현율과 월동율 등 생육조사는 농촌진흥청(2003) 농사시험 조사기준에 준하여 실시하였다. 생초수량은 전체구를 예취하여 ha당 수량으로 환산하였다. 건물수량은 각 처리구별로 전량을 예취한 후 약 300~500g의 시료를 취하여 생초중량을 평량하고, 65℃의 열풍순환 건조기에서 72시간이상 건조 후 건물 함량을 산출한 다음 ha당 수량으로 환산하였다. 얻어진 건물시료는 전기믹서로 1차분쇄 후 20 mesh Mill로 다시 분쇄한 후 이중마개가 있는 플라스틱 시료통에 넣어 직사광선이 들지 않은 곳에 보관하여 식물체분석에 이용하였다. 조단백질 함량은 AOAC (1990)법에 의거하여 분석하였고 NDF 및 ADF

함량은 Goering 및 Van Soest(1970)법에 따랐다. TDN 함량은 계산식(88.9 - ADF 함량 × 0.79)에 의해서 산출하였다. 통계처리는 SAS Enterprise Guide 3.0.0.369(2003)를 이용하여 분석분석을 실시하였으며, 처리 평균간 비교는 최소 유의차(LSD)를 이용하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 생육특성

중부지역 논에서 생산성과 적응성이 우수한 두과초종을 선발하기 위해서 Hairy vetch 등 7 초종에 대한 생육특성은 Table 2와 같다.

과종 45일후 출현율은 Crimsom clover, Hairy vetch, Forage pea 및 Berseem clover가 90%이상, Balansa clover와 Persian clover는 80%이상 그리고 Sweet clover는 73%로 나타났다. 월동율은 Hairy vetch와 Crimsom clover가 각각 98%와 95%로 가장 높았다. Forage pea와 Balansa clover는 각각 80%와 79%로 나타났으며, Berseem clover, Persian clover와 Sweet clover는 월동율이 10% 정도로 매우 불량하였다. 월동전 초장은 8 cm ~ 16 cm 내외로 조사되었으며 수확시 초장은 Hairy vetch가 107cm로 가장 컸으며 Persian clover가 58 cm로 가장 작았다. 경관과 관계되는 개화율은 수확시(5월

Table 2. Emergency rate, wintering, height and flowering rate of 7 legumes

Legumes	Variety	Emergency rate (%)	Wintering rate (%)	Height(cm)		Flowering at harvest (%)
				pre-wintering (Nov. 3)	harvest (May 10)	
1. Hairy vetch	rosa	98	98	16	107	-
2. Crimson clover	contea	99	95	8	79	100
3. Berseem clover	alexandria	97	10	12	-	-
4. Persian clover	prolific	82	12	12	-	5
5. Balansa clover	paradona	86	79	12	80	98
6. Sweet clover	yellow	73	10	9	80	-
7. Forage pea	austrian	98	80	16	82	-

10일)에 Crimson clover가 100%, Balansa clover가 98%로 조사되었다. 김(1994)은 Crimson clover Chief 품종을 수원에서 재배한 결과 5월 5일경이 개화기였으며, 월동력도 양호하였다고 보고하였다. 기타 두과 작물은 수확시에 개화되지 않았는데 이들 두과 작물에 대해서는 수확일이 이르지 않았나 사료된다. 한편 작부체계와 경관 등을 고려할 때 옥수수보다는 수수류의 파종기가 늦은 관계로 여름작물로는 수수류가 적합하지 않나 사료된다.

2. 생초 및 건물수량

중부지방 논에서 담리작으로 재배한 월년생 두과 사료작물 간의 생초수량은 Table 3과 같다. 생초수량 구성 중에 월동전 수량을 살펴볼 때, Sweet clover가 5,222 kg/ha으로 가장 많았으며, Balansa clover는 4,278 kg, Forage pea는 2,806 kg 그리고 Berseem clover는 2,778 kg으로 조사되었다. Hairy vetch, Crimson clover와 Persian clover는 수량을 얻을 수 없었는데 아마도 초기생육이 늦은데 기인하지 않았나 사료된다. 월동후 다음해 수량은 Crimsom clover가 72,556 kg/ha으로 가장 높았으며, Hairy vetch가 71,167 kg, Balansa clover가 51,556 kg, Forage

pea가 41,056 kg, Sweet clover가 9,444 kg 그리고 Berseem clover와 Persian clover는 수량을 얻을 수 없었는데 Table 2에서 보는 바와같이 월동율이 10%내외로 추위에 약해 동사의 영향에 기인하지 않았나 사료된다.

총 생초수량은 Crimson clover가 72,556 kg/ha으로 가장 많았으며, Hairy vetch는 71,167 kg, Balansa clover는 51,556 kg, Forage pea는 43,862 kg, Sweet clover는 14,666 kg, Berseem clove는 2,778 kg 순으로 나타났으며, Persian clover는 수량을 얻을 수 없었다. 건물수량의 경우도 생초수량과 같은 경향으로 나타났다. 김 등(2007)의 논에서 적응 우수 Crimson clover 품종선발 시험에서 contea 품종의 생초 및 건물수량은 각각 22,270 kg/ha, 5,857 kg/ha이었다는 결과보다 본시험의 수량성이 매우 높았는데 이러한 이유는 아마도 파종시기가 월동과 수량에 영향을 크게 미치지 않았나 사료된다. 본시험의 시험장소는 중부지역(충남 천안)으로 파종일은 9월 8일이었으며, 김 등(2007)에서는 시험장소가 남부지역(전남 나주)이지만 10월 18일이었다. 한편 동일 시험에서 Crimson clover (contea)를 26일 늦은 10월 4일에 파종하여 조사한 결과, 생초 및 건물수량이 각각 33,056 kg/ha, 6,716 kg/ha으로 낮아진 결과를 얻

Table 3. Fresh, dry matter yields of 7 legumes

Legumes	Variety	Fresh yield (kg/ha)			DM yield (kg/ha)		
		1st ¹⁾	2nd ²⁾	Total	1st	2nd	Total
1. Hairy vetch	Rosa	—	71,167	71,167 ^a	—	12,433	12,433 ^{ab}
2. Crimson clover	Contea	—	72,556	72,556 ^a	—	16,062	16,062 ^a
3. Berseem clover	Alexandria	2,778	—	2,778 ^c	399	—	399 ^d
4. Persian clover	Prolific	—	—	—	—	—	—
5. Balansa clover	Paradona	4,278	51,556	55,834 ^{ab}	593	9,688	10,281 ^{bc}
6. Sweet clover	Yellow	5,222	9,444	14,666 ^c	635	1,825	2,521 ^d
7. Forage pea	Austrian	2,806	41,056	43,862 ^b	491	6,351	6,842 ^c
LSD(0.05)				21,564	4,129		

※) same letter are not significantly different(p<0.05).

¹⁾ pre-wintering(November 3).

²⁾ harvest(May 10).

Table 4. Feed value, CP and TDN yields of 7 legumes

Legumes	Variety	Feed value(%)				Yield(kg/ha)	
		CP	ADF	NDF	TDN	CP	TDN
1. Hairy vetch	rosa	23.3a	37.9ab	50.5ab	58.9ab	2,929a	7,366a
2. Crimson clover	contea	13.4c	41.6a	53.4a	56.0b	2,169ab	9,007a
3. Berseem clover	alexandria	—	—	—	—	—	—
4. Persian clover	prolific	—	—	—	—	—	—
5. Balansa clover	paradona	13.7bc	35.7ab	48.8ab	60.7ab	1,415bc	6,238ab
6. Sweet clover	yellow	20.6ab	31.3b	46.4b	64.1a	519c	1,617c
7. Forage pea	austrian	25.0a	34.2b	49.9ab	61.9a	1,703abc	4,230bc
LSD(0.05)		7.1	6.8	5.8	5.4	1,629	2,806

었다. 이러한 결과로 미루어 볼때 역시 파종시기에 따른 차이라고 생각된다. 한편 김 등(2004)은 수원지역에서 Hairy vetch (Common 품종)를 9월 15일에 파종한 결과 생초수량은 72,733 kg/ha를 얻었다는 결과와는 같은 경향이었고, 김 등(2007)은 천안지역에 10월 15일에 파종한 Welta 품종 등 6 품종의 ha당 평균 생초수량이 10,630 kg 이었다는 결과보다는 월등히 높았는데 이 또한 파종시기의 원인으로 생각된다. 본시험 결과 중부지방 논에서 답리작으로 재배한 월년생 두과 사료작물 중에서 수량적인 면에서 볼때 Crimson clover 또는 Hairy vetch가 적합한 것으로 사료된다.

3. 사료가치

월년생 두과작물 중 월동 후 재생된 5초종의 사료가치는 Table 4에서 보는 바와 같다. 조단백질 함량은 Forage pea가 25.0%로 가장 높았고, Hairy vetch가 23.3%, Sweet clover가 20.6% 그리고 Crimson clover가 13.4%로 가장 낮았다. 김 등(2005)은 Crimson clover Tibbee 품종을 충남 성환에서 9월에 파종하여 이듬해 봄에 수확한 결과 조단백질 함량이 13.3%로 본 연구 결과와 같게 나타났으며 김 등(2007)이 Crimson clover 4품종을 전남 나주에서 10월 15일에 파종하여 이듬해 봄에 수확한 시료의 평균 조단백질 함량(14.6%) 보다는 낮게 나타났는데 이

는 생육기간, 품종 등에 따른 차이라고 사료된다. Forage pea, Sweet clover와 Balansa clover는 ADF 함량과 NDF 함량은 낮은 반면 TDN 함량은 높았다.

조단백질 생산량은 Hairy vetch가 2,929 kg/ha로 가장 높았지만 Crimson clover와는 통계적인 유의차는 없었다($p < 0.05$). TDN 생산량은 Crimson clover가 9,007 kg/ha로 가장 높았지만 Hairy vetch와는 통계적인 유의차는 없었다($p < 0.05$).

IV. 요약

본 시험은 우선 논에서 여름철 사료작물과 연계할 수 있는 겨울철 재배에 적합한 월년생 두과작물로 이듬해의 개화를 통한 경관효과와 수량이 우수한 초종의 선발을 목적으로 충남 천안시 성환읍에 위치한 벼재배 농가포장에서 2006년 9월부터 2007년 5월까지 수행되었다. 월년생 두과 사료작물로서 Hairy vetch (*Vicia villosa*), Crimson clover (*Trifolium incarnatum*), Berseem clover (*Trifolium alexandrinum*), Persian clover (*Trifolium resupinatum*), Balansa clover (*Trifolium michelianum*), Sweet clover (*Melilotus officinalis*) 및 Forage pea (*Pisum sativum*) 각 1 품종을 공시하였다. 파종 45일후 출현율은 Crimson clover, Hairy vetch, Forage pea 및 Berseem clover가 90%이상으로 높았으며 월동율은 Hairy vetch와 Crimson clover가 각각

98%와 95%로 가장 높았다. 경관과 관계되는 개화율은 수확시(5월 10일)에 Crimson clover가 100%로 조사되었다. 생초수량과 건물수량은 Crimson clover가 각각 72,556 kg/ha과 16,062 kg/ha으로 가장 높았다. 조단백질 수량은 Hairy vetch가 2,929 kg/ha으로 가장 높았지만 Crimson clover (2,169 kg/ha)와는 차이가 없었다($p<0.05$). TDN 수량은 Crimson clover가 9,007 kg/ha으로 가장 높았지만 Hairy vetch (7,366 kg/ha)와는 차이가 없었다($p<0.05$). 이상의 결과로부터 월동율, 수량 그리고 경관 등을 고려할 때 Crimson clover가 가장 적합한 것으로 사료되지만 추후 보완 연구가 필요하다고 사료된다.

V. 인 용 문 헌

1. 김원호. 1994. 작물의 잔주와 그 관리가 사일리지용 옥수수의 생장, 수량 및 사료가치에 미치는 영향. 서울대학교 박사학위 논문.
2. 김종덕, 김수곤, 권찬호. 2004. 콩과목초의 사초 수량과 품질 비교. 한국동물자원과학회지. 46(3): 437-442.
3. 김원호, 서 성, 임영철, 최기준, 김기용, 이종경, 윤봉기. 2007a. 논에서 적응 우수 Crimson Clover 품종 선발. 한국초지학회지 27(3):151-154.
4. 김원호, 서 성, 김맹중, 신재순, 전병수, 정민웅, 안병석, 윤봉기. 2007b. 논에서 적응성이 우수한 Vetch류 품종 선발. 한국초지학회지 27(3):155-160.
5. 김종근, 정의수, 임영철, 서 성, 김맹중, 김종덕. 2004. 도입 베치의 품종에 따른 생육특성 및 생산성 비교 연구. 한국초지학회지 24(2):177-182.
6. 농촌진흥청. 2003. 농사시험연구조사기준.
7. 서종호, 이호진, 허일봉, 김시주, 김충국, 조현숙. 2000. 동계 녹비작물 초종별 화학성분 및 생산성 비교. 한국초지학회지. 20(3):193-198.
8. 오윤진, 김제규. 1991. 간척지 수도작의 현황과 발전방향. 농진청 심포지움 p. 17.
9. A.O.A.C. 1990. Official method of analysis. 15th ed. Association of official analytical chemists. Washington, DC.
10. Fraser, M.D., R. Fychan and R. Jones. 2001. The effect of harvest date and inoculation on the yield, fermentation characteristics and feeding value of forage pea and field bean silages. Grass and Forage Science. 56(3):218-230.
11. Goering, H. K. and P. J. Van Soest.1970. Forage fiber analysis. Agricultural Handbook. No. 379, ARS, USDA, Washington, DC.
12. Hackney, B., B. Dear and G. Crocker. 2007. Berseem clover (PRIMEFACT 388). www.dpi.nsw.gov.au.
13. Hamilton. 2006. Balansa clover(Agriculture Notes). AG0714, ISSN 1329-8062. State of Victoria, Department of Primary Industries, Australia.
14. Lacy, J., B. Dear and G. sandral. 2003. Persian clover. Agfact P2.5.22(4th ed.). www.agric.nsw.gov.au/reader/5487.
15. Ramesh, P., P.K. Ghosh, K.S. Reddy, Ajay, S. Ramana and R.S. Choudhary. 2005. Assessment of biomass, productivity and sustainability of soybean based cropping systems at three levels of nitrogen in deep vertisols of semi-arid tropical India. Journal of sustainable agriculture. 26(2):43-59.
16. Rochester, I.J., M.B. Peoples, N.R. Hulugalle, R.R. Gault and G.A. Constable. 2001. Using legumes to enhance nitrogen fertility and improve soil condition in cotton cropping systems. Field Crops Research 70:27-41.
17. SAS. 2003. SAS Enterprise Guide 3.0.0.369. SAS Institute, Inc., Cary, NC, USA.
18. Sharma, R.P., S.K. Pathak, M. Haque and K.R. Raman. 2004. Diversification of traditional rice (Oryza sativa)-based cropping system for sustainable productions in South Bihar alluvial plains. Indian journal of agronomy. 49(4):218-222.
19. Shrestha, A., O.B. Hesterman, J.M. Squire, J.W. Fisk and C.C. Sheaffer. 1998. Annual medics and berseem clover as emergency forages. Agron. J. 90:197-201.
20. Verhallen, A., A. Hayes and T. Taylor. 2003. Cover Crops : Sweet Clover. http://www.omafra.gov.on.ca/english/crops/facts/cover_crops01/sweet_clover.htm
21. Westcott, M.P., L.E. Welty, M.L. Knox and L.S. Prestbye. 1995. Managing alfalfa and berseem clover for forage and plowdown nitrogen in barely rotations. Agron. J. 87:1176-1181.

(접수일자 : 2008. 2. 5 / 채택일자 : 2008. 3. 5)