

## 답리작에서 녹비작물 크림손클로버 단파 및 혼파가 벼 생육 및 수량에 미치는 영향

전원태\* · 성기영 · 김민태 · 오인석 · 최봉수 · 강위금

농촌진흥청 국립식량과학원

### Effect of Monoculture and Mixtures of Green Manure Crimson Clover (*Trifolium incarnatum*) on Rice Growth and Yield in Paddy

Weon-Tai Jeon\*, Ki-Yeong Seong, Min-Tae Kim, In-Seok Oh, Bong-Su Choi, and Ui-Gum Kang

National Institute of Crop Science, RDA, Suwon 441-857, Republic of Korea

Green manure crops are mainly used to reduce the application of chemical fertilizers. Mixture of green manure crops have beneficial effects in agroecosystem. In this study, experiments were conducted to evaluate the effects of monoculture and mixtures of crimson clover (*Trifolium incarnatum*) on rice growth and yield in paddy. This experiment was conducted at Sinheung series (fine loamy, mixed, nonacid, mesic family of Fluvaquentic Endoaquepts) from Oct. 2007 to Oct. 2009 at the National Institute of Crop Science (NICS), RDA, Suwon, Gyeonggi province, Korea. Seeding rates of crimson clover (CC) were consisted of monoculture (CC 2, 3, 4 kg and hairy vetch 5 kg 10a<sup>-1</sup>) and mixtures (CC 2 + barley 7, CC 3 + barley 7, CC 4 + barley 7, and CC 2 + hairy vetch 5 kg 10a<sup>-1</sup>). Seeds were drilled by partial tillage machine on 9th Oct. in 2007. Monoculture and mixture of crimson clover as a green manure crop was incorporated in soil for rice cultivation on 15th May in 2008. Chemical fertilizers had not been applied to monoculture and mixture plots. The biomass and N production of monoculture plots were lower than mixture plots. The biomass and N production of CC 2 + hairy vetch 5 kg 10a<sup>-1</sup> plot were the highest among mixtures treatments. In rice growing season, ammonium nitrogen concentrations in soil were a little high trends at CC 2 + hairy vetch 5 kg 10a<sup>-1</sup> plot. And soil bulk density and porosity were improved at mixture plot after rice harvesting. The rice yield of CC 2 + hairy vetch 5 kg 10a<sup>-1</sup> plot was not significantly different from conventional practice plot. These results indicated that cropping of crimson clover with hairy vetch mixture was better than barley mixture for environmental friendly rice cultivation.

**Key words:** Green manure, Crimson clover, Mixture, Rice, Paddy

## 서 언

최근 생산자와 소비자들이 참살이 (well-being)에 대한 관심이 높아짐에 따라 건강식품에 대한 수요가 증가하고 있으며 이로 인하여 녹비작물을 이용한 친환경 재배에 대한 관심도 증가하고 있는 추세이다. 녹비작물은 푸를 때 베어서 토양에 넣어 주는 두과, 벧과 및 기타 경관작물까지 포함할 수 있다. 이들 녹비작물은 토양의 이화학적 및 미생물상의 증진 등으로 토양의 건전성 회복 및 농업생태계 지속 유지에 중요한 작물이다 (Clark, 2007; Park et al., 2008). 정부 (농식품부)에서는 녹비작물 재배면적을 2013년

까지 250천 ha까지 확대할 계획이다. 2010년 녹비작물 재배면적 144천 ha 중 호밀 4,127 톤을 제외하고는 헤어리베치와 보리이다 (FACT, 2011).

녹비작물 중 공중질소를 고정하는 두과녹비작물은 화학비료 대체 및 농경지 생태계 내의 양분 순환에 중요하다. 우리나라에 재배되고 있는 두과녹비작물은 자운영이 70천 ha로 대부분을 차지하고 주로 대전이남 남부지방에서 재배되고 있다 (FACT, 2011). 그러나 2006년경에 남부지방에서 알팔파바구미가 자운영에 대발생 (Hwang et al., 2007)하여 지속적인 재배면적 확대가 어려워 이에 대한 대책이 필요한 실정이다. 또한 월동력이 우수하여 전국적으로 재배가 가능한 헤어리베치는 답리작에서의 안전성이 자운영보다 떨어져 아직 보급 면적이 적은 편이다. 2중 뿐인 두과 녹비작물의 다양화 차원에서 답리작 크림손클로버의

접수 : 2011. 9. 6 수리 : 2011. 10. 6

\*연락처 : Phone: +82312906783

E-mail: jeon0550@rda.go.kr

재배 및 이용 기술 개발이 필요하다. 크림손클로버 (*Trifolium incarnatum*)는 사료·피복·녹비작물로 알려져 있는 클로버류로 화이트클로버 (*Trifolium repens*)나 레드클로버 (*Trifolium pratense*)와 달리 월년생 또는 일년생이다 (Clark, 2007; FACT, 2011). 미국에서는 크림손클로버를 이용하여 혼작 시 잡초 관리 (Abdin et al., 2000; Hollander et al., 2007) 및 비료 효과 (Dyck & Liebman, 1995)에 대한 연구가 수행되었으며 유럽의 북부인 노르웨이에서는 월동률, biomass 생산성 및 질소 무기화율에 대한 연구 (Brandsaeter et al., 2008)를 수행한 바 있으나 이들 모두 논토양이 아닌 밭토양에서 시험을 수행하였다. 국내에서도 최근 크림손클로버의 활용성을 제고하기 위하여 농촌진흥청 국립축산과학원에서 크림손클로버의 파종량이 생육 및 생산에 미치는 영향에 대한 연구 (Lee et al., 2008)를 수행하였으며 Yoon 등 (2008)은 크림손클로버를 이용한 사료용 옥수수 유기재배 기술을 시도 한 바 있으나 국내 연구도 미국, 유럽과 마찬가지로 밭토양에서 수행하였으며 벼 후작인 답리작 논토양에서 수행한 연구는 거의 없는 실정이다.

따라서 본시험은 목적인 두과 녹비작물의 다양화를 위하여 크림손클로버의 단파 및 혼파 시 생산성 및 벼 이용효과를 구명하고자 수행하였다.

## 재료 및 방법

**크림손클로버 단파 시 파종량에 따른 생산성** 본 시험은 경기도 수원시에 소재한 농촌진흥청 국립식량과학원 벼 시험 포장에서 수행하였다. 녹비작물은 답리작으로 2007년 10월 9일에 부분경운파종 (Jeon et al., 2008; Jeon et al., 2010)으로 조파하였다. 시험 토양은 신흥통으로 식양질이었고 크림손클로버 품종은 Dixy를 파종하였다. 파종량은 10a 당 크림손클로버 2 kg, 3 kg, 4 kg 및 헤어리베치 5 kg으로 하였다. 녹비작물 biomass 조사는 환원 하루전인 5월 14일에 1 m<sup>2</sup> (1 m×1 m)의 면적을 기준으로 하여 녹비작물을 채취하여 독새풀과 분리하여 생초중을 측정 후 비닐하우스에서 충분히 풍건 후 60°C에서 24시간 충분히 건조시켜 건물중을 측정하여 기록하였다. 식물체 질소와 탄소는 CNS2000 (Leco, USA)을 이용하여 분석하였다.

**크림손클로버와 보리의 혼파에 따른 생산성** 크림손클로버 혼파시험은 단파와 동일한 포장에서 수행하였다. 파종량 처리는 10a당 크림손클로버 (CC) 2 kg + 보리 7 kg, CC 3 kg + 보리 7 kg, CC 4 kg + 보리 7 kg 및 CC 2 kg + 헤어리베치 5 kg으로 구성하였다. 파종방법은 이들을 균일하게 혼합한 후 2007년 10월 9일 부분경운 혼파하였다. 크림손클로버 품종은 Dixy, 보리 품종은 영양보리, 헤어리

베치는 중국에서 수입한 H-1을 사용하였다. 시료 채취 및 분석방법은 크림손클로버 단파 시 파종량 시험에 준하여 수행하였다.

**크림손클로버의 단파 및 혼파에 따른 벼 이용 효과** 크림손클로버의 단파 및 혼파에서 재배한 녹비를 이용하여 시험을 수행하였다. 녹비 환원은 5월 15일에 트랙터를 이용하여 로타리 경운하였다. 시험에 이용된 벼 품종은 중생종인 품미벼로, 2008년 6월 5일에 중묘기계 이앙하였다. 녹비이용구는 화학비료를 전혀 사용하지 않았고 관행 시비구는 10a 당 질소, 인산, 칼리를 각각 9 kg, 4.5 kg, 5.7 kg을 사용하였다. 식물체중의 질소와 탄소는 CNS2000 (Leco, USA)를 이용하여 분석하였다.

**토양 분석** 토양 암모니아태 질소의 분석은 이앙 후 14일과 42일에 습토를 채취하여 Inject flower meter (FIAstar 5000, FOSS Sweden)로 분석하였다. 벼 재배 후에는 0~15 cm 깊이에서 3반복으로 채취하였다. 채취한 시료는 음건하여 2 mm 체를 통과된 것을 화학성 분석에 사용하였다. 토양 화학성 분석은 농업과학기술원 토양 및 식물체 분석법 (NIAS, 2000)을 적용하여 pH는 토양과 증류수의 비율을 1:5로 하여 초자전극법 (720P, iSTEK, USA) 측정하였고 유기물은 원소분석기 CNS2000 (LECO, USA)를 이용하여 탄소를 분석하여 탄소함량에 계수 1.724를 곱하여 산출하였고 질소 분석에도 CNS2000을 이용하였다. 토양 물리성인 용적밀도와 공극률은 교란되지 않는 부분에서 100 cm<sup>3</sup> 코어를 이용하여 채취 후 즉시 밀봉하여 실험실로 운반 후 습토의 무게를 칭량한 후 110°C 건조기에 48시간 이상 건조한 다음 건조의 무게를 측정하였다. 그 외 토양 및 식물체 분석은 농촌진흥청 (NIAS, 2000)에 준하였다.

**통계분석 방법** 통계분석은 SAS 9.2. 버전을 이용하였다. 벼 수량 및 수량구성요소 등은 5% 유의수준에서 Duncan's multiple range test를 수행하였다.

## 결과 및 고찰

**크림손클로버 단파 시 파종량에 따른 생산성** 크림손클로버 파종량은 국내에서 답리작에 대한 재배시험 결과가 없어서 밭토양에서 기준 파종량인 3 kg 10a<sup>-1</sup>을 고려하여 2~4 kg 10<sup>-1</sup>을 파종하였다 (Lee et al., 2008). 크림손클로버의 파종량별 생초 및 건물중을 나타낸 것이 Table 1이다. 파종량이 증가될수록 크림손클로버의 생초와 건물중이 증가하였으나 잡초인 독새풀의 발생은 파종량 3 kg 과 4 kg에서 생초와 건물중의 차이가 없었다. 그러나 헤

어리베치는 5 kg 10a<sup>-1</sup> 파종구에서는 생초와 건물중이 높아서 잡초발생은 현저히 적었다. 이와 같이 크림손클로버의 단파구에서 독새풀의 발생이 많은 것은 크림손클로버의 생육이 저조함에 대한 생태적 보상에 의한 것으로 사료되었다. 따라서 크림손클로버의 단파 파종량은 4 kg 이상하여야만 답리작에서 biomass가 많아질 것으로 판단되었다.

크림손클로버의 파종량별 탄질률 (C/N율), 질소함량 및 질소생산성은 Table 2와 같다. 탄질률은 크림손클로버가 21.1~25.5 (C/N) 범위로 헤어리베치의 10.1 (C/N) 보다 높았다. 질소함량은 2.02~2.18%로 헤어리베치의 4.53%보다 적었다. 독새풀의 탄질률은 31.6~36.4로 파종량간의 차이가 없었고 질소함량도 유의적 차이가 없었다. 따라서 크림손클로버와 독새풀의 질소 생산성은 헤어리베치보다 현저히 낮은 경향이었다. 중부지역에서의 크림손클로버 biomass와 질소생산성이 헤어리베치보다 낮았다. 이는 답리작에

서 크림손클로버의 월동률이 헤어리베치보다 낮고 내습성도 약하기 때문인 것으로 추정되었다.

**크림손클로버의 혼파에 따른 생산성** Table 3은 크림손클로버의 혼파에 따른 녹비생산성 변화를 나타낸 것이다. 크림손클로버의 파종량이 증가함에 따라 보리의 biomass도 증가하는 경향이었고 파종량 2 kg에 비하여 3 kg과 4 kg에서 유의적으로 보리의 biomass가 높았다. 이는 발토양에서 호밀과 헤어리베치의 혼파 시에도 biomass의 상승효과가 있었다 (Jeon et al., 2009). 본 시험에서는 크림손클로버의 혼파 시 biomass는 단파에 비하여 줄어들고 (Table 1) 보리의 biomass만 상승하는 효과 나타났다. 이는 발토양에서 호밀과 헤어리베치의 혼파와 달리 답리작 논토양에서 크림손클로버의 답리작 적응성이 낮아서 보리와 경쟁 (competition)으로 크림손클로버의 생육이 위축된 것으로 사료되었다. 보리와 크림손클로버의 혼파에서는 잡초

**Table 1. The biomass of crimson clover and weed by the different seeding rates.**

Seeding rate	Fresh weight			Dry weight		
	CC <sup>†</sup> (HV <sup>‡</sup> )	Weed <sup>§</sup>	Total	CC (HV)	Weed	Total
kg 10a <sup>-1</sup>	----- kg 10a <sup>-1</sup> -----			-----		
CC 2	207d	309b	516	58c	112b	170
CC 3	349c	407a	756	106b	149a	255
CC 4	536b	421a	957	147a	145a	292
HV 5	(934a)	207c	1141	(146a)	63c	209

<sup>†</sup>CC, Crimson clover; <sup>‡</sup>HV, Hairy vetch; <sup>§</sup>Weed, Foxtail.

**Table 2. The C/N ratio, nitrogen content and production of crimson clover and weed by the different seeding rates.**

Seeding rate	C/N ratio		Nitrogen content		Nitrogen production		
	CC <sup>†</sup> (HV <sup>‡</sup> )	Weed <sup>§</sup>	CC (HV)	Weed	CC (HV)	Weed	Total
kg 10a <sup>-1</sup>	-----		----- % -----		----- kg 10a <sup>-1</sup> -----		
CC 2	22.8a	31.6a	2.02b	1.49a	1.17c	1.68a	2.85
CC 3	21.1a	36.4a	2.18b	1.28a	2.31b	1.94a	4.25
CC 4	25.5a	36.0a	2.04b	1.30a	3.00b	1.89a	4.89
HV 5	(10.1b)	31.9a	(4.53a)	1.47a	(6.61a)	0.95b	7.56

<sup>†</sup>CC, Crimson clover; <sup>‡</sup>HV, Hairy vetch; <sup>§</sup>Weed, Foxtail.

**Table 3. The biomass of crimson clover mixtures and weed by the different seeding rates.**

Seeding rate	Fresh weight				Dry weight			
	CC <sup>†</sup>	Barley (HV <sup>‡</sup> )	Weed <sup>§</sup>	Total	CC	Barley (HV)	Weed	Total
kg 10a <sup>-1</sup>	----- kg 10a <sup>-1</sup> -----				-----			
CC 2 + Barley 7	21b	1,164b	56b	1241	6a	350b	26b	382
CC 3 + Barley 7	44b	1,688a	69b	1801	17a	512a	36b	565
CC 4 + Barley 7	62b	1,791a	78b	1931	16a	549a	39b	604
CC 2 + HV 5	100a	(853c)	357a	1310	23a	(361b)	125a	509

<sup>†</sup>CC, Crimson clover; <sup>‡</sup>HV, Hairy vetch; <sup>§</sup>Weed, Foxtail.

인 독새풀의 발생량은 파종량간 유의적 차이가 없었으나 크림손클로버와 헤어리베치의 혼파에서는 잡초(독새풀) 발생량이 많아 두 작물의 혼파 시 독새풀의 발생량을 줄이기 위해서는 파종량을 증량해야 될 것으로 생각되었다.

크림손클로버의 혼파에 따른 탄질률과 질소생산성을 나타낸 것이 Table 4이다. 탄질률은 파종량간에는 차이가 없었으나 크림손클로버의 탄질률 (22.5~26.0)은 헤어리베치 (14.9)보다 높았으나 보리 (39.5~54.8)와 독새풀 (38.3~54.9)보다는 낮았다. 크림손클로버와 보리의 혼파 시 질소생산성은 크림손클로버가 0.12~0.35 kg 10a<sup>-1</sup>로 현저히 작아서 전체 생산성이 4.70~5.82 kg 10a<sup>-1</sup>로 낮았고 파종량간 유의적 차이도 없었다. 크림손클로버와 헤어리베치 혼파 (CC 2 + HV 5 kg 10a<sup>-1</sup>)의 질소 생산량이 13.0 kg 10a<sup>-1</sup>로 크림손클로버와 보리의 혼파보다 생산성이 유의적으로 높았다. 따라서 답리작에서 크림손클로버는 보리와 혼파보다 헤어리베치와 혼파하는 것이 좋을 것으로 판단되었다.

**크림손클로버의 단파 및 혼파에 따른 벼 이용 효과**  
녹비작물의 재배목적은 후작물에 이용하는 것으로 Table

5는 단파 및 혼파에 따른 벼 식물체의 초장, 경수와 토양의 암모니아태 질소 함량을 나타낸 것이다. Table 5에서 보는 바와 같이 이앙 후 14일과 42일경에 초장과 경수는 단파와 혼파 모두 유의적 차이를 보이지 않았다. 그러나 HV 5 (헤어리베치 단파)와 CC 2 + HV 5 kg 10a<sup>-1</sup> 혼파구에서 이앙 후 42일경 벼 생육이 약간 양호한 경향을 보였다. 이는 크림손클로버 단파구 및 보리와 혼파구에서 biomass가 적고 질소 생산량이 적음에 기인된 것으로 생각된다. 벼가 주로 이용한 암모니아태 질소의 함량은 헤어리베치 단파구보다 혼파구에서 높았다. 특히 헤어리베치 (HV) 5 kg 10a<sup>-1</sup> 파종구에서 높은 경향을 보여서 혼파 시 토양 무기태 질소 이용 측면에서 보리보다는 헤어리베치가 좋을 것으로 판단되었다.

Table 6은 크림손클로버 단파 및 혼파에 따른 벼 수량 및 수량구성요소를 나타낸 것이다. 크림손클로버 단파 시에는 쌀수량이 관행시비 (522 kg 10a<sup>-1</sup>)에 비하여 모두 유의적으로 낮았으나 헤어리베치 5 kg 구에서 475 kg으로 단파 중에서 가장 높았다. 혼파 처리구의 크림손클로버 2 kg + 헤어리베치 5 kg구는 관행시비와 유의적 수량차이가 없었다. 수량구성요소 중 천립중은 처리간 유의적 차이가 없

**Table 4. The C/N ratio and nitrogen production of crimson clover mixtures and weed by the different seeding rates.**

Seeding rate	C/N			Nitrogen content			
	CC	Barley (HV) <sup>‡</sup>	Weed <sup>§</sup>	CC (HV)	Barley (HV)	Weed	Total
kg 10a <sup>-1</sup>	----- kg 10a <sup>-1</sup> -----						
CC 2 + Barley 7	22.8a	39.5a	38.4a	0.12a	4.27b	0.31b	4.70
CC 3 + Barley 7	22.5a	51.1a	47.2a	0.35a	4.81b	0.36b	5.52
CC 4 + Barley 7	25.6a	54.8a	54.9a	0.29a	5.22b	0.31b	5.82
CC 2 + HV 5	26.0a	(14.9b)	38.3a	0.40a	(11.1a)	1.50a	13.0

<sup>†</sup>CC, Crimson clover; <sup>‡</sup>HV, Hairy vetch; <sup>§</sup>Weed, Foxtail.

**Table 5. The NH<sub>4</sub>-N in soil and plant height and tiller number of rice plant by different seeding rates of crimson clover only and crimson clover mixtures.**

Items	Seeding rate	14 DAT <sup>†</sup> (19th June)			42 DAT (17th July)		
		Plant		Soil	Plant		Soil
		Plant height	Tiller	NH <sub>4</sub> -N	Plant height	Tiller	NH <sub>4</sub> -N
	kg 10a <sup>-1</sup>	cm	no. hill <sup>-1</sup>	mg kg <sup>-1</sup>	cm	no. hill <sup>-1</sup>	mg kg <sup>-1</sup>
Mono	CC <sup>‡</sup> 2	20.2a	5.2a	9.6c	61.5a	15.4c	3.7b
	CC 3	19.2a	4.7a	14.6b	62.5a	17.0b	4.9ab
	CC 4	19.0a	4.6a	13.4b	62.0a	16.2b	4.2b
	HV <sup>§</sup> 5	20.4a	4.7a	16.8ab	63.2a	18.6ab	6.5a
Mix-ture	CC 2 + Barley 7	20.5a	5.0a	15.0ab	62.5a	15.2c	4.0b
	CC 3 + Barley 7	20.4a	5.3a	17.3ab	63.3a	17.0b	4.0b
	CC 4 + Barley 7	18.7a	5.2a	16.6ab	61.5a	17.1b	5.8a
	CC 2 + HV 5	19.3a	7.2a	18.7a	63.9a	19.9b	6.3a
	Conventional fertilization	18.0a	6.0a	23.6a	69.5a	21.1a	7.5a

<sup>†</sup>DAT, Days after transplanting; <sup>‡</sup>CC, Crimson clover; <sup>§</sup>HV, Hairy vetch.

었고, 등숙비율은 전처리구에서 관행에 비하여 높았다. 수당립수는 크림손클로버 4 kg 단파구는 관행시비와 차이가 없었으나 2 kg과 3 kg 단파구는 적었고 헤어리베치 5 kg과 모든 혼파구에서 관행과 유의적 차이를 보이지 않았다. 이삭수는 크림손클로버 2 kg + 헤어리베치 5 kg구는 관행시비와 차이가 없었고 그 외 처리구는 관행시비구보다 적었다. 크림손클로버 2 kg + 헤어리베치 5 kg 혼파구에서 관행시비구와 수량차이가 없는 것은 수량구성요소 중 이삭수가 관행시비와 차이 없는 것이 중요한 요인으로 작용한 것으로 사료된다. 이는 화학비료를 대체하기 위하여 녹비작물 이용 벼 재배 시 추비가 없기 때문에 초기의 경수 확보가 벼 수량에 중요한 역할을 하는 것으로 추정할 수 있다. 답리작에서 크림손클로버와 보리의 혼파를 이용하여 벼 재배를 하기 위해서는 크림손클로버는 10a 당 4 kg 이상 증량하여야만 화학비료 대체가 가능할 것으로 사료되었다. 세부 파종량은 추후 정밀한 검토가 필요한 것으

로 판단되었다.

녹비작물 이용 시 단기간에 토양 유기물의 축적은 기대할 수 없지만 토양물리성의 변화는 기대 되어 크림손클로버 단파 및 혼파에 이용 벼 재배 후의 토양 이화학성 변화를 나타낸 것이 Table 7이다. 크림손클로버 단파 시에 관행에 비하여 공극률은 변화가 없었으나 혼파 시에는 전반적으로 공극률이 증가 되고 용적밀도가 감소하는 경향이었고 크림손클로버 4 kg + 보리 7 kg구에서 물리성개선의 효과를 보였다. 이는 두과보다는 화본과가 토양물리성 개선에 효과가 있고 단파보다는 혼파가 효과가 있는 것으로 사료되었다. 토양 pH는 단파 및 혼파 이용 전처리구에서 관행보다 낮은 경향을 보였고 토양의 유기물함량은 단파 이용구에서 다소 낮은 경향이었고 혼파 크림손클로버 4 kg + 보리 7 kg 혼파구에서 약간 높은 경향을 보였다.

**Table 6. Rice yield and yield components by different seeding rates of crimson clover and crimson clover mixtures.**

Items	Seeding rate	Panicle	Spikelets	1,000-grain weight	Ripened grain	Milled rice
	kg 10a <sup>-1</sup>	No. hill <sup>1</sup>	No. panicle <sup>1</sup>	Brown rice, g	%	kg 10a <sup>-1</sup>
Mono	CC <sup>†</sup> 2	12.2b	78.5b	22.3a	90.5a	404c
	CC 3	13.5b	78.8b	22.3a	87.8a	404c
	CC 4	13.6b	85.1a	22.3a	88.5a	411c
	HV <sup>‡</sup> 5	15.1b	83.0a	22.6a	88.0a	475b
Mixture	CC 2 + Barley 7	13.2b	83.3a	21.6a	92.2a	455b
	CC 3 + Barley 7	14.5b	86.5a	22.6a	93.4a	488b
	CC 4 + Barley 7	14.6b	88.2a	22.4a	90.1a	484b
	CC 2 + HV 5	16.6a	83.5a	22.3a	89.6a	524a
Conventional fertilization		17.3a	87.2a	22.1a	82.9b	522a

<sup>†</sup>CC, Crimson clover; <sup>‡</sup>HV, Hairy vetch.

**Table 7. Soil physical and chemical properties after rice cultivation using different seeding rates of crimson clover and crimson clover mixtures.**

Items	Seeding rate	Porosity	Bulk density	pH	OM	T-N
	kg 10a <sup>-1</sup>	%	Mg m <sup>-3</sup>	1:5	g kg <sup>-1</sup>	%
Mono	CC <sup>†</sup> 2	54.9	1.20	5.45	37.2	0.20
	CC 3	54.3	1.21	5.33	40.9	0.21
	CC 4	55.8	1.17	5.11	38.4	0.21
	HV <sup>‡</sup> 5	52.8	1.25	5.34	31.0	0.17
Mixture	CC 2 + Barley 7	55.9	1.16	5.25	40.4	0.20
	CC 3 + Barley 7	57.4	1.13	5.02	42.9	0.23
	CC 4 + Barley 7	59.4	1.08	4.91	45.2	0.23
	CC 2 + HV 5	56.7	1.15	5.01	44.6	0.24
Conventional fertilization		56.3	1.14	5.35	43.1	0.22

<sup>†</sup>CC, Crimson clover; <sup>‡</sup>HV, Hairy vetch.

## 요 약

본시험은 두과 녹비작물의 다양화를 위하여 크림손클로버의 단파 및 혼파 시 생산성과 벼 이용효과를 구명하기 위하여 수행하였다. 시험포장은 국립식량과학원에 위치한 신흥동 (식양질)에서 2007년 10월부터 2008년 10월까지 수행하였다. 파종량은 10a당 크림손클로버 2, 3, 4 kg 및 헤어리베치 5 kg 단파와 크림손클로버 (CC) 2 kg + 보리 7 kg, CC 3 kg + 보리 7 kg, CC 4 kg + 보리 7 kg 및 CC 2 kg + 헤어리베치 5 kg의 혼파구로 구성하였다. 크림손클로버 단파 시 biomass가 적어 잡초 (독새풀)의 발생량은 혼파보다 많았으며 질소생산성은 낮았다. 혼파는 단파에 비하여 biomass와 질소생산성이 높았으며 혼파중에는 CC 2 + 헤어리베치 5 kg이 가장 높았다. 이들을 이용하여 벼 재배 시 벼 초장, 경수 및 토양 암모니아태 질소의 함량도 혼파구에서 약간 양호한 경향을 보였다. 크림손클로버 단파 시에는 관행 쌀수량 522 kg 10a<sup>-1</sup>에 비하여 모두 유의적으로 낮았으나 혼파 처리구에서는 크림손클로버 2 kg + 헤어리베치 5 kg구가 관행과 수량차이가 없었다. 크림손클로버 이용 벼 재배 후 토양공극률은 단파에서는 다소 낮아졌으나 혼파구에서는 공극률이 증가되고 용적밀도가 감소하는 경향이였다. 크림손클로버를 답리작에서 녹비로 이용 벼 재배 시에는 단파보다 혼파가 유리하며 보리와 혼파보다는 헤어리베치와 혼파하는 것이 화학비료 대체로 친환경 쌀 생산에 유리할 것으로 판단되었다.

## 사 사

본 연구는 농촌진흥청 국립식량과학원 작물시험연구개발사업 (과제번호 : 200803I01010399)의 지원에 의해 이루어진 것임.

## 인 용 문 헌

- Abdin, O.A., X.M. Zhou, D. Cloutier, D.C. Coulman, M.A. Fairs, and D.L. Smith. 2000. Cover crops and interrow tillage for weed control in short season maize (*Zea mays*). *Europ. J. Agronomy* 12:93-102.
- Brandsaeter, L.O., H. Heggen, H. Riley, E. Stubhaug, and T.M. Henriksen. 2008. Winter survival, biomass accumulation and N mineralization of winter annual and biennial legumes sown at various times of year in Northern Temperate Regions. *Europ. J. Agronomy* 28:437-448.
- Clark Andy. 2007. Managing cover crops profitably (third edition). Sustainable agriculture network. MD, USA.
- Dyck, E. and M. Liebman. 1995. Crop-weed interference as influenced by a leguminous or synthetic fertilizer nitrogen source: II. Rotation experiments with crimson clover, field corn, and lambsquarters. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 56:109-120.
- FACT (Foundation of Agri. Tech. Commercialization & Transfer), 2011. The Guidebook of Agro-green Technologies. Sammi. Suwon. pp. 193-213.
- Hollander, N.G., L. Bastiaans, and M.J. Kropff. 2007. Clover as a cover crop for weed suppression in an intercropping design I. Characteristics of several clover species. *Europ. J. Agronomy* 26:92-103.
- Hwang, D.Y., U.G. Kang, Y.C. Ku, S.Y. Kim, J.H. Kim, K.D. Park, S.T. Park, S.B. Song, J.Y. Ahn, B.G. Oh, S.H. Oh, Y.S. Yun, G.H. Lee, B.J. Lee, M.T. Kim, J.K. Lee, H.Y. Kim, J.K. Kang, J.H. Jung, G.P. Hong, W.G. Jung, H.G. Kim, I. Lee, N.G. Baek, and S.H. Lee. 2007. Production technology of environment-friendly rice using Chinese milk vetch. NICS (National Institute of Crop Science).
- Jeon, W.T., K.Y. Seong, J.K. Lee, M.T. Kim, and H.S. Cho. 2009. Effects of Seeding Rate on Hairy vetch (*Vicia villosa*) - Rye (*Secale cereale*) Mixtures for Green Manure Production in Upland Soil. *Korean J. Crop Sci.* 54(3): 327-331.
- Jeon, W.T., K.Y. Seong, M.T. Kim, G.J. Oh, I.S. Oh, and U.G. Kang. 2010. Changes of soil physical properties by glomalin concentration and rice yield using different green manure crops in paddy. *Korean J. Soil Sci. Fert.* 43(2): 119-123.
- Jeon, W.T., M.T. Kim, K.Y. Seong, J.K. Lee, I.S. Oh, and S.T. Park. 2008. Changes of soil properties and temperature by green manure under rice-based cropping system. *Korean J. Crop Sci.* 53(4):413-416.
- Lee, J.K., S.H. Yoon, M.W. Jeong, J.G. Kim, Y.C. Lim, K.J. Choi, K.Y. Kim, H.C. Ji, Y.S. Choi, and H.S. Park. 2008. Effects of seeding rate on growth characteristics and productivities of crimson clover (*Trifolium incarnatum* L.). *Korean Society of Grassland and Forage Science proceeding* (46) p164~165.
- NIAS (National institute of Agricultural Science and Technology). 2000. Methods of analysis of soil and plant, NIAS, Suwon, Korea.
- Park, S.T., W.T. Jeon, M.T. Kim, K.Y. Sung, J.H. Ku, I.S. Oh, B.K. Lee, Y.H. Yoon, J.K. Lee, K.H. Lee, and J.H. Yu. 2008. Understanding of environmental friendly agriculture and rice production using green manure crops. RDA, NICS. Sammi. Suwon. pp. 20-21.
- RDA. 2003. Standard methods for agricultural experiments. Rural Development Administration, Suwon, Korea.
- Yoon, S.H., Y.C. Lim, J.K. Lee, and J.G. Kim. 2008. Weed control effect by using crimson clover on cultivating silage corn. *Korean Society of Grassland and Forage Science proceeding* (46) p.150~151.