

두과 월년생 잡초 살갈퀴의 녹비 이용성 검토

성기영^{1*}, 전원태, 조현숙, 김충국, 정광호, 송득영, 최봉수

Evaluation of Winter Annual Weed *Vicia angustifolia* as Green Manure

Ki-Yeong Seong^{1*}, Weon-Tai Jeon, Hyun-Suk Cho, Chung-Guk Kim
Kwang-Ho Jeong, Duk-Young Song and Bongsu Choi

ABSTRACT *Vicia angustifolia* L. is native plant of winter annual leguminous weed in Korea. Objective of this research was to investigate the effects of *V. angustifolia* as green manure for rice production in sustainable agriculture. Seed size of *V. angustifolia* was smaller than that hairy vetch as control plant, while seed number in same amount was approximately 1.4-fold higher. *V. angustifolia* started stem elongation in early April. In addition, flowering and dead-ripe stages of the plant reached at May 5th and June 1st, respectively. Growth of *V. angustifolia*-barley mixed cropping system in upland was promoted up to 101 cm of plant length compared to 46.6 to 60.9 cm that grown in paddy. Biomass yield of *V. angustifolia* was 14.5 kg ha⁻¹ in single cropping system of paddy soil, and the amount of nitrogen was 65 kg ha⁻¹. Moreover, self-reseeding of fallen seed from *V. angustifolia* grown in previous year in paddy soil was significantly higher than that hairy vetch plant. These results suggested that *V. angustifolia* can be uses as green manure in addition to reducing the mineral fertilizer application in rice production for sustainable agriculture.

Key words: green manure; self-reseeding; sustainable agriculture; *Vicia angustifolia* L.

서 언

우리 농사는 농촌인구의 고령화에 따른 노동력 부족이라는 극한상황에서 기후온난화로 인한 지구대적 물부족으로 인한 사막화 현상과 함께 초고유가 시대로 진입함에 따라, 화학비료 중심의 고에너지, 고투입 농사에서 저투입, 저탄소 농사로 패러다임 변화를 강

요받고 있다. 그리하여 고에너지를 요구하는 화학비료를 대체할 수 있는 두과 동계녹비작물의 재배면적이 크게 증가하고 있는 실정이다. 동계녹비작물은 겨울철 탄소 축적과 동시에 화학비료를 대체할 뿐만 아니라, 토양수분을 보유함으로써 저투입 저탄소 농사에 적절한 대상 작물이다(성 등 2009).

우리나라 녹비작물은 일제시대에 자운영, 헤어리베

¹ 국립식량과학원, 441-857 경기도 수원시 권선구 수인로 151(National Institute of Crop Science, Suwon 441-857, Korea).

* 연락저자(Corresponding author) : Phone) +82-31-290-6786, Fax) +82-31-290-6773, E-mail) seongky@rda.go.kr

(Received March 30, 2010; Examined March 25, 2010; Accepted June 8, 2010)

치, 호밀 중심으로 재배되기 시작하여 1955년에 약 9만ha에 이르기까지 재배되다가 화학비료의 보급으로 1980년대 1만ha 이하로 줄어들었다. 그러나 1998년 정부차원에서 친환경농업 육성정책을 추진하면서 동계녹비작물의 재배면적이 다시 늘어나기 시작하여, 1998년 4천ha에서 2008년 현재 8만ha에 이르고 있다(농촌진흥청 2009).

두과녹비작물의 경우 남부지방 중심으로 재배면적이 2007년 7만 8천ha까지 늘었다가 조금씩 줄고 있는 실정이다. 자운영은 전질소함량(T-N)이 2.5~3.0%(양 등 2002)로 녹비작물로서의 가치가 높을 뿐만 아니라 self-reseeding 특성이 있어(김 등 2001), 재배면적 확대가 용이하지만 두과작물 해충인 알팔파바구미가 크게 번성하여 더 이상 재배면적이 늘지 않고 있다(작물과학원 2007). 또한 자운영은 대전 이북 지방에는 월동력이 떨어지기 때문에 이용할 수 없다. 반면 헤어리베치는 전질소함량이 3.8~3.9%(서 등 2000)로 자운영보다 함량이 높고 중부지역까지 월동이 가능하여 재배면적이 점차 증대되고 있으며 2009년 현재 1만 4천ha에 이르고 있다(농식품부 2010). 하지만 헤어리베치는 종자를 전량 수입하고 있으며, 벼와의 작부체계에 맞는 조생종이 없어 자운영처럼 self-reseeding 특성이 없다. 그러므로 해마다 뿌릴 수 있는 종자를 반드시 확보하여야 하는 문제점이 있다.

2007년 국내에 자생하는 두과 월년생 잡초자원을 수집하고 그 중에서 숙기가 빠른 조생계통을 선발하는 과정에서 벼와 작부체계에 맞으면서 self-reseeding이 잘되는 두과 녹비자원을 선발할 수 있을 것으로 판단하였다. 이에 헤어리베치와 유전학적으로 유사하며 우리나라에서 자생하는 두과 월년생 잡초인 살갈퀴를 대상으로 논에서 self-reseeding 특성을 가지고 있으며 벼와의 작부체계에 맞는 조생종 계통을 선발하여 녹비료의 이용성을 검토하였다.

재료 및 방법

살갈퀴의 종자수집 및 생육특성

살갈퀴 종자는 2007년 6월초에 경기도 수원지역에

서 수집하여 본 시험의 재료로 이용하였다. 수집한 종자는 시험종자 증식 및 생육특성을 알아보기 위하여 그해 가을(2007년 10월 4일) 국립식량과학원 작물환경과 논포장에 벼 입모중 파종하였으며, 이듬해 논에서 생장이 가능한 것을 예비실험으로 확인하였다.

살갈퀴의 녹비이용성 및 재배특성을 평가하기 위하여 국립식량과학원의 논과 밭 시험포장에서 재배 시험을 실시하였다. 국립식량과학원 작물환경과 논포장과 밭포장의 토성은 사양질이며 답작포장의 토성은 식양질이다. 중부지방에서 이용가능하고 유전학적 특성이 비슷한 헤어리베치를 대조작물로 재배하였다.

살갈퀴와 헤어리베치 종자는 2008년 10월 2일에 50kg ha⁻¹ 수준으로 논 및 밭포장에 파종하여 이듬해 4월부터 6월사이 각 작물의 생육 특성 및 수확기 녹비생산량을 조사하였다. 작물환경과 논포장에서는 살갈퀴와 헤어리베치의 생육 및 개화기 생육특성을 조사하였고, 밭포장에서는 생육 및 종자생산량을 조사하였으며, 답작포장에서는 초기생육 및 녹비수량성 등을 조사하였다.

한편 살갈퀴는 토성 및 파종방법(혼파, 단파)에 따른 생육 특성을 평가하기 위하여 논포장에서 들묵새-살갈퀴 혼파구 및 살갈퀴 단파구를 조성하였고, 밭포장에서 들묵새-살갈퀴 및 보리-살갈퀴 혼파구를 조성하여 재배하였다.

녹비작물로서 환원량을 결정하기 위한 식물체의 질소함량은 CNS 분석기(LECO CNS-2000)를 이용하여 분석하였다.

살갈퀴의 휴면 및 재입모 특성

수확기에 접어든 살갈퀴와 헤어리베치는 2008년 6월 1일과 17일에 각각 채종하였다. 이들 수집한 종자의 휴면성을 알아보기 위하여 채종한 종자를 실험실에서 상온보관 하였으며, 같은 해 가을(2008년 10월 2일)과 겨울(2009년 1월 13일)에 상온에서 발아정도를 조사하였다.

한편 살갈퀴의 1회 파종에 따른 재입모율 및 녹비생산 지속성을 평가하였다. 녹비작물은 2007년 10월 4일에 50kg ha⁻¹ 수준으로 파종하였으며, 재입모율을 평가하기 위하여 이듬해 종자수확을 하지 않았다. 벼

재배는 관행으로 2008년 6월 5일과 15일에 각각 경운 및 이앙하였다. 2008년 10월 10일에 벼를 수확하였고, 2008년 10월 27일에 논포장에서 살갈퀴 및 헤어리베치 종자가 자연 탈립되어 받아들인 개체수(재입모율)를 조사하였다. 또한 자연 탈립되어 생육한 두 녹비작물에 대하여 2009년 5월 14일에 재입모에 의한 녹비생산량을 조사하였다.

결과 및 고찰

살갈퀴의 종자 및 생육 특성

경기도 수원에서 수집한 조생계통의 자생 살갈퀴와 헤어리베치의 종자특성은 표 1과 같다. 살갈퀴는 천립중이 14.9g이고 종자크기가 2.80mm로 헤어리베치의 27.7g과 3.41mm 보다 작은 것으로 나타났으며, 종자생산량은 살갈퀴가 696kg ha⁻¹으로 헤어리베치의 900kg ha⁻¹에 비해 다소 떨어지는 것으로 나타났다. 그러나 천립중과 수량으로부터 종자수를 환산하면 ha당 살갈퀴의 종자수는 약 46,711,409립으로 헤어리베치의 32,490,974립 보다 약 1.4배 많은 것으로 나타났다.

살갈퀴는 잡초특성이 강하여 종자 개체수를 많이 확보하는 것으로 판단되었으며, 많은 종자수를 확보하고 있기 때문에 녹비작물로 이용시 입모수 및 수확 후 녹비생산량 확보에도 큰 영향을 미칠 것으로 판단된다.

중부지역인 수원에서 자생 살갈퀴는 4월 초순에 생장을 시작으로 4월 20일경에 줄기신장이 시작되었는

데, 이는 4월 2일경에 줄기신장이 시작되는 헤어리베치보다 약 18일 정도 늦었다(표 2). 그러나 살갈퀴는 개화기가 헤어리베치보다 약 3일 정도 빠른 것으로 나타났으며, 개화 후 약 27일이면 고숙기에 도달하여 탈립이 시작되었고, 헤어리베치는 개화 후 약 40일경에 고숙기에 도달하였다. 고숙기에 접어든 살갈퀴는 가장 먼저 익은 꼬투리의 탈립이 진행 중이었고, 바로 위 꼬투리는 고숙상태가 되었으며, 그 위 1~2개의 꼬투리는 완숙기에 도달하였기 때문에 개화후 27일경에 수확하여 종자로서 이용 가능할 것으로 판단되었다.

종자의 탈립정도에서도 자생 살갈퀴가 헤어리베치보다 높은 것으로 나타났는데, 이는 살갈퀴가 잡초특성이 강하여 탈립이 잘되는 것으로 사료되었다. 종자채종이 목적이 아닌 한번 파종으로 지속적인 녹비효과를 가져올 수 있는 self-reseeding 증진은 지속농업에서 노동력 및 생산비 절감과도 깊은 관련성이 있으며, 성숙한 종자의 탈립이 빨리 일어나기 때문에 후작물의 파종 및 재배를 보다 용이하게 한다. 또한 self-reseeding에 의한 효과는 전술한 바와 같이 중부지방에서 녹비작물로 재배하는 수입종 헤어리베치를 대체하는 국내 자생식물로서 이용이 가능할 것이다.

살갈퀴의 개화는 재배지 토양 및 작부체계와 관계없이 5월 5일로 일정하였다(표 3). 살갈퀴는 5월 중순부터 생장의 한계에 다다른 것으로 나타났으며, 논재배 살갈퀴의 초장은 46.6~60.9cm이며, 밭재배시 보리와 혼파할 경우 101.1cm까지 자라는 것으로 나타났다. 분지수는 살갈퀴 단파재배에서 2.7개로 가장 낮았으며 혼파에 의해 3.6~4.2개까지 증가하였다. 착협 마디수는 분지당 3.5~3.7개로 차이가 없었으

Table 1. Seed characteristic of two *Vicia* species grown in upland field.

Species	1000 seeds weight (g)	Seed diameter (mm)	Seed yield (kg ha ⁻¹)	No. of seeds ¹⁾ (per ha)
<i>Vicia angustifolia</i> L.	14.9	2.80	696	46,711,409
<i>Vicia villosa</i> Roth	27.7	3.41	900	32,490,974
t-test	**2)	*	**	**

¹⁾ The values were calculated by 1,000 seeds weight and seed yield.

²⁾ * and **, Significantly different between two *Vicia* species at P<0.05 and 0.01, respectively.

Table 2. Growth of two *Vicia* species grown in upland.

Species	Stem elongation stage	Flowering stage	Dead ripe stage	Seed shedding
<i>Vicia angustifolia</i> L.	April 20	May 5	June 1	Excellent
<i>Vicia villosa</i> Roth	April 2	May 8	June 17	Good

며, 분지당 협수는 3.8~6.6개로 마디 당 평균 1~2개의 협을 형성하는 것으로 나타났다. 자생 살갈퀴의 녹비생산량은 밭의 경우 들묵새 또는 보리와 혼파할 경우 생육량이 2,960~9,040kg ha⁻¹으로 녹비량이 다소 부족하였으나 논에서 단파 할 경우 13,600kg ha⁻¹으로 녹비이용 가능성이 높은 것으로 판단되었다.

김 등(2002)과 전 등(2009)은 헤어리베치와 호밀을 혼파하였을 때 헤어리베치의 생육이 증가한다고 보고하였는데, 본 연구에서도 헤어리베치와 비슷한 특성을 가지고 있는 살갈퀴에 대하여 비슷한 결과가 나

타났다. 이는 덩굴성의 살갈퀴가 직립으로 자라는 보리의 줄기를 이용함으로써 생육공간이 확보되었기 때문으로 판단된다.

자생 살갈퀴를 50kg ha⁻¹수준으로 파종하였을 때 입모수는 m²당 210주이고, 이듬해 수확기 생체중은 14,450kg ha⁻¹으로 이는 헤어리베치의 24,860kg ha⁻¹에 비해 크게 떨어지는 것으로 나타났다(표 4). 전질소 함량은 살갈퀴와 헤어리베치에서 각각 3.5와 3.7%로 차이가 없었으며, 녹비작물로서 토양환원할 경우 질소환원량은 65kg ha⁻¹이다. 이는 양 등(2002)

Table 3. Effect of different sowing methods on growth and biomass yield of *Vicia angustifolia* L. grown in upland and paddy soils.

Fields	Sowing methods	Flowering date	Plant length (cm)	No. of branches (per plant)	Node number at pod setting (per branch)	No. of pods (per branch)	Biomass yield (kg ha ⁻¹)
Paddy	V.m-V.a ¹⁾	May 5	46.6 d ²⁾	4.2 n.s ³⁾	3.7 n.s	3.8 c	4,150 c
	V.a	May 5	60.9 b	2.7 n.s	3.5 n.s	4.6 c	13,600 a
Upland	V.m-V.a	May 5	55.4 c	3.6 n.s	3.5 n.s	5.6 b	2,960 c
	B-V.a	May 5	101.1 a	3.7 n.s	3.5 n.s	6.6 a	9,040 b

¹⁾ V.m-V.a : *Vulpia myuros*-*Vicia angustifolia* mixed sowing, V.a : *Vicia angustifolia* sowing only, B-V.a : Barley and *Vicia angustifolia* mixed sowing.

²⁾ Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at $P=0.05$. ³⁾n.s : Not significant.

Table 4. Seedling stand, biomass yield and N content of two *Vicia* species.

Species	No. seedling stand (plants m ⁻²)	Fresh weight (kg ha ⁻¹)	Dry weight (kg ha ⁻¹)	N content		C/N ratio
				(%)	(kg ha ⁻¹)	
<i>Vicia angustifolia</i> L.	210	14,450	1,860	3.5	65	13.9
<i>Vicia villosa</i> Roth	59	24,860	3,480	3.7	129	13.2
t-test	**1)	**	*	n.s ²⁾	**	n.s

¹⁾ * and **, Significantly different between two *Vicia* species at $P<0.05$ and 0.01, respectively.

²⁾ n.s : Not significant.

이 보고한 자운영의 질소함량(2.5~3.0%) 보다 높아
 녹비작물로 가치가 있으며, 자생 살갈퀴의 질소비료
 생산량이 65kg ha⁻¹ 정도 되어 후작물 재배시 화학비
 료 절감효과가 있을 것으로 판단되었다.

살갈퀴의 휴면 및 재입모 특성

수집한 종자의 휴면성을 알아보기 위하여 같은 해
 가을과 겨울에 상온에서 발아정도를 조사하였다. 채
 종 후 상온저장한 살갈퀴 종자의 발아율은 가을에
 1% 이하로 현저히 낮았으나 겨울에는 47.6%까지 증
 가하였다(그림 1). 헤어리베치 종자의 발아율은 가을
 과 겨울에 각각 68과 72.6%로 나타나 자생 살갈퀴
 종자의 휴면력이 헤어리베치보다 강하였는데 이는
 종자 경실로 인한 휴면으로 판단되었다.

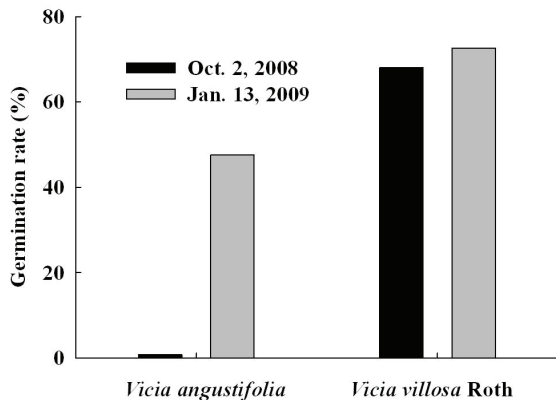


Fig. 1. Germination rate of two *Vicia* species stored under room temperature.

한편 논포장에서 1회 파종한 살갈퀴 종자에 대하여
 자연 탈립되어 이듬해 발아된 개체수(재입모수)는 m²
 당 160주였고, 그 이듬해 녹비로 환원한 생체중은

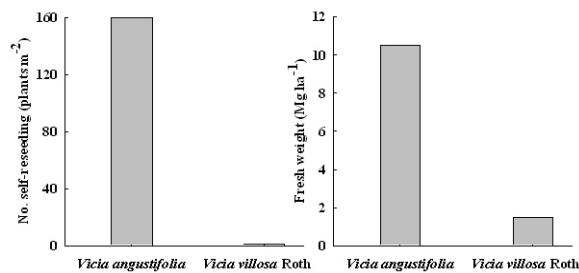


Fig. 2. Self-seeding and their growth of two *Vicia* species in paddy soil.

10.5MT ha⁻¹으로 나타났다(그림 2). 헤어리베치의 재
 입모수는 살갈퀴에 비해 현저히 낮았으며, 이로 인한
 바이오매스 생산량도 낮았다.

자생 살갈퀴의 녹비작물로의 이용측면에서 매력적
 인 특성중의 하나는 논에서 재입모가 가능하다는 것
 이다. 김 등(2001)에 의하면 자운영은 논에서 재입모
 특성이 양호하여 이앙기가 6월 4일의 경우 충분한 벼
 수량이 확보되어 자운영 재입모를 위한 벼 재배법을
 실용화할 수 있다고 하였다. 그러나 자운영은 대전이
 남 남부지역에서만 충분한 월동이 가능하므로 대전
 이북지역에서는 자운영의 장점을 이용할 수 없다. 반
 면 자생 살갈퀴는 헤어리베치보다 월동력은 낮지만
 중부 평야지대에서도 월동이 가능하여 self-reseeding
 특성을 이용할 수 있을 것으로 기대된다.

이듬해 종자를 재파종하지 않은 논에서 self-
 reseeding한 살갈퀴는 바이오매스 생산량이 다소 떨
 어지지만 표 4와 같이 재입모후 성장한 살갈퀴의 질
 소량을 환산하면 60kg ha⁻¹ 정도 되기 때문에 후작물
 재배를 위한 화학비료를 일정부분 절감할 수 있을 것
 으로 판단되며, 이에 대한 지속적인 연구가 수반되어
 야 할 것으로 기대된다.

요 약

자생 살갈퀴는 천립중이 14.9g, 종자크기가 2.8mm
 로 헤어리베치 27.7g, 3.41mm보다 작으며, 종자는
 경실종자로 헤어리베치보다 휴면성이 높았다. 자생
 살갈퀴는 수원의 경우 4월초순이 되면 생장을 시작하
 며 무한화서로 개화기는 5월 5일경이며 6월 1일경에
 는 고속기가 되어 종자채종이 가능하였다. 5월 중순
 이면 살갈퀴의 생장이 정지되는데 초장은 46.6~
 60.9cm이며 보리와 혼파를 하면 101.1cm까지 자랐
 다. 분지수는 2~6개이며, 착협 마디수는 분지당 3.
 5~3.7개, 협수는 3.8~6.6개였다. 살갈퀴 생체중은
 2,960~14,450kg ha⁻¹로 헤어리베치 24,860kg ha⁻¹
 에 비해 크게 떨어졌다. 그러나 논에서 재배한 살갈퀴는
 질소함량이 61~65kg ha⁻¹(생체중 13,600~14,450kg
 ha⁻¹)으로 화학비료를 절감하는 녹비로서 이용할 수

있을 것으로 생각되었다. 또한 살갈퀴는 사양질 논토양에서 재발생율이 높은 특성이 있어 이에 대한 연구가 기대된다.

인 용 문 헌

- 김영광, 홍광표, 정완규, 최용조, 송근우, 강진호. 2001. 자연적인 자운영 재입모를 위한 적정 벼 재배유형. 한국작물학회지 46(6):473-477.
- 김종근, 서성, 정의수, 임영철, 이종경, 서종호, 박근제. 2002. 파종 및 수확시기가 호밀-헤어리베치 혼파의 사초수량과 품질에 미치는 영향. 한국초지조사료학회지 22(4):241-246.
- 농림수산식품부. 2010. 2010년 녹비작물종자대 지원사업 추진계획 보고.
- 농촌진흥청. 2009. 친환경농업육성 정책방향. 친환경농업. 13 p.
- 서종호, 조현숙, 김충국, 김시주. 2000. 헤어리베치 녹비의 토양중 질소동태 및 옥수수에 대한 질소공급 효과. 작물시험연구논총 1:287-292.
- 성기영, 전원태, 조현숙, 김민태, 김충국. 2009. 녹비연용 벼 재배 논에서 잡초발생 조사. 한국잡초학회지 29(3):204-212.
- 양창휴, 유철현, 강승원, 한상수. 2002. 자운영 후작 벼 재배시 경운시기별 질소시비량 절감효과. 한국도양비료학회지 35(6):352-360.
- 작물과학원 영남농업연구소. 2007. 자운영 이용 친환경 쌀생산기술. pp. 112-115.
- 전원태, 성기영, 이종기, 김민태, 조현숙. 2009. 밭토양에서 녹비작물 헤어리베치와 호밀의 혼파비율이 Biomass 생산에 미치는 영향. 한국작물학회지 54(3):327-331.