

## 혼파시기가 헤어리벤티와 가을무의 생육과 잡초 발생에 미치는 영향

이광희<sup>†</sup>

상지대학교 생명자원과학대학

### Effects of Mixed-seeding Date on Growth of Hairy Vetch (*Vicia villosa*) and Radish, and on Weed Occurrence

Kwang Hoe Lee<sup>†</sup>

College of Life Science & Natural Resources, Sangji University, Wonju 220-702, Korea

**ABSTRACT** Under the conditions of the least inputs such as no-chemical fertilizer, no-chemical insecticide, and no-weeding, this experiment was carried out to examine the effect of mixed-seeding date on growth of hairy vetch and radish, and on the status of weed occurrence. Radish was severely damaged by insects during the whole growth period. Many summer annual weeds emerged and grew vigorously when the seeding date was August 14, but rarely emerged when the seeding date was August 28. Most growth parameters of hairy vetch and radish were higher when the seeding date was August 14, compared to those of the seeding dates of August 21 and August 28. For the mixed seeding of hairy vetch and radish under the conditions of the least inputs, the seeding date during the middle of August could be recommended.

**Keywords** : hairy vetch, radish, green manure, organic farming, mixed seeding, weeds, cropping system

**작부체계의** 설정은 기본적으로 각 지역 및 해당 경지의 환경적 그리고 재배적 조건, 이용 가능한 작물의 종류 및 품종등과 같은 여러 가지 요인에 의해 영향을 받게 된다. 특히 유기농업에 있어서 작부체계의 설정은 일반적으로 두과식물의 이용을 기본으로 하며, 적절한 두과녹비작물의 재배는 양분 관리 면에서 여러 가지 장점을 갖는다(Gliessman, 1998). 우리나라 중부지방의 밭 토양에서도 몇 가지 주 작물을 중심으로 다양한 작부체계의 설정이 가능하나, 남부지방에 비해 상대적으로 짧은 생육기간으로 인해 재배 가능한 작물의 종류는 제약을 받게 된다. 강원도 영서지역의 경우 식용 풋

옥수수를 주 작물로 재배할 경우 주로 4월 중하순 파종 또는 이식한 후 7월 하순이나 8월 상순까지 수확이 가능하여 무와 배추 등 다양한 가을채소가 후작물로 재배되고 있다.

헤어리벤티는 월동 일년생 두과작물로 다양한 이용가치가 있어(Miller and Hoveland, 1995) 국내에서도 이를 이용하기 위한 연구 결과가 다수 보고되어 있다. 배수가 용이한 보통논에서는 10월 상순 이전 벼 수확전의 입모 중 산파에 의해 익년의 벼 재배에서 질소 시비량의 절감이 가능한 것으로 보고된 바 있으며(김 등, 2002), 경사지 밭 토양에서는 토양유실 방지 및 질소비료 절감효과가 큰 피복작물로 보고된 바 있다(서 등, 2005; 이 등, 2005). 또한, 밭 토양에서는 사료작물 생산을 위한 작부체계로서 헤어리벤티-옥수수의 작부체계가 제시되어, 중부지방에서 4월 하순에 헤어리벤티의 토양 혼입을 통해 옥수수에 대한 200 kg N ha<sup>-1</sup> 이상의 질소 비료 시용효과를 가져오며, 그 효과는 지효성으로 녹비의 추가 투입 시 화학비료의 대체도 가능한 것으로 보고된 바 있다(서 등, 1998; Seo et al., 2000; Seo et al., 2000; Seo & Lee, 2005). 헤어리벤티의 건물생산량은 파종 시기와 파종량에 의해 크게 좌우되는데, 헤어리벤티 종자를 단보 당 약 3-4 kg을 조파 또는 산파할 경우, 파종적기인 8월 이후 파종기가 지연됨에 따라 이듬해 녹비수량이 저하되게 된다(서와 이, 2000). 따라서 헤어리벤티-옥수수를 밭 토양에서의 기본 작부체계의 하나로 설정할 경우 옥수수 수확 후 8월중에 헤어리벤티를 파종하여야 두과녹비작물을 이용한 작부체계가 유지될 수 있는데, 이 시기는 일반적으로 가을채소의 파종 또는 이식 적기로 헤어리벤티의 파종 적기와 겹치게 된다. 한편, 풋옥수수 수확 후 농민의 재배작물 선정에 있어서 당해 년도의 직접적인 수입 면에서 가을 채소가 유리하므로 헤어리벤티의 재배를 기피하게 된다. 또한, 무

<sup>†</sup>Corresponding author: (Phone) +82-33-730-0515  
(E-mail) kkhoelee@mail.sangji.ac.kr

<Received December 19, 2006>

나 배추 등의 가을 채소 재배 시 잡초방제를 위해 비닐멀칭 재배를 하게 되면, 헤어리벳치의 도입이 거의 불가능하게 되며, 비닐멀칭대신 제초제를 사용할 경우도 헤어리벳치의 도입이 용이하지 않게 된다. 즉, 무나 배추 재배 시 타 식물을 잡초로 간주할 경우 녹비작물인 헤어리벳치의 도입은 가능하지 않게 되므로 가을채소와 파종기가 겹치는 월동형 두 과녹비작물의 도입이 회피되고 있는 것으로 판단된다. 따라서 헤어리벳치를 이용한 다양한 유형의 유기재배가 이루어 지려면, 헤어리벳치의 재배조건하에서 간작 또는 혼작 형태로 소득 작물의 도입이 가능해야 할 것이나 국내에서 이에 대한 연구는 미진한 실정이다. 국내에서 기 보고된 헤어리벳치-연맥 동시파종은 주로 사료생산을 위한 방식으로(서 등, 2001) 재배면적이 국한되게 된다. 따라서 다양한 유형의 혼파체계의 방식이 제시됨으로써 헤어리벳치의 이용면적이 확대될 수 있다. 한편, 고령지 배추 단작지에서의 실험에서는 헤어리벳치를 배추 정식기에 동시 파종할 경우 헤어리벳치와의 경합에 의해 표준재배에 비해 배추의 수량이 약 30% 감소되나, 토양유실의 경감 효과는 약 80%, 그리고 이듬해 녹비 생산량은 약 400 kg N ha<sup>-1</sup>로 가장 높은 것으로 보고된 바 있다(이 등, 2005). 또한 2002년의 예비실험에서 화학비료를 시용할 경우 8월 하순의 무-헤어리벳치 혼작의 가능성이 있는 것으로 판단된 바 있다. 그러나 유기재배를 전제로 헤어리벳치와 무의 혼파에 따른 무 생육에 대한 국내의 연구 보고는 없는 실정이다. 따라서 본 실험은 유기재배를 전제로 헤어리벳치-옥수수(또는 옥수수와 유사한 작기를 갖는 작물)의 작부체계를 유지할 수 있는 방안을 찾고자 옥수수의 후작으로 헤어리벳치와의 혼작조건에서 가을무의 생산과 관련된 기초 자료를 얻기 위하여 수행되었다.

### 재료 및 방법

본 실험은 2006년 강원도 원주시 상지대학교 실험포장에서 수행되었다. 처리는 헤어리벳치와 가을무의 혼파시기를 달리하여, 강원도 영서지역에서의 무 파종적기인 8월 중순(8월 14일)을 제1차 파종기로 하고, 그 후 1주일 간격으로 2차, 3차 파종을 하였으며, 실험구 배치는 완전임의배치 3반복으로 하였다. 파종준비는 전체 실험구에 대해 8월 7일에 기존 잡초의 제거를 위한 기본적인 로타리 경운을 한 후 각 처리시기에 해당 실험구에 퇴비를 표준시비량 보다(농업과학기술원, 1999) 약 20% 많은 1,800 kg 10 a<sup>-1</sup>을 손으로 고르게 살포하였다. 파종 방법은 퇴비 살포 직후 헤어리벳

치(*Vicia villosa* Roth var. common) 종자 4 kg 10 a<sup>-1</sup>을 손으로 고르게 살포한 후 트랙터로 로타리 산파하였으며, 그 후 즉시 60 cm 간격으로 이랑(높이 약 20 cm)을 조성하여 이랑에 시판중인 청운무를 20 cm 간격으로 3점파하였다. 무의 솎음작업은 각 처리별로 본 잎이 4-5매인 시기에 1회 실시하여 최종 1개체를 남겼다. 본 실험에서는 헤어리벳치를 이듬해 녹비작물로 이용하는 유기재배를 전제로 하였으므로, 무의 생육증대를 위한 일체의 합성농약이나 화학비료를 사용하지 않았으며, 추비도 생략하였고, 헤어리벳치의 생육을 저해하지 않도록 중경제초도 생략하였다. 헤어리벳치와 무의 전반적인 입모 상태, 생육상황, 그리고 무의 해충에 의한 피해는 달관조사를 하였다. 잡초의 발생은 생육 초반기인 9월 11일에는 각 실험구별로, 그리고 무의 수확기인 10월 30일에는 각 처리별로 0.25 m<sup>2</sup> 크기의 방형구안에 있는 잡초를 채취하여 발생 초종 및 초종별 개체수와 건물량을 조사하였다. 헤어리벳치에 대해서는 초장과 지상부 건물중 등을, 무에 대해서는 엽장, 엽수, 엽면적, 엽중, 근장, 그리고 근중 등을 3회에 걸쳐 조사하였다. 잡초종의 분류 및 동정은 한국의 발잡초(연 등, 1992)를 활용하였으며, 통계 분석은 SPSS 10.0을 사용하였다.

### 결과 및 고찰

#### 기상 조건

실험기간 중 기상조건은 평년기상과 비교해 볼 때 기온과 강수량에서 큰 차이가 있었다(Fig. 1). 평균 기온은 8월 중순에 평년보다 2-3°C 높게 유지되었으며, 9월 초순은 다소 낮았으나, 하순은 2.5°C 높았다. 특히 10월 평균 기온은 평년보다 4°C 높게 유지되었으며, 평년의 초상일은 10월 13일이었으나, 2006년에는 10월 중에 서리가 오지 않았으며, 11월 7일에 첫 얼음이 얼었다. 반면에 강수량은 8월 중하순에는 평년에 비해 다소 적었으나, 9월 초순부터 현저히 적었으며, 특히 9월 19일부터 10월 21일까지의 총 강수량이 0.1 mm에 불과한 장기 가뭄이 지속되었다.

#### 헤어리벳치의 출현 상태와 무의 전반적인 생육 상황

헤어리벳치는 파종 후 약 4일경부터 출현하기 시작하여 일주일 이상 장기간에 걸쳐 지속적으로 출현하였는데, 이는 종자의 발아특성 보다는 로타리 산파 후 무 파종을 위한 이랑조성과정에서 종자의 매몰심도가 다양하게 된 것이 주된 원인인 것으로 판단된다. 한편, 헤어리벳치의 공간적 분포

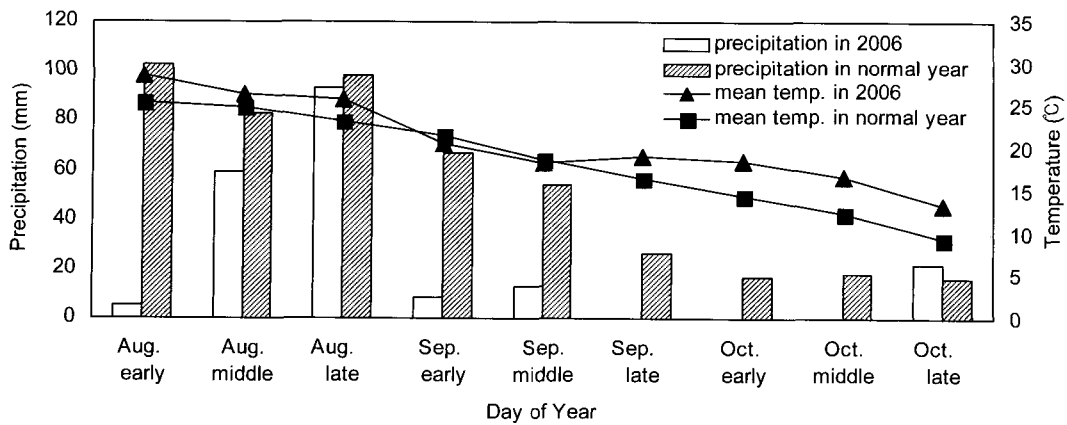
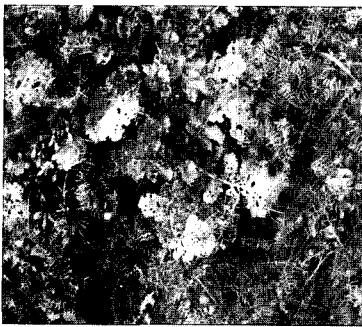
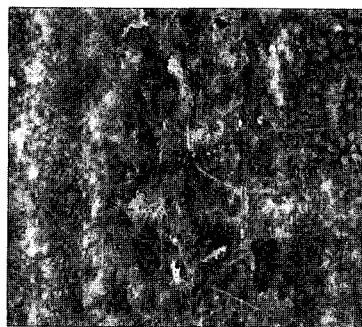


Fig. 1. Comparison of mean temperature and precipitation from August to October in 2006 with those in a climatological normal year.



(a) Seeding on August 14



(b) Seeding on August 21



(c) Seeding on August 28

Fig. 2. Photographs showing the status of soil coverage and the growth of hairy vetch, radish, and weeds on September 26, 2006.

는 골과 이랑, 그리고 이랑어깨에 비교적 고르게 출현하였다. 헤어리벤티 종자를 무 파종을 위한 이랑조성 후 산파 방식으로 파종을 할 경우에는 복토가 용이하지 않으며, 상대적으로 골에 파종될 확률이 높게 된다. 이 경우 발아 초기에 강우량이 많고 배수가 불량할 경우 골에 파종된 유묘들은 유실되거나, 습해를 입을 우려가 증대된다. 또한 무의 출현 후 중경제초를 할 경우에는 제초 직전에 헤어리벤티를 파종하는 것이 가능하나 그 경우 헤어리벤티의 파종시기가 지연되는 단점이 있게 된다. 따라서 본 실험에서의 파종방식은 헤어리벤티의 공간적 분포도 균일하게 하면서, 기계화를 통한 파종작업의 생력화도 가능한 방식으로 판단된다.

무의 출현 시기는 파종 후 약 4일로 처리 간에 차이가 없었다. 그러나 본 실험에서는 두과녹비작물인 헤어리벤티를 이용한 유기재배를 기준으로 하였으므로, 잡초방제작업, 화학비료의 사용, 그리고 합성농약의 사용을 생략한 결과 다비성 작물인 무의 생육은 예상대로 관행재배에 비해 극히 저조하였다. 특히 합성농약 사용의 생략으로 생육 초중기 섭식성 해충에 의한 피해가 무의 생육이 저조한 주된 원인

으로 판단되었다. 해충의 밀도는 파구 당 2마리에서 10마리 정도로, 무의 출현 직후부터 지속적인 해충의 가해로 일부 무 개체는 고사하였으나, 대부분의 파구에서 최종 1개체를 유지하는 것은 가능하였다. 특히, 무의 파종시기가 빠를수록 해충에 의한 피해기간이 길어지게 되는데, 9월 초순까지는 무 잎벌레 성충에 의한 피해가, 그 후에는 무 잎벌레 유충과 성충 모두에 의한 피해가 크게 나타났으며, 최종수확기인 10월 하순까지 지속되었다. 엽면적의 비율로 간이 측정된 무 잎의 피해율(9월 11일 조사)은 약 30%에 달했다. 그 이외에도 벼룩 잎벌레, 비단노린재, 그리고 장님노린재 등이 관찰되었으나 발생 밀도는 낮았다. 한편, 생육 중기에 해당하는 9월 26일의 토양피복상태는 파종기 이동에 따른 생육기간의 차이로 처리 간에 뚜렷한 차이를 보였다(Fig. 2). 그림에서 보듯이 8월 14일 파종의 경우 무와 헤어리벤티가 번무한 상태이며, 8월 21일 파종의 경우는 무, 헤어리벤티, 그리고 잡초에 의해 지표면이 거의 100% 피복된 상태이나, 8월 28일의 만기 파종의 경우에는 지표면이 완전히 피복되지 않아 나지의 비율이 높았다.

**잡초의 발생**

잡초는 다양한 초종의 집단이므로 파종기 처리에 따라 출현 잡초의 초종구성이 처리 간에 다르게 나타났는데, 각 처리별 잡초의 발생 양상을 9월 11일에 조사한 결과는 Table 1에서 볼 수 있다.

본 실험에서는 헤어리벤티치의 로타리 산파 후 이랑 조성파무의 파종이 같은 날 일련의 작업으로 이루어졌으므로, 잡초의 최초 출현 시기는 각 파종시기별 작물의 출현시기와 큰 차이가 없었으나, 파종시기에 따라 잡초의 발생 양상에서 뚜렷한 차이를 보였다. 본 실험포장에서의 출현 잡초는 약 10종이었는데, 출현한 잡초의 초종구성은 처리 간에 차이가 크게 나, 파종기가 빠를수록 방동사니(*Cyperus amuricus* Max.), 쇠비름(*Portulaca oleracea* L.), 바랭이, 털비름, 명아주, 피, 그리고 강아지풀 등 여름형 잡초의 출현이 뚜렷하였으며, 파종기가 지연될수록 여름형 잡초의 출현이 급격히 줄어들어 8월 28일 파종에서는 여름형 잡초의 출현이 방동사니, 쇠비름, 그리고 명아주의 3종에 불과하였다. Table 1에서 보는 것처럼, 잡초의 개체 수 또한 대조구인 8월 14일 파종에서는 방동사니가 816개체 m<sup>2</sup>로 가장 많았고 쇠비름이 237개체 m<sup>2</sup>로 그 다음으로 많았으나, 월동형 잡초는 47개체 m<sup>2</sup>에 불과하였다. 한편, 8월 21일 파종에서는 방동사니가 345개체 m<sup>2</sup>로 줄어든 반면, 월동형 잡초의 개체수는 1,721개체 m<sup>2</sup>로 급격히 증가하였다. 또한 8월 28일 파종에서는 방동사니가 8개체 m<sup>2</sup>로 거의 출현하지 않은 반면, 월동형 잡초의 개체수는 616개체 m<sup>2</sup>로 발생밀도는 감소하였으나 잡초의 초종구성이 월동형으로 대체되었다. 특히 월동형 잡초인 메귀리는 8월 28일 파종에서 주로 출현하였다. 이러한 차이는 주로 온도조건에 따른 잡초의 초종별 출현시기와 출현소요일수의 차이에 기인하는 것으로 판단된다. 잡초의 지상부 건물중은 8월 14일 파종에서 쇠비름이 22.1 g m<sup>2</sup>로 가장 높았고 방동사니가 19.5 g m<sup>2</sup>로 개체당 생육량은 쇠비름이 더욱 컸다. 그리고 월동형 잡초의 건물중은 0.15

g m<sup>2</sup>에 불과하였다. 한편 8월 21일 파종의 경우 방동사니가 1.60 g m<sup>2</sup>로 월동형 잡초의 1.66 g m<sup>2</sup>와 차이가 없었다. 그리고 8월 28일 파종에서는 여름형 잡초의 건물중은 미미하였으며, 월동형 잡초의 건물중도 0.18 g m<sup>2</sup>에 불과하여 개체의 크기가 극히 작은 상태이었다. 즉 파종기가 빠를수록 고온으로 인해 일부 월동형 잡초의 출현이 지연되나, 출현한 월동형 잡초도 여름형 잡초나 헤어리벤티치에 의해 생육이 억제된 것으로 판단된다. 또한, 파종기가 아주 늦어지게 되면 월동형 잡초의 발생 밀도도 감소하며, 기온의 저하로 인하여 잡초의 성장속도도 저하됨을 알 수 있다. 이러한 결과로 볼 때 파종기가 빠를수록 여름형 잡초가 생육 초기 무의 생육을 저해하는 또 하나의 주된 경합요인이 도 있었을 것으로 판단된다. 따라서 파종시기가 빠를 경우 무의 생육초기에는 여름형 잡초를 방제할 필요성이 있다. 특히 2006년의 기상은 8월중, 그리고 9월 중순 이후 평균기온이 평년에 비해 현저히 높아서(Fig. 1) 여름형 잡초의 생육이 크게 증대되었을 것으로 판단되며, 또한 가을철 기온의 진진적인 저하에 따라 생육이 저하되긴 하였으나, 10월 말까지 서리가 내리지 않고, 11월 7일에 첫 얼음이 얼 때까지 온전 고사되지 않고 생육이 유지되었다. 한편, 무 최종수확기의 잡초 발생 양상은 8월 14일 파종에서는 월동형 잡초가 개망초, 꽃마리, 그리고 달맞이꽃의 3종에 불과하였으며, 건물중도 1 g m<sup>2</sup> 미만이었다. 반면에 8월 21일 파종과 8월 28일 파종에서는 개망초의 개체수가 가장 많았고, 꽃마리, 메귀리, 그리고 냉이등 약 8종의 월동형 잡초가 조사되었으며, 건물중도 약 40 g m<sup>2</sup>으로 월동형이 높아 우점 초종이 월동형 잡초로 변화되었다. 그러나 8월 21일 파종이 8월 28일 파종보다 월동형 잡초의 개체수는 많은 경향이였다. 이러한 결과는 9월 11일의 조사 결과(Table 1)와 같은 경향으로 토출적인 잡초 관리를 위해서는 파종시기에 따라 잡초의 발생 양상, 그리고 헤어리벤티치와 잡초간의 경합 양상에 대한 추가적인 검토가 필요하다.

**Table 1.** Number and shoot dry weight of major weeds in response to different seeding date.

Seeding dates	Number of major weeds (No. m <sup>2</sup> )			Shoot D.W. of major weeds (g m <sup>2</sup> )		
	CYPAM <sup>†</sup>	POROL	WAB	CYPAM	POROL	WAB
August 14	816	237	47	19.5	22.1	0.15
August 21	345	157	1,721	1.60	1.03	1.66
August 28	8	6	616	- <sup>‡</sup>	-	0.18

<sup>†</sup>CYPAM : *Cyperus amuricus* Max., POROL : *Portulaca oleracea* L., WAB : winter annual and biennial weeds

<sup>‡</sup>not measured

### 헤어리벳치 생육의 경시적 변화

월동형 두과식물인 헤어리벳치는 파종 후 생육기간이 경과함에 따라 지속적으로 생장이 이루어졌는데, 파종시기에 따라 그 경향이 다르게 나타났다(Table 2).

헤어리벳치의 초장과 지상부 건물중은 생육 초기와 중기에는 8월 14일 파종이 다른 파종시기들보다 현저히 높게 나타났다. 특히 제1차 조사시기인 9월 11일의 지상부 건물중을 비교해보면 8월 14일 파종에서 159 mg plant<sup>-1</sup>로 8월 21일 파종의 60 mg plant<sup>-1</sup>보다 두 배 이상이었으며, 8월 28일 파종의 14 mg plant<sup>-1</sup>보다는 10배 이상 되었다. 또한 파종후 생육일수를 기준으로 비교를 할 경우 8월 14일 파종의 파종 후 4주에 측정된 초장과 지상부 건물중은 8월 28일 파종의 파종 후 6주에 조사된 초장과 지상부 건물중보다 크거나 다소 낮았다. 따라서 헤어리벳치의 생장량은 파종기가 빠를수록 생육초기의 상대적 고온에 따른 생장 촉진과 생육일수의 증가에 따라 크게 증대됨을 알 수 있다. 그러나 이러한 처리간의 뚜렷한 차이는 생육이 진전됨에 따라 점차 감소하여, 10월 30일 조사에서는 8월 14일 파종이 초장은 가장 길었으나 지상부 건물중은 처리 간에 차이가 나지 않았다. 이는 생육 진전에 따라 8월 14일 파종에서는 종 내의 개체 간 경합이 상대적으로 크게 증가한 반면, 평년보다 높은 2006년의 가을철 기온 조건에서 8월 21일과 8월 28일 파종에서는 생장속도가 빠르게 유지된 데 기인하는 것으로 해석된다. 헤어리벳치의 수량은 8월 하순 이후 추파 시기가 늦어질수

록 감소하는 것으로 보고된 바 있는데(서와 이, 2000), 본 실험에서도 그 차이는 크지 않으나 8월 중순 이후 파종에서도 같은 경향을 보인 것으로 해석된다. 이러한 결과를 종합하여 볼 때 헤어리벳치의 월동 전 생장량 확보와 월동 후 재생을 위해서는 8월 중순이후 파종시기가 빠를수록 유리함을 알 수 있었으나, 동시에 헤어리벳치의 생육이 왕성할수록 헤어리벳치 역시 여름형 잡초와 같이 무 생육을 저해하는 요인으로 작용하게 된다. 따라서 제초를 하지 않는 조건에서 헤어리벳치와 잡초의 경합, 그리고 각 초종이 무의 생육에 미치는 경합해의 정도에 대한 추가적인 연구가 필요할 것으로 판단된다.

### 무의 생육

무의 지상부 생육은 헤어리벳치와 다소 다른 경향을 보였는데, Table 3은 무 지상부 생육의 경시적 변화를 조사한 결과이다.

무의 지상부 생육은 생육 초기와 중기까지는 처리 간에 뚜렷한 차이를 보였다. Table 4에서 8월 14일 파종과 8월 28일 파종에서의 파종 후 4주에 해당하는 시기의 생육량을 비교해 보면, 8월 14일 파종이 8월 28일 파종보다 모든 조사항목에서 높게 나타나 헤어리벳치와 마찬가지로(Table 2) 생육 초기의 고온조건이 무 생육에 유리함을 알 수 있다. 한편, 표에서 보는 바와 같이 무의 엽장은 생육기간이 경과함에 따라 뚜렷이 증가하였는데, 생육기간의 진전에 따라 처

**Table 2.** Change of plant height and shoot dry weight of hairy vetch at different days in response to different seeding date.

Seeding dates	Plant height (cm)			Shoot dry weight (g plant <sup>-1</sup> )		
	Sep. 11	Oct. 9	Oct. 30	Sep. 11	Oct. 9	Oct. 30
August 14	25.1 <sup>a</sup>	38.0 <sup>a</sup>	41.6 <sup>a</sup>	0.159 <sup>a</sup>	1.06 <sup>a</sup>	1.14 <sup>a</sup>
August 21	14.9 <sup>b</sup>	32.3 <sup>b</sup>	37.0 <sup>b</sup>	0.060 <sup>b</sup>	0.82 <sup>b</sup>	1.04 <sup>a</sup>
August 28	9.9 <sup>c</sup>	17.9 <sup>c</sup>	33.3 <sup>b</sup>	0.014 <sup>b</sup>	0.19 <sup>c</sup>	0.91 <sup>a</sup>

Means followed by the same letter (s) in a column are not significantly different at 5% level by DMRT

**Table 3.** Change of leaf length, leaf area and shoot weight per plant of radish at different growth stage in response to different seeding date.

Seeding dates	Longest leaf length (cm)			Leaf area (cm <sup>2</sup> plant <sup>-1</sup> )			Shoot dry weight (g plant <sup>-1</sup> )		
	Sep. 11	Sep. 25	Oct. 30	Sep. 11	Sep. 25	Oct. 30	Sep. 11	Sep. 25	Oct. 30
August 14	19.9 <sup>a</sup>	24.0 <sup>a</sup>	47.2 <sup>a</sup>	287 <sup>a</sup>	646 <sup>a</sup>	436 <sup>a</sup>	1.45 <sup>a</sup>	3.66 <sup>a</sup>	3.67 <sup>a</sup>
August 21	13.3 <sup>b</sup>	21.9 <sup>b</sup>	40.8 <sup>b</sup>	88 <sup>b</sup>	347 <sup>b</sup>	313 <sup>b</sup>	0.34 <sup>b</sup>	1.19 <sup>b</sup>	2.76 <sup>b</sup>
August 28	5.1 <sup>c</sup>	16.4 <sup>c</sup>	42.7 <sup>b</sup>	25 <sup>c</sup>	188 <sup>c</sup>	455 <sup>a</sup>	0.05 <sup>c</sup>	0.68 <sup>c</sup>	3.95 <sup>a</sup>

Means followed by the same letter (s) in a column are not significantly different at 5% level by DMRT

**Table 4.** Change of root length, root diameter and root weight per plant of radish at different growth stage in response to different seeding date.

Seeding dates	Root length (cm)			Root diameter (cm)			Root weight <sup>†</sup> (g plant <sup>-1</sup> )		
	Sep. 11	Sep. 25	Oct. 30	Sep. 11	Sep. 25	Oct. 30	Sep. 11	Sep. 25	Oct. 30
August 14	15.8 <sup>a</sup>	19.8 <sup>a</sup>	24.4 <sup>a</sup>	0.93 <sup>a</sup>	3.23 <sup>a</sup>	5.12 <sup>a</sup>	0.27 <sup>a</sup>	3.76 <sup>a</sup>	159 <sup>a</sup>
August 21	10.9 <sup>b</sup>	16.3 <sup>b</sup>	21.7 <sup>b</sup>	0.39 <sup>b</sup>	2.22 <sup>b</sup>	4.45 <sup>b</sup>	0.03 <sup>b</sup>	0.69 <sup>b</sup>	113 <sup>c</sup>
August 28	11.7 <sup>b</sup>	12.8 <sup>c</sup>	21.0 <sup>b</sup>	0.25 <sup>c</sup>	0.55 <sup>c</sup>	4.53 <sup>b</sup>	0.01 <sup>b</sup>	0.05 <sup>c</sup>	129 <sup>b</sup>

<sup>†</sup>Root dry weights were measured for the samples on September 11 and September 25, and root fresh weight was measured for those on October 30.

Means followed by the same letter (s) in a column are not significantly different at 5% level by DMRT

리간의 차이는 감소하여 최종수확기에는 처리 간에 큰 차이가 없었다. 그러나 본 실험에서는 기비로서 퇴비만을 증량하여 사용하고 추비를 생략하였기 때문에 10월 초순경부터 하위엽이 황화되는 비절 현상이 나타나, 최종수확기 무의 개체 당 엽수는 8월 28일 파종이 10.1개로 8월14일 파종의 8.4개나 8월 21일 파종의 9.3개 보다 다소 많았다. 또한 최종 수확기의 엽면적은 8월 14일 파종과 8월 21일 파종에서 오히려 감소하였다. 즉, 합성복합비료의 사용 없이 유기질 비료만을 사용했을 경우 수량이 현저히 저하되는 다비성 작물인 무(임과 이, 1992)에 추비를 통한 지속적인 양분공급이 없는 조건에서 8월 14일 파종과 8월 21일 파종에서는 초기에 출현하였던 하위엽들이 비절 현상에 따라 고사한 반면에 8월 28일 파종에서는 초기 생육량이 적어 비절 현상이 뚜렷이 나타나지 않고 지속적으로 엽면적이 확보된 것으로 해석된다. 또한 8월 14일 파종과 8월 21일 파종에서는 헤어리벳치와 잡초의 생육도 8월 28일 파종보다 뚜렷이 증대되고 무와의 경합기간도 길어짐으로써 생육후반기 무의 지상부 생육이 8월 28일 파종보다 크게 억제된 것으로 해석된다. 이러한 경향은 지상부 건물중 조사에서도 유사하게 나타났다. 최종수확기의 지상부 건물중은 8월 14일 파종에서 개체 당 3.7 g로 8월 21일 파종의 2.8 g보다 무거웠으나, 8월 28일 파종의 3.9 g과는 차이가 없었다.

무의 지하부 생육은 지상부 생육과 다소 다르게 나타났는데, Table 4는 무의 주된 수확 대상 부위인 뿌리의 생육을 경시적으로 조사한 결과이다.

Table 4에서 볼 수 있듯이 뿌리의 길이는 파종기가 빠를수록 긴 경향을 보였으나 처리 간에 차이는 크지 않았다. 한편, 뿌리의 직경과 무게는 생육 중기인 9월 하순까지는 처리 간에 큰 차이를 보여 파종시기가 빠를수록 뿌리의 생육이 크게 나타났다. 그러나 뿌리의 비대생장이 주로 이루어지는 10월의 생육 후기에 처리간의 차이가 감소하여 최종

수확기에는 8월 21일 파종과 8월 28일 파종 사이에는 뿌리 생육의 차이가 없거나 오히려 역전되었다. 이는 지상부 생육량의 비교에서 나타난 것처럼(Table 3), 양분부족 뿐만 아니라 타 식물과의 경합에 따른 결과로 해석된다. 특히 2006년의 9월 하순부터 약 한달 간의 장기적인 강수량 부족은 (Fig. 1) 전반적인 생육저해와 수분에 대한 헤어리벳치 그리고 잡초와의 경합으로 인한 생육저해를 동반하였을 것으로 생각되므로, 무의 후반기 생육 억제의 주된 요인에 대한 추가적인 검토가 필요하다고 판단된다. 그럼에도 불구하고 8월 14일 파종에서 뿌리의 직경과 뿌리의 생체중이 각각 5.12 cm와 159 g plant<sup>-1</sup>로 8월 21일 파종과 8월 28일 파종보다는 높게 나타났다. 가을무의 최종 수확일은 기상조건에 의해 크게 좌우되나 중부지방의 경우 11월 중순경으로 본 실험에서의 최종 수확일보다 약 10일 정도 늦게 되므로, 최후 수확일을 지연시킬 경우 어느 정도의 수량 증대를 예상할 수는 있으나, 그 정도는 저온으로 인해 크지 않을 것으로 예상된다. 따라서 본 실험에서의 수량은 관행재배의 상품수량의 약 20% - 30%에 해당되는 극히 낮은 수준이나, 헤어리벳치-옥수수 작부체계의 유지를 위해서는 이듬해 녹비작물로 이용될 헤어리벳치가 주 작물이 되며, 또한 자원의 투입량이 거의 최소투입인 조건에서 얻어진 것이므로, 무의 수량이 이렇듯 낮은 수준이지만 부가적인 수확물로 간주될 수 있다.

이러한 결과를 종합해 볼 때, 무와 헤어리벳치의 혼파시기가 빠를수록 헤어리벳치와 잡초의 생육이 증대하여 무의 생육을 저해하는 경합 요인이 됨에도 불구하고, 무의 생육도 파종기가 빠를수록 증대됨으로써 경합해를 어느 정도 상쇄하였음을 알 수 있다. 즉, 농작업의 편이성과 헤어리벳치 그리고 무의 생육을 모두 고려할 때, 관행적인 무의 재배 기간과 큰 차이 없이 헤어리벳치와 무를 동시 파종하는 것이 바람직할 것으로 판단된다. 따라서, 유기재배에서 헤어리벳치-옥수수 작부체계를 유지하기 위한 방안으로 옥수수 후작

으로 연맥-헤어리벳치의 혼작 외에도 다양한 가을 채소와 헤어리벳치의 혼작이 가능할 것으로 판단되며, 가을 채소의 종류별로 이에 대한 추가적인 연구가 필요할 것이다. 한편, 유기재배를 전제로 한 헤어리벳치와의 혼작 조건에서 본 실험 조건을 기초로 무의 수량 증대 방안을 고려해 보면 다음과 같다. 첫째, 파종시기가 빠를수록 헤어리벳치와 여름형 잡초의 생육증가에 따른 경합이 증대하므로 무의 숙음과정에서 헤어리벳치나 잡초의 부분적인 제거가 필요할 것으로 판단된다. 또는 파종시기에 따라 헤어리벳치의 적정 파종량을 중심으로 파종량을 조절할 수도 있다. 둘째, 해충에 의한 피해도 파종시기가 빠를수록 크게 될 가능성이 있으나, 생물농약과 같은 유기재배에서 허용된 퇴비나 액비의 추가적인 시용을 통해 필요한 양분을 적기에 공급함으로써 무의 수량 증대를 가져올 수 있다. 그 외에도 2006년의 강수량 부족을 고려해 볼 때 적절한 관수에 의한 수량 증대도 가능할 것이므로, 헤어리벳치와의 혼작 조건에서 무 수량 증대를 위한 다양한 재배기술의 적용에 대한 추가적인 검토가 필요하다.

## 적 요

중부지방에서 월동 1년생 두과 녹비작물인 헤어리벳치를 이용한 유기재배를 확대하는데 필요한 기초 자료를 얻기 위하여 헤어리벳치-옥수수 작부체계의 후작물로서 가을무를 헤어리벳치와 혼파시기를 달리하여 생육을 조사한 결과는 다음과 같았다.

1. 혼파시기가 빠를수록 십식성 해충에 의한 무의 생육저해가 증대하였다.
2. 혼파시기가 빠를수록 여름형 잡초의 종류와 생육량이 증대하였다.
3. 헤어리벳치는 8월 중순 이후의 파종시기가 빠를수록 월동 전 생육량이 증대하였다.
4. 가을무도 8월 중순 이후의 파종시기가 빠를수록 생육량 및 최종 수량이 증대하였다. 따라서 헤어리벳치와 가을무를 혼파 할 경우 혼파 시기는 관행의 파종적기인 8월 중순이 적절할 것으로 판단되었다.

## 인용문헌

- 김충국, 서종호, 조현숙, 최성호. 2002. 벼 재배 시 헤어리벳치 녹비의 이용 효과. 한국토양비료학회지, 35(3) : 169-174. 농업과학기술원. 1999. 작물별 시비처방 기준, 농업과학기술원, 수원. pp. 45-46.
- 서종호, 이호진, 김시주, 허일봉. 1998. 생육단계 및 경운방법에 따른 헤어리벳치 녹비의 질소방출 패턴의 변화. 한국토양비료학회지, 31(2) : 137-142.
- 서종호, 이호진. 2000. 헤어리벳치의 추파시기에 따른 녹비의 수량 및 질소량 변화. 한국작물학회지, 45(6):400-404
- 서종호, 이호진, 허일봉. 2001. 옥수수-연맥 헤어리벳치 작부체계에서 옥수수에 대한 헤어리벳치 녹비효과. 한국작물학회지, 46(3) : 189-194.
- 서종호, 박종열, 송득영. 2005. 경사지 밭토양 유실억제 및 질소 비료절감에 대한 피복작물 헤어리벳치의 효과. 한국토양비료학회지, 38(3) : 134-141.
- 연규복, 장영희, 김창석, 김동수, 박근용, 권용용, 강병화, 변종영, 구자옥, 김길웅. 1992. 원색도감 한국의 밭잡초, 농촌진흥청, 수원. pp. 204.
- 이정태, 이계준, 박철수, 황선웅, 용영록. 2005. 고랭지 배추 재배지에서 헤어리벳치 초생재배에 의한 토양유실 경감 및 질소비료 공급효과. 한국토양비료학회지, 38(5) : 294-300.
- 임수길, 이규하. 1992. 무·배추 생육에 대한 수종의 유기질비료 시용 효과. 한국토양비료학회지, 25(1) : 52-56.
- Glissman, Stephen R. 1998. Agroecology : ecological processes in sustainable agriculture. Ann Arbor Press, Chelsea, 219 pp.
- Miller, Darrell A. and Carl S. Hoveland. 1995. Other temperate legumes. In R. F. Barnes, D. A. Miller, C. Jerry Nelson (Eds.), *Forages Vol. I An introduction to grassland agriculture*, Iowa state university, Ames, pp. 273-281.
- Seo, Jong-Ho, Ho-Jin Lee, Il-Bong Hur, Si-Ju Kim, Chung-Guk Kim, and Hyeon-Suk Jo. 2000. Use of hairy vetch green manure as nitrogen fertilizer for corn production. Korean J. Crop Sci. 45(5) : 294-299.
- Seo, Jong-Ho, Ho-Jin Lee, Il-Bong Hur, Si-Ju Kim, Chung-Guk Kim, Hyeon-Suk Jo, and Jung-Sam Lee. 2000. Nitrogen use and yield of silage corn as affected by hairy vetch (*Vicia villosa* Roth) soil-incorporated at different time in spring. Korean J. Crop Sci. 45(4) : 272-275.
- Seo, Jong-Ho and Ho-Jin Lee. 2005. Effect of hairy vetch green manure on nitrogen enrichment in soil and corn plant. Korean J. Soil Sci. Fert. 38(4) : 211-217.