

The Characteristics of Growth and Green Manure Yield by Different Kinds of Landscape Crops Cultivated in Summer in Upland Soil

Hyeoun-Suk Cho*, Ki-Yeung Seong, Tae-Seon Park, Myung-Chul Seo, Mi-Hyang Kim, and Hang-Won Kang

*Crop Environment Research Division, National Institute of Crop Science (NICS), RDA,
125 Suinro Gwonseon-gu, Suwon, Gyeonggido, 441-857, Korea*

(Received: August 25 2014, Revised: October 24 2014, Accepted: October 24 2014)

Landscape crops have decorated its surrounding landscape by being cultivated from spring to late fall. Recently, landscape crops are starting to get the limelight as crops that can be cultivated in large area farmlands. Therefore, we examined the growth characteristics of landscape crops, green manure yield and nitrogen production of crops that are cultivated during summer, which are sunflower, cosmos, sunnhemp and sesbania, in order to select crops that can be utilized as landscape crops and green manure crops. The height of landscape crops increased when the harvest time was later. Especially, sunnhemp, cosmos, sunflower and sorghum grew over 100cm. The days to flowering of sunnhemp and cosmos were 50 and 53 days each, and their flowering period of more than 50 days were long. The days to flowering of sunflower, which was 52 days, was short, and its flowering period, which was 21 days, was also short. When the harvest time was later, the green manure yield and nitrogen production of all crops increased. Individually, the green manure yield was higher in sunnhemp, sorghum, sunflower, with 7.2~7.5 Mg ha⁻¹, and was lowest in sesbania. The nitrogen production was higher in sunnhemp, with 168.1 kg ha⁻¹. Therefore, as seen in its flowering characteristics, green manure yield and nitrogen production, sunnhemp had the best green manure and landscape effects among the landscape crops for summer.

Key words: Landscape crop, Nitrogen production, Green manure yield

The growth characteristics and green manure yield of landscape crops.

Landscape crops	Plant height cm	Days to flowering	Flowering period days	Dry weight [†] Mg ha ⁻¹	Nitrogen production kg ha ⁻¹
Sunnhemp	184.1	50	More than 50	7.2a	168.1a [†]
Showy crotalaria	99.3	67	More than 30	5.0b	109.1b
Sesbania	86.4	71	-	1.4c	24.0e
sorghum	170.7	64	More than 40	7.5a	43.0d
Cosmos	157.2	53	More than 50	5.6b	61.1c
Sunflower	151.1	52	21	7.2a	98.7b

[†]a-d : Means within a column not followed by same letters are significantly different by DMRT 5%.

*Corresponding author : Phone: +82312906777, Fax: +82312903773, E-mail: chohs@korea.kr

[§]Acknowledgement: This Study was carried out with the support of Cooperative Research Program for Agriculture Science & Technology Development (Project No. PJ006430, PJ009332) Rural Development Administration, Republic of Korea.

Introduction

경관작물이란 꽃이 피는 초본식물로 마을경관 보전계획에 따라 농촌의 경관을 아름답게 가꾸는 것을 주 목적으로 재배하는 작물을 말한다. 경관작물에는 농림축산식품부장관이 정한 32종이 있는데 대부분 원예작물로 꽃이 아름다우며 초장이 적고 생체량은 적은 편이다 (MAFRA, 2013). 그러나 경관보전직불금 신청조건은 재배면적이 0.5 ha 이상이며 꽃이 피고 축제가 동반되어야 하기 때문에 경관작물 재배는 도로변이나 화단뿐만 아니라 휴경지나 농경지에서도 이루어지고 있다. 도로변이나 화단에 재배되는 경관작물은 초장이 작거나 생체량이 적어도 무관하지만 휴경지, 과수원 또는 농경지에 재배되는 경관작물은 주변을 아름답게 가꿀 수 있을 뿐만 아니라 잡초억제를 위하여 초장이 적은 초본류보다는 초장이 큰 작물들이 더 유리하다. 또한 초장이 크면 생체량을 충분히 생산할 수 있기 때문에 경관조성이 끝난 다음 토양에 환원하여 토양 유기물 공급, 화학비료 대체 효과, 토양 물리·화학적 특성개량 등의 녹비효과와 농경지 보전 등의 효과를 볼 수 있다 (Kang et al., 2013; Lee et al., 2013; Lim et al., 2012; Park et al., 2008; Petersen and Rover, 2005; Ramos et al., 2010; Rich and Rahi, 1995; Treadwell and Alligood, 2007; Yang et al., 2009). 특히 두과작물인 네마황, 네마장황은 토양선충 억제 효과가 뛰어난 것으로 알려져 있어 시설하우스와 연작재배지에 많이 이용되고 있으며 그 외에도 유용곤충의 서식처 제공, 병해충 기피 작용 등의 부수적인 효과를 동시에 얻을 수도 있다 (Germani and Plenchette, 2005; Wang et al., 2002; Wang et al., 2006). 따라서 넓은 농경지에 이용되는 경관작물은 초본식물보다는 초장이 크고 생체량도 충분히 생산될 수 있는 작물이 더 적합 할 것으로 판단되었다. 농경지에 재배되는 경관작물은 휴경지에 농경지를 아름답게 가꾸어 경관작물의 역할을 수행하고 개화 후에는 토양에 환원되어 토양미생물의 분해를 거쳐 흡수한 양분과 유기물을 다음 작물에 돌려주기 때문에 녹비작물의 역할도 수행 할 수 있다 (Jeon et al., 2010; Park et al., 2008). 이렇게 2가지의 역할을 동시에 수행하여 왔던 대표적인 작물로 헤어리베치, 자운영, 녹비보리, 호밀이 있다 (Cho et al., 2010; Jeon et al., 2010; RDA, 2009). 이 작물들은 겨울철에 농경지나 고수부지 등 대면적에 재배되어 삭막한 농경지나 휴양지를 아름답게 만들어 경관작물의 역할을 수행하고 토양에 환원되면 양분공급과 토양특성을 개량해 줌으로써 녹비의 역할도 수행하여 왔다. 그러나 이 작물들은 가을에 파종하여 겨울 동안 재배한 다음 이듬해 봄인 5월에 토양에 환원하여 벼나 옥수수, 콩 등을 심기 때문에 주로 늦가을부터 봄까지 이용 가능한 작물로 여름에는 재배되지 않는 단점이 있다. 따라서 여름에 재배하여 이용 할 수 있는 경관겸용 녹비작물을 검토해

본 결과 수수, 조, 기장 등 화본과 작물과 코스모스, 해바라기, 메밀 등의 작물이 여름 동안 재배가 가능하였다. 이 작물들은 대부분 행사장 주변을 장식하기 위하여 재배되거나 혹은 화단, 하천변, 도로변 등 국지적인 면적에 재배되어 왔으나 작물의 키와 생체량이 충분하고 파종과 재배가 쉬우며 종자 가격이 저렴하기 때문에 대면적 재배에 유리한 작물들이다. 또한 최근에 늘고 있는 지역별 축제나 경관보전직불제, 경관법 등 정부와 지자체에서 마을경관을 아름답게 가꾸기 위한 사업들과 연계하여 경관작물을 재배하면 부수적인 농가소득까지 창출할 수 있다. 게다가 경관작물을 환원하여 농작물을 재배하여 생산한 작물은 브랜드화하여 상품으로 판매한다면 일석이조의 효과를 얻을 수 있다. 그러기 위해서는 농경지에 재배되는 경관작물은 개화특성도 우수하고 녹비수량도 충분히 확보될 수 있는 작물들이 필요한데 현재 여름에 이용되고 있는 경관작물들은 경관작물로서의 역할만을 수행하고 있다.

따라서 본 연구에서는 기존에 사용되는 경관작물인 수수, 해바라기, 코스모스와 두과작물인 네마장황, 네마황, 세스바니아를 발토양에 파종하여 경관작물들의 개화특성과 작물생육과 녹비수량을 검토하여 경관작물과 녹비작물로 활용하기 위한 기초자료를 얻고자 시험을 수행하였다.

Materials and Methods

본 시험은 국립식량과학원 발토양에 경관작물 6종을 2009년 6월 18일부터 9월 24일까지 약 100일 동안 재배하여 수행하였다. 시험에 사용한 토양의 화학적 특성은 Table 1과 같았다.

경관작물은 화본과 작물인 수수 (*Sorghum bicolor*) 1종, 국화과 작물인 해바라기 (*Helianthus annuus*), 코스모스 (*Cosmos bipinnatus*) 2종, 두과작물인 네마장황 (*Crotalaria juncea* L.), 네마황 (*Crotalaria spectabilis*), 세스바니아 (*Sesbania sesban*) 3종을 포함하여 모두 6종을 이용하였다. 작물의 파종량은 40 kg ha^{-1} 이었고 파종방법은 30 cm로 골을 만든 다음 손으로 줄뿌림 하였다. 이 때 화학비료 (질소, 인산, 칼리)는 사용하지 않고 재배하였다.

경관작물의 생육 및 수량조사는 작물이 개화되기 이전인 파종 후 42일부터 1주일 간격으로 총 9회 실시하였으며, 조사방법은 농촌진흥청 농업과학기술연구 조사분석 기준 (RDA, 2003)에 의거하여 초장, 경수, 주당엽수, 주당마디수, 개화

Table 1. Property of chemical of soil before the experimen.

pH	OM	Avail. P ₂ O ₅	Exch. Cations		
			Ca	Mg	K
1:5	g kg ⁻¹	mg kg ⁻¹	-----	cmol _c kg ⁻¹	-----
5.88	11.5	116	5.30	1.57	0.59

시, 개화수, 종지기 등을 조사하였다.

녹비수량은 0.75 m²내의 식물체 지상부를 3반복으로 수확하여 생체중을 측정하고 이 시료 중 50 g을 채취하여 50°C에서 48시간 열풍 건조한 다음 건물중을 측정하여 ha당 녹비수량으로 환산하였다. 경관작물의 양분함량은 식물체 3주를 채취하여 50°C에서 48시간 열풍 건조한 후 마쇄하여 분석시료로 조제하였다. 식물체의 탄소 (T-C), 질소 (T-N)는 원소분석기 (LECO CNS-2000)를 이용하여 정량하였고, 무기성분인 P₂O₅, K₂O, CaO, MgO는 분쇄한 시료에 H₂SO₄+HNO₃ 침출액을 혼합하여 초음파분해기 (CEM mars-5)로 완전 분해하여 ICP (Inductively Coupled Plasma Spectrometer, GBC SDS-270)를 이용하여 정량하였다.

시험토양은 작토층을 채취하여 음건한 다음 2 mm 체를 통과시켜 조제하여 농촌진흥청 토양 및 식물체 분석법 (NIAS, 2000)에 준하여 pH는 토양과 증류수를 1:5로 희석하여 pH meter로 측정하였고, 총탄소 (T-C)는 원소분석기 (LECO CNS-2000), 치환성양이온과 인산함량은 동시침출법으로 추출하여 ICP (Inductively Coupled Plasma Spectrometer, GBC SDS-270)로 정량하였다.

통계분석은 SAS 9.2 버전을 이용하여 작물별 수량 및 생

육 등을 5% 유의수준에서 Duncan's multiple range test를 수행하였다.

Results and Discussion

경관작물의 생육특성 경관작물의 일반적인 생육특성은 작물 재배기간 동안 9회 조사한 자료의 평균성적으로 Table 2와 같이 경관작물의 초장은 141.5 cm로 길었으며 특히 네마장황, 수수, 코스모스, 해바라기는 151.1~184.1 cm였다. 네마황과 세스바니아의 초장은 86.4~99.3 cm로 적었는데 다른 시험에서는 네마황과 세스바니아의 초장이 1 m가 넘었다. 본 시험에서는 초장이 적었던 것은 초기 생육이 늦은데다 시험기간이 짧아 충분히 생육되지 못했기 때문으로 사료되었다 (Lim et. Al., 2012; Daimon and Kotoura, 2000). 주당 마디수와 엽수는 네마장황에서 각각 47.7개, 37.4개로 다른 작물들보다 월등히 많았다. 주당 분지수는 네마장황, 네마황, 코스모스에서 0.7~0.9개였고 다른 작물은 분지가 없었다. 시험에 사용된 경관작물들은 모두 줄기는 곧게 자라는 직립형이고 분지는 적은 편이었다.

수확시기에 따른 경관작물의 초장 (Fig. 1)은 파종 후 91

Table 2. The growth of landscape crops with summer cultivation in upland soil.

Crops	Plant height (cm)	No. of branches per hill	No. of node per hill	No. of leaves per hill
Sunnhemp	184.1a [‡]	0.8a	47.7a	37.4a
Showy crotalaria	99.3c	0.7a	21.5b	17.1b
Sesbania	86.4c	0.1b	14.5c	11.1c
Sorghum	170.7a	0.0b	6.3d	6.6d
Cosmos	157.2b	0.9a	10.3c	16.2b
Sunflower	151.1b	0.0b	18.2b	10.5c
Average	141.5	0.4	19.8	16.5

[†]Growth data: average date of nine times harvest.

[‡]a-d : Means within a column not followed by same letters are significantly different by DMRT 5%.

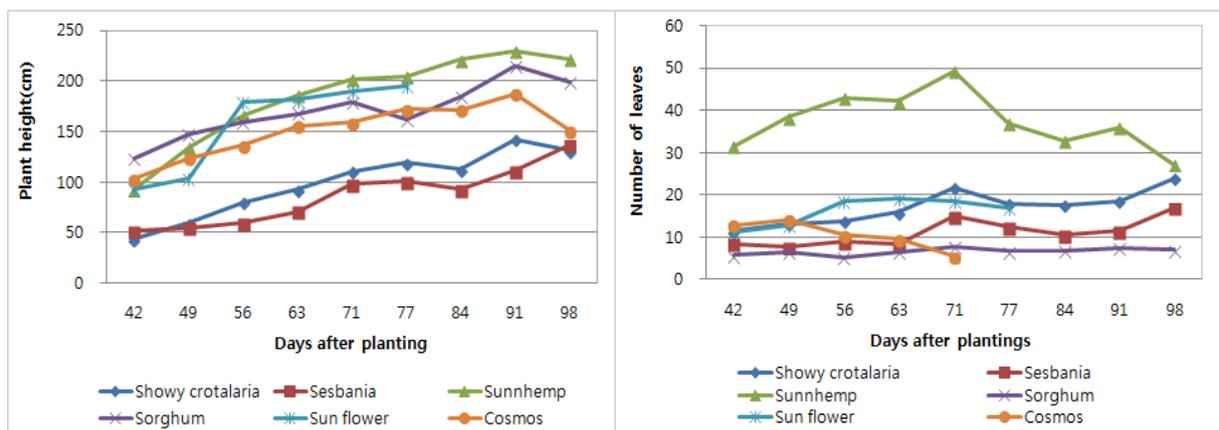


Fig. 1. The changes of plant height(left) and number of leaves(right) according to the harvest time with different landscape crops in upland soil.

일까지는 수확시기가 늦어질수록 모든 작물에서 점차 증가하였으나 수확시기가 가장 늦은 파종 후 98일경에는 오히려 감소되었다. 경관작물 중 초장이 큰 작물은 네마장황, 수수, 코스모스, 해바라기로 파종 후 42일에 벌써 100 cm에 달할 정도로 초기생육이 빨리 진행되었다. 특히 네마장황은 파종 후 71일에 초장이 2 m까지 자라 네마황과 세스바니아보다 2배나 길었다. 특히 해바라기는 파종 후 77일경에 벌써 개화 종지기에 들어서면서 식물체는 고사와 도복, 부스러짐 등이 심하여 경관조성 효과가 낮기 때문에 경관조성용으로 사용할 경우 개화종지기가 지나면 수확하는 것이 좋을 것으로 생각되었다. 작물 별 주당 엽수는 네마장황은 파종 후 71일까지 30~50개로 급격히 증가한 다음 감소되었고, 해바라기는 파종 후 63일 이후 감소되었으나 생육이 늦은 네마

황과 세스바니아는 계속 증가되었다. 주당 엽수가 가장 많았던 작물은 네마장황으로 파종 후 71일에 약 50개를 보였으며 이후 점차 감소되었다. 주당 엽수가 감소된 이유는 개화기 이후 식물체의 하엽이 낙엽으로 떨어졌기 때문이었다.

경관작물 별 개화특성 경관작물은 식재된 공간을 아름답게 가꾸어 보는 사람에게 감동을 줄 수 있어야 한다. 따라서 꽃 색이나 개화시기, 경관조성 효과 등이 매우 중요하기 때문에 작물 별 경관작물의 개화특성을 조사하였다 (Table 3, Fig. 2). 경관조성 효과는 꽃 크기가 큰 해바라기에서 가장 화려하고 아름다웠으나 개화기간이 21일로 짧았다. 개화기간이 긴 네마장황과 네마황은 꽃대가 줄기 끝 위로 올라와 멀리서 보는 전경이 아름다웠으며 개화기간은 50

Table 3. The flowering characteristics of landscape crops with summer cultivation in upland soil.

Landscape crops	Flowering time (m. d)	Flowering (m. d.)	Days to flowering [†]	Flowering period (day)	No. of flower per hill	Flower color
Sunnhemp	8.8	8.13	50	more than 50 days	9.4	yellow
Showy crotalaria	8.26	-	67	more than 30 days	6.8	yellow
Sesbania	9.10	-	71	-	-	yellow
Sorghum	8.21	8.21	64	more than 40 days	1.0	Green → Brown
Cosmos	8.5	8.10	53	more than 50 days	8.4	mixed
Sunflower	8.9	8.13	52	21	1.2	yellow

[†]Days to flowering: days from seeding to start of flowering period.



Fig. 2. The pictures of growth and flowering of landscape crops.

일 이상으로 길었다. 코스모스는 꽃 크기는 작으나 분지가 있어 동시에 개화되는 꽃 수가 많아 재배지역 전체에 풍성하게 각 찬 느낌을 주었으며 꽃 색도 다른 작물들과 달리 분홍색, 흰색, 자주색, 연분홍색 등이 한데 어우러져 풍성한 아름다움을 만들어 주었다. 수수는 출수 전부터 초록색의 아름다운 전경을 만들고 출수 후에는 이삭이 검붉은색으로 물들면서 또 다른 느낌의 경관을 조성하였다. 또한, 수수 이삭은 건강식품, 떡, 술 등의 재료로 이용됨으로써 농가의 소득원으로 이용 될 수 있어 일석이조의 효과를 얻을 수 있다. 작물 별 꽃 색은 Table 3과 같이 네마장황, 네마황, 해바라기, 세스바니아가 노란색을 띄어 노란색이 가장 많았고, 수수는 처음에는 푸른색을 보이다가 이삭이 익으면 검붉은색을 띄었고 코스모스는 여러가지 색이 혼합되어 있었다. 개화가 가장 빠른 작물은 코스모스로 8월 5일 개화가 시작되었고 네마장황과 해바라기가 각각 8월 8일, 9일에 개화되었으며 세스바니아가 9월 10일로 가장 늦게 개화되었다. 네마황과 세스바니아는 개화가 늦게 시작되고 개화 진행 속도도 늦어 개화기를 결정할 수 없었다. 개화소요일수는 네마장황, 코스모스, 해바라기가 각각 50일, 52일, 53일이 소요되어 짧았으며 수수는 64일, 세스바니아는 71일이 소요되었다. 개화기간은 해바라기가 21일로 짧았고 네마장황, 네마황, 수수, 세스바니아는 파종 후 98일 마지막 수확일까지 개화가 진행되어 개화 종시기를 결정할 없어 개화기간을 50일 이상으로 산정하였다. 수수는 출수시부터 수확기까지를 개화기간으로 산정하면 40일 이상 개화한 것으로 나타났다. 주당 개화 수는 수수나 해바라기는 주에 1개씩 개화되었고 코스모스는 주당 8.4개가 동시에 개화되었다 (RDA, 2009). 네마장황과 네마황은 줄기 끝부분에 긴 꽃대가 형성되고 꽃이 지그재그로 위로 올라가면서 피는 형태로 주당 6.8~9.4개가 개화되었다. 세스바니아 꽃은 줄기의 마디부분에서 작은 노란색 꽃이 피기 때문에 개화로 인한 경관조성 효과는 없었다.

녹비작물의 화학적 성분함량 작물 별 개화시의 화학적 성분함량은 Table 4와 같이 탄소함량 (T-C)은 458.2~475.9 g kg⁻¹로 비슷한 반면 질소함량 (T-N)은 네마장황에

서 30.67 g kg⁻¹으로 가장 높았고, 네마황, 세스바니아가 21.0~21.3 g kg⁻¹이었으며 수수가 6.8 g kg⁻¹로 가장 낮았다. 인산함량 (P₂O₅)은 다른 작물에 비하여 세스바니아에서 14.6 g kg⁻¹으로 높았으며 칼리함량은 (K₂O) 해바라기 (37.1 g kg⁻¹)와 코스모스 (24.6 g kg⁻¹)에서 높고 네마장황과 네마황이 각각 9.5 g kg⁻¹, 9.4 g kg⁻¹로 낮았다. 탄질율 (C/N율)은 질소함량이 높은 네마장황, 네마황, 세스바니아에서 15.6~22.9로 낮아 토양에 환원되면 빠른 기간에 분해될 것으로 판단되었다. 그러나 질소함량이 낮았던 수수의 탄질율은 70.0으로 토양에 환원하면 부숙되는데 걸리는 시간이 길기 때문에 후작물의 선택과 파종시기에 신중을 기하여야 한다. 만약 안정적인 후작물 재배를 원한다면 분해기간을 길게 두거나 분해촉진을 위하여 질소원의 추가 공급이 필요할 것으로 사료되었다.

작물이 가지고 있는 질소함량은 토양에 환원되어 분해될 때 미생물 먹이로 이용되거나 분해과정을 거쳐 작물의 질소 공급원으로 이용되기 때문에 녹비작물로 활용할 때 중요한 요소 중 하나이다. 작물 별 질소함량은 Fig. 3과 같이 두과작물인 네마장황, 네마황, 세스바니아에서 월등히 높았다. 그러나 수확시기에 따른 질소함량은 네마장황과 네마황은 생육초기에 높았고 작물이 생육됨에 따라 서서히 감소한 반면 세스바니아는 생육초기에는 낮았으나 생육 중후반으로 갈수록 증가하였다. 해바라기, 수수, 코스모스는 생육초기보다 중후반으로 갈수록 점차 감소하였다. 질소함량이 가

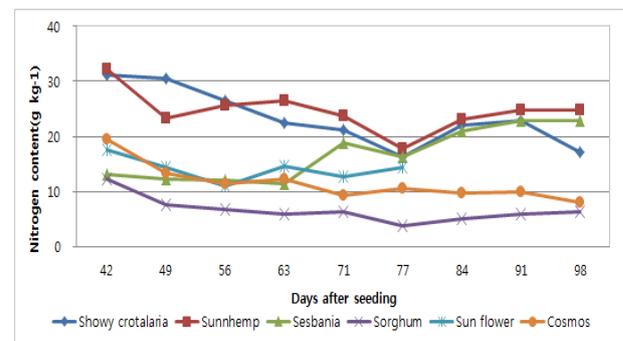


Fig. 3. The changes of nitrogen content of landscape crops according to harvest times in upland soil.

Table 4. The chemical characteristics of landscape crops at flowering time in upland soil.

Landscape crops	T-N	T-C	CaO	MgO	K ₂ O	P ₂ O ₅	C/N
Sunnhemp	30.6	475.9	25.7	12.0	9.5	7.6	15.6
Showy crotalaria	21.3	471.0	24.3	7.4	9.4	5.1	22.1
Sesbania	21.0	472.0	27.8	6.2	15.8	14.6	22.9
Sorghum	6.8	474.0	12.8	9.3	12.1	4.8	70.0
Cosmos	13.3	470.2	15.4	6.5	24.6	8.8	31.6
Sunflower	14.5	458.2	26.6	7.7	37.1	5.5	35.3

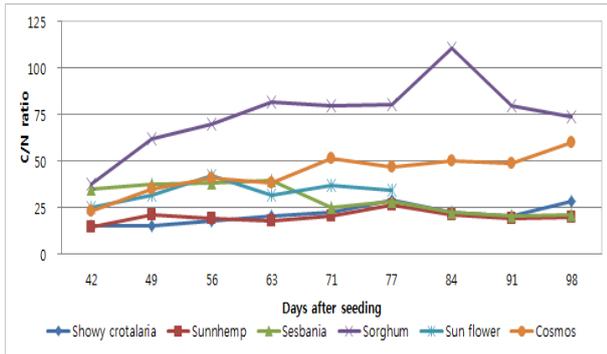


Fig. 4. The changes of C/N ratio of landscape crops according to harvest times in upland soil.

장 높은 작물은 네마장황과 네마황으로 파종 후 42일에 약 33 g kg⁻¹이었다.

탄질율 (C/N율)은 작물을 토양에 환원하여 녹비로 이용할 때 분해정도를 알려주는 지표로 보통 탄질율이 25미만이면 토양에 환원되어 쉽게 분해가 이루어진다고 알려져 있다 (Alison, 1966; Yang et. al., 2009). 경관작물의 수확시기에 따른 탄질율은 Fig. 4와 같이 네마황, 네마장황은 모든 수확시기에 탄질율이 25미만으로 낮았고, 해바라기, 수수, 코스모스는 25를 넘었으며 특히 수수는 파종 후 42일부터 25를 훨씬 뛰어넘어 파종 후 84일에는 100를 넘었다. 이들 작물을 녹비로 활용하기 위하여 토양에 환원하면 분해되는데 오랜 시간이 걸릴 것으로 판단되어 분해기간을 넉넉히 주든지 아니면 분해촉진을 위하여 질소원의 추가공급이 필요하였다 (Wagger, 1989; Yadvinder et. al., 1992). 특히 탄질율이 높았던 수수를 녹비로 이용할 경우 생체량은 많은 반면 질소함량이 낮기 때문에 후작물과의 작부체계를 고려한다면 후작물의 종류나 파종시기를 선택하는데 신중을 기해야 한다. 초기생육이 늦은 세스바니아는 생육 초기에는 25를 상회하였으나 생육이 진행됨에 따라 탄질율이 낮아져 파종 후 71일에는 25보다 낮아 세스바니아를 녹비로 사용할 경우에는 녹비수량과 탄질율만 고려한다면 토양 환원시기를 파종 후 71일 이후에 하는 것이 유리하지만 식물체가 경화되어 줄기가 딱딱해지면 경운이 어렵기 때문에 이용시기를 잘 선택해야 할 것으로 사료되었다.

수확시기에 따른 녹비생산량의 변화 본 시험에서 경관작물을 재배하는 목적은 우선 경관조성이고 그 다음이 녹비효과이다. 녹비효과는 녹비생산량과 양분함량이 중요하기 때문에 수확시기별로 경관작물의 녹비생산량을 조사하였다 (Fig. 5). 녹비생산량은 모든 경관작물에서 수확시기가 늦어질수록 증가하였다. 모든 수확시기에서 수량이 가장 많았던 작물은 해바라기였고, 네마장황과 수수, 코스모스, 네마황, 세스바니아의 순이었다. 파종 후 초기 생육이 빠른 해바라기, 수수, 네마장황은 이앙 후 56일에 5톤의 건물이 생

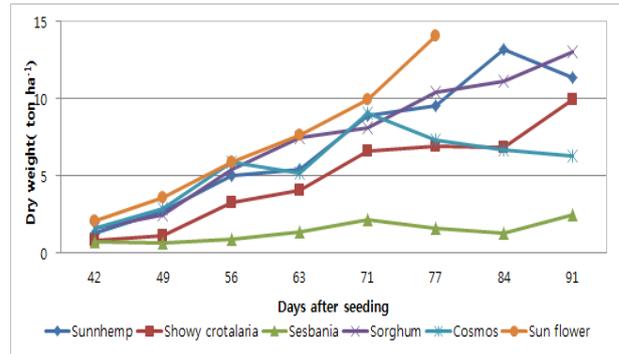


Fig. 5. The changes of dry weight of landscape crops according to harvest time in upland soil.

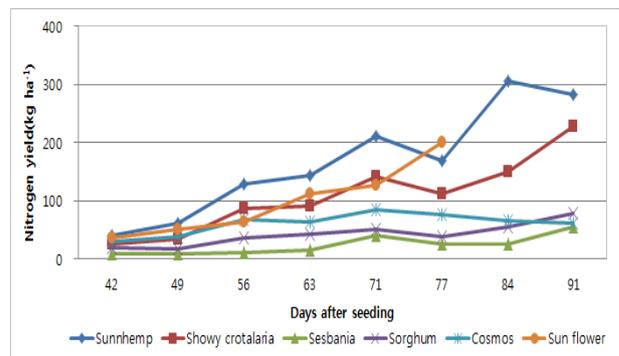


Fig. 6. The changes of nitrogen production of landscape crops according to harvest time in upland soil.

산되었으며 네마황은 71일에 5톤이 생산되었다. 해바라기는 개화 후 급속하게 식물체가 말라 부서지고 넘어져 파종 후 77일 이후에는 수량조사가 불가능 하였다. 코스모스는 늦게 까지 개화는 지속되어 경관은 좋았으나 해바라기와 같이 개화성기 이후 식물체 아래는 말라 부서지거나 쓰러져 파종 후 71일 이후부터 수량이 감소되었다. 따라서 이들을 경관 조성 후 녹비작물로 활용할 때는 파종 후 70일을 전후해서 이용 하는 것이 유리할 것으로 판단되었으며 네마장황, 네마황, 수수의 녹비수량은 파종 후 91일까지 계속 증가하였으나 녹비작물로 이용할 경우에는 탄질율, 질소생산량과 식물체의 경화시기를 감안하여 토양 환원시기를 결정하는 것이 좋을 것으로 판단되었다.

경관작물을 농경지에 재배한 다음 경관조성이 끝난 뒤 토양에 환원하면 녹비효과도 동시에 볼 수 있다. 토양에 환원된 경관작물은 분해되어 양분을 공급할 수 있기 때문에 식물체가 가지고 있는 양분함량이 중요하다. 그 중에서도 가장 중요한 질소함량에 대하여 수확시기별로 조사하여 질소생산량으로 환산하였다 (Fig. 6). 경관작물의 질소생산량은 생육시기가 늦어질수록 모든 작물에서 증가하였다. Fig. 3을 보면 수확시기가 늦어질수록 식물체의 질소함량은 감소하였으나 질소생산량은 증가하였는데 이는 식물체의 건물수량이 증가되었기 때문이었다 (Fig. 5). 질소생산량이 가

장 많은 경관작물은 네마장황으로 파종 후 84일에 약 300 kg ha⁻¹가 생산되어 작부체계를 구성할 때 후작물로 어떤 작물을 선택해도 질소 공급은 충분한 양이었다. 또한 늦은 수확시기까지 탄질율이 낮아 토양에 환원 후 분해되는데도 문제가 없을 것으로 판단되었다. 다만 식물 줄기가 굵기 때문에 너무 늦게 경운을 하면 줄기가 딱딱해져 경운작업이 어려울 수 있기 때문에 적절한 시기를 선택하는 것이 좋을 것으로 판단되었다. 질소고정을 하는 두과작물인 네마황, 네마장황에서 파종 후 약 56일에 약 100 kg ha⁻¹의 질소가 생산되었으며 세스바니아, 수수의 질소생산량은 낮아 후작물과의 작부체계를 생각한다면 질소원의 추가 공급이 필요하였다 (Daimon and Kotoura, 2000; Lim et. al., 2012; Mendonca and Schiavinato, 2005).

Summery 경관작물은 봄부터 늦은 가을까지 도로변, 하천변, 화단에 재배되어 우리 주변 환경을 아름답게 꾸며주는 역할을 수행하였으나 최근에는 대면적의 농경지에 재배되면서 넓은 면적에 재배가 가능한 작물들이 각광을 받기 시작하였다. 따라서 여름에 재배되는 작물 중에서 경관작물과 녹비작물로 이용 가능한 작물을 선발하고자 해바라기, 코스모스, 네마장황, 네마황, 세스바니아, 수수의 작물 생육특성, 녹비수량 및 질소생산량을 조사하였다.

경관작물의 초장은 수확시기가 늦을수록 증가하였으며 특히 네마장황, 코스모스, 해바라기, 수수는 100 cm 이상으로 컸다. 네마장황과 코스모스의 개화소요일수는 각각 50일, 53일로 짧아 가장 빨리 개화가 시작되었으며 개화기간은 50일 이상으로 길었다. 해바라기는 개화되는데 52일이 소요되어 짧았으나, 개화기간이 21일로 짧았다. 녹비수량과 질소생산량은 모든 작물에서 수확시기가 늦어질수록 증가하였다. 녹비수량은 네마장황, 수수, 해바라기에서 7.2~7.5 Mg ha⁻¹로 가장 많았고 세스바니아에서 가장 적었으며, 질소생산량은 네마장황에서 168.1 kg ha⁻¹으로 가장 많았다. 따라서, 개화특성, 녹비수량, 질소생산량을 기준으로 볼 때 여름용 경관작물 중 네마장황이 녹비와 경관 효과가 가장 우수하였다.

References

Allison, F.E, 1966, The fate of nitrogen applied to soils Adv. Agron, 18:219-258.
 Cho, H.S., W.Y. Park, K.Y. Seong, C.G. Kim, T.S. Park, J.D. Kim. 2010. Effect of green manure barley and hairy vetch on soil characteristics and rice yield in paddy. CNU Journal of Agricultural Science 38(4):703-709.
 Daimon, H., and S. Kotoura. 2000. Incorporation of crotalaria spectabilis grown at a high seeding rate inhibits the growth of the succeeding wheat crop. J.Agronomy and Crop Science

185:137-144.
 Germani, G., and C. Plenchette, 2005, Potential of Crotalaria species as green manure crops for the management of pathogenic nematodes and beneficial mycorrhizal fungi, Plant and Soil J. 266:333-342.
 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.
 Kang J.G., S.H. Lee, K.B. Lee, K.D. Lee, G.H. Gil, J.H. Ryu, K.H. Park, S. H. Lee, H. S. Bae, S.A Hwang, S.W. Hwang. 2013, Effect of Cultivation and Application of Green Manure Crop on Soil Physico-chemical Properties in Saemangeum Reclaimed Tidal Land, Korean J. Int. Agric.26(1): 54-61.
 Lee. K.B., J.G. Kang, K.D. Lee, S.H. Lee, S. A. Hwang, 2013, Soil characteristics of newly reclaimed tidal land and its changes by cultivation of green manure crops, Korean J. Soil Sci. Fert. 46(2):129-135.
 Lim T.J., K.I. Kim, J.M. Park, S.E. Lee, S.D. Hong, 2012, The use of green manure crops as a nitrogen source for lettuce and chinese cabbage production in greenhouse, Korean J. Environ. Agric. 31(3):212-216.
 Mendonca, E.H.M. and M.A. Schiavinato. 2005. Growth of crotalaria juncea L. supplied with mineral nitrogen. Braz. arch. biol.t echnol. 48(2).
 Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs(MAFRA), 2013, <http://www.mafra.go.kr>.
 NIAST. 2000. Analytical methods of soil and plant. National Institute of Agricultural Science and Technology, RDA, 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, Suwon, 20-21.
 Petersen, J., A. Rover. 2005. Comparison of sugar beet cropping systems with dead and living mulch using a glyphosate-resistant hybrid. J. Agron. Crop Sci. 191:55-63.
 Ramos, M.E., E. Benitez, P.A. Garcia, A.B. Robles. 2010. Cover crops under different management vs. frequent tillage in almond orchards in semiarid conditions: Effects on soil quality. Appl. Soil Ecol. 44:6-14.
 RDA. 2003. Standard measurement and analysis in agricultural research and development, RDA, Suwon, Korea.
 RDA, 2009. Studies on landscape crops of east coast area in gangwon province(3th ed.), Rural Deveopment Administration, Suwon, korea.
 Rich, J. R., and G. S. Rahi. 1995. Suppression of *Meloidogyne javanica* and *M. incognita* on tomato with ground seed of castor, *Crotalaria*, hairy indigo and wheat. Nematropica 25:159-164.
 Smith MS, Frye WW, Varco JJ. 1987. Legume winter cover

- crops. *Advances in Soil Sci.* 7:95-139
- Treadwell, D.D., and Alligood, M. 2007. Sunn hemp(*Crotalaria juncea* L.); A summer cover crop for Florida vegetable producers, University of Florida/IFAS, <http://edis.ifas.ufl.edu>.
- Wagger M.G. 1989. Time of desiccation effects on plant composition and subsequent nitrogen release from several winter annual cover crops. *Agron. J.* 81:236-241.
- Wang, K.H., B. S. Sipes, and D. P. Schmitt. 2002. *Crotalaria* as a cover crop for nematode management; a review. *Nematologica* 32:35-57.
- Wang, K.H., R. McSorley, A. Marshall, R.N. Gallaher, 2006, Influence of organic *Crotalaria juncea* hay and ammonium nitrate fertilizers on soil nematode communities, *Applied Soil Ecology*, 31(3):186-198.
- Yadvinder-Singh, Bijay-Singh and C.S. Khind. 1992. Nutrient transformations in soils amended with green manure. *Adv. Soil Sci.* 20:237-309.
- Yang C.H., J.H. Ryu, T.K. Kim, S.B. Lee, J.D. Lee, N.H. Beak, W.Y. Choi, and S.J. Kim., 2009. Effect of green manure crops incorporation with rice cultivation on soil fertility improvement in paddy field., *Korean J. Soil Sci. Fert.* 42(5):371-378.