

유기재배 사과과원의 피복작물별 잡초발생

오영주¹ · 송양익² · 강석범^{3*} · 홍선희⁴ · 최진호⁵ · 백원기⁶

¹한반도생물다양성연구소, ²농촌진흥청 국립원예특작과학원 감귤시험장,
³농촌진흥청 국립원예특작과학원 감귤시험장, ⁴고려대학교 환경생태연구소,
⁵농촌진흥청 국립원예특작과학원 배연구소, ⁶대진대학교 생명과학과

Weed Occurrence in Organic Apple Orchards by Different Cover Crops

Young-Ju Oh¹, Yang-Ik Song², Seok-Beom Kang^{3*}, Sun-Hee Hong⁴, Jin-Ho Choi⁵ and Weon-Ki Paik⁶

¹Korea Biodiversity Research Center Co., Ltd, Phochon 487-711, Korea

²Apple Research Station, National Institute of Horticultural & Herbal Science, RDA, Gunwi-Gun 716-812, Korea

³Citrus Research Station, National Institute of Horticultural & Herbal Science, Jeju 699-946, Korea)

⁴145 Institute of Environment and Ecology, Korea University, 136-701, Seoul, Korea

⁵Pear Research Station, National Institute of Horticultural & Herbal Science, RDA, Naju 520-821, Korea.

⁶Department of Life Science, Daejin University, Phochon 487-711, Korea

ABSTRACT. This study was conducted to select the cover crops in organic apple orchard by estimating the coverage of each cover crops and time-periodic weed occurrence. Seeding of *Festuca myuros* and *Trifolium repens* showed high contents of soil organic matter and phosphorus as compared with control. Seeding of *Trifolium* sp., *Hordeum vulgare* and *Secale cereal* reduced relatively occurrence of weed in May and *S. cereal* among others showed the greatest effect in June. In July, seeding *F. arundinaceae* and *Poa pratensis* showed low coverage and a lot of weeds occurred in their field. Fifty one species were occurred as weeds and it needs to removal of high and broadleaf weeds such as *Chenopodium ficifolium*, *C. album* var. *centrorubru* and *Humulus japonicus* in spring to increase the rate of ground cover. *P. pratensis* having the lowest cover rate showed the similar dry weight of weeds as compared with control. *Trifolium* sp. and *Persicaria hydropiper* had a high correlation with contents of soil organic matter and *C. album* var. *centrorubru* had a correlation with contents of soil phosphorus by CCA analysis.

Key words: Cover crop, Organic apple orchard, Weed control

서 론

최근 소비자들은 농산물의 안전성에 대한 관심이 늘어나면서 과수재배 농가에서는 유기생산물에 대한 관심이 늘어나면서 정부도 정책적인 지원을 계속하여 유기과수의 재배 기술과 면적이 확대되어 왔다. 전 세계적으로도 소비자들의 안전 농산물에 대한 요구를 충족시키기 위해 미국과 유럽 등 선진국을 중심으로 유기농산물 시장규모는 2000

년 이후 매년 20% 내외의 지속적인 성장세를 보이고 있다(Granatstein, 2002; Peck et al., 2005). 우리나라에서는 유기 농산물 출하량이 2005년부터 2008년까지 4년 동안에 68% 이상 증가하였는데, 과수품목에서는 4배 정도의 증가량을 나타내었다(Choi et al., 2010). 유기 과수재배의 친환경적 잡초방제와 화학비료를 대체하기 위하여 피복작물을 도입을 위한 초종선발과 작부체계의 개선 노력이 진행 중이다. 유기 과원의 토양을 피복식물로 관리하면 토양침식 경감, 토양구조 개선, 광 차단, 기계작업에 의한 경반층 형성 경감, 유익 곤충의 서식처 제공, 질소 이용도 증가, 유기물 증가, 보수력 증가, 잡초발생 억제 등의 효과를 기대할 수 있다(Cardina, 1995; Petersen & Rover, 2005; Ramos et al., 2010; Wyland et al., 1996). 피복작물의 리빙멀칭은 토양내 유기물의 증가를 가져오고 유기물을 분해하는 지

*Corresponding author; Seok-Beom Kang
Tel: +82-64-730-4173, Fax: +82-64-733-9564
E-mail: hortkang@korea.kr

Received : November 12, 2012, Revised : November 19, 2012,
Accepted : November 25, 2012

령이의 증가를 가져와 토양의 지력증가를 도움이 된다 (Schmidt et al. 2003; Brady and Weils 2002). 또한 피복작물은 토양표면의 온도를 감소시키고 토양의 보수력을 높여줄 뿐 아니라 알레로파시 효과로 인한 잡초 종자의 발아억제와 양분 경쟁을 이용하여 잡초를 관리할 수 있는 도구로 사용되는 등 다양한 역할을 해왔다(Frye et al. 1988; Donaldson et al. 1993; Brady and Weil 2002).

피복작물은 대표적으로 화본과와 콩과의 식물을 많이 이용하고 있다. 화본과 피복작물로는 호밀(*Secale cereal*), 청보리(*Hordeum vulgare*), 툴페스큐(*Festuca arundinacea*), 수단그라스(*Sorghum sudanense*), 들묵새(*Festuca myuros*), 켄터키블루그라스(*Poa pratensis*) 등이 있으며, 콩과 피복작물과 달리 질소 고정은 하지 않지만 피복, 양분유실 경감, 심토의 토양 양분 가용화 증대 차원에서 화본과를 이용하면 화학비료 절감을 유도할 수 있다. 콩과는 공중질소를 고정하는 작물로서 대표적으로 자운영(*Astragalus sinicus*), 헤어리베치(*Vicia villosa*), 클로버류(*Trifolium* sp.) 등이 있다(Cardina, 1995; Kuo & Sainju, 1997). 전작물로 콩과작물 재배시 후작물은 콩과작물이 생산한 질소의 30~60%를 흡수할 수 있어 질소비료 사용을 줄일 수 있다고 알려져 있다(Evans & Terashima, 1987; Fisk & Hesterman, 2001; Celette et al., 2009).

유기 과원에서 피복작물 재배는 토양의 양분, 병해충, 잡초 등의 관리적 측면에서 매우 중요하며 적합한 피복작물의 선택은 장기적인 유기 과원의 유지와 안전한 농산물 생산 측면 매우 중요한 역할을 할 수 있을 것이다.

본 연구는 유기 사과과원의 피복작물 선정에 대해 피복작물의 피복율과 시기별 잡초의 발생양상에 대해 조사하였다.

재료 및 방법

시험장소 및 피복식물 처리방법

토양의 화학성분과 잡초조사는 국립원예특작과학원 사과시험장내의 유기 사과시험포장에서 2011년 사과나무의 수관하부에 피복식물을 재배하여 분석하였다. 사과 품종은 후지를 이용하였고 피복식물은 화본과에 속하는 호밀(Rye, *Secale cereal*), 청보리(Barley, *Hordeum vulgare*), 들묵새(Rattail fescue, *Festuca myuros*), 툴페스큐(Tall fescue, *Festuca arundinacea*), 켄터키블루그라스(Kentucky blugrass, *Poa pratensis*) 5종과 콩과에 속하는 레드클로버(Red clover, *Trifolium pretense*), 크림슨클로버(Crimson clover, *Trifolium incarnatum*), 화이트클로버(White clover, *Trifolium repens*), 헤어리베치(Hairy vetch, *Vicia villosa*) 4종을 처리하였고 대조구로는 무처리인 자연초종 발생 시험구를 선정하여 조사하였다. 각 시험구의 크기는 4 m×6 m로 식재 사과나무

를 중심으로 양쪽의 수관하부에 피복식물을 처리하였다. 피복식물은 호밀 20 kg 10^a, 청보리 15 kg 10^a, 들묵새 4 kg 10^a, 툴페스큐 4 kg 10^a, 켄터키블루그라스 4 kg 10^a, 크림슨클로버 4 kg 10^a, 레드클로버 4 kg 10^a, 화이트클로버 4 kg 10^a, 헤어리베치1호 8 kg 10^a 를 3월 25일 봄에 파종하였다. 파종량은 춘파 파종시 저하되는 발아율과 잡초와의 경쟁에 의한 피복저하 등을 고려하여 농촌진흥청에서 연구된 자료들을 근거로 추파재배의 파종량보다 20~30% 늘려서 파종하였다. 피복식물은 양분공급원으로 그대로 지표면에 두어서 자연고사 시켰다.

토양 화학성분 분석

토양 화학성분 분석을 위해서는 피복작물 재배전 시험포장은 4월 12일과 피복작물 재배시 5월 31일에 토양시료를 채취하여 음건시킨 후 2 mm 체를 통과한 토양시료를 분석에 이용하였다. 토양 화학분석은 국립농업과학원 토양화학분석법(NIAST, 2010)에 준하여 pH는 토양과 증류수의 비율을 1:5로 하여 pH meter로 측정하였고, 토양 총질소 및 총탄소 함량은 Elemental analyzer(Vario Max CN, Elementar, Germany), 유효인산은 Lancaster 법을 이용하여 비색정량하였다. 칼륨, 칼슘, 마그네슘, 나트륨 등 치환성양이온은 1 N Ammonium acetate로 침출하여 유도 결합플라즈마 발광광도계(ICP, Intergra, GBC, Australia)로 분석하였다.

잡초 발생량 조사

잡초 발생량 조사는 각 피복작물 처리구별 5월, 6월, 7월, 8월에 실시하였다. 조사방법은 잡초의 생체중은 50 cm×50 cm의 방형구를 이용하여 잡초를 채집하여 건물중을 측정하였고 전체의 피복정도는 피복작물을 처리한 4 m×6 m 범위에서 Krajina의 피도계급(+, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9)을 이용하여 피복면적에 따라 11단계로 구분하여 조사하였다(Krajina, 1933). 조사된 잡초의 피도는 처리구별 상대피도를 산출하여 피복식물별 잡초발생양상을 구명하였다. 발생된 잡초 중 상위 30%에 포함되는 잡초를 중심으로 변화상에 대해 관찰하였다.

잡초와 토양과의 관계

잡초의 발생 특성에 대해 토양과의 관계를 비교하기 위해 정량적이고 객관적으로 분석하기 위하여 Canonical correspondence analysis(CCA; Ter Braak 1986)를 이용하여 요인분석을 실시하였다. 방형구간 유연관계에 대해 CCA를 수행한 결과를 토대로 이차원 공간에 우점종을 배열하여 분석하였다.

Table 1. Soil chemical properties in control soil and soils covered with White clover, Crimson clover, Red clover, Hairy vetch, Barley, Rye, Tall fescue, Kentucky blugrass, Rattail fescue.

Parameter	pH (1:5)	OM (g kg ⁻¹)	Av.P ₂ O ₅ (mg kg ⁻¹)	Exch. Cation (cmol kg ⁻¹)		
				K	Ca	Mg
The soil before Planting	8.1	18.4	217	0.41	10.7	2.47
Control	8.1	30.7	281	0.85	6.4	1.86
White clover	7.8	31.2	371	0.93	6.1	1.88
Crimson clover	7.8	22.4	274	0.81	5.3	1.74
Red clover	7.9	19.7	283	0.79	5.5	1.81
Hairy vetch	7.9	24.5	286	0.97	5.4	1.71
Barley	7.9	26.7	279	0.86	5.5	1.67
Rye	7.8	29.1	286	0.78	5.6	1.88
Tall fescue	7.9	11.5	296	0.80	6.1	1.93
Kentucky blugrass	7.9	27.6	327	0.85	6.1	1.80
Rattail fescue	7.8	41.7	384	0.95	6.7	1.96

결과 및 고찰

토양 화학성분 분석

피복식물을 재배하기 위해 조성된 시험포의 토양과 피복식물을 재배하여 성장하는 시기에 측정된 토양의 특성은 유기물 함량과 양이온 함량이 증가하는 양상을 보였다 (Table 1). 피복식물 파종후 65일째 조사한 토양의 특성은 자연초생구 비해 들목새와 화이트클로버가 유기물 함량과 인산 함량이 다소 높게 분석되었다. 토양의 pH는 토양에 존재하는 양분의 유효도에 영향을 미치는데, 토양의 산도의 변화는 거의 없었으며 pH가 7.8~8.1 범위로서 유기 배과원과 관행과원의 pH에 비해 높은 것으로 조사되었다 (Choi et al., 2011). pH가 다른 과원에 비해 높은 이유는 과원의 실험구 조성시 다른 지역의 토양을 복토로 사용하여 pH가 높게 나타난 것으로 판단되며 지속적인 관찰에 의해 변화되는 것을 확인할 필요가 있다고 사료된다. 유기물 함량은 화분과의 톨페스큐는 피복작물의 낮은 피복율로 인한 용탈현상으로 유기물 함량이 포장 조성시보다 더 낮게 조사되었고 그 외의 피복작물은 콩과 피복작물 처리구가 화이트클로버를 제외하고 유기물 함량이 많은 것으로 조사되었다. 유기재배 배 과원과 관행재배 배 과원의 경우 재배 후기로 갈수록 온도상승으로 유기물의 무기태화가 진행되어 유기물 함량이 감소되는 경향이 나타난다(Choi et al., 2011). 인산은 피복작물 재배시 모두 높아지는 양상을 보였으며 들목새, 화이트클로버가 인산의 함량이 높았다. 양이온은 칼륨(K)은 피복작물재배된 포장 조성시 토양보다 증가하였고 칼슘(Ca)과 마그네슘(Mg)은 줄어드는 양상을 보였다. 유기질 비료의 사용으로 지

속적인 유기물의 분해는 치환성 양이온 함량을 유지시킨다고 하였으나(Lee et al., 2009) 본 연구에서는 포장조성 후 반복적인 피복작물 재배를 통해 토양양분의 변화를 관찰해야 할 것으로 사료되었다.

잡초 발생량

피복식물을 춘파하여 6월말에 조사한 결과 피복율이 화이트클로버, 레드클로버, 헤어리베치 등이 90% 이상을 피복하였으며, 크림슨클로버, 호밀, 청보리, 들목새가 80% 이상의 피복율을 보였다(Fig. 1). 켄터키블루그라스는 초기 발아결과와 생육량에서 매우 불량한 결과를 가져왔고 톨페스큐는 초기 생육이 느렸지만 차츰 생육이 개선되는 결과를 가져왔다. 피복식물의 피복율의 결과로 켄터키블루그라스와 톨페스큐는 춘파보다는 추파 피복식물로 더 적

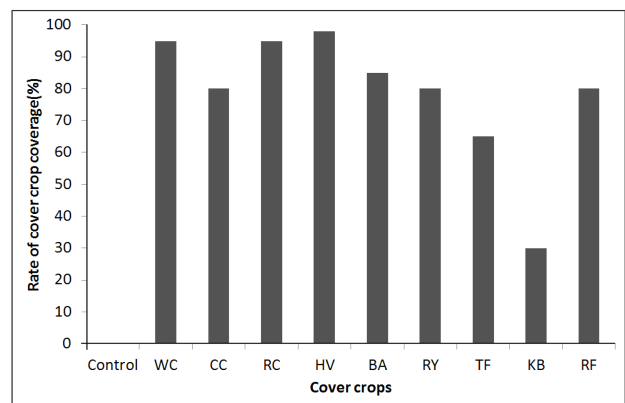


Fig. 1. Coverage of White clover(WC), Crimson clover(CC), Red clover(RC), Hairy vetch(HV), Barley(BA), Rye(RY), Tall fescue(TF), Kentucky blugrass(KB), Rattail fescue(RF).

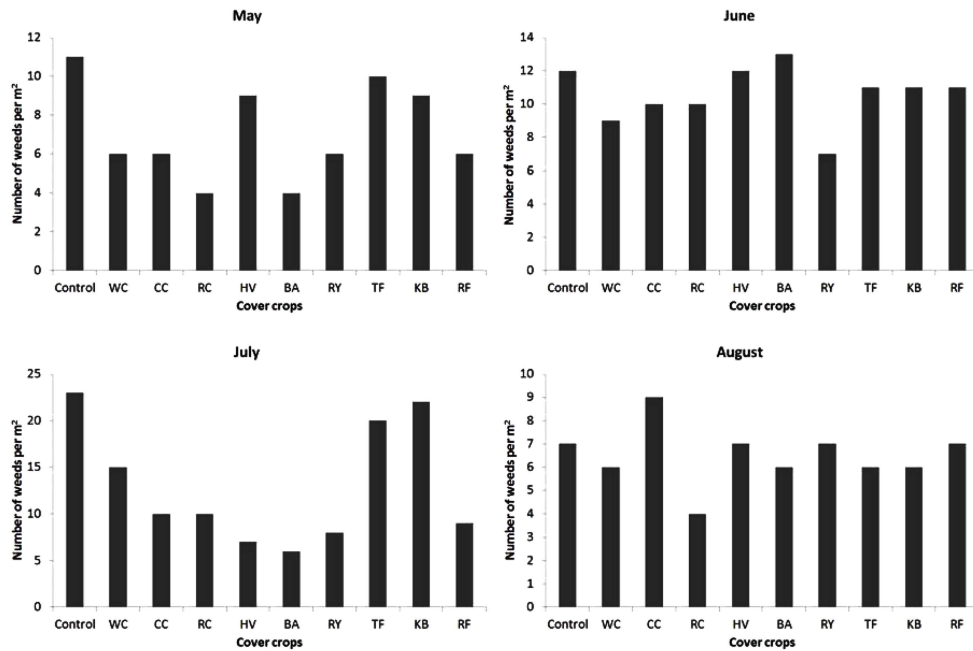


Fig. 2. Weed occurrence as affected by cover crops in organic apple orchard. WC: White clover; CC: Crimson clover; RC: Red clover; HV: Hairy vetch; BA: Barley; RY: Rye; TF: Tall fescue; KB: Kentucky blugrass; RF: Rattail fescue.

합하였다. 피복식물의 잡초억제 효과는 레드클로버, 화이트클로버, 헤어리베치가 좋은 결과를 가져왔다. 피복작물을 춘파한 결과로 토양의 질소를 효율적으로 흡수하는 콩과류의 초기 피복이 쉽게 이루어졌고 초기의 과수원의 건조한 환경을 적응하지 못하여 화분과 식물들은 초기 발아가 늦어져 잡초억제 효과가 나타나지 못하였다. 콩과의 헤어리베치에 대한 과수원의 잡초발생 억제 효과의 대해서는 Lee et al.(2009)의 결과와 일치하였다. 다른 피복식물도 춘파의 경우에 다른 양상을 보일 수 있어 추후에 이에 대한 연구가 필요하다.

피복식물별 잡초의 종수는 5월, 6월, 7월, 8월에 다른 양상을 보여주었다(Fig. 2). 5월에는 클로버 종류와 청보리, 호밀이 비교적 잡초 종의 출현이 억제되었고 6월에는 호밀이 가장 좋은 효과를 가져왔다. 호밀은 계속해서 생육이 유지되면 후기에 피복 잔유물의 양이 많아져 잡초억제 효과가 좋은 것으로 알려져 있어 본 실험에서도 초기 발아와 피복만 유지된다면 피복식물로서의 가능성이 있는 것으로 확인하였다(Yu et al., 1995). 피복식물의 피복율이 가장 높은 7월에는 레드클로버, 크림슨클로버, 화이트클로버, 헤어리베치, 청보리, 호밀, 들묵새에서는 종의 출현이 억제되는 반면 피복율이 낮은 톨페스큐와 켄터키블루그래스에서는 많은 잡초 종이 출현하였다. 피복식물의 하고현상과 잡초 종의 경쟁에 의해 8월에는 레드클로버에서 적은 종이 출현하는 반면 크림슨클로버에서는 많은 종을 유지하고 있었고 그 외의 처리구에서는 유사한 경향을 보였

다. 호밀, 헤어리베치, 클로버류 등을 피복식물을 이용하였을 때 비교적 좋은 결과를 가져왔는데 호밀은 피, 강아지풀과 같은 화분과에 대해 억제 효과가 있는 것으로 알려져 있고(Yu et al., 1995), 헤어리베치와 같은 콩과작물은 다양한 잡초의 개체수와 건물중을 크게 감소시킨다는 연구결과와 유사한 결과를 나타내었다(Curran & Hoffman, 1994; Fisk et al., 2001).

유기 사과과원의 발생한 잡초에 대해 5월, 6월, 7월, 8월에 출현한 종을 종합하면 모든 처리구에서 총 51종류 잡초가 조사되었다. 이들 출현종에서 각 피복식물별 발생한 잡초에 대해 상대피도를 구한 결과 우점하는 10종을 선발하여 상대피도를 비교하였다(Table 2). 대조구에서는 다양한 종이 출현하였고 이 중 토끼풀, 바랭이, 환삼덩굴 등이 우점하였다. 클로버 종류에서도 화이트클로버는 바랭이와 쯤명아주, 크림슨클로버에서는 냉이, 닭의장풀, 레드클로버에서는 쯤명아주와 가을강아지풀 등이 우점종으로 출현하였다. 청보리, 호밀, 들묵새가 피복된 처리구에서는 토끼풀이 가장 우점하였고 그 외에 바랭이, 냉이, 쯤명아주 등이 출현하였다. 가장 피복율이 낮은 켄터키블루그래스와 톨페스큐에서는 바랭이, 냉이, 쯤명아주 등이 우점종으로 출현하였다. 유기 사과과원에서 피복식물의 피복율을 높이기 위해서는 피복식물 보다 키가 크고 광엽인 쯤명아주, 명아주, 환삼덩굴 등의 봄철 제거가 필요할 것으로 사료되었다. 이러한 광엽잡초는 여름에 많이 발생하는 것으로 알려져 있어 봄에 제거하지 못할 경우 피복식

Table 2. Relative coverage of dominant weeds in organic apple orchard.

Species	Dominant weeds(%)									
	Control ^a	WC	CC	RC	HV	BA	RY	TF	KB	RF
TR ^b	11.4	0.0	0.0	0.0	16.1	23.4	39.4	8.3	7.9	22.0
DC	10.5	15.8	3.4	8.3	15.9	12.9	13.8	4.9	15.7	7.3
CB	7.0	7.0	15.2	8.5	11.6	12.5	4.9	12.4	14.3	12.5
CF	7.9	14.0	9.4	25.4	2.0	3.6	6.9	10.1	6.1	15.7
PA	4.0	5.5	9.3	0.0	8.2	9.8	6.1	7.8	6.5	3.6
SF	4.5	4.8	5.5	10.4	4.7	4.0	2.4	8.3	9.6	4.0
CO	3.5	3.3	10.0	2.1	5.7	5.3	1.2	1.0	0.0	1.4
HJ	2.5	7.8	1.0	1.0	4.2	5.2	2.4	4.2	2.5	2.0
PH	8.0	1.7	4.0	0.0	2.1	3.4	2.4	2.1	1.0	4.0
CA	1.0	3.3	0.0	8.3	2.1	0.9	0.0	3.1	5.8	1.0

^aWC: White clover; CC: Crimson clover; RC: Red clover; HV: Hairy vetch; BA: Barley; RY: Rye; TF: Tall fescue; KB: Kentucky blugrass; RF: Rattail fescue

^bTR: *Trifolium repens*; DC: *Digitaria ciliaris*; CB: *Capsella bursapastoris*; CF: *Chenopodium ficifolium*; PA: *Plantago asiatica*; SF: *Setaria faberii*; CO: *Commelina communis*; HJ: *Humulus japonicus*; PH: *Persicaria hydropiper* var. *hydropiper*; CA: *Chenopodium album* var. *centrorubrum*

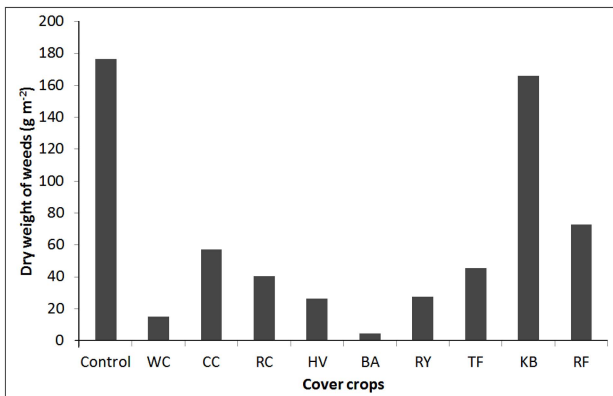


Fig. 3. Effects of cover crops on dry weight of weeds in organic apple orchard. WC: White clover; CC: Crimson clover; RC: Red clover; HV: Hairy vetch; BA: Barley; RY: Rye; TF: Tall fescue; KB: Kentucky blugrass; RF: Rattail fescue.

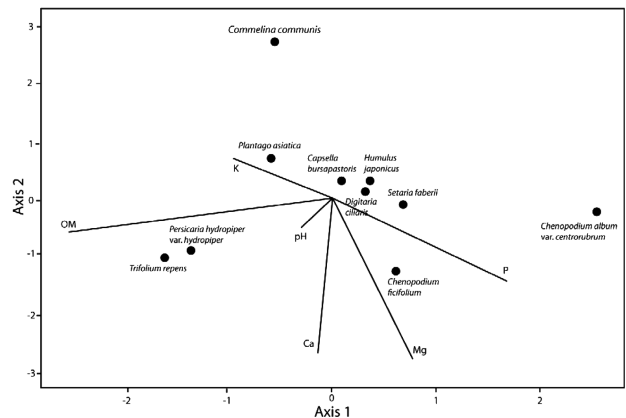


Fig. 4. Canonical correspondence analysis ordination diagram relating dominant species of weeds to soil chemical properties in organic apple orchard.

물의 피복율에 많은 영향을 미칠 것이다(Woo et al., 1988).

피복작물별 출현한 잡초의 건물중을 측정한 결과 피복율이 가장 낮았던 켄터키블루그라스에서 대조구와 거의 유사한 결과를 보여주었다(Fig. 3). 처리구 중 청보리와 화이트클로버가 가장 좋은 잡초 억제율을 보이는 것으로 분석되었다. 켄터키블루그라스도 피복식물로 많이 사용하는 종이기 때문에 춘파재배시 발생율과 경쟁률에서 다른 종에 의해 성장이 억제되는 경향을 보이며 이에 춘파재배가 더욱 적절할 것으로 판단되었다.

잡초와 토양과의 관계

우점잡초의 상대피도와 토양성분과의 상관관계를 알아보기 위해 CCA 분석을 실시하였다(Fig. 4). 종의 분포패턴과 토양성분의 기여도에 대한 정도를 분석한 결과 1축에서는 토끼풀과 여뀌가 우점하는데는 유기물의 함량에 의한 기여도가 높으며 명아주가 우점하는데는 인산의 함량이 기여하고 있는 것으로 분석되었다. 2축에서의 분석 결과는 닭의장풀이 우점하는데는 양이온인 칼슘과 마그네슘이 높은 기여도를 가지며 쯤명아주는 마그네슘 함량이 우점하는데 영향을 미친것으로 판단되었다. 잡초종의 대한 분포요인과 토양환경과의 관계를 CCA 결과에서 토양

의 유기물, 인산, 양이온 등이 주요 요인으로 확인되었다. Pysek et al.(1991)은 CCA 분석으로 화분과 식물의 피복율은 토양의 비료와 높은 관련이 있다고 분석하였는데 본 연구에서는 가을강아지풀과 들피는 1축과 2축의 거의 중앙에 위치하여 뚜렷한 경향성은 보이지 않았다.

요 약

유기 사과과원의 피복작물 선정을 위해 피복작물의 피복율과 시기별 잡초의 발생양상에 대해 조사하였다. 토양의 화학성분은 자연초생구에 비해 들묵새와 화이트클로버가 유기물 함량과 인산 함량이 다소 높게 분석되었다. 피복작물별 잡초 종의 출현은 5월에는 클로버 종류와 청보리, 호밀이 비교적 잡초 종의 출현이 억제되었고 6월에는 호밀이 가장 좋은 효과를 가져왔다. 7월에는 피복율이 낮은 톨페스큐와 켄터키블루그라스에서는 많은 잡초 종이 출현하였다. 유기 사과과원의 발생한 잡초는 총 51종으로 조사되었고 피복율을 높이기 위해서는 피복식물 보다 키가 크고 광엽인 좁명아주, 명아주, 환삼덩굴 등의 봄철 제거가 필요하다. 잡초의 건물중을 측정한 결과 피복율이 가장 낮았던 켄터키블루그라스에서 대조구와 거의 유사한 결과를 보여주었다. 잡초와 토양과의 관계에 대해 CCA로 분석한 결과 1축에서는 토끼풀과 여뀌가 유기물의 함량과 높은 상관관계를 가지며 명아주는 인산의 함량과 상관관계를 가지고 있는 것으로 분석되었다.

주요어: 피복작물, 유기사과과원, 잡초제어

Acknowledgement

This study was carried out with the support of “Research Program for Agricultural Science & Technology Development”(Project No. PJ9070682011), National Institute of Horticultural & Herbal Science, Rural Development Administration, Republic of Korea.

References

- Brady, N.C. and Weil, R.R. 2002. The nature and properties of soils. Upper Saddle River, N.J., Prentice Hall, 13th edition.
- Cardina, J. 1995. Biological weed management. In: Smith, A.E. (Ed.), Handbook of Weed Management Systems. pp. 279-341. Marcel Dekker, New York, USA.
- Celette, F., Findeling, A. and Gary, C. 2009. Competition for nitrogen in an unfertilized intercropping system: The case of an association of grapevine and grass cover in a Mediterranean climate. *Eur. J. Agron.* 30:41-51.
- Choi, K.H., Lee, D.H., Song, Y.Y., Nam, J.C. and Lee, S.W. 2010. Current status on the occurrence and management of disease, insect and mite pests in the non-chemical or organic cultured apple orchards in Korea. *Korean J. Organic Agric.* 18:221-232. (In Korean)
- Choi, H.S., Xiong, L., Kim, W.S., Lee, Y. and Jee, H.J. 2011. Comparison of soil physic-chemical and microbial characteristics in soil of ‘Niitaka’ pear orchards between organic and conventional cultivations. *Korean J. Organic Agric.* 19(2):229-243. (In Korean)
- Curran, W.S. and Hoffman, L.D. 1994. The influence of a hairy vetch (*Vicia villosa*) cover crop on weed control in corn. *Weed Technol.* 8(4):777-748.
- Donaldson, D.R., Snyder, R.L., Elmore, C. and Gallagher, S. 1993. Weed-control influences vineyard minimum temperatures. *Am. J. Enol. Vitic.* 44:431-434.
- Evans, J.R. and Terashima, I. 1987. Effects of nitrogen nutrition on electron transport components and photosynthesis in spinach. *Aust. J. Plant Physiol.* 14:281-292.
- Fisk, J.W. and Hesterman, O.B. 2001. Weed suppression by annual legume cover crops in no-tillage corn. *Agron. J.* 93:263-298.
- Frye, W.W. 1988. Economics of legume cover crops. *Soil Science News Views Coop. Ext. Serv. Univ. Ky. Coll. Agric. Dep. Agron.* 7:2.
- Granatstein, D. 2002. North American trends for organic tree fruit production. *Compact Fruit Tree* 35:83-87.
- Karajina, V.J. 1933. Die pflanzengesellschaften des Mlynica-ales in den vysoke tatra (hohe tatra). Mit besonderer berucksichtigung der Okologischen verhaltnisse. *Botan. Centralbl., Beih., Abt. II,* 50:774-957.
- Kuo, S. and Sainju, U.M. 1997. Winter cover crop effects on soil organic carbon and carbohydrate in soil. *Soil Sci.* 61:145-152.
- Lee, C.W., Yoo, Y.C. and Song, B.H. 2009. Sod culture of Hairy Vetch (*Vicia villosa* Roth) for weed control and soil improvement in the orchard. *Korean J. Weed Sci.* 29(1):68-74. (In Korean)
- Lee, J.A., Kim, W.S. and Choi, H.S. 2009. Effects of compost application on soil properties and leaf and bud characteristics of pear trees in orchard farms. *Korean J. Organic Agric.* 17(4):567-575. (In Korean)
- Peck, G.M., Andrews, P.K., Rhichter, C. and Reganold, J.P. 2005. Internationalization of the organic fruit market: The case of Washington State’s organic apple exports to the European Union. *Renewable Agr. Food Syst.* 20:101-112.
- Petersen, J. and Rover, A. 2005. Comparison of sugar beet cropping systems with dead and living mulch using a

- glyphosate-resistant hybrid. *J. Agron. Crop Sci.* 191:55-63.
- Pysek, P. and Leps, J. 1991. Response of a weed community to nitrogen fertilization: a multivariate analysis. *J. Veg. Sci.* 2:237-244.
- Ramos, M.E., Benitez, E. Garcia, P.A. and Robles, A.B. 2010. Cover crops under different managements vs. frequent tillage in almond orchards in semiarid conditions: Effects on soil quality. *Appl. Soil Ecol.* 44:6-14.
- Schmidt, O., Clements, R.O. and Donaldson, G. 2003. Why do cereal-legume support large earthworm populations?. *Appl. Soil Ecol.* 22:181-190.
- Ter Braak C.J.F. 1986. Canonical correspondence analysis: a new eigenvector technique for multivariate direct gradient analysis. *Ecology* 67:69-77.
- Woo, I.S. and Pyon, J.Y. 1988. Characterization of weed occurrence in apple orchards. *Korean J. of Weed Sci.* 8(2):164-168. (In Korean)
- Wyland L.J., Jackson, L.E., Chaney, W.E., Klonsky, K., Koike, S.T. and Kimple, B. 1996. Winter cover crops in a vegetable cropping system: Impacts on nitrate leaching, soil water, crop yield, pests and management costs. *Agric. Ecosyst. Environ.* 59:1-17
- Yu C.Y., Chang, B.H., Kim, E.H., Ahn, S.D. and Cho, D.H. 1995. Effect of allelopathic rye density and cover crop management methods on the rye biomass, weed control and tomato yield. *Journal of agriculture and life sciences* Vol. 6:123-130. (In Korean)