

애기수영이 우점한 고랭지 목초지에 제초제의 처리가 잡초방제 및 목초생육에 미치는 영향

김영근·정종원·최연식·임영철·한성윤·나기준
농촌진흥청 축산기술연구소

Effect of Herbicide Application on Weed Control and Forage Production in Alpine Grassland Predominated with Red Sorrel(*Rumex acetosella* L.)

Y. K. Kim, C. W. Chung, Y. S. Choi, Y. C. Lim, S. Y. Han and K. J. Na
National Livestock Research Institute, R.D.A.

ABSTRACT

Red sorrel, as one of exotic weeds in Korea, was introduced along with imported cereals for concentrate feed or within the seed for forage production. The plant was dominated in grassland and reduced the quality of forage. In particular, this weed cause severe problem in alpine grassland. This study was carried out to investigate the effect and response of red sorrel and forage crops by foliar and soil applied herbicide application. Mecoprop(MCPP) and pendimethaline were selected by pre-field experiment trials and applied to control the red sorrel in grassland. Herbicidal activity of MCPP was 77.2% at 500mℓ/10a level and 82.8% at 750mℓ/10a level. However, seeds of red sorrel from bare land formed after foliar applied herbicide treatment were germinated and covered bare land. Pendimethalin was not reduced the rhizome growth grown from red sorrel root but retarded seedling growth of germinated red sorrel. The herbicidal activity of pendimethalin to the red sorrel seedling was 83.0%. 2 times application of MCPP at the rate of 750mℓ/10a was effective to control of red sorrel regrown from root and herbicidal activity was 93.2%. MCPP and pendimethaline treatment was not reduced growth of grass and have no herbicidal injury to forage crop seedling. Amount of MCPP and pendimethalin remained in grass plant was decreased from 20 days after herbicide treatment and could not be problem in livestock feeding.

(Key words : Red sorrel, Mecoprop, Pendimethalin, Alpine grassland, Dicamba)

I 서 론

농산물과 및 그 생산에 필요한 각종 종자수입이 늘어남에 따라 이들과 함께 많은 외래 잡초종자들이 유입되어 국내 초지와 조사료 포장에 점차 정착되고 있는 실정이다. 외래잡초는

조사료의 생산성과 품질을 저하시키고 가축의 기호성이 낮아 양질 조사료 생산에 많은 어려움을 초래하고 있다. 초지에서 발생하는 외래 잡초들은 초지의 상태에 따라 그 수가 결정되는데 초지관리를 소홀히 하거나 목초를 과도하게 예취할 경우 잡초발생조건이 호전되어 외래

Corresponding author : Y. K. Kim, National Livestock Research Institute, Namweon branch, RDA, Korea.
Tel : 063-620-3501, E-mail : ykkim@rda.go.kr

잡초들이 우점되는 경우가 많다. 우리나라 대부분의 고랭지에 조성된 초지는 경사가 심한 산지에 위치하고 있어 폭우성 강우가 집중되는 여름철에는 표토의 유실로 인한 양분용탈이 심하며 이로 인한 소리쟁이, 애기수영과 같은 다년생 숙근성 잡초가 심각한 수준으로 발생하고 있다.

목초종자와 함께 우리나라에 유입된 것으로 추정되는 외래잡초인 애기수영은 우리나라 전역에서 발생될만큼 토착화되어 도로변, 황무지, 초지에서 주로 발견되고 있으며 강원도 고랭지 목초지까지 침입하여 목초생산성이 감소되어 연간 60억원 이상의 막대한 경제적 손실을 주는 것으로 추정되고 있다(김 등, 1999ab; 오 등, 1997; 박 등, 1999; 김 등, 2001). 애기수영(*Rumex acetosella* L.)은 마디풀과(*Polygonaceae*)의 다년생초본인 자웅이주 식물로(Archer와 Auld, 1982) 유럽이 원산지이며, 토양이 척박하고 토양산도가 낮은 곳에서 잘 정착하여 척박지와 산성토양의 지표식물로 알려져 있다(박 등, 1997). 애기수영의 번식은 종자와 지하뿌리가 지표층을 따라 포복하여 왕성하게 번식하는데(Putwain 등, 1968) 종자의 경우 한 개체당 연간 1만여 개가 생산되며(박 등, 1994), 이들 종자는 지리적 변이가 있어 서식지와 온도에 따라 연중 다양하게 발아하는 특성을 갖는 것으로 알려져 있다(조, 1993; 이 등, 2001).

또한 애기수영 식물체의 침입이나 종의 유지에 대한 정보를 얻기 위해서 양분 전류나 성비의 분화, 영양조건에 따른 애기수영 식물체의 지하부 발육 등에 관한 많은 연구들이 이루어져 왔다(Doust와 Doust, 1987; Escarre와 Houssard, 1989ab; Escarre 등, 1987; Escarre와 Thompson, 1991; Khmes와 Klimesova, 1999; Korpelainen, 1992).

목초지에 애기수영이 우점된 원인으로는 초지 갱신작업의 소홀과 비배관리의 부실 등 사후 초지관리의 부재와(정, 2000) 애기수영 식물체내에 함유되어 있는 페놀성 화합물, anthraquinone 유도체, flavonoids와 같은 상호대립억제물질(allelopathic compounds)에 의한 allelopathy 효과를 들 수 있다(권, 1990; 장, 1996; 길

등, 1997; 최, 1998; 김 등, 1999a). 목초지에 우점된 애기수영은 물리적 방제가 어려우며 애기수영이 우점된 초지는 목초의 생산성과 품질, 가축 기호성을 현저히 저하시키는데(김 등, 1989), 애기수영의 방제를 위한 연구로는 경종적 방법과 화학적 방법을 병행한 방제(Smith, 1975), 선택성 제초제를 이용한 방제(김 등, 1999; 김 등, 2001), 석회시용과 제초제(글라신액제, 반벨액제) 처리 및 보파를 통한 방제(김 등, 1994; 박 등, 1995), 생태적인 방법을 통한 애기수영의 생육제어(이 등, 1999; 정, 2000) 등 많은 연구가 보고되고 있다. 강원도 대관령지역의 목초지의 경우 애기수영이 대단위로 발생하여 목초의 생산성을 현저히 감소시켜 많은 피해를 주고 있는 실정이며 심한 경사지로 이루어진 목초지가 많아 경종적 방제의 한계와 제초효과 또한 일반 목초지와는 다른 실정이다.

따라서 본 연구는 강원도 대관령지역의 목초지에 발생하는 애기수영을 효과적으로 방제할 수 있는 방법을 개발하기 위한 것의 하나로 화학방제 약제의 선발 및 약제 처리시기, 살포량, 살초율 구멍과 함께 목초 생육에 미치는 영향을 구명함으로써 효율적 제초관리에 의한 초지의 생산성 및 조사료 품질을 향상시키고자 실시하였다.

II 재료 및 방법

1. 경엽처리 제초제 및 토양처리 제초제 선발

본 시험은 2001년 축산기술연구소 대관령연구소에서 실시하였으며 공시초지는 애기수영 및 광엽잡초가 발생된 혼파초지였다. 시험처리구 면적은 각각 12m²이었으며 시험구 배치는 난괴법 3반복으로 배치하였다. 애기수영 방제에 효과적인 제초제를 선발코자 경엽처리제초제로는 MCPP액제, triclopyr유제, dicamba액제의 3종을 공시하였으며 토양처리제초제로는 리누론수화제와 펜디유제의 2종을 공시하였다. 제초제 살포는 분무기를 이용하여 애기수영의 경엽 및 토양에 살포하였다. 처리한 제초제는

Table 1. Foliar and soil applied herbicides used for red sorrel control

Treatment	General name	Active ingredients (%)	Field rate
Foliar applied	Mecoprop	50.0	500ml/10a
	Triclopyr	61.6	300ml/10a
	Dicamba	48.2	200ml/10a
Soil applied	Linuron	50.0	100g/10a
	Pendimethalin	31.7	300ml/10a

모두 시판되고 있는 것을 사용하였는데 제조제의 일반명, 유효성분 함량, 처리기준량은 Table 1과 같다.

2. 선발된 제조제의 애기수영 방제 효과

(1) 경엽처리제 처리

예비선택시험에서 선발된 MCPP 액제를 이른 봄 애기수영 3~4엽기에 500ml/10a와 750 ml/10a를 각각 살포했다. 방제가는 처리 후 20일째 조사하였으며 약제 처리 후 60일째 제조제 처리로 인해 형성된 나지에서 종자로부터 발생한 애기수영의 개체수를 조사하였다. 방제가 산출은 제조제 등록시험시에 이용되는 [1-(처리구의 잡초 총 건물중/무처리구의 잡초 총 건물중)]×100으로 표시하였다. 목초에 나타나는 약해의 경우 약제살포 후 10, 20, 30, 40일째에 목초에 나타나는 약해정도를 달관조사 하였으며 목초의 초장 및 수량을 조사하였다. 조사결과는 SAS(Statistical Analysis Systems) 프로그램을 이용하여 통계 분석하였다.

(2) 토양처리제 처리

예비선택시험에서 선발된 펜디유제를 기존 애기수영 우점초지 내 처리와 초지갱신 후 처리로 나누어 실시하였는데, 기존 애기수영 우점초지 내 처리는 애기수영 지하부에서 성장하는 rhizome의 생장억제를 위해 이른봄 애기수영 3~4엽기에 300ml/10a와 450ml/10a 수준으로 처리하였으며 초지갱신 후 처리는 전년도에 애

기수영이 우점하였던 초지를 전면 갱신한 후 종자에서 출현하는 애기수영의 억제를 위해 300ml/10a를 살포하였다. 초지갱신은 약제살포 30일전에 글라신액제(800ml/10a)를 살포하여 기존 초지를 완전히 갱신하였으며 갱신된 초지에 티모시, 오처드그라스, 켄터키블루그라스, 라디노 클로버 종자를 30kg/ha의 수준으로 곁뿌림 파종하였다. 약제 처리 후 40일째 방제가를 조사하였으며 기존 애기수영 우점초지 내 처리는 방제가와 함께 애기수영이 개화하여 형성된 종실량을 조사하였다. 방제가 산출과 목초에 대한 약해조사는 경엽처리제 처리시와 동일하게 실시하였다.

(3) 경엽 및 토양처리제 연계처리

이미 초지에 우점된 애기수영과 종자에서 발아하는 애기수영을 효율적으로 방제하기 위해 경엽처리제와 토양처리제를 연계처리하였다. 2001년 봄에 무처리, 펜디유제 300ml/10a+40일후 MCPP액제 500ml/10a, MCPP액제 500ml/10a+10일후 펜디유제 300ml/10a, 펜디유제 450ml/10a+40일후 MCPP액제 750ml/10a, MCPP액제 750ml/10a+10일후 펜디유제 450ml/10a의 5처리를 난괴법 3반복으로 배치하였다. 방제가는 2시기로 나누어 조사하였는데 경엽처리 제조제의 경우 처리 후 20일째에, 토양처리 제조제의 경우 처리 후 40일째 애기수영의 발생량을 조사 후 방제가를 산출하였다.

(4) 경엽처리제 2회 처리

경엽처리제조제 처리 후 애기수영 지하부의 재생에 의한 방제효율 저하문제를 검토하고자 경엽처리제의 처리회수를 20일 간격으로 2회로 증가하여 7월 25일에 애기수영이 우점된 목초지에 처리하였다. 무처리, MCPP액제 750ml/10a, MCPP액제 750ml/10a+20일후 MCPP액제 750ml/10a, MCPP액제 1000ml/10a, MCPP액제 1000ml/10a+20일 후 MCPP액제 1000ml/10a의 5처리를 난괴법 3반복으로 배치하였다. 방제가는 최종 약제처리 후 20일째 조사하였다.

3. 제초제 잔류량 분석

경엽처리 제초제 살포에 의한 목초내 잔류량을 분석하기 위해 약제를 기준량, 배량으로 살포 후 10일, 20일, 30일 간격으로 생육중인 목초시료 250g을 채취하였다. 채취한 목초시료를 잘게 썰어 HCl을 첨가하여 mixer에 넣고 세절 처리한 후 acetone 100ml를 첨가하여 5분간 추출, 여과하였다. 여과액을 분액여두에 옮겨 dichloromethane 50ml씩 2회에 걸쳐 세정분배 후 다시 산처리하여 dichloromethane 50ml씩 2회 분배하여 MCPP 성분을 유출시켰는데 유출액은 pentafluorobenzyl bromide로 ester화 반응을 거쳐 florisil 정제(hexaneethyl ether 혼합용액) 후 hexane에 용해하여 GC-ECD(SHIMADZU GC-14AEC)로 분석하였다. 분석에 이용된 column은 2%-Silicon on 17 packed glass column을 사용하였고 column 온도는 240℃ injector 온도는 270℃ detector 온도는 290℃ 였으며 flow rate는 N₂를 50ml/min.으로 하였고 injection volume은 2μl 이다. 토양처리 제초제의 경우 시료를 acetone으로 추출 후 hexane으로 분배하여 GLC/NPD로 분석하였다.

III 결과 및 고찰

애기수영 방제를 위해 경엽처리제초제와 토양처리제초제를 선발한 결과는 Table 2와 같다. 경엽처리제초제인 MCPP 액제의 방제가는 82.9%로 dicamba 액제의 방제가 98.2% 보다는 낮았

으나 triclopyr 유제의 방제가 21.6% 보다는 훨씬 높은 것으로 나타났다. dicamba 액제의 경우 애기수영의 수 및 건물중에 있어서도 현저하게 낮은 것으로 나타나 경엽처리제 중 가장 속효성인 것으로 나타났다. MCPP 액제의 경우 처리구 내의 애기수영의 수는 다소 많았으나 건물중은 현저히 낮아 dicamba 보다는 식물체 내 이행속도가 느리나 약제처리 효과는 뚜렷한 것을 알 수 있었다. 토양처리 제초제 중 리누론 수화제의 약효는 43.9%로 저조한 편으로 애기수영 방제에는 부적합할 것으로 생각되었으며 펜디유제는 87.9%의 방제효과를 보여 대관령 목초지에서 문제가 되고 있는 애기수영의 종자발아 억제에 효과적으로 사용할 수 있으리라 생각되었다.

경엽처리제 중 애기수영에 대한 방제효과는 dicamba 액제가 가장 우수하였으나 토양내 잔류문제와 목초에 대한 약해 등을 고려하여 MCPP액제를 선발 이용하였는데 약량에 따른 방제효과와 목초의 초장 및 수량을 살펴 본 결과는 Table 3과 같다. MCPP 액제를 500ml/10a를 처리한 결과 77.2%의 방제효과를 나타내었으며 750ml/10a를 처리시 82.8%의 방제효과를 나타내었는데, 이는 MCPP액제 살포 4주 후 80% 이상의 방제효과를 보인다는 김 등(1999b)의 보고와 비슷하였다. MCPP 액제를 750ml/10a 처리시 티모시 초종에서만 1정도의 약해가 관찰되었으나 40일째 목초 초장은 무처리구에 비해 처리구가 더 긴 것으로 나타나 MCPP액제 500ml/10a나 750ml/10a 처리로 인한 생육장애

Table 2. Selection of effective foliar and soil applied herbicides for red sorrel control in alpine grassland

	Herbicides	No. of plant/m ²	Dry wt.(g/m ²)	Herbicidal activity(%)
Foliar applied	Control	325	90.7	-
	Mecoprop	252	15.5	82.9 ^b
	Triclopyr	399	67.8	25.3 ^c
	Dicamba	14	1.6	98.2 ^a
Soil applied	Control	780	94.7	-
	Linuron	352	53.1	43.9 ^b
	Pendimethalin	84	9.8	89.7 ^a

Means with the same letter within each treatment of a row are not significantly different.

Table 3. Effect of mecoprop application for control of red sorrel and growth of grass

Herbicide Rate	Red sorrel			Grass		
	No. of plant/m ²	Dry wt. (g/m ²)	Herbicidal activity (%)	Herbicidal injury (0~1)	Plant height*(cm)	Yield (M/T/ha)
Control	1,283	258.0 ^a	-	-	35.3 ^{ns}	11.9 ^b
Mecoprop(500ml/10a)	380	58.9 ^b	77.2 ^{ns}	0	39.2	24.3 ^a
Mecoprop(750ml/10a)	360	44.3 ^b	82.8	1	37.2	25.7 ^a

* 40th day after herbicide application.

Means with the same letter within a row are not significantly different.

Table 4. Changes in bare land and emergence of red sorrel from bare land formed after foliar applied herbicide application

Herbicide rate	Bare land(%)		Emergence	
	Before application	After application	No. plant/m ²	Index
Control	3.7	1.7 ^b	273 ^b	100
Mecoprop(500ml/10a)	4.0	5.7 ^a	1,293 ^a	473
Mecoprop(750ml/10a)	4.0	6.7 ^a	1,106 ^a	405

Means with the same letter within a row are not significantly different.

는 없는 것으로 나타났다. 목초수량을 살펴보면 500ml/10a나 750ml/10a 처리구 각각 ha당 24.3M/T, 25.7M/T으로 무처리 11.9M/T에 비해 2배 이상의 수량을 보인 것으로 나타났는데 초장의 차이에 비해 수량차이가 컸던 것은 MCPP액제 처리로 인해 애기수영의 생육은 억제된 반면 목초의 생육이 현저하게 좋아진 결과로 생각된다. 박(1997)은 애기수영 우점 초지에 dicamba액제 400ml/10a + 석회 + 파종 + dicamba액제 400ml/10a 처리시 목초지의 식생개선에 효과적이었다고 하였는데 경엽처리제 처리효과는 이와 비슷한 경향을 보였다.

약제 처리로 생성된 나지의 비율과 나지를 통해 출아한 애기수영의 개체수를 살펴본 결과는 Table 4와 같다. 약제 처리 전 나지의 비율에 있어서는 큰 차이가 없었다. 그러나 경엽처리제초제 처리 후 나지 비율은 상대적으로 증가하였다. 이는 기존 우점하고 있던 애기수영의 지상부가 약제를 처리함으로써 고사하여 생긴 결과이며 무처리구의 경우 목초 및 애기수영의 생육이 함께 진전되어 나지 비율이 감소하였다. MCPP액제 처리 후 애기수영 식물체가

고사한 후 형성된 나지에 종실을 통한 애기수영 출현이 문제가 되었는데 무처리구에서 애기수영 개체수는 273개체였으나 500ml/10a와 750ml/10a 처리구는 1,000개체 이상이 출아하는 것으로 나타났다. 이는 무처리구에 비해 4배 이상의 종자발아율을 나타내었는데, 안(2000)이 애기수영 종자를 가지고 실내에서 발아시험을 실시한 결과 명주기 12~14시간까지 발아율이 증가하는 것으로 보아 광발아성일 것이라고 보고한 것에 비추어 볼 때 대관령 포장에서 이와 유사한 반응을 보이는 것으로 생각되었다. 애기수영은 1개체당 10,000여 개의 종자를 생산하며(박 등, 1994) 위도와 고도가 다른 지역에서는 서로 다른 발아특성을 나타내는 것(조, 1993; 이 등, 1995)으로 볼 때 경엽처리제초제만으로는 애기수영의 완전한 방제는 어려울 것으로 생각된다. 따라서 대관령 경사지 초지의 경우 애기수영의 종실생산량을 줄일 수 있는 방제방법의 구명과 아울러 경엽처리제 처리로 형성된 나지를 빠른 시간 내에 피복할 수 있도록 목초종자의 초지내 정착기술의 개발이 병행될 경우 애기수영 방제에 보다 효과적

일 것으로 생각된다.

토양처리제 중 약효가 우수하였던 펜디유제를 애기수영이 우점하고 있는 기성혼파초지에 처리하여 애기수영 지하부의 rhizome 생육억제와 종실형성 정도를 살펴본 결과와 파종 30일 전에 근사미를 10a당 800mL를 살포하여 기존 식생을 고사시킨 후 목초종자를 파종한 다음 펜디유제를 300mL/10a, 450mL/10a를 각각 처리하여 애기수영의 종자발아억제 효과를 살펴 본 결과는 Table 5와 같다. 기존 애기수영 우점 초지에 펜디유제 처리는 300mL/10a와 450mL/10a 처리구 모두에서 생육중인 애기수영이나 지하부 rhizome에 약제처리 효과가 없는 것으로 나타났다. 이상의 결과는 처리구 애기수영의 종실형성량을 비교한 결과에서도 같은 경향이었는데, 박 등(2001)은 애기수영 지하경의 번식력을 알아보기 위해 2mm 굵기의 3cm 되는 애기수영 단편을 토심 2cm 깊이에 이식하여 실시한 실험에서 이식 120일만에 100cm까지 뻗어 나가며 600여 개의 포기를 형성하는 것으로 나타나 초기방제가 중요함을 보고하였으나 펜디유제로는 이미 초지에 우점중인 애기수영의 방제에는 전혀 효과가 없을 것으로 생각된다. 기성초지를 파종 30일 전에 10a당 800mL의 근사미를 살포하여 기존식생을 고사시킨 후 펜디유제 300mL/10a를 처리한 결과 83.0%의 애기수영의 종자발아 억제효과가 있는 것으로 나타났다. 출아한 애기수영의 개체수가 무처리구 143본에 비해 처리구 100본으로 큰 감소는 없었는

데 이는 방제가 조사를 위한 샘플링시 완전히 고사하지 않은 개체수까지 포함되는데 기인한 것으로 건물중을 비교해 볼 때 현격한 차이가 있음을 알 수 있었다. 초지갱신 후 파종, 출아하여 생육중인 목초에는 약해가 관찰되지 않았다. 김 등(1999b)은 애기수영 방제에 효과적인 토양처리 제초제를 선별하기 위해 실내에서 5종을 공시하여 실험을 실시한 결과 펜디유제의 경우 제초효과가 없는 것으로 나타났다고 하여 본 실험 결과와는 달랐다.

목초지에 이미 우점중인 애기수영과 종자에서 발아하는 애기수영의 방제를 위해 경엽처리제인 MCPP 액제와 토양처리제인 펜디유제를 연계처리 했을 시 약효와 약해를 조사한 결과는 Table 6과 같다. MCPP 액제를 500mL/10a와 750mL/10a의 농도로 먼저 처리한 T3, T5 처리구의 애기수영에 대한 방제가는 각각 90.0%와 86.3%로 T3구가 T5 처리구보다 MCPP 액제의 처리 농도가 낮은데도 불구하고 방제가는 높게 나타난 것은 처리포장이 대관령 목초지의 경사지에 위치하여 포장 지력의 불균일에 의한 반복간 변이 때문으로 생각되며 다만 MCPP 액제를 나중 처리한 T2, T4 처리구의 66.7%와 78.3%보다 방제가가 높았다. 이는 토양처리제인 펜디유제를 먼저 처리할 경우는 이미 생육중인 애기수영에는 방제효과가 없으므로(Table 5) 애기수영의 생육이 진전된 후기에 경엽처리제를 처리하더라도 제초제 처리효과가 크지 않은데 기인한 결과로 생각된다. 또한 토양처리

Table 5. Effect of pendimethalin application on rhizome and seedling of red sorrel

Herbicide rate	Rhizome				Seedling			
	No. of plant/m ²	Dry wt. (g/m ²)	Herbicidal activity (%)	Seed wt. (g/10 plants)	No. of plant/m ²	Dry wt. (g/m ²)	Herbicidal activity (%)	Herbicidal* injury (0-9)
Control	100	42.5 ^{ns}	-	2.510 ^{ns}	143	6.3 ^a	-	-
Pendimethalin (300mL/10a)	97.7	42.4	0	2.879	100	1.1 ^b	83.0	0
Pendimethalin (450mL/10a)	107.0	42.5	0	2.891	-	-	-	-

* Symptom on grass.

Means with the same letter within a row are not significantly different.

Table 6. Effect on red sorrel and grass by two herbicides application

Application	Red sorrel			Grass	
	No. of plant/m ²	Dry wt. (g/m ²)	Herbicidal activity(%)	Plant height (cm)	Herbicidal injury(0-9)**
T1	1033 (1313)*	275.0 (571.8)	-	28.6 ^{ns}	-
T2	453	190.0	66.7 ^c	30.0	1
T3	116	27.5	90.0 ^a	30.3	1
T4	266	123.9	78.3 ^b	29.6	1
T5	130	37.6	86.3 ^a	30.7	1

T1 : control.

T2 : Mecoprop 500ml/10a at 40th day after pendimethalin 300ml/10a application.

T3 : Pendimethalin 300ml/10a at 10th day after mecoprop 500ml/10a application.

T4 : Mecoprop 750ml/10a at 40th day after pendimethalin 450ml/10a application.

T5 : Pendimethalin 450ml/10a at 10th day after mecoprop 750ml/10a application.

* () control to T3 and T5 application.

** Herbicidal symptom on timothy plant.

Means with the same letter within a row are not significantly different.

제를 먼저 처리한 구(T2, T4)의 애기수영의 개체수가 오히려 많았던 이유는 대관령지역의 경우 봄에 종자로부터 발생하는 애기수영의 수가 적었던 반면 기존 생육중인 애기수영의 지하경을 통한 생육이 많이 이루어졌기 때문인 것으로 생각된다. 실내 발아실험 결과 애기수영 종자의 발아 최적온도는 25℃ . 온난형의 발아형을 가지며 20℃ 이하의 온도에서는 전혀 발아가 되지 않았다는 보고(안, 2000)를 미루어 볼 때 대관령 지역의 경우 시기별 포장에서의 발아조사가 면밀히 이루어져야 할 것으로 생각된다. 이상의 결과로 볼 때 대관령 지역과 같은 고랭지대의 경우 경엽처리제초제와 함께 토양처리제초제의 처리를 통한 목초지 내 애기수영에 대한 방제효율을 높이고자 할 경우 지역 및 기온 등과 함께 목초지 내 애기수영의 발아생태를 검토한 후 처리시기를 결정하는 것이 중요하리라 생각된다. 경엽처리제초제와 토양처리제초제 처리에 의한 목초지의 생육은 무처리와 차이가 없었으며 약해의 경우 티모시 초종에서만 1정도로 관찰되었다.

애기수영의 경우 경엽처리제를 처리할 시 지상부의 고사는 이루어져 방제가 높게 나오나 지하부까지 완전히 고사시키지 못하여 제초제를 처리하더라도 일정시간이 경과하고 나면 지

하경을 통한 재생이 이루어져 완전한 방제가 어려운 실정이다. 따라서 경엽처리제인 MCPP 액제의 처리농도 중 애기수영에 대한 방제효과가 우수하였던 750ml/10a 이상의 농도에서 20일 간격으로 2회 처리시의 애기수영의 방제효과와 목초의 생육을 살펴본 결과는 Table 7과 같다. 경엽처리제 단일처리시보다 2회 처리시 각 농도에서 애기수영의 개체수는 모두 감소하였으며 방제가 또한 높은 것으로 나타났다. 750ml/10a 단일 처리시 방제효과는 69.7%로 낮은 반면 2회 처리시 93.2%로 높게 나타났으며 1000ml/10a 단일처리시보다도 방제효과가 높은 것으로 나타났다. 목초에 대한 약해와 수량을 고려해 볼 때 750ml/10a 2회 처리가 1000ml/10a 2회 처리보다 애기수영 방제에 더 효과적일 것으로 생각되었다. 김 등(2001)은 dicamba나 MCPP 액제의 애기수영에 대한 살초력은 4주 정도에 불과해 효율적인 방제가 어려우므로 강원도 고랭지대의 경우 3회 이상 처리회수를 증가할 경우 효과적인 방제가 가능하다고 하였는데 본 실험의 결과에서도 처리회수의 증가가 애기수영의 방제에 효율적인 것으로 나타났다. 강원도 고랭지대 목초지의 경우 6월 중순~말경 개화(안, 2000)하므로 종자를 통한 애기수영의 침입 억제 등을 고려해 볼 때 처리회수 증

Table 7. Effect of two herbicides sequential application on red sorrel and grass

Application	Red sorrel			Grass		
	Plant/m ²	Dry wt.(g/m ²)	Herbicidal activity(%)	Herbicidal injury(0-9)	Plant height(cm)	Yield(M/T/ha)
T1	523	34.57 ^a	–	–	36.8 ^{ns}	11.5 ^d
T2	206	10.47 ^b	69.7 ^c	0	38.2	21.4 ^{bc}
T3	63	2.37 ^b	93.2 ^b	1	36.5	31.2 ^a
T4	113	3.13 ^b	90.9 ^b	1	37.1	27.5 ^{ab}
T5	63	1.10 ^b	96.8 ^a	2	36.6	15.3 ^{cd}

T1 : control.

T2 : Mecoprop 750mℓ/10a application.

T3 : Mecoprop 750mℓ/10a application at 20th day after mecoprop 750mℓ/10a application.

T4 : Mecoprop 1000mℓ/10a application.

T5 : Mecoprop 1000mℓ/10a application at 20th day after mecoprop 1000mℓ/10a application.

Means with the same letter within a row are not significantly different.

Table 8. Amount of mecoprop and pendimethalin remained in grass after herbicide application

Application	Days after treatment (ppm)			
	10	20	30	40
Control	< 0.002	< 0.002	< 0.002	–
Mecoprop(500mℓ/10a)	0.101	0.033	0.016	–
Mecoprop(1000mℓ/10a)	0.188	0.081	0.026	–
Control	–	< 0.02	< 0.02	< 0.02
Pendimethalin(300mℓ/10a)	–	0.07	0.05	0.04
Pendimethalin(600mℓ/10a)	–	0.31	0.26	0.09

가와 아울러 처리시기를 조절함으로써 애기수영의 종자를 통한 우점도 방지할 수 있을 것으로 생각된다.

MCPP 액제와 펜디유제를 기준량과 배량씩 처리한 후 목초내 잔류량을 조사한 결과는 Table 8과 같다. MCPP 액제의 목초 중의 검출한계는 0.002ppm 이었는데 목초 중 MCPP 액제의 잔류량은 500mℓ/10a 처리시는 약제처리 10일 경과 후 0.101ppm을 나타내었고, 30일 경과 후에는 0.016ppm을 나타내었다. 1000mℓ/10a 처리시는 약제처리 10일 경과 후 0.188ppm을 나타내었고 20일째는 0.081ppm을 나타내었으며 30일째는 급격히 감소하여 0.026ppm을 나타내었다. 펜디유제의 목초 중의 검출한계는 0.02ppm 이었는데 목초에 대한 펜디유제의 잔류량은 모든 처리구에서 잔류 허용기준인 0.5ppm미만 수준이었다. 300mℓ/10a 살포시 처리 후 10일 경과시

0.07ppm을 나타내었고 600mℓ/10a 처리시 0.31ppm을 나타내어 펜디유제는 약제 처리후 20일이 경과하면 목초 이용에 문제가 없을 것으로 판단된다.

IV 요 약

강원도 대관령지역의 목초지에 발생하는 광엽잡초 중의 하나인 애기수영의 방제에 우수한 약제 이용을 위한 예비선발 결과 경엽처리 제초제는 MCPP 액제를, 토양처리 제초제로는 펜디유제를 선발하였다. 경엽처리제인 MCPP액제 처리시 방제효과는 500mℓ/10a를 처리시가 77.2%, 750mℓ/10a 처리시가 82.8%의 방제효과를 나타내었다. 그러나 지상부 고사로 형성된 나지를 통해 출아한 애기수영의 개체수가 무처리구에 비해 4배 이상이었다. 애기수영이 우점

한 목초지에 펜디유제를 처리한 결과 애기수영의 rhizome의 생육억제에는 전혀 효과가 없었으나 초지를 전면 갱신한 후 펜디유제를 300mℓ/10a를 처리한 결과 83.0%의 애기수영 종자의 발아억제 효과를 나타내었다. 경엽처리제인 MCPP 액제와 토양처리제인 펜디유제를 연계처리시 MCPP 액제 500mℓ/10a와 750mℓ/10a의 농도로 먼저 처리한 처리구의 애기수영 방제효과가 각각 90.0%와 86.3%로 MCPP 액제를 나중 처리한 처리구의 66.7%와 78.3%보다 높았다. 지하부를 통해 재생하는 애기수영의 방제를 위해 MCPP 액제를 750mℓ/10a 농도로 20일 간격으로 2회 처리시 93.2%의 높은 방제가를 나타내었으며 목초의 수량도 높았다. 목초 중 MCPP 액제의 잔류량은 약제처리 20일째 500mℓ/10a 처리시 0.033ppm, 1000mℓ/10a 처리시 0.081ppm을 나타내었으며, 펜디유제 잔류량은 약제처리 후 20일째 300mℓ/10a 처리시 0.07ppm, 600mℓ/10a 처리시 0.31ppm으로 두 약제 공히 잔류허용기준 0.5ppm 미만이었다.

V 인 용 문 헌

- 권순하. 1990. 애기수영의 allelopathy 효과. 원광대학교 교육대학원 석사학위논문. p33.
- 길봉섭, 김영식, 유현경, 신성은, 백순옥. 1997. 도입종 애기수영의 생태 특성. 한국생태학회지. 20(6):413-421.
- 김성문, 김용호, 황기환, 안문섭, 허장현, 임형식, 한대성. 1999a. 강원도 고냉지 목초지의 애기수영 우점원인 가능성. 한국잡초학회지. 19(3):244-250.
- 김성문, 김용호, 황기환, 안문섭, 허장현, 한대성. 1999b. 애기수영의 화학적 방제를 위한 제초제 선발 및 선발 제초제의 살초효과. 농약과학회지. 3(3):45-53.
- 김성문, 김희연, 이동경, 김용호, 허장현, 한대성. 2001. 애기수영(*Rumex acetosella* L.) 추출물의 살초활성. 농약과학회지. 5(별1):47.
- 김영진, 박근제, 최선식, 황석중, 육완방. 1995. 초지잡초 발생에 관한 생태학적 연구 II. 초지의 관리이용 방법에 따른 잡초발생 특성. 농업과학논문집 37(2):564-572.
- 김영진, 육완방, 최선식, 박근제, 황석중. 1994. 초지잡초 발생에 관한 생태학적 연구 I. 초지잡초의 지역별 발생빈도. 농업과학논문집 36(1):537-544.
- 김영진, 최선식, 황석중, 이종열. 1989. 부실초지 갱신방법에 관한 연구. 1. 애기수영(*Rumex acetosella*) 우점초지에서의 제초제 처리가 목초정착, 식생 및 건물수량에 미치는 영향. 농시논문집. 31(2):25-30.
- 박근제, 김영진, 김맹중, 류제곤, 윤세형, 이종경, 한학석. 1995. 초지조성 및 관리이용 연구 : 조사료 포장의 잡초방제에 관한 연구. 축산시험연구보고서. pp.645-667.
- 박근제, 김영진, 이종경, 김맹중, 윤세동, 최선식. 1997. 제초제 처리가 애기수영(*Rumex acetosella*) 우점초지의 수량 및 양분생산성에 미치는 영향. 한국초지학회지. 17(3):277-284.
- 박근제, 이종경, 윤세형, 김영진, 오세문. 1999. 초지관리 이용기술 연구 : 외래잡초 유입경로 및 생태적 특성 구명. 축산시험연구보고서. pp.301-318.
- 박병훈, 박근제, 김영지. 1994. 초지잡초방제 핸드북. 축산연. 13.
- 안문섭. 2000. 강원도 고냉지대 목초지의 애기수영 우점원인 및 화학적 방제법. 강원대학교 박사학위논문. p95.
- 오세문, 김창석. 1997. 외래잡초 연구 : 외래잡초 분포 및 서식상황 조사. 시험연구사업보고서. 농촌진흥청농업과학기술원(작물보호부편). pp.898-905.
- 이인용, 박재읍, 오세문, 김창석, 문병철, 임순택, 정종원. 2001. 애기수영의 지리적 분포와 종자발아 및 지하경의 생육특성. 한국잡초학회지. 21(3):259-267.
- 이주삼, 이상영, 조익환. 1999. 산지초지에서 애기수영의 생육제어를 위한 질소와 석회의 적정 시용수준의 추정. 한국초지학회지. 19(4):363-372.
- 이호준, 김용욱, 장남기. 1997. 수종식물의 분비물질이 종자 발아와 균류 생장에 미치는 알레로파시 효과. 한국생태학회지 20(2):181-189.
- 이호준, 조길임, 김용욱, 류병혁. 1995. 분포지역에 따른 애기수영(*Rumex acetocella*) 종자의 발아반응. 한국생태학회지 18(3) pp.353-366.
- 장윤석. 1997. 애기수영(*Rumex acetocella* L.)의 생태적 방제에 관한 연구. 연세대학교 대학원 석사학위논문. p43.
- 정영중. 2000. 시비와 종간 경쟁을 이용한 애기수영(*Rumex acetocella* L.)의 방제에 관한 연구. 연세대학교대학원 석사학위논문. p40.
- 조길임. 1993. 분포지역에 따른 애기수영(*Rumex*

- acetosella* L.)의 종자발아반응의 지리적 변이. 단국대학교 교육대학원 석사학위논문. p32.
22. 최상길, 황방연, 김민수, 오갑진, 이경순, 노재섭. 1998. 애기수영의 화학적 성분. 한국생약학회지. 29(3):209-216.
 23. Archer, A. C. and B. A. Auld. 1982. A review of the ecology of sorrel(*Rumex acetosella*) in pastures. Australian Weeds. 1(3):15-18.
 24. Doust, LL. and Doust, JL. 1987. Leaf demography and clonal growth in female and male *Rumex acetosella*. Ecology. 68(6):2056-2058.
 25. Escarre, J. and Houssard, C. 1989a. Differentiation of *Rumex acetosella* L. populations along a secondary succession, I. Biomass allocation. Oecol Plant 10(1):3-19.
 26. Escarre, J. and Houssard, C. 1989b. *Rumex acetosella* L. population variations during secondary succession: II. Change of relations of intra- and interspecific concurrence.). Oecol Plant. 10(2):111-121.
 27. Escarre, J., Houssard, C. and Briane, JP. 1987. Sex ratio change in *Rumex acetosella* populations along a postcultural succession. Can J. Bot. 65(12):2668-2675.
 28. Escarre, J. and Thompson, JD. 1991. The effects of successional habitat variation and time of flowering on seed production in *Rumex acetosella*. Journal of Ecology. 79(4):1099-1112.
 29. Klimes, L. and Klimesova, J. 1999. Root sprouting in *Rumex acetosella* under different nutrient levels. Plant Ecology. 141(1):33-39.
 30. Korpelainen., H. 1992. Patterns of resource allocation in male and female plants of *Rumex acetosa* and *R. acetosella*. Oecologia. 89(1):133-139.
 31. Putwain, P. D., Machin, D. and Harper. J. L. 1968. Studies into the dynamics of plant populations. II. Components and regulations of a natural population of *Rumex acetosella* L. Ecology. 56:421-432.
 32. Smith, K. P. 1975. Sorrel control in pasture establishment. Journal of Agriculture, South Australia. 78:126-128.
- (접수일자 : 2003. 4. 28. / 채택일자 : 2003. 9. 1.)