

Sulfonylurea계 제초제가 처리된 다년생 잡초의 재생양상과 저장전분량의 변화

황인택* · 이관휘 · 홍경식 · 김진석 · 이병희 · 조광연

한국화학연구원 생물화학연구부

요약 : Sulfonylurea계 제초제 pyrazosulfuron-ethyl과 bensulfuron-methyl을 대상으로 다년생 잡초의 재생특성과 저장전분의 변화 양상을 조사하였다. Pyrazosulfuron-ethyl을 처리하였을 때 너도방동사니가 24일 후 재생되어 5가지 다년생 잡초 중 가장 빠르게 재생하였으며, 올방개, 올미, 벼풀 등이 각각 30~39일 이후부터 재생하였고, 가래는 55일 이후 재생되었다. 너도방동사니의 마디의 수와 엽기별 처리에 따른 재생력의 차이에서는 bensulfuron-methyl에 대하여 4마디 식물체가 2마디 식물체보다 약 2배의 재생력을 보였고, 처리시기가 2엽기, 3엽기, 4엽기로 늦어질수록 재생력이 증가하였다. 크기에 따른 올방개의 재생력은 0.3~0.5 g 크기의 올방개보다 1~1.5 g 크기의 올방개가 bensulfuron-methyl에 대하여 재생력이 강한 것으로 나타났다. 처리시기에 따른 올방개의 재생력은 2엽기 처리보다 3엽기 처리에서 재생율이 감소되었다. 母莖에 대한 의존기간은 벼풀의 경우 맹아된 후 12일이며, 올방개는 18일로 나타났다. 정상적으로 성장할 경우 영양번식체 내의 전분이 고갈되는 시기는 벼풀의 경우 맹아 후 18일, 올방개의 경우 27일로 나타났으며, 유리당의 최고치는 벼풀의 경우 맹아 후 9일, 올방개의 경우 18일로 나타났다. 올방개 피경은 벼풀 피경보다 1.5배 많은 전분을 함유하고있었다. (2002년 2월 13일 접수, 2002년 3월 26일 수리)

Key words : Application time, critical period, perennial weeds, rhizome size, regrowth, starch, sugar, sulfonylureas.

서 언

제초제는 발생되는 잡초종의 변천과 재배방식에 대응하여 알맞게 개발 사용되었고(김순철, 1992), 반대로 발생되는 잡초의 종류는 처리되는 제초제에 내성을 가지는 것들이 우점하게 되며, 이들을 방제하기 위하여 또 다른 제초제가 개발되어 사용되기도 한다. 우리나라의 논에서 발생하는 잡초도 재배양식과 사용하는 제초제의 종류에 따라 변천되어 지금은 일년생잡초 피와 사마귀풀, 다년생잡초 올방개와 벼풀이 문제잡초로 거론되고 있다(김순철, 1992; 신 등, 1994; 김 등, 1997).

이러한 시대적인 변화 과정에서 sulfonylurea계 제초제들은 소비자의 욕구를 충족시키면서 제초작업의 효율성을 제고시켰지만, 여전히 다양한 재배환경 속에서의 약해 발생이 염려되거나, 다년생잡초의 재생이 문제점으로 거론되어 왔다(Fedtke, 1982; Kreuz, 1993; 신 등, 1994; 김 등, 1997). 다년생잡초의 재생에 관한 연구는 1977년 일본의 服部金次郎 등이 다년생잡초에 벤타존입제를 처리하여 방제효과를 조사하면서 시작되었고, 국내에서는 1982년 장 등이 올미와 올방개에 대한 제초제 작용특성을 보고하였으며, 이어서 신 등(1992), 전 등(1997)이 bensulfuron-methyl 처리와 올방개의 再生에 대하여 보고하였다. 이 등(1994)에 의하면 cinosulfuron처리에서 benfuresate 처리에 비하여 올방개의 재출현율이 훨씬 높았고, 약제처리 45일 후에는 거의 모든 개체가 재출현하였다고 보고하였다. 특히 신 등(1992)에 의하면 bensulfuron이 처리되었지만 枯死되지 않은 올방개

는 側芽로부터 피경형성이 가능하며 新莖 형성 수는 정아보다 측아에서 2-3배 많았고, 재생 후 성장속도 역시 측아에서 빨랐다. 이러한 결과는 차기년도 동일지역에서 발생하는 올방개 개체수의 증가를 예상할 수 있게 한다.

따라서 다년생잡초의 재생에 관한 연구는 제초제의 선택과 효과적인 방제를 위하여 필요할 뿐만 아니라 신규 제초제 후보 화합물의 선별지표로서도 매우 중요한 자료를 제공할 것이다(Klingman and Ashton, 1975).

이와 같은 배경에서 본 논문은 5가지 다년생잡초에 대하여 pyrazosulfuron-ethyl과 bensulfuron-methyl의 처리 농도별 재생시기, 피경의 크기와 재생 특성 등을 파악하고 이들의 원인으로 母莖에 대한 의존력, 저장양분의 변화 등을 조사하였다.

재료 및 방법

다년생 잡초의 초종별 재생시기 조사

표면적 500 cm² 인 플라스틱 포트에 논토양을 담고 5가지 다년생 번식기관을 포트 당 5개씩 파종하였다. 3 cm 깊이로 답수시키고 8일 후 pyrazosulfuron-ethyl 원제를 acetone (50% v/v)으로 용해시켜 1.25, 2.5, 5, 10, 20 g ai/ha로 처리하였다. 약제 처리 후 새로운 싹이 출현된 것을 재생으로 인정하여 각 초종별, 처리농도별 재생시기를 조사하였고, 60일 후 생존 개체의 지상부 생체중을 측정하였다.

다년생 잡초의 크기 및 약제 처리시기별 재생력 조사

표면적 500 cm² 인 플라스틱 포트에 논토양을 담고 너

*연락처자

도방동사니와 올방개의 번식체를 일정한 크기로 구분하여 이를 포트 당 5개씩 파종하였다. 너도방동사니는 마디의 수가 4개인 것(大)과 2개인 것(小)으로 구분하였고, 올방개는 무게를 측정하여 1~1.5 g(대)와 0.3~0.5 g(소)로 구분하여 이식하였다. 각 번식체는 체중 후 냉장온도(5°C)에서 5개월 동안 습윤상태로 보관하였고, 이를 상온에서 3일 동안 침지시켜 맹아되기 직전에 사용하였다. 포트를 3 cm 깊이로 담수시켜 온실에 두고 재배하면서 너도방동사니는 2엽, 3엽 및 4엽기, 올방개는 2엽과 3엽기에 도달하였을 때 약제를 처리하였다. 약제 처리는 bensulfuron-methyl 원제를 acetone(50% v/v)으로 용해시켜 10, 20, 40, 80 g ai/ha로 담수표면에 처리하였다. 약제 처리 21일 후 방제가를 조사하였고, 이를 기준으로 하여 45일 후에는 재생율을 조사하였다.

母莖에 대한 성장 의존도

벚풀과 올방개를 25°C에서 침지 생육시키면서 맹아 직전으로부터 30일 동안 3일 간격으로 母莖을 제거하고 포트에 이식하였다. 포트는 표면적 100 cm² 인 플라스틱 포트에 논토양을 담고 母莖을 제거한 너도방동사니와 올방개의 식물체를 포트 당 5개씩 이식하였다. 포트를 3 cm 깊이로 담수시켜 온실에 두고 재배하면서 45일 후 성장을 조사하였다. 포트 시험에 사용한 모든 토양은 수도용 복비(N-P₂O₅-K₂O: 18-0-18)를 풍건토양 500g 당 1 g씩 첨가하여 곤죽하였다.

괴경의 당과 전분 消長분석

벚풀과 올방개를 포트에 파종하고 온실조건에서 재배하면서 30일 동안 3일 간격으로 괴경만을 취하여 건조 마쇄하였다. 먼저 당 분석(Smith, 1981; Yoshida *et al.*, 1976)용 시료액은 10 mg의 건조시료에 90% ethanol 10 ml를 넣고 1시간 동안 교반 추출하여 원심분리한 상정액을 84°C의 수조에서 ethanol을 휘발시킨 후 증류수를 가하여 10 ml가 되도록 하였다. 전분 분석용 시료액은 앞서 당을 추출하고 남은 침전물을 건조시킨 후 2 ml의 증류수를 가하여 100°C의 수조에서 15분간 糊化시켜 상온에서 식힌 다음, 9.2 N-HClO₄ 2 ml와 함께 200rpm으로 15분간 교반 추출하고 15,000rpm으로 10분간 원심분리한 뒤의 상정액을

100 ml 용량플라스크에 취하였다. 침전물에 다시 2 ml의 4.6 N-HClO₄를 넣고 200rpm으로 15분간 교반 후 상정액을 취하여 기존의 용량플라스크에 더하고 증류수를 가하여 전체가 100 ml가 되도록 하였다. 각 분석용 시료 액을 그대로 또는 알맞게 희석하여 얼음물에 담긴 시험관에 1 ml씩 넣고 여기에 진한 황산에 녹인 0.2%의 anthrone 2 ml을 시험관 벽을 따라 가한 후 용액이 투명해 질 때까지 잘 섞어주었다. 시험관을 밀봉하고 100°C의 수조에서 7.5분간 발색반응시킨 후 spectrophotometer(Beckman DU-65)를 이용하여 630 nm에서 흡광도를 측정하였고 이를 glucose 표준액의 검량선과 비교하여 정량하였다.

결과 및 고찰

다년생 잡초의 초종별 재생

제초제 pyrazosulfuron-ethyl을 처리한 다년생 잡초들의 재생시기를 조사한 결과(그림 1, 표 1) 5가지 다년생 잡초 모두 재생이 시작되는 시기는 처리량이 높아질수록 지연되었고, 가장 낮은 처리농도 1.25 g/ha 처리 시 너도방동사니가 24일 후에 재생되어 5가지 초종 중에서 가장 빨리 재생하는 것으로 나타났다. 이어서 올방개, 올미, 벚풀이 각각 30~39일 이후부터 재생하였고, 가래는 55일 이후 재생되었지만 정상적인 생장이 어려울 것으로 판단되었다. 한편, 표준 처리량 20 g/ha 처리 시에는 초종에 따라 재생을 45일 이후로 지연시키거나 60일 까지도 재생하지 못하게 하였다. 한편 신 등(1992)은 bensulfuron-methyl을 51 g ai/ha로 처리한 경우에도 올방개의 재생은 頂芽에서 35일, 側芽에서 28~29일이 소요된다고 하여 비슷한 결과를 보고하였다. 이러한 결과는 실제 포장조건에서 벼 이앙 2주일 후에 약제를 처리하고 약제처리 후 30일 이상 잡초의 성장을 억제시킨다면 이후에 재생되는 식물체들은 이 시기에 왕성하게 성장하는 벼와 경합하기 때문에 정상적인 번식이 어려울 것으로 추측할 수 있다.

다년생 잡초의 재생은 크게 2가지 형태로 나타나게 된다. 정아와 다수의 측아를 동시에 가지고 있는 괴경에서는 정아가 정아우세성에 의해 맹아된 후 처리된 제초제에 의하여 억제되었다가 재생하는 것과, 정아가 고사되거나 생장이 억제된 후 측아가 신생되어 재생되는 것으로 구분할 수 있

Table 1. Starting regrowth of perennial weeds treated with pyrazosulfuron-ethyl at 8 days after seeding in a greenhouse

Treatment	Rate (g/ha)	Regrowth starting (DAT) ^{a)}				
		SAGTR ^{b)}	PTMDI	ELOKU	SAGPY	CYPSE
Pyrazosulfuron-ethyl	1.25	31	55	30	39	24
	2.5	35	60	40	39	30
	5	48	60	60	41	38
	10	40	60	60	41	32
	20	45	60	60	43	60

^{a)}Days after treatment

^{b)}SAGTR; *Sagittaria trifolia*, PTMDI; *Potamogeton distinctus*, ELOKU; *Eleocharis kuroguwai*, SAGPY; *Sagittaria pygmaea*, CYPSE; *Cyperus serotinus*.

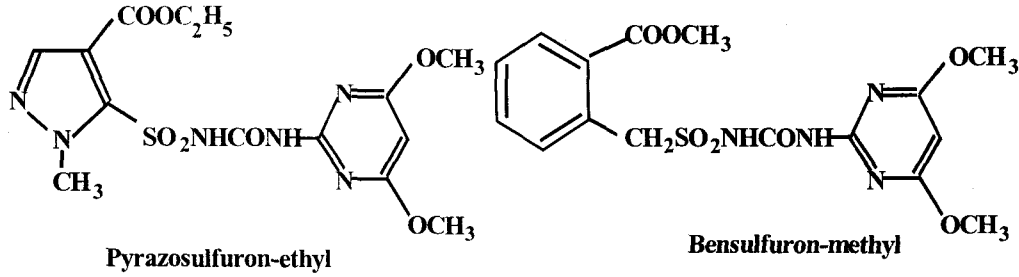


Fig. 1. Chemical structures of the herbicides used in this study.

다. 그 외에 다수의 번식체가 하나로 이루어져 있는 너도방동사니와 가래는 첫 번째로 성장한 번식체가 제초제 처리에 의하여 고사된 후 새로운 번식체가 성장하는 경우도 있다. 어느 경우든지 잡초방제의 측면에서는 재생으로 인정하여야 할 것이다.

본 실험에서 가장 빠르게 재생되었던 너도방동사니의 경우 약제처리 시 존재하였던 식물체가 재생하는 것보다는 다른 마디에서 새로운 개체가 성장하는 것으로 확인되었다. 그러나 올미와 벚풀 올방개의 경우에는 정아의 성장이 약제처리에 의하여 억제되었지만 측아가 성장하면서 재생되는 것으로 확인되었다. 한편, 올방개, 올미, 벚풀 등의 재생은 처리 제초제가 치사 수준 이하로 처리되었기 때문에 일정기간이 지난 후 처리 층의 약제 농도가 희석되거나 분해 및 불활성화 되었기 때문에 재생할 수 있었던 것으로 해석된다. 본 실험에서는 각 초종의 번식체가 망아되기 직전에 사용하였기 때문에 망아 및 성장속도의 차이에 의한 오차는 적을 것으로 판단되며, 초종에 따라 정아 및 측아의 수가 다르기 때문에 동일한 조건이라 하여도 재생시기를 직접 비교하는 것은 다소간의 어려움이 있을 것으로 판단된다.

1995년 우리나라 경기도 지역의 우점잡초는 벚풀>올방개>피>가막살이>물달개비 순으로 보고(김 등, 1997)되어 있으며, 服部金次郎(1977)의 보고에서도 올미, 올방개, 벚풀 등은 초기처리제초제로서 어느 기간동안 억제효과는 있어도 완전방제는 어려운 것으로 보고하고 있다. 또한 시간이 경과하여 처리한 제초제가 처리 토양 내에서 분해 소실되어 약효가 감소될 경우 완전히 고사하지 않은 다년생 잡초들은 새로운 측아로부터 성장하거나 재생하여 단기간 내에 많은 번식체를 형성한다는 신 등(1992)의 보고에서와 같이 pyrazosulfuron-ethyl은 물론 동일한 sulfonyleurea계약제를 처리할 경우 다년생 잡초들의 재생 가능성이 잠재되어 있는 것으로 판단되었다.

다년생 잡초의 크기 및 약제 처리시기별 재생

영양번식체의 크기와 약제 처리시기에 따른 재생력을 조사하기 위하여 bensulfuron-methyl을 처리한 너도방동사니와 올방개를 대상으로 비교하였다. 먼저 너도방동사니의 경우 bensulfuron-methyl 5 g/ha 이하의 처리에서는 대부분이 재생되어 마디의 수와 처리시기에 따른 재생력의 차이가 크게 나타나지 않았지만 10 g/ha 이상을 처리하였을 때에는 4마디 식물체가 2마디 식물체보다 약 2배의 재생력

을 보였고 처리시기가 2엽기, 3엽기, 4엽기로 늦어질수록 재생력이 현저하게 증가하는 것으로 나타났다(그림 2).

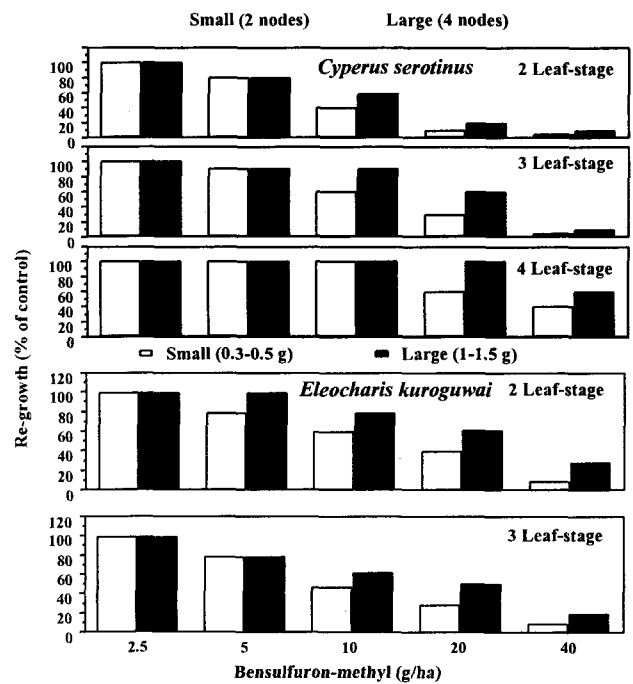


Fig. 2. Effect of tuber size and application time on the re-growth of *C. serotinus* *E. kuroguwai* treated with bensulfuron-methyl in a greenhouse.

즉, 너도방동사니 4엽기에 bensulfuron-methyl을 처리하면 방제효과가 크게 감소되어 40 g ai/ha에서도 방제효과 30%, 재생율 60%로 나타나 후대번식이 가능할 것으로 보였다. 따라서 너도방동사니의 경우에는 마디의 수가 증가하거나 처리시기가 늦어지는 것은 재생력을 증가시키는 직접적인 요인으로 작용한다고 할 수 있으며, 이러한 이유는 각 마디에서 발생하는 식물체가 시간적인 차이를 두고 개별적으로 성장하기 때문인 것으로 판단된다.

올방개의 경우에도 크기가 증가하면 재생력도 증가하는 것으로 나타났다(그림 2). 즉, 0.3~0.5 g 크기의 올방개보다는 1~1.5 g 크기의 올방개가 bensulfuron-methyl에 대하여 재생력이 강한 것으로 나타났다.

예를 들어 10 g/ha의 bensulfuron-methyl을 2엽기에 처리할 때 소형 올방개는 대형 올방개에 비하여 쉽게 치사되었고, 재생력이 20~30% 정도 낮게 나타났다. 그러나 본

실험 결과에서 중요한 점은 소형 번식체가 완전히 고사되는 처리농도에서도 대형 번식체는 미약하지만 재생할 수 있다는 점이다. 즉, 단일세대에서는 차이가 나타나지 않겠지만, 적은 수일이라도 재생체의 側芽로부터 발생하는 괴경의 수가 頂芽로부터 발생하는 괴경의 수보다 2~3배 많다는 신 등(1992)의 보고는 크기가 큰 번식체에서의 20~30% 정도 높은 재생의 의미를 크게 부각시켜 준다.

Bensulfuron-methyl을 처리할 경우 처리시기에 따른 올방개의 재생력은 너도방동사니와 달리 2엽기 처리보다 3엽기 처리에서 방제효과가 높았고 재생율이 감소되는 경향을 보였다. 이러한 경향은 올방개의 성장과정에서 영양번식체에 대한 의존기간과 관계가 있을 것으로 사료된다.

즉, 올방개의 성장과정에서 제초제에 의한 성장억제를 받게 될 경우 제초제가 처리되기 전까지 頂芽優勢에 의한 頂芽의 생장이 우선적으로 진행되며, 성장기간동안 저장양분을 소모하게 될 것이다. 즉, 2엽기까지 성장한 올방개 괴경에 잔존되어 있는 저장양분은 3엽기까지 성장한 올방개 괴경에 잔존되어 있는 양보다 많을 것이다.

따라서 3엽기 처리보다 2엽기 처리에서 상대적으로 많은 잔존 저장양분이 側芽의 성장 또는 頂芽의 재생에 장기간 이용될 수 있기 때문으로 생각된다. 그러나 너도방동사니의 번식체는 마디마다 격막이 존재하기 때문에 공동으로 저장양분을 이용할 수 없고, 각 마디에 존재하는 芽가 하나이기 때문에 제초제에 의하여 성장억제를 받으면 대체할 芽가 없고, 저장양분은 2엽기 이전에 모두 고갈되어 재생하는데에는 부족한 것으로 생각된다.

母莖에 대한 성장 의존도

벼풀과 올방개의 식물체가 성장하는데 있어서 母莖에 대한 의존도를 조사하였다. 먼저 벼풀의 경우 맹아직전으로부터 3일 간격으로 母莖을 제거하고 포트에 재배할 경우 6일 후까지는 거의 자라지 못하였고, 15일 이후에 제거하면 정상적인 성장을 하는 것으로 나타났다(그림 3).

이는 15일 까지 母莖으로부터 영양분의 공급이 진행되고 있기 때문에 영양번식체 내에 저장양분이 고갈되지 않았음을 의미한다. 올방개의 경우에도 유사한 경향으로 나타났다. 9일 이전에 母莖을 제거하면 식물체는 고사되었고, 21일이 경과된 후에는 母莖에 대한 의존도가 나타나지 않았다. 즉, 올방개의 경우 18일까지는 母莖으로부터 영양분을 공급받는 것으로 해석할 수 있다.

이상의 결과로부터 벼풀과 올방개가 母莖으로부터 영양분을 공급받는 기간동안에는 頂芽로부터 성장한 식물체가 죽는다고 하여도 側芽가 사용할 여분의 영양분이 존재함을 의미한다.

따라서 母莖으로부터 영양분을 공급받는 기간에는 정아가 고사되어도 측아로부터 재생이 가능할 것이며, 정아의 고사시기가 빠를수록 잔여 영양분이 많기 때문에 측아에 의한 재생 가능성은 높다고 해석할 수 있다. 母莖으로부터 영양분을 공급받지 않는 시기에 제초제를 처리한다면 각 개체는 재생가능성 없이 완전히 고사될 것이며, 이 시기는 벼풀의 경우 맹아 후 12일이며, 올방개의 경우 18일로 나타났다.

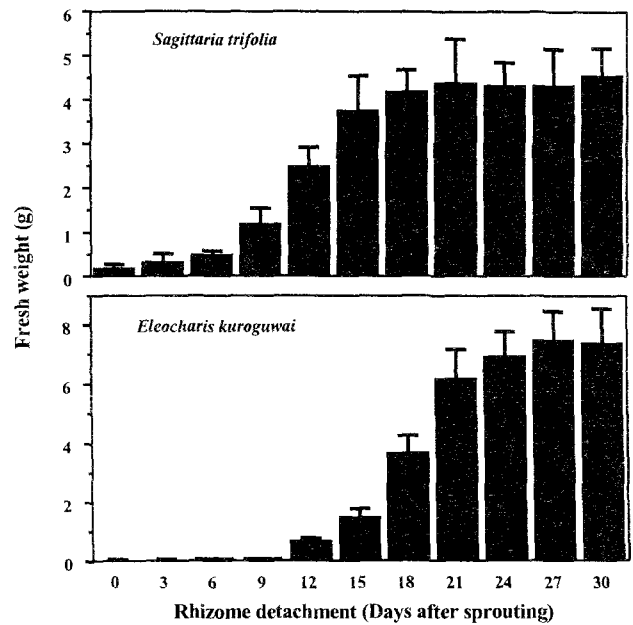


Fig. 3. The growth of *Sagittaria trifolia* and *Eleocharis kuroguwai* transplanted after detachment of rhizome from the weed species.

생장에 따른 괴경의 당과 전분의 변화

벼풀과 올방개의 식물체가 성장하는 과정에서 당과 전분의 변화를 조사하였다. 벼풀의 경우 맹아한 식물체가 성장하면서 전분을 소모하기 때문에 영양번식체 내의 전분함량이 계속적으로 감소하여 출아 후 18일째 거의 모든 전분이 소모되었다(그림 4). 이렇게 소모되는 전분은 당으로 공급되는데 맹아 후 9일째에 당으로 전환되는 양이 가장 많았으며, 18일 후부터는 고갈되는 것으로 나타나 전분의 소모양상과 일치하였다. 올방개의 경우에도 맹아 후 전분이 감소되었지만 벼풀에 비하여 소모되는 비율이 완만하였고, 당의 함량은 맹아 후 18일에 가장 많은 것으로 나타났다. 또한 전분의 함량은 벼풀에 비하여 1.5배정도 높았고, 당의 함량도 상대적으로 높게 유지되었다.

母莖 의존기간은 벼풀의 경우 맹아된 후 12일이며 올방개의 경우 18일이었으나, 전분 또는 당의 고갈시기는 벼풀의 경우 18일, 올방개의 경우 27일로 나타났기 때문에 모경 의존기간 이후에도 영양번식체 내에는 여분의 전분이 남아 있었지만 생장에 직접적으로 활용되지 못하는 것으로 생각되었다. 한편, 홍(1998)과 권(2000)에 의하면 괴경에 존재하는 전분의 함량은 벼풀의 경우 40~50%, 올방개의 경우 70~80%로 보고하여 본 분석의 결과와 일치하였다. 그러나 당의 함량이 최고로 나타나는 시기가 벼풀의 경우 홍(1998)의 경우에는 처음부터 높게 나타났으며, 권(2000)은 올방개의 경우 35일로 보고하였는데 이는 사용한 괴경의 맹아정도의 차이에 따른 결과로 생각된다. 이상의 결과를 토대로 올방개 또는 벼풀이 정상적으로 성장할 경우 母莖으로부터 공급받을 수 있는 영양물질은 전분을 기준으로 할 경우 1주일 정도이지만, 제초제를 처리하여 생장이 억제되면 상대적으로 많은 잔존 영양물질이 다년생 잡초의 재

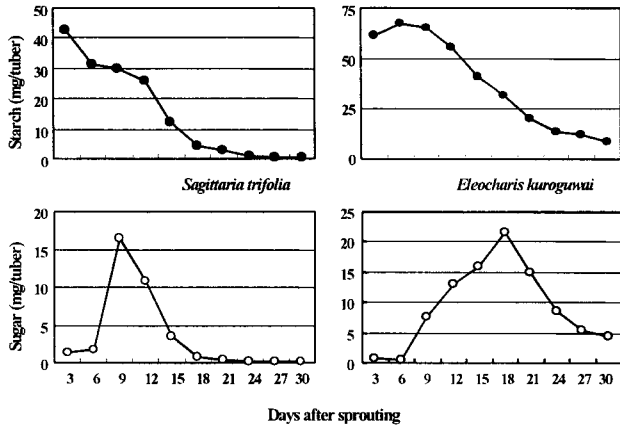


Fig. 4. Contents of starch and sugar in rhizome of *Sagittaria trifolia* and *Eleocharis kuroguwai* during the seedling growth.

생력에 영향을 줄 수 있을 것이다.

이상과 같이 sulfonylurea계 약제를 처리할 경우 다년생 잡초가 재생할 수 있는 것은 처리한 약제의 잔효 반감기와 밀접한 관계가 있을 것으로 판단되며, 한편으로는 sulfonylurea계 약제의 작용점인 분지아미노산 생합성을 저해하여 생장을 억제시키는 살초작용 특성 때문에 생각된다. 일반적으로 sulfonylurea계 제초제를 처리하였을 경우 처리된 식물체가 고사되기까지 소요되는 기간은 2주부터 2개월로 보고되어 있다(Caroline, 1991; Levitt, 1991; 武田俊司, 1987).

이렇게 서서히 고사되는 원인을 Goldberg와 John(1976)은 다음과 같이 설명하고 있다. 즉, SU계의 제초제가 처리된 식물체 내에서는 분지아미노산 생합성 효소(acetolactate synthase)의 작용이 저해되어 분지아미노산이 공급되지 않지만, 체내에 존재하는 가용성 단백질이 분해되어 일정기간 분지아미노산이 자체적으로 공급된다. 따라서 이들이 모두 소모될 때까지 살초작용의 발현이 지연되기 때문이라고 하였고, 이러한 살초원인을 질소기아에 의한 고사로 설명하고 있다. 이러한 배경에서 다년생 잡초의 영양번식체는 일정기간 공급할 분지아미노산의 샘이 되는 것이며, 시간이 경과되면서 처리층의 약제 농도가 감소되어 재생하게 될 것이다. 재생을 방지하거나 생장이 저해된 다년생 잡초를 완전히 고사시키기 위해서는 분지아미노산의 공급을 차단하는 것이 바람직하며 이를 위해서는 단백질 가수분해효소를 저해하는 약제, 또는 생장을 촉진시켜 잔존하는 분지아미노산의 소모를 촉진시키는 약제와의 혼합으로 다년생 잡초의 재생을 방지시킬 수 있을 것으로 사료된다.

인용문헌

Caroline, S. (1991) Sulfonylurea Herbicides. 179p. AGROW, Richmond, UK.
 Chun J.C. and H.S. Shin (1994) Effect of Depth of Tuber Burial, Soil Temperature, and Soil Moisture on Tuber Sprouting of *Eleocharis kuroguwai* Ohwi.

KJWS 14(1):49~55.
 Fedtke, C. (1982) "Biochemistry and physiology of herbicide action. 320p, "Springer-Verlag, Berlin and New York.
 Goldberg, A.L. and A.C. John (1976) Intracellular protein degradation in mammalian and bacterial cells. Part 2. Annu. Rev. Biochem. 45:747~755.
 Klingman, G.C. and F.M. Ashton (1975) Weed Science: principles and practices. 431p. Wiley-Interscience, New York.
 Kreuz, K. (1993) Herbicide safeners: Recent advances and biochemical aspects of their mode of action. Brighton Crop Protection Conference (Weeds), 9A-1: 1249~1258.
 Levitt, G. (1991) Sulfonylureas: New high potency herbicides. In "Pesticide Chemistry: Human welfare and the environment" (J. Miyamoto and P.C. Kerney, Eds.), Vol. 1. pp.243~250, Pergamon, Oxford, UK.
 Smith, D. (1981) Removing and analyzing total nonstructural carbohydrates from plant tissue. pp.13. Wisc. Agric. Exp. Stn. Research Report. R2107.
 Yoshida, S., D.A. Forno, J.H. Cock, and K.A. Gomez. (1976) Laboratory manual for physiological studies of rice. p.78. IRRI.
 武田俊司 (1987) スルホニルウレア系除草劑の第一次作用點と選擇性機構. 日本雜草學會誌. 12:759~768.
 服部金次郎, 草藤得一 (1977) 水田多年生雜草に對するペンタゾン粒劑の作用性とくに水管理の差異と處理效果について. 日本雜草學會誌. 22(別):83~85.
 권오연 (2000) 올방개(*Eleocharis kuroguwai* Ohwi)의 지상부 및 뿌리의 생육특성과 제초제 처리에 대한 생존반응. 서울대학교 박사학위 논문.
 김순철 (1992) 벼 직파재배의 잡초발생생태와 효과적인 방제법. 한잡초지 12(3):230~260.
 김희동, 박중수, 서광기, 문미화, 조영철, 박경열, 최영진, 유창재, 심상우, 노영득 (1997) 경기지역의 논 잡초 분포 및 군락변화에 관한 연구. 한잡초지 17(1):1~9.
 신현승, 박재읍, 이한규, 유갑희, 이정운, 전재철 (1994) Sulfonylurea계와 pyrazol계 제초제의 벼풀에 대한 살초기작. 한잡초지, 14(2):112~119.
 신현승, 전재철, 이철규 (1992) 올방개 괴경의 萌芽와 재생후 생육에 미치는 Bensulfuron-methyl의 영향. 한잡초지, 12(1):1~7.
 이한규, 이인용, 유갑희, 이정운, 이은종 (1994) 올방개 방제용 제초제 benfuresate와 cinosulfuron의 생물적 특성 비교. 한잡초지 14(4):272~279.
 張映熙, 草藤得一 (1982) 畚 多年生雜草 올미 및 올방개에 대한 除草劑 作用性에 관한 研究. 한잡초지, 2(1):41~46.
 홍경식 (1998) 벼풀괴경의 저장양분 변화와 초기생육과의 관계 및 생육조절. 서울대학교 박사학위 논문.

Regrowth Patterns of the Perennial Weeds Treated with Sulfonylureas and Starch Degradation in the Rhizome

Hwang, I.T.*, K.H. Lee, K.S. Hong, J.S. Kim, B.H. Lee, and K.Y. Cho (Korea Research Institute of Chemical Technology, Jang-Dong 100, Yusong, Taejeon, Korea, 305-606)

Abstract : Characteristics of regrowth and starch degradation in perennial weed rhizomes were investigated in a greenhouse. *Cyperus serotinus* started regrowth at 24 days after treatment of 1.25 g ai/ha of pyrazosulfuron-ethyl. The regrowth of *Sagittaria trifolia*, *Eleocharis kuroguwai*, and *S. pygmaea* required 30~39 days, and *Potamogeton distinctus* regrew at 55 days after treatment of 1.25 g ai/ha of pyrazosulfuron-ethyl. However, all of 5 perennial weeds hardly regrew until 45 days after treatment more than 5 g ai/ha of pyrazosulfuron-ethyl. Regrowth of *C. serotinus* 4-node rhizomes was 2 times higher than 2-node rhizomes, and 1~1.5 g of *E. kuroguwai* large tubers regrew faster than 0.3~0.5 g of small tubers treated with bensulfuron-methyl. Regrowth of *C. serotinus* was enhanced with delayed application of bensulfuron-methyl, however, 2-leaf stage of *E. kuroguwai* plants regrew better than 3 leaf stage of plants when treated with equal volume of bensulfuron-methyl. The critical periods of *S. trifolia* and *E. kuroguwai* growth depending upon the rhizome detachment were 12 and 18 days after sprouting, respectively. The starch stacked in the *S. trifolia* and *E. kuroguwai* tubers were exhausted at 18 and 27 days after sprouting, respectively. The highest level of sugar contents was showed at 9 days after sprouting in *S. trifolia*, and 18 days after sprouting in *E. kuroguwai*.

*Corresponding author (Fax : +82-42-861-4913, E-mail : ithwang@kriict.re.kr)