

Bensulfuron-methyl處理 후 올방개
生育抑制期間 중의 生理的 變化
全載哲 · 申鉉承*

**Physiological Changes of *Eleocharis Kuroguwai* During
Period of Growth Inhibition Caused by Bensulfuron-methyl**

Chun, J.C. and H.S. Shin*

ABSTRACT

Physiological changes in *Eleocharis kuroguwai* Ohwi as affected by bensulfuron-methyl {Methyl 2-[[[[[(4,6-dimethoxy-2-pyrimidinyl)amino]carbonyl]amino]sulfonyl]methyl]benzoate} was determined to relate the characteristics with regrowth behavior. There were no changes in relative growth rate(RGR) during the period of growth cessation after application of bensulfuron-methyl. RGR's of the growth ceased plants caused at 39 and 51 g/ha began to increase in between 25 and 30 days after application(DAA) and between 30 and 35 DAA, respectively. In untreated plant tuber carbohydrate rapidly decreased right after emergence and almost consumed within 40 days. There was no carbohydrate consumption during the period of growth cessation in bensulfuron-methyl-applied plant, but the content started to rapidly decrease with regrowth. Tuber viability lasted for 30 days in untreated plant, while tubers were viable for 60 and 70 days after application of bensulfuron-methyl at 39 and 51 g/ha, respectively. During the period of growth cessation the plants kept minimum respiration and photosynthesis, but with regrowth respiration and photosynthesis were resumed and rapidly increased.

Key words : *Eleocharis kuroguwai*, Physiological change, Bensulfuron-methyl

序 言

우리 나라 논에서의 多年生 雜草 優占化가 1980년대 이후 뚜렷하게 나타나면서, 除草劑의 使用도 주로 多年生 雜草 防除에 초점이 맞춰져 왔다. 1970년대 이후 一年生 雜草를 對象으로 하는 雜草 防除法의 通用은 多年生 雜草의 漸增을 가져 왔고, 이에 따른 특정 多年生 雜草의 防除法 講究는 새로운 多年生 雜草의 優占化를 招來하는 結果를 가져왔다. 우리 나라 논에서의 이와

같은 雜草 發生의 推移에 따라 최근 올방개는 올미(*Sagittaria pygmaea* Miq.) 防除가 成功을 거둔 이래, 가장 防除하기 어려운 雜草 중의 하나로 認定되어 왔다⁷⁾.

우리 나라 논 多年生 雜草 防除用 除草劑는 sulfonyleurea계의 bensulfuron-methyl을 선두로 사용되기 시작한 이래, 이 계통의 藥劑 다수가 開發되었거나 開發 중에 있다. Bensulfuron-methyl이 올방개 防除 藥劑로서 비교적 널리 使用되고는 있지만, 處理後 殘效 持續 期間이 경과되면 生育 抑制로 부터 再生됨이 報告되어 왔

* 全北大學校 農科大學(Department of Agricultural Chemistry Jeonbug National University Jeonju 560-756, Korea) (1994. 8. 29 접수)

다¹¹⁾ Bensulfuron-methyl에 의한 藥劑 處理 後 올미, 올방개 등의 生育 抑制는 處理 藥量에 따라 결정되어 處理 藥量이 낮으면 再生도 빠름이 알려져 왔다^{3,10)}. 특히 올방개는 bensulfuron-methyl를 비롯한 다른 藥劑에 대하여서도 비교적 높은 耐性을 보이는데 이는 移植 深度別 出芽 差異¹¹⁾, 頂芽의 生育 抑制時 側芽의 萌芽¹⁰⁾ 등과 같은 올방개의 生態的 特性에 基因될 뿐만 아니라, bensulfuron-methyl과 같은 除草劑의 植物體內 上方만으로의 移行 特性⁴⁾ 등이 耐性을 나타내는 原因으로 報告된 바 있다.

Bensulfuron-methyl의 殺草作用 機作은 分枝型 아미노산의 生合成에 關여하는 acetolactate synthase의 作用 阻害에 있다⁸⁾. 따라서 bensulfuron-methyl에 의한 藥效는 生長 抑制 現象이 典型的인 外部 症狀로 觀察된다. Chun 등²⁾에 의하면 bensulfuron-methyl 處理 後의 올미는 萌芽 直後 生長 停止가 持續되며, 이 期間 동안에 完全 枯死에는 이르지 않고 최소한의 呼吸 및 光合成을 유지하다가 殘效 持續 期間이 經過된 후에 再生과 함께 呼吸 및 光合成이 回復된다고 하였다. 이러한 結果는 藥劑의 殘效 期間 중에 올방개의 生育은 最小限을 維持하며 生育을 위한 營養分은 塊莖에서 供給받고 있음을 示唆하고 있다. 이에 따라 本 研究에서는 bensulfuron-methyl이 處理된 올방개의 生育 抑制 期間 중의 生理的 變化 및 塊莖의 營養分 消長과 再生과의 關係를 밝히고자 일련의 實驗을 實施하였다.

材料 및 方法

實驗에 使用한 塊莖은 越冬 후인 1992년 4월 全北大學校 農科大學 雜草園에서 採取하여 5℃의 冷藏庫에서 保管하면서 使用하였다. 塊莖은 個體當 生體重 1g 내외의 것을 프라스틱 포트(63cm²)에 埴壤土(有機物 含量 2.5%, pH 5.7)를 13cm 깊이로 한 후 1cm 깊이로 移植하였다. 塊莖 移植 후 bensulfuron-methyl을 39 및 51g/ha로 處理하고, 포트의 水深은 全 實驗 期間을 통하여 1cm가 되도록 維持하였다.

1. 相對生長率 調査

Bensulfuron-methyl 處理 후의 올방개 相對生長率(Relative Growth Rate, RGR)⁶⁾은 5日 間격으로 全體 植物體를 採取하여 60일 동안 調査하였다. 즉 採取 후 물로 잘 씻은 다음 80℃의 定溫器에서 3일 동안 乾燥시킨 후 乾物重을 調査하여 다음 式으로 부터 RGR 값을 얻었다.

$$RGR = (\text{Log}_e W_2 - \text{Log}_e W_1) / (t_2 - t_1)$$

여기에서 W_1 과 W_2 는 각 期間의 처음과 끝의 乾物重을, 그리고 t_1 과 t_2 는 각 調査 期間의 처음과 끝을 나타낸다.

2. 生理作用 測定

올방개 각 部位別 呼吸量은 藥劑處理 후 10, 30, 50日에 莖部, 根部 및 塊莖에서 각각 150mg을 채취하여 酸素電極 測定裝置로 吸收된 O₂量을 測定^{1,6)}하여 調査하였다. 生育 抑制 期間 중의 光合成能은 bensulfuron-methyl 處理 후 1, 5, 10, 15, 20, 30, 40 및 50일에 密閉生長箱에 넣고 ¹⁴CO₂를 同化시키는 量으로 測定하였다. 光合成은 日光하에서 4시간 동안 露出시킨 다음, 地上部를 採取하여 風乾하고 이를 濕式酸化한 후 Liquid Scintillation Counter(Beckman LS-5801)로 放射能을 調査하였다. 한편 塊莖의 炭水化合物 消長은 bensulfuron-methyl 處理 후 5일 間격으로 60일까지 사이에 phenol-sulfuric acid 法으로 測定하였다⁵⁾. 塊莖의 生物學的 活性 與否는 藥劑 處理 후 20일 부터 10일 間격으로 80일까지 塊莖을 採取하여 TTC 還元力¹²⁾으로 調査하여 吸光度 0.05 이상인 것을 活性이 있는 것으로 看做하였다.

結果 및 考察

1. 生育抑制와 相對生長率

Bensulfuron-methyl 39g/ha 處理에 따른 올방개의 生育은 處理 直後부터 5일까지는 매우 낮은 相對生長率을 나타내어 아주 미미한 生育을 보이고, 그 이후부터는 거의 生長을 보이지 않은 狀態로 20여일 동안 生育 抑制가 계속되었다(그림 1). 相對生長率로 본 再生은 藥劑 處理 후 25일에서 30일 사이에 시작되었다. 再生이 시작된 후

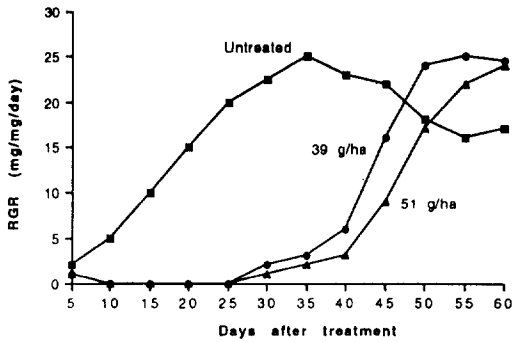


Fig. 1. Relative growth rate(RGR) of *Eleocharis kuroguwai* after application of bensulfuron-methyl.

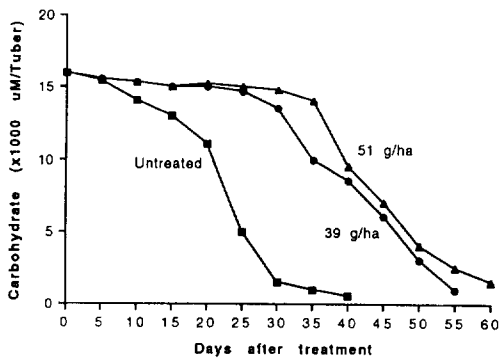


Fig. 2. Carbohydrate content of *Eleocharis kuroguwai* tuber after application of bensulfuron-methyl.

에 相對生長率은 급격하게 增加하여 無處理에서의 最大 相對生長率 수준까지 到達하는 정상적인 生育 樣相을 보였다. 한편 bensulfuron-methyl 51g/ha 處理時에는 相對生長率의 增加가 bensulfuron-methyl의 낮은 藥量 處理에 비하여 늦게 시작되어 再生이 늦어짐을 보였다. 無處理에서의 올방개 相對生長率은 塊莖 移植 直後부터 35일까지 거의 直線的으로 增加하여 最大에 이르렀고 그 이후부터 서서히 減少되는 傾向을 나타내었

다.

Bensulfuron-methyl이 塊莖의 萌芽에 影響을 미치지 않음은 이미 報告^{3,10)}된 바 있다. 올방개에 있어서 藥劑 處理 直後에 相對生長率이 약간 增加되고 있음은 塊莖의 萌芽에 따른 生體重의 增加에 따른 것으로, 올방개에 있어서도 bensulfuron-methyl處理가 萌芽에 影響을 미치지 않음을 나타낸 結果로 認定된다. 한편 萌芽 후 올방개는 바로 生長이 抑制되어 生長 停止가 持續되는데 이 期間은 處理 藥量과 密接한 關係가 있어 處理藥量이 높을수록 生育 抑制 期間 긴 것으로 알려져 있다. 따라서 本 實驗에 있어서도 bensulfuron-methyl 39g/ha 處理 후 25일에서 30일 사이에서, 51g/ha 處理 濃度에서는 處理 후 30일에서 35일 사이에 再生이 이루어지는 것으로 부터 이 시기까지 藥劑가 殘效 持續되고 있음을 나타내었다.

2. 塊莖 炭水化物 含量의 消長

올방개 生長 期間 중 塊莖의 炭水化物 含量은 萌芽와 함께 서서히 減少되기 시작하여 萌芽 후 40일에는 완전히 消盡되었다(그림 2). 그러나 bensulfuron-methyl 39g/ha 處理에 의하여 生育이 抑制된 올방개 塊莖의 炭水化物 含量은 藥劑 處理 후 25일까지 매우 적은 量만이 減少되었을 뿐 큰 變化가 없었으며 그 이후부터 급격히 減少되었던 반면에, 51g/ha이 處理된 올방개의 塊莖에서는 藥劑 處理 후 30일부터 급격한 減少가 시작되었다. 이러한 塊莖 炭水化物의 減少 樣相은 生育 抑制 후 再生이 시작되는 時期와 密接한 關係를 나타내었다. 즉 生育 抑制 期間 중에는 塊莖 貯藏養分의 消耗가 최소한으로 抑制되며 再生과 함께 급격히 減少되어 相對生長率 增加 傾向과는 反對의 傾向을 보여 相關이 있음을 나타내

Table 1. Tuber viability of *Eleocharis kuroguwai* as affected by application of bensulfuron-methyl.

Application rate (g/ha)	Tuber viability ¹⁾						
	Days after treatment						
	20	30	40	50	60	70	80
0	+	+	-	-	-	-	-
39	+	+	+	+	+	-	-
51	+	+	+	+	+	+	-

¹⁾ Tuber viability was determined using TTC test. (+) and (-) represent viable and non-viable, respectively.

었다. 以上の 結果는 bensulfuron-methyl 處理에 따른 生育 抑制 期間 中の 塊莖의 生存力과 無處理의 것을 比較함으로써 確認되었다. 즉 塊莖의 生存力은 萌芽 후 30日 以後에 없어지는데 반하여, bensulfuron-methyl 處理와 함께 60日까지 持續되고 있었다(표 1). 결국 bensulfuron-methyl을 處理하면 올방개의 生育은 抑制를 받게 되는데 이 期間 中에 最小限의 生存을 위한 活動과 함께 塊莖은 生存力을 잃지 않고 있다가 bensulfuron-methyl의 殘效가 없어지면서 올방개는 塊莖으로 부터 營養分의 供給을 받으며 再生케 되는 것으로 생각된다.

3. 生育 抑制 期間 中の 呼吸 및 光合成

Bensulfuron-methyl이 處理된 올방개는 萌芽 후 生育이 抑制된 상태로 持續되는데, 이 期間 中에도 植物體는 呼吸을 繼續 維持하고 있었다(표 2). 藥劑 處理 후 10日에서의 葉과 塊莖은 無處理 植物體의 것에 비하여 각각 약 19% 및 34% 정도 的 呼吸을 繼續하고 있었다. 그러나 이 때에 올방개는 萌芽 후 뿌리를 發生시키기 전에 生育 抑制가 시작되었던 關係로 뿌리는 存在하지 않았다.

한편 藥劑 處理 후 30日의 各 器官別 呼吸은 無處理의 水準까지 回復되어 있었고, 그 이후인 50日에도 呼吸은 거의 동일한 상태를 維持하고 있었다. 이것은 藥劑 處理 후 30日 정도에서 生育 抑制로 부터 再生이 시작될 때에 植物體 內部에서 生理的 變化가 일어나고 있음을 보여준 結果이었다.

生育 抑制 狀態에서 再生으로 移行되는 過程에서의 또 다른 生理的 變化는 光合成의 回復이었다(그림 3). 藥劑 處理 1日 후의 光合成率은 無處理의 약 45%에 머물렀고, 時間의 經過와 함께 점차 減少되어 生育 抑制 期間 中에는 無處理의 약 10% 水準에 머물렀다. 그러나 再生과 함께 光合成率은 無處理의 약 75%까지 回復됨으로써 올방개는 再生 후 정상적인 生育을 계속하였다.

以上の 얻어진 結果로 부터 보면 bensulfuron-methyl에 의한 올방개 防除 效果는 枯殺에 의하는 것이 아니라 藥劑 處理 후 오는 生育 抑制가 얼마 동안 계속 되느냐에 달려 있다고 볼 수

Table 2. Oxygen uptake in leaf, root and tuber of *Eleocharis kuroguwai* as affected by bensulfuron-methyl¹⁾.

Days after treatment	Oxygen uptake (nmole/ml/mg/h) ²⁾		
	Leaf	Root	Tuber
Untreated	23.4 a	25.6 a	19.2 b
10	4.5 b	N	6.5 c
30	22.1 a	21.7 a	25.3 a
50	19.5 a	18.9 a	14.3 b

¹⁾ Bensulfuron-methyl 39 g/ha applied.

²⁾ Means in a column followed by the same letter are not significantly different at 5% level by Duncan's Multiple Range Test.

N=Not determined because no root presents.

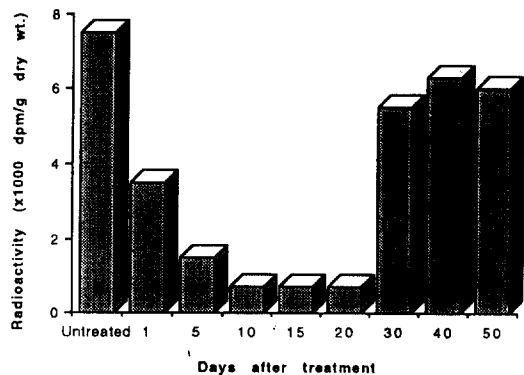


Fig. 3. Photosynthetic activity of *Eleocharis kuroguwai* after application of bensulfuron-methyl.

있다. 이 期間의 長短은 處理 藥量과 密接한 關係가 있기 때문에 벼가 올방개에 대하여 충분한 競爭力을 갖출 때까지 持續되지 않으면 안된다. 비록 生育 抑制가 된다 하더라도 이 期間 동안에도 植物體는 最小限의 呼吸과 光合成 作用을 하고 있으며, 塊莖은 消耗되지 않은 營養分을 가지고 生存力을 喪失하지 않은 상태로 있기 때문에 藥劑의 殘效가 끝나면 바로 再生하게 되고, 再生한 후에는 正常的인 生育¹⁰⁾으로 新塊莖까지도 形成하게 된다. 따라서 bensulfuron-methyl에 의한 올방개의 防除는 藥劑의 特性과 올방개의 生態 生理的 特性을 同時에 考慮한 防除法이 效果를 거둘 수 있다고 생각된다.

摘 要

Bensulfuron-methyl 處理 후 올방개 生育 抑制

로부터 再生에 이르는 期間 중의 相對生長率, 塊莖 炭水化合物 含量의 消長, 各 器官別 呼吸, 光合成率 등을 調査하였다. Bensulfuron-methyl 處理 이후 生長 抑制 期間에는 相對生長率의 增加가 전혀 없다가, 39g/ha 處理에서는 處理 후 25-30일부터, 51g/ha 處理에서는 30-35일부터 增加되기 시작하였는데 이 시기가 再生의 時點이었다. 塊莖 炭水化合物은 無處理에서는 處理 직후부터 급속히 감소되어 40일 후에는 거의 消盡되었던 반면에, bensulfuron-methyl이 處理된 경우에는 再生 직전까지 거의 變化가 없다가 再生과 함께 급격히 消耗되었다. 또한 塊莖의 生存力은 無處理에서는 30일, 39g 및 51g/ha 處理時에는 각각 處理 후 60일 및 70일까지 持續되었다. Bensulfuron-methyl 處理 후 生育 抑制된 올방개는 이 期間 중에도 最小限의 呼吸과 光合成을 행하였으며, 再生과 함께 呼吸과 光合成率이 크게 증가되기 시작하였다.

參 考 文 獻

1. 萩原文二. 1977. 電極法による酸素測定. 네 사이엔테이파이시와. 東京.
2. Chun, J.C., H.J. Kim and H.S. Lee. 1987. Effect of bensulfuron on growth inhibition and regrowth of *Sagittaria pygmaea*. Proc. 11th Asian Pac. Weed Sci. Soc. Conf., Taipei, Vol. 1 : 153-161.
3. Chun, J.C. and H.S. Shin. 1989. Differential susceptibility of *Sagittaria pygmaea* Miq. tubers to bensulfuron. Proc. 4th Symp. Europ. Weed Res. Soc., Valencia. Vol. 2 : 379-385.
4. Chun, J.C. and H.S. Shin. 1992. Post-application response of *Eleocharis kurogawai* to bensulfuron-methyl. Proc. 1st Int. Weed Cont. Cong., Melbourne. Vol. 2 : 129-131.
5. Dubois, M., K.A. Gilles, J.K. Hamilton, P.A. Rebes, and F. Smith. 1956. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. Anal. Chem. 28(3) : 350.
6. Hunt, R. 1978. Plant growth analysis. Edward Arnold, London. 67p.
7. Kim, S.C., Y.J. Oh and Y. W. Kwon. 1992. Weed flora of agricultural area in Korea. Kor. J. Weed Sci. 12(4) : 317-334.
8. Ray, T.B. 1984. Site of action of chlorsulfuron : Inhibition of valine and isoleucine biosynthesis in plants. Plant Physiol. 75 : 827-831.
9. Ross, C.W. 1974. Plant physiology laboratory manual. Wadsworth Publ. Co., California : 98-99.
10. 申鉉承·全載哲·李哲圭. 1992. 올방개 塊莖의 萌芽와 再生後 生育에 미치는 bensulfuron-methyl의 影響. 韓雜草誌 12(1) : 1-7.
11. 申鉉承·全載哲. 1993. Bensulfuron-methyl에 대한 올방개 塊莖 移植 深度別 感受性 差異. 韓雜草誌 13(1) : 55-61.