

# 벼와 잡초에서 溫度條件에 따른 Bensulfuron의 吸收, 移行 및 代謝

姜泰求 · 卞鍾英\*

## Absorption, Translocation and Metabolism of Bensulfuron in Rice and Weeds at Different Temperatures

Kang, T.G. and J.Y. Pyon\*

### ABSTRACT

Absorption, translocation, and metabolism study of <sup>14</sup>C-bensulfuron were conducted to determine selectivity and herbicidal action of bensulfuron in two rice cultivars and three paddy weeds at different temperatures.

1. Absorption of <sup>14</sup>C-bensulfuron was greater at 30/25°C than at 25/20°C and also in cv. Sangpung than in cv. Samgang, and *Cyperus serotinus* and *Sagittaria pygmaea* showed greater amount of absorption than *Echinochloa crus-galli*.
2. Translocation rate of bensulfuron was higher at 30/25°C than at 25/20°C and also in cv. Sangpung than in cv. Samgang, and *C. serotinus* showed highest translocation rate followed by the *S. pygmaea* and *E. crus-galli*.
3. In metabolism study, concentration of parent compound in rice plants was greater in cv. Sangpung which was susceptible to bensulfuron than in cv. Samgang. More amount of parent compound was distributed in shoots and root of *C. serotinus* and *S. pygmaea* than *E. crus-galli*.
4. It may suggested that sensitivity to bensulfuron between rice cultivars may be due to different inactivation metabolic ability and phytotoxicity of rice increased at high temperature since higher amount of bensulfuron was absorbed. Higher herbicidal activity of bensulfuron may caused by higher absorption and translocation in three weed species at high temperature.

Key word: Temperature, absorption, translocation, metabolism, bensulfuron, rice, weed

### 序 言

Bensulfuron은 미국 DuPont社가 개발한 Sulfonyl urea 유도체 화합물로서 벼에서 낮은 약량(20

~ 50g ai/ha)으로 화분과를 제외한 대부분의 일년생 잡초와 다년생 잡초를 동시에 방제할 수 있으며<sup>11,22)</sup> 벼에 대해서는 매우 안전성이 높다.<sup>13,18,25)</sup> Bensulfuron은 피방제용 제초제와의 혼합제로서 널리 사용되고 있으며 作用機作은

\* 忠南大學校 農科大學(College of Agriculture, Chungnam National Univ., Taejon 305-764, Korea)

<1995. 11. 15 접수>

acetolactate synthase의 활성억제에 의한 valine, isoleucine, leucine의 생합성 억제에 일차적으로 관여하고 2차적으로 DNA합성, 세포분열 및 식물생육을 억제한다.<sup>13,16,17,18,23)</sup>

Bensulfuron에 대한 벼와 잡초간 작용기작에 관한 연구는 일부 이루어졌고<sup>23,24)</sup> 벼 품종간 선택성 차이는 식물체에 흡수된 후 빨리 無毒化시킬 수 있는 능력과 속도에 기인한다고 보고되었다.<sup>3,11,13,14,26)</sup>

Nakayama 등<sup>11)</sup>이나 Ohno 등<sup>13)</sup>은 벼 품종간 인도형이나 인도형×일본형이 일본형보다 bensulfuron에 상대적인 耐性を 보인다고 하였으며 국내에서는 Pyon 등<sup>14)</sup>이 이들에 대한 耐性機作을 흡수, 이행 및 대사면에서 비교 검토한 바 있다. 張 등<sup>6)</sup>은 bensulfuron의 토양중에서의 이동에 관한 연구, 具 등<sup>8)</sup>은 벼 품종간 <sup>14</sup>C-bensulfuron의 흡수 및 이행에 관한 연구와 벼 품종간 bensulfuron에 의한 해부학적 연구를 수행한 바 있다.<sup>5)</sup> 그러나 환경에 대한 bensulfuron의 작물과 잡초간의 선택성 및 작용기작에 대한 연구는 거의 이루어지지 않은 실정이다.

일반적으로 식물이 성장하고 있는 환경요인 중 온도는 호흡, 증산작용 및 막투과성과 이온 흡수 및 수분흡수에서의 대사과정에 생리적, 생화학적 반응에 매우 큰 영향을 주며, 여러 식물에서 온도는 생리적 과정에 다르게 영향을 미치므로써 제초제의 선택성 및 살초력에 영향을 다르게 나타낸다.

토양처리 제초제에서 온도는 제초제의 휘산, 용해도 및 토양으로부터의 흡착과 탈착에 영향을 준다. 대부분의 제초제 특히 triazine계, urea계 등은 온도상승에 의해서 약해가 보고된 바 있다.<sup>8)</sup> 온도의 상승은 식물체에 증산량을 증가시키므로써 제초제의 흡수량이 일시에 증가하여 약해가 크게 나타나게 한다.<sup>18)</sup> 국내외적으로 Sulfonyl urea계통의 제초제에서의 온도에 대한 영향은 많은 연구가 이루어지지 않고 있으나 Alister와 Martine<sup>1)</sup> 그리고 Caseley<sup>2)</sup>에 의하면 Chlorsulfuron에서의 봄밀에 대한 온도의 영향은 초기에 저온 16/10℃에서 약해가 초기에 발생하였으나 8주후에는 별 차이가 없다고

하였으며 Nalewaja 등<sup>12)</sup>도 비슷한 보고를 하였다. 그러나 bensulfuron에 대한 연구는 梁 등<sup>19)</sup>에 의하면 벼에서의 생육평온구(15~25℃)보다 고온구(18~36℃)에서 생육초기에 약해가 발생하였으나 6주후에는 회복이 되었다고 하였으며 고온의 영향이 triazine계나 다른 종류의 urea계에 비하여 크지 않다고 하였다.<sup>20)</sup> 그러나 온도에 따른 bensulfuron의 벼에서의 약해반응 및 잡초의 살초력과 작용기작에 대한 연구는 거의 수행된 바 없다.

따라서 본 실험은 <sup>14</sup>C-bensulfuron을 사용하여 온도조건에 따른 벼와 잡초의 bensulfuron 흡수, 이행 및 대사를 연구하여 벼의 품종별 bensulfuron의 약해기구 및 잡초에 대한 살초성 작용기작을 밝히는데 필요한 기초자료를 제공하고자 수행되었다.

## 材料 및 方法

### 1. 溫度에 따른 <sup>14</sup>C-bensulfuron 吸收

공시한 <sup>14</sup>C-bensulfuron은 比活性이 16.6 μCi/mg이고 순도는 98%이었으며 벼는 상풍벼, 삼강벼, 그리고 잡초는 너도방동사니와 올미를 공시하여 1개체씩, 피는 3개체를 처리하였다. 온도는 growth chamber에서 25/20℃, 30/25℃(day/night)로, 그리고 습도는 70-80%로 조절한 조건에서 <sup>14</sup>C-bensulfuron 10<sup>-6</sup>M 용액에 각 식물을 6, 12, 24 및 48시간 흡수시킨 후 증류수로 깨끗이 씻은 다음, tissue paper로 수분제거후에 줄기와 뿌리를 분리하여 90℃ 건조기에서 24시간 건조시킨 다음, 각각 건물중을 측정하여 Sample oxidizer(Packard tricarb 306)로 산화시키어 <sup>14</sup>CO<sub>2</sub> 상태로 vial에 포집하여 Liquid scintillation counter(Packard Tri-carb 2000)로 radioactivity를 측정하였다.

### 2. 溫度에 따른 <sup>14</sup>C-bensulfuron 移行

공시재료는 흡수실험과 동일하며 24시간 <sup>14</sup>C-bensulfuron 10<sup>-6</sup>M에 흡수시킨 다음 Kasugai 영양액에서 1, 3, 5일 성장시킨 후 시료의 radioactivity를 흡수실험과 동일한 방법으로 측정하

여 지상부 농도대 총농도를 백분율로 환산하여 이행량으로 나타냈다.

### 3. 溫度에 따른 $^{14}\text{C}$ -bensulfuron의 代謝

공시재료 상풍벼와 삼강벼는 20개체, 그리고 잡초 중 피는 40개체, 너도방동사니와 올미는 각 10개체씩을 선별하여  $^{14}\text{C}$ -bensulfuron을 처리하였다. 온도조건은 실험 2와 같은 조건이며  $^{14}\text{C}$ -bensulfuron  $10^{-6}\text{M}$  용액에 12, 24시간 뿌리만을 침지시키어 흡수처리한 후 줄기와 뿌리를 분리한 다음, Pyon<sup>15)</sup>이 이미 발표한 분리방법으로 대사물질을 분리하여 radioactivity를 측정하였다. 그리고 pH 7과 pH 3의  $\text{CH}_2\text{Cl}_2$  추출물은 TLC(Thin-layer chromatography) 분석으로 대사물질을 분리하여 radioactivity를 측정하였다. TLC plate는 precoating된 Art 5554 DC-Alufolien Kieselgel 60F254를 사용하였으며, 전개용매의 조건은 pH 7에서는 methylene chloride/methanol/ammonia를 70/20/3 (v/v/v)으로, pH 3에서는 methylene chloride/acetonitrile/glacial acetic acid/water를 150/27/2.5/0.3 (v/v/v)로 하여 15°C에서 전개시켰다.

표준 대사물질은 DuPont사에서 제조하여 공급된 것을 사용하여 시료와 함께 전개시킨 다음 자외선을 이용하여 Rf 값을 계산하여 시료를 긁어내어 형광액에 녹인 후에 Liquid scintillation counter로 radioactivity를 측정하였다.

## 結果 및 考察

### 1. 벼와 잡초에서 溫度에 따른

#### $^{14}\text{C}$ -bensulfuron 吸收

$^{14}\text{C}$ -bensulfuron  $10^{-6}\text{M}$ 에 벼의 뿌리를 침지처리했을 때 흡수량은 시간이 길어짐에 따라 증가하였으며 대부분 25/20°C보다는 30/25°C에서 bensulfuron의 흡수량이 증가하였다.

벼의 품종간 bensulfuron의 흡수량을 살펴보면 상풍벼는 삼강벼보다  $^{14}\text{C}$ -bensulfuron을 더 많이 흡수하였으며 두 품종 모두 12시간 흡수하였을 때는 대부분 뿌리에 남아있었으나 흡수 24시간부터는 상풍벼와 삼강벼에서 줄기의

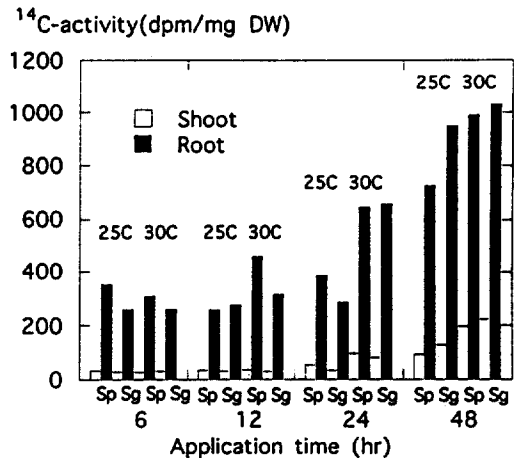


Fig. 1. Concentration of  $^{14}\text{C}$ -activity of two rice cultivars, Sangpung(SP) and Samgang(SG) grown in nutrient solution treated with  $^{14}\text{C}$ -bensulfuron at different temperatures.

$^{14}\text{C}$ -bensulfuron량은 증가하였으며 흡수 48시간에는 두 온도에서 뿌리의 흡수량과 줄기 흡수량이 모두 증가하였으며 특히 30/25°C에서 그 경향이 현저하였다(그림 1).  $^{14}\text{C}$ 농도는 침지시간이 경과함에 따라 증가하였으며 상풍벼에서 초기 6시간 그리고 삼강은 12시간 침지처리까지는 온도간 별 차이를 보이지 않았으나 상풍벼는 12시간, 그리고 삼강벼는 24시간 부터 온도간에 차이가 뚜렷하여 30/25°C고온에서 높았으며 48시간 후에는 두 온도에서 모두 삼강벼에서 높게 나타났다. 줄기에서의  $^{14}\text{C}$ 농도도 25/20°C보다 30/25°C에서 다소 높게 나타났다.

Bensulfuron에 감수성을 나타내는 상풍벼는  $^{14}\text{C}$ -bensulfuron의 흡수량이 높았으며 온도에 대한 영향은 고온에서 상풍벼와 삼강벼에서 식물체의 활력이 증대되어 흡수량이 높아진 것으로 생각된다.

3종의 잡초에서도 침지시간이 길어짐에 따라 전반적으로  $^{14}\text{C}$ -bensulfuron의 흡수량은 증가하였다. 피에서는 전반적으로 흡수량이 적었으나 올미에서 많았고 너도방동사니에서 가장 많았다(그림 2). 올미와 너도방동사니에 비하여 내성을 보인 피는 24시간 흡수까지는  $^{14}\text{C}$ -bensulfuron흡수량이 25/20°C보다 30/25°C에서 다

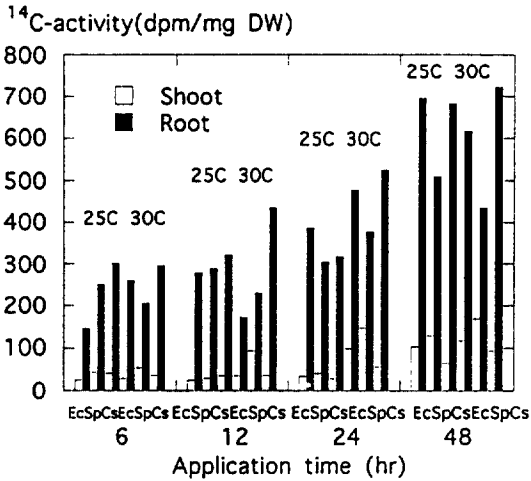


Fig. 2. Concentration of  $^{14}\text{C}$ -activity of *Echinochloa crus-galli* (Ec), *Sagittaria pygmaea* (Sp), and *Cyperus serotinus* (Cs) grown in nutrient solution treated with  $^{14}\text{C}$ -bensulfuron at different temperatures.

소 높았으나 흡수 48시간에는 온도간의 차이가 없었다. 너도방동사니에서도 30/25℃에서 흡수량이 25/20℃보다 뚜렷하게 높았으며 흡수시간이 경과함에 따라 일정하게 흡수량이 증가하였다. 그러나 올미에서는 30/25℃보다 25/20℃에서 bensulfuron의 흡수량이 높았다. 따라서 bensulfuron에 감수성인 너도방동사니와 올미는 피에 비하여 흡수량이 높고 특히 30/25℃ 고온에서 흡수량이 높아 살초성이 큰 것으로 생각된다.

## 2. 벼와 잡초에서 溫度에 따른 $^{14}\text{C}$ -bensulfuron 移行

$^{14}\text{C}$ -bensulfuron 용액에 24시간 식물의 뿌리를 통하여 흡수시킨 다음 영양액에서 1, 3, 5일간 생장시킨 후 줄기로 이행한 bensulfuron의 이행량을 조사한 바, 두 벼품종에서 모두 25/20℃ 조건에서는 시간이 경과함에 따라 서서히 계속하여 이행량이 증가하였으며 상품벼에서 다소 높은 경향을 나타내었다(그림 3). 한편 30/25℃에서는 흡수직후에 이행량이 상당히 많았으나 시간이 경과함에 따라 이행량이 감소되었으며 3일후에는 삼강벼에서 높은 경향을 나

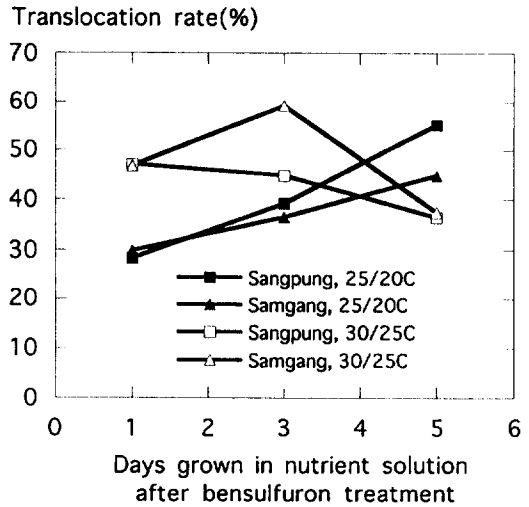


Fig. 3. Translocation rate of  $^{14}\text{C}$ -bensulfuron ( $10^{-5}\text{M}$ ) from the roots to the shoots in rice cultivars, Sangpung and Samgang grown in nutrient solution after 24hr absorption of  $^{14}\text{C}$ -bensulfuron at different temperatures.

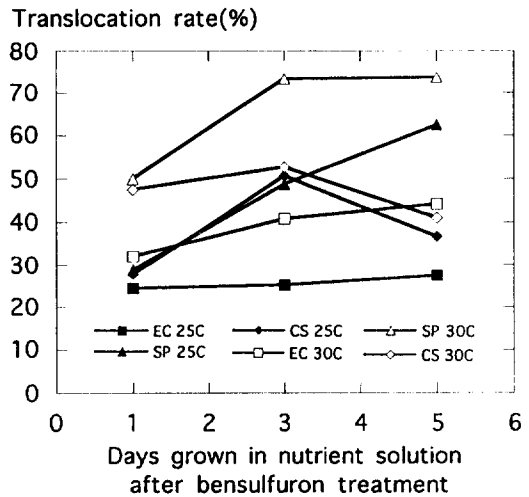


Fig. 4. Translocation rate of  $^{14}\text{C}$ -bensulfuron ( $10^{-6}\text{M}$ ) from the roots to the shoots in *Echinochloa crus-galli* (Ec), *Sagittaria pygmaea* (Sp), and *Cyperus serotinus* (Cs) grown in nutrient solution after 24hr absorption of  $^{14}\text{C}$ -bensulfuron at different temperatures.

타내었다.

잡초에서 이행량을 살펴보면 올미에서 가장 높은 이행량을 나타냈으며 특히 30/25℃에서 그 경향이 현저하였다(그림 4). 너도방동사니도 30/25℃에서 초기에 높은 이행량을 나타냈

으며, 피는 이행량이 가장 낮았고, 30/25℃에서는 시간이 경과됨에 따라 완만하게 증가 되었으나 25/20℃에서는 단지 20%밖에 이행되지 않았다. 따라서 내성인 피보다 감수성 잡초인 너도방동사니와 올미에서는 줄기로의 이행량이 높고 특히 30/25℃에서는 25/20℃에서 보다 이행량이 높아 감수성을 나타내었으며 피는 이행속도가 느렸기 때문에 내성을 나타낸 것으로 생각되며 Pyon<sup>15)</sup> 등도 bensulfuron에 민감한 잡초는 벼보다 높은 이행율을 보였다고 보고하였다.

### 3. 벼와 잡초에서 溫度에 따른

#### <sup>14</sup>C-bensulfuron의 代謝

<sup>14</sup>C-bensulfuron이 식물체내에 흡수되어 다른 물질로 변화되는 과정을 조사하기 위하여 90% acetone 용액으로 추출한 다음, 줄기와 뿌리의 CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub> 추출 fraction을 TLC를 이용하여 분리하였는데 <sup>14</sup>C-radioactivity의 양은 줄기보다 뿌리에서 월등히 많았다.

벼에서 親化合物인 bensulfuron의 양은 줄기보다 뿌리에서 높았으며 감수성인 상풍벼에서 높았다(그림 5). 뿌리에서 벼품종간에 12, 24시간 흡수처리의 경우 25/20℃에서 상풍벼는 46.4, 36.1%이며 30/25℃에서는 58.9, 42%를 親化合物인 bensulfuron이 차지하였으나, 삼강벼는 25/20℃에서는 34.1%, 12.1%를 나타냈으며 30/25℃에서는 40.1, 31.2%를 나타냈다. 온도가 높아짐에 따라 親化合物의 양도 많아져서 약해발생의 원인이 되었다고 사료된다. 줄기에서는 대부분이 bensulfuron과 sulfonamide가 차지하였으며 상풍보다는 삼강에서 높았으며 온도간에는 차이가 없었다.

잡초의 줄기에서의 親化合物은 올미와 너도방동사니에서 높았고 피에서는 적은 반면, sulfonamide의 비율이 높게 나타났다. 피에서는 시간이 경과함에 따라 줄기에서의 bensulfuron의 비율이 적었으나 올미와 너도방동사니에서는 12시간 흡수처리보다 24시간 흡수처리에서는 높게 나타났으며 온도가 높아짐에 따라 30/25℃에서는 뿌리 부위의 bensulfuron비율이 증

% of total <sup>14</sup>C-activity(dpm)

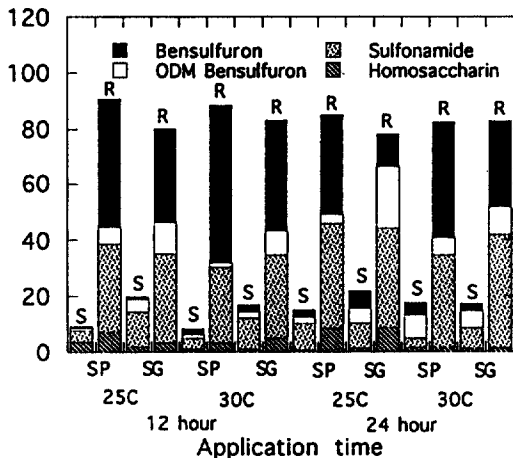


Fig. 5. Distribution of <sup>14</sup>C-radioactivity derived from root-applied <sup>14</sup>C-bensulfuron in dichloromethane-soluble fraction of rice cultivars at different temperatures. (SP: Sangpung, SG: Samgang, S: Shoot, R: Root)

% of total <sup>14</sup>C-activity(dpm)

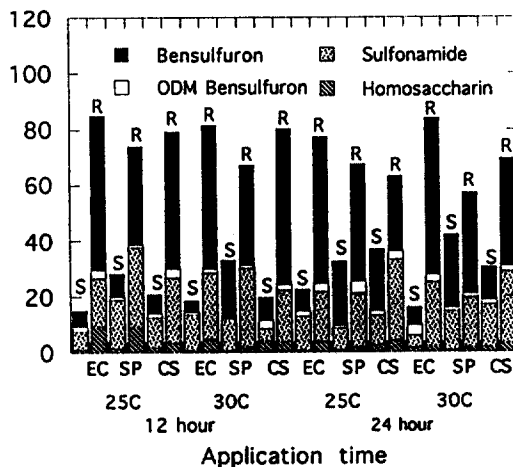


Fig. 6. Distribution of <sup>14</sup>C-radioactivity derived from root-applied <sup>14</sup>C-bensulfuron in dichloromethane-soluble fraction of weed species at different temperatures. (Ec: *Echinochloa crus-galli*. Sp: *Sagittaria pygmaea*. Cs: *Cyperus serotinus*)

가하였으며 줄기에서도 높게 나타났다(그림 6).

벼에서 줄기와 뿌리에서 대사작용후 bensulfuron의 농도는 줄기에서는 적은 반면, 뿌리에서 훨씬 많았으며 상풍벼가 삼강벼 보다 12,

**Table 1.** Concentration(dpm/mg) of parent compound in shoots and roots of rice cultivars after root application of  $^{14}\text{C}$ -bensulfuron( $10^{-6}\text{M}$ ) at different temperatures.

Temp. ( $^{\circ}\text{C}$ )	Application time(hr)	cv. Sangpung		cv. Samgang	
		Shoot	Root	Shoot	Root
25/20	12	1	97	4	83
	24	7	154	7	25
30/25	12	4	173	4	125
	24	9	149	4	97

24시간 흡수처리에서 모두 높게 나타났다(表 1). 상풍벼, 12시간 흡수처리에서 뿌리 부위의 bensulfuron농도는 30/25 $^{\circ}\text{C}$ 에서 173 dpm/mg, 25/20 $^{\circ}\text{C}$ 에서 97 dpm/mg이었으며, 삼강벼는 30/25 $^{\circ}\text{C}$ 에서 125 dpm/mg, 25/20 $^{\circ}\text{C}$ 에서 83 dpm/mg이었다. 24시간 흡수처리에서는 전체적으로 bensulfuron의 농도는 벼에서와 같이 뿌리에서 높았으며 30/25 $^{\circ}\text{C}$ 에서 흡수처리 시간이 증가함에 따라 줄기와 뿌리에서 bensulfuron의 농도가 증가하는 경향을 보였고 25/20 $^{\circ}\text{C}$ 보다 30/25 $^{\circ}\text{C}$ 에서 높았다.

잡초중에서 대사작용후 bensulfuron의 농도는 25/20 $^{\circ}\text{C}$  12시간에서 올미와 너도방동사니는 피 102 dpm/mg에 비하여 각각 140, 162 dpm/mg로 높았으며 30/25 $^{\circ}\text{C}$ 에서는 피, 올미, 너도방동사니는 각각 236, 227, 306 dpm/mg으로 너도방동사니에서 가장 높았다(表 2).

이상의 결과를 보면 온도에 따른 bensulfuron의 선택성 차이는 흡수된 bensulfuron을 식물체 내에서 독성이 없는 물질로 변환시키는 대사능력의 차이에 기인하며 온도는 식물체의 활력을 증가시켜 bensulfuron의 흡수를 용이하게 하여서 빠른 흡수, 이행에 의하여 살초력을 증

대시킨다고 사료된다.

따라서 Pyon 등<sup>14)</sup>과 Yuyama 등<sup>27)</sup>이 보고한 벼 품종간 선택성 작용기작에서 bensulfuron의 대사비율이 줄기에서보다 뿌리에서 더 높았고 親化合物인 bensulfuron이 감수성인 품종에서 많았다는 보고와 본 실험에서 감수성의 상풍벼가 親化合物인 bensulfuron의 양이 높은 것과 일치하였으며 온도는 25/20 $^{\circ}\text{C}$ 보다 30/25 $^{\circ}\text{C}$ 에서 상풍벼와 삼강벼 모두 親化合物인 bensulfuron이 증가함으로써 약해발생의 원인이 되었다고 생각되며 3종의 잡초에서는 내성을 보인 피에서 줄기에서의 bensulfuron량이 적은 반면, 감수성을 보인 올미와 너도방동사니에서는 많았으며 온도가 높아짐에 따라 줄기에서의 bensulfuron의 량도 높았던 것이 살초력의 차이를 보였다고 생각된다.

결론적으로 bensulfuron에 의한 벼 품종간 선택성의 차이는 식물이 갖고 있는 대사능력의 차이에 의한 것이라 생각되며 잡초에서의 살초성 작용기작은 줄기로의 이행률과 대사속도가 관여한다고 생각되며 그리고 온도의 상승은 흡수량을 증가시킴으로써 약해와 살초력을 증가시켰다고 생각된다.

**Table 2.** Concentration(dpm/mg) of parent compound in shoots and roots of weeds species after root application of  $^{14}\text{C}$ -bensulfuron( $10^{-6}\text{M}$ ) at different temperatures.

Temp. ( $^{\circ}\text{C}$ )	Application time(hr)	Ec		Sp		Cs	
		Shoot	Root	Shoot	Root	Shoot	Root
25/20	12	10	102	30	140	9	162
	24	25	274	147	272	33	123
30/25	12	15	206	12	160	12	234
	24	20	236	174	227	29	309

Ec: *Echinochloa crusgalli* Sp: *Sagittaria pygmaea* Cs: *Cyperus serotinus*

## 摘 要

온도조건에 따른 벼의 품종별 bensulfuron의 藥害機構 및 잡초에 대한 殺草性を 구명하고자  $^{14}\text{C}$ -bensulfuron을 사용하여 吸收, 移行 및 代謝實驗을 수행하였다.

- $^{14}\text{C}$ -bensulfuron 흡수실험에서 품종간 벼의 吸收量은 삼강벼보다 상풍벼에서 많았으며 전반적으로  $25/20^\circ\text{C}$ 보다는  $30/25^\circ\text{C}$ 에서 흡수량이 많았다. 잡초의 흡수량은 올미, 너도방동사니, 피 순으로 많아 올미와 너도방동사니에서 살초력이 높은 것으로 생각되고 온도간에  $^{14}\text{C}$ -bensulfuron의 흡수량은 차이가 적었다.
- 移行率은 벼의 경우 품종간에 큰 차이를 보이지 않았으나 시간이 경과함에 따라 상풍벼에서 높았으며  $25/20^\circ\text{C}$ 보다  $30/25^\circ\text{C}$ 에서 더 높은 경향이었다. 잡초는 너도방동사니, 올미, 피 순으로 이행율이 높았으며 3초종 모두  $30/25^\circ\text{C}$ 에서 이행율이 높았다. 따라서 피에서는 이행량이 낮았기 때문에 내성을 보였고, 올미와 너도방동사니는 이행량이 높아 감수성을 나타낸 것으로 생각된다.
- $^{14}\text{C}$ -bensulfuron의 대사실험에서 식물체내에 남아있는 親化合物인 bensulfuron은 감수성인 상풍벼가 삼강벼보다 높았으며 잡초에서는  $25/20^\circ\text{C}$ 에서 내성을 보인 피가 가장 적었으며 올미와 너도방동사니는 높았으며  $30/25^\circ\text{C}$ 에서는 큰 차이를 보이지 않았다.
- 따라서 벼 품종간의 선택성 차이는 식물체가 가지고 있는 불활성 대사능력의 차이에 의한 것이라 생각되며 잡초에서의 살초성 작용기작은 bensulfuron 흡수량과 이행율이 관계된다고 생각되며 온도의 상승은 흡수 및 이행량을 증대시킴으로써 藥害와 殺草力을 증가시켰다고 사료된다.

## 引用 文 獻

1. Alister, M.B. and T.D. Martine. 1988. A review

of the activity, fate and mode of action of sulfonylurea herbicides. Pestic. Sci. 22:195-219

2. Caseley, J.C. 1982. Proc. Br. Crop Prot Conf. Weeds. 1:137-140
3. Ching, Y.J. and L.S. Leu. 1987. Effect of application timing and residual period of Londax on main paddy weeds in Tauwab. Proc. 11th Conf. APWSS:223-231
4. Chun, J.C., H.J.Kim and H.S. Lee 1987. Effect of bensulfuron of growth inhibition and regrowth of *Sagittaria pygmaea*. 11th Conf. APWSS:153-161
5. 千尙旭 · 具滋玉 · 李英萬 · 李都鎮. 1988. Bensulfuron에 耐性 및 感受性인 水稻品種間의 解剖學的 比較 研究. 韓雜草誌 8(3):219-236
6. 張益銑 · 文永熙 · 梁桓承. 1987. 新規除草劑 Bensulfuron-methyl(DPX-F5384)의 행동. 韓雜草誌 7(1):74-77
7. 張益銑 · 文永熙 · 梁桓承. 1987. 新規除草劑 Bensulfuron-methyl 土壤中 吸着, 移動 및 分解性. 韓雜草誌 7(2):165-170
8. 具滋玉 · 卞鍾英 · 石塚皓造. 1988. Bensulfuron-methyl 處理에 따른 耐性選拔 水稻品種 吸收 및 移行差異. 韓雜草誌 8(1):45-52
9. 權採淳 · 卞鍾英. 1993. 水稻와 너도방동사니에서 Bensulfuron의 吸收, 移行 및 代謝. 韓雜草誌 13(2):75-80
10. Mulder, C.E.G. and J.D. Nalewaja. 1978. Temperature effect of phytotoxicity of soil-applied herbicide. Weed Sci. 26:566-570
11. Nakayama, H., M. Konnai, Y. Takeuchi and T. Takematsu. 1986. Difference in susceptibility of rice cultivars to DPX-F5384. Weed Res.(Japan) 31 Suppl.:107-108
12. Nalewaja, J.D. and Z. Woznica. 1985. Environment and chlorsulfuron phytotoxicity. Weed Sci. 33:395-399
13. Ohno, A., K. Ishizuka, T. Yuyama and S. Takeda. 1986. Activity and absorption of DPX-5384 among rice cultivars. Weed Res.

- (Japan) 31 Suppl.:109-110
14. Pyon, J.Y., A. Ohno, K. Ishizuka and H. Matsumoto. 1987. Selective mode of action of root-applied bensulfuron-methyl among rice cultivars. Proc. 11th Conf. APWSS:99-107
  15. Pyon, J.Y. and C.S. Kwon. 1989. Selective mode of action of bensulfuron in rice and two paddy weeds. Proc. 12th Conf. APWSS Conf. 471-478
  16. Ray, T.B. 1982. The mode of action of chlorsulfuron-A new herbicide for cereals. Pest. Biochem. Physiol. 17:10-17
  17. Ray, T.B. 1982. The mode of action of chlorsulfuron: The lack of direct inhibition of plant DNA synthesis. Pest. Biochem. Physiol. 18:262-266
  18. Ray, T.B. 1984. Site of action of chlorsulfuron-Inhibition of valine and isoleucine biosynthesis in plants. Plant Physiol. 75:827-831
  19. Robert, P., J.R. Rice and A.R. Putnam. 1980. Effects of temperature influences on uptake, translocation and metabolism of alachlor in snap bean. Weed Sci. 28:131-134
  20. 梁桓承·張益銑·鄭秀賢. 1986. 除草劑 Bensulfuron-methyl의 作用特性에 關한 研究. 韓雜草誌 6(2):134-145
  21. Scheel, D. and J.E. Casida. 1985. Sulfonylurea herbicides: Growth inhibition in soybean cell suspension cultures and in bacteria correlated with block in biosynthesis of valine, leucine or isoleucine. Pest. Biochem. Physiol. 23:398-412
  22. Takeda, S. 1985. Herbicidal activities and selectivity of a new rice herbicide DPX-5384. Weed Res.(Japan) 30:284-289
  23. Takeda, S., D. Erbes, P.B. Sweetser, J.V. Hay and T. Yuyama. 1986. Mode of herbicidal selective action of DPX-F5384 between rice and weeds. Weed Res.(Japan) 31:157-163
  24. Takeda, S., T.B. Sweetser, D. Erbes and T. Yuyama. 1986. Mode of selectivity of Londax herbicide(DPX-F5384) in paddy rice. Proc. 10th Conf. APWSS 156-161
  25. Takeda, S., T. Yuyama, R.C. Ackerson and R.C. Weigel. 1985. Selective of rice herbicide from several sulfonylurea compounds. Weed Res.(Japan) 30:278-283
  26. Yuyama, T., P.B. Sweetser, R.C. Ackerson and S. Takeda. 1986. Safening of DPX-F5384 on rice by combination with thiocarbamate herbicides. Weed Res.(Japan) 31:164-170
  27. Yuyama, T., R.C. Ackerson and S. Takeda. 1987. Uptake and distribution of bensulfuron methyl(DPX-F5384) in rice. Weed Res.(Japan) 32(3):173-179