

水稻와 雜草에서 溫度條件에 다른 Naproanilide의 吸收,
 移行 및 代謝에 關한 研究***

朴贊元* · 卞鍾英* · 金容華**

Absorption, Translocation and Metabolism of Naproanilide in Rice and Paddy Weeds under Different Temperature Conditions***

Park, C.W.*, J.Y. Pyon* and Y.W. Kim**

ABSTRACT

Absorption and translocation, and metabolism studies using ¹⁴C-naproanilide were conducted to determine selective mode of action of naproanilide in rice and paddy weeds under different temperature conditions. Absorption amount of ¹⁴C-naproanilide was greater in *Cyperus serotinus* and *Sagittaria pygmaea* than rice and *Echinochloa crusgalli*. Especially, absorption of ¹⁴C-naproanilide in *C. serotinus* was increased twice at 32°C and 48 hour exposure conditions. ¹⁴C-naproanilide in roots was translocated to shoots very little in rice and *E. crusgalli*, but *S. pygmaea* somewhat greater translocation than the other species. In *C. serotinus* and *S. pygmaea*, susceptible weeds, metabolic rates of naproanilide into phytotoxic NOP (2-(2-naphthoxy)-propionic acid) and NOPM (methyl 2-(2-naphthoxy)propionate) were significantly greater than in rice and *E. crusgalli*, tolerant species. Consequently, differential uptake by roots and the difference in activation metabolism of naproanilide among species may explain the possible mechanism of selectivity.

Key words : Naproanilide, absorption, translocation, metabolism, temperature, rice, paddy weed.

緒 言

1970年代 前半期 까지의 논 雜草는 피, 마디풀, 쇠털골 등의 一年生雜草가 主種을 이루고 있었기 때문에 除草劑에 의해 쉽게 방제가 가능하였으나 作用特性이 一年生雜草에 유효한 除草劑들의 連用으로 인하여 耕地의 雜草群落에 큰 변화를 일으켜 너도방동사니, 올미, 올방개, 가래 등의 多年生雜草가 優占化되므로써 繁殖力이 왕성하고 방제가 어려운 多年生雜草에 대한 방제 대책이 시급히 講究되어야 하며 또한 水稻에 대한 藥害가 적으면서 殺草力이 우수한 選擇性 除

草劑에 관한 研究는 매우 중요한 實情이다.

Naproanilide (1-(2-naphthoxy propionanilide)는 水稻에 안전하고 藥害가 없으며, 사마귀풀, 물달개비 및 올챙이고랭이 등 一年生雜草 이외에 올미, 쇠털골, 너도방동사니 등 多年生雜草에도 殺草效果가 좋지만 禾本科雜草에는 殺草效果가 적다. Naproanilide는 우리나라에서 3종류의 藥劑와 混合劑로 使用되고 있다. 또한 Naproanilide와 각각의 合劑에 대한 藥效 및 藥害에 관한 研究는 國內外에서 많이 이루어졌다^{8,9,12,13}. Takasawa¹⁴는 多年生雜草중 올방개나 너도방동사니 등에서는 一年生雜草인 물달개비, 마디꽃 등에서 보다 殺草效果가 상대적으로

* 忠南大學校 農科大學 Department of Agronomy, Chungnam National University, Taejon 305-764, Korea

** 韓國化學研究所 Korea Research Institute of Chemical Technology, Taejon 305-606, Korea

*** 1988년도 文敎部 自由公募課題 學術研究助成費에 의한 研究의 一部임.

적으며 生長段階별 藥害 및 藥效 實驗에서 3葉期에 處理된 Naproanilide는 水稻에 큰 影響을 미치지 못하였으나, 올미에서는 殺草效果가 크다고 보고하였다. 또한 방동사니科雜草 및 廣葉雜草에서도 殺草效果가 크다고 한다^{1,4,14}).

Naproanilide의 選擇性 機作을 究明하기 위해 Kobayashi^{3,4}) 등은 ¹⁴C-naproanilide를 이용하여 방동사니科雜草의 吸收 및 移行 實驗을 실시하였다. Oyamada^{8,9,10}) 등도 水稻와 올미를 供試하여 吸收, 移行 및 代謝 實驗을 遂行하였다. Naproanilide는 그 자체로는 殺草效果를 보이지 않는 반면, NOP(2-(2-naphthoxy)propionic acid)로 전환된 후 殺草效果를 나타내며 耐性を 보인 水稻보다 感受性인 올미와 너도방동사니에서 상대적으로 NOP의 형성이 많았다고 보고하였다^{9,14}). Kobayashi와 Ichinose³), Oyamada¹⁰) 등은 Naproanilide가 植物體내에서 NOP와 NOPM(2-(2-naphthoxyp)propionate)로 전환되며 이 두 물질이 選擇性を 결정하는 중요한 要因이라고 하였다. 올미에서는 水稻보다 NOP와 NOPM이 더 많이 생성되었다고 한다.

除草劑에 대한 環境의 影響에 관한 研究는 많이 이루어지지 않은 實情이다. 環境要因중에서 溫度는 吸收, 蒸散作用, 膜透過性, 水分 吸收, 生理的 生化學的 反應에 매우 큰 影響을 준다. 그리고 溫度는 植物간의 生理的 過程에 각각 다르게 影響을 미치므로써 除草劑의 選擇性 및 殺草力에 影響을 다르게 나타낸다. 土壤處理 除草劑에서 溫度는 除草劑의 擴散, 溶解度, 土壤으로부터의 除草劑 吸着 및 脫着에 影響을 준다. 대부분의 除草劑들은 溫度上昇에 의해서 藥害가 誘發된다고 한다⁷). 또한 植物體의 蒸散量을 증가시키므로써 일시에 많은 量이 吸收되어 藥害가 나타나는 경우도 있다¹¹). Marker⁵) 등은 개밀에서 溫度가 上昇하는 경우 여러 除草劑의 移行量도 증가된다고 하였다. 그리고 개밀에서 Glyphosate의 吸收 및 移行은 溫度가 올라감에 따라 점차 吸收量도 많고 移行量도 증가된다고 하였다²). 한편 溫度에 따른 水稻의 Naproanilide에 대한 藥害反應 및 殺草劑 作用機作에 대한 研究는 아직 거의 遂行되지 않은 實情이다.

따라서 水稻와 雜草에서 溫度條件에 따른 Naproanilide의 選擇性 機作을 밝히고자 벼, 피,

너도방동사니와 올미를 供試하여 ¹⁴C-naproanilide의 吸收, 移行 및 代謝 實驗을 遂行하였다.

材料 및 方法

1. 水稻와 雜草에서 溫度에 따른 ¹⁴C-naproanilide의 吸收 및 移行

水稻와 雜草에서 Naproanilide 吸收를 조사하기 위하여 ¹⁴C-naproanilide를 이용하여 水稻品種은 동진벼, 雜草는 너도방동사니, 올미 및 피를 供試하였다. 溫度는 Growth chamber에서 32/27, 25/20℃(낮/밤)로 조절하였고, 濕度는 70-80%로 조절한 條件에서 10⁻⁶ M의 ¹⁴C-naproanilide 溶液에 각 植物을 12, 24, 48시간 吸收시킨 후 1%의 acetone溶液으로 씻은 다음, tissue paper로 水分 除去 후에 地上部와 根部로 分離하여 90℃ 乾燥器에서 24시간 건조시킨 후 각각 乾物重을 測定한 다음, Sample oxidizer (Packard-Tricarb 306)로 酸化시키어 ¹⁴CO₂상태로 vial에 포집하여 Liquid scintillation counter (Packard-Tricarb 2000)로 radioactivity를 測定하였다.

¹⁴C-naproanilide의 地上部 移行量은 뿌리통한 總吸收量(地上部+地上部)에 대한 地上部の ¹⁴C-naproanilide 濃度를 百分率(%)로 환산하여 나타냈다.

2. 水稻와 雜草에서 溫度에 따른 ¹⁴C-naproanilide의 代謝

實驗 1과 같은 條件에서 ¹⁴C-naproanilide를 處理한 다음, 供試材料인 동진벼와 너도방동사니 및 올미는 각 16 個體씩을, 피는 48 個體를 選別하여 供試하였다. 溫度條件은 實驗 1과 같은 條件이며 10⁻⁶ M의 ¹⁴C-naproanilide 溶液에 12, 24시간 浸漬하거나 浸漬 후 Kasugai營養液으로 옮겨 1, 3일 더 生長시킨 후 地上部와 根部를 分離하여 그림 1과 같은 방법으로 代謝物質을 分離하여 radioactivity를 測定하였다. 그리고 pH 1과 10의 CH₂Cl₂抽出物을 TLC(Thin-layer chromatography) 分析으로 代謝物質을 同定하여 radioactivity를 測定하였다. TLC plate는 precoating된 Art5554 DC-Alufolien Kieselgel 60F 254를 使用하였으며, 展開溶媒의 條件은

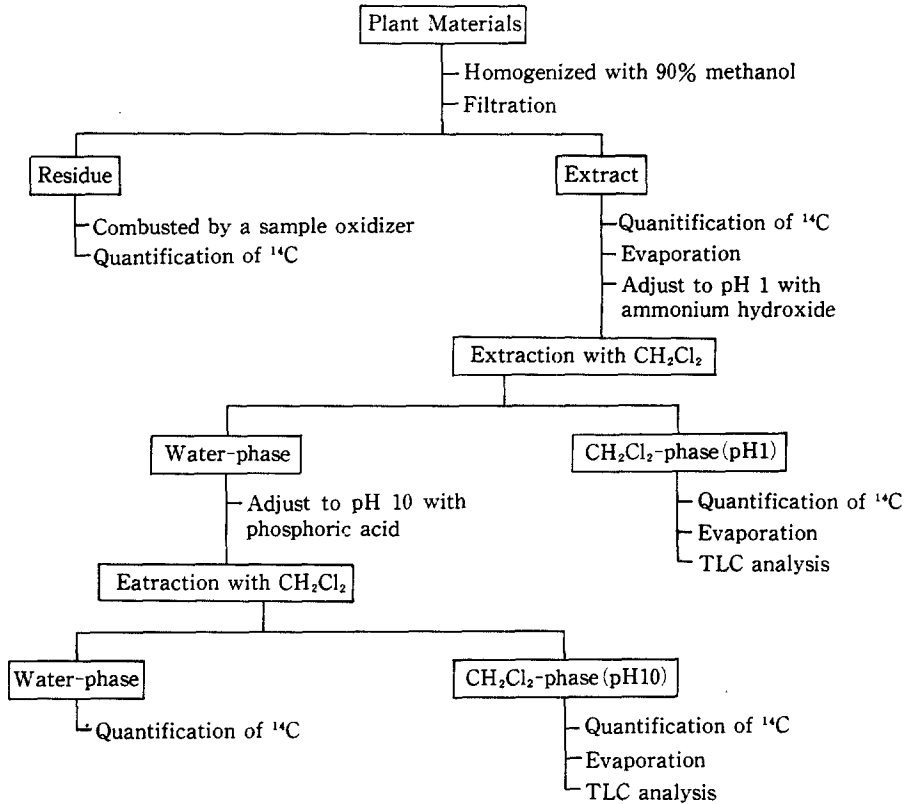


Fig. 1. Flow diagram of extraction, separation and quantification of ^{14}C -naproanilide and its metabolites in shoots and roots of rice plants and three weed species.

pH 1, 10에서 cyclohexane 2 : toluene 4 : methanol 1(v/v)의 比率로 15°C에서 展開시켰다. 標準 代謝物質은 日本 三井東壓會社에서 공급한 것을 使用하여 試料과 함께 展開시킨 후 紫外線을 利用하여 Rf값을 比較하여 試料를 끊어낸 다음, 螢光液에 녹여 Liquid scintillation counter로 radioactivity를 測定하였다.

結果 및 考察

1. 水稻와 雜草에서 溫度에 따른 ^{14}C -naproanilide의 吸收 및 移行

水稻와 雜草의 ^{14}C -naproanilide 總吸收量은 시간이 경과함에 따라 증가하였으며 특히 感受性 草種인 너도방동사니와 올미에서는 벼와 皮보다 전반적으로 더 많이 吸收된 傾向이었다(그림 2). 水稻는 32°C에서 初期에 약간 많이 吸收되었으나 48시간에서는 감소되었다. 皮에서는 初期에 總吸收量이 떨어졌으나 48시간에서는 32°C에서 급속

도로 總吸收量이 증가되었고, 너도방동사니는 24 시간까지는 32°C에서 높았으나 48시간에서는 다소 떨어지는 傾向이었다. 올미는 初期에 溫度간 에 總吸收量의 差異는 거의 없었으나 32°C에서 48시간의 경우 總吸收量이 배 정도 증가되었다.

모든 供試植物에서 ^{14}C 濃度는 시간이 경과함에 따라 吸收量의 증가로 인하여 높아지는 傾向이었다(그림 3). 水稻에서는 32°C보다 25°C에서 전반적으로 높았으며, 皮의 경우는 25°C에서 初期에는 吸收量이 높았으나, 48시간에서는 32°C에서 吸收量이 많은 것으로 나타났으며, 너도방동사니는 32°C에서 24시간까지는 吸收量이 많은 것으로 나타났으며, 너도방동사니는 32°C에서 24시간까지는 吸收量이 적었으나 48시간에서는 배 정도 吸收하는 傾向을 나타냈다. 感受性 草種인 올미는 初期에도 25°C보다 32°C에서 吸收量이 많은 것으로 나타났으며 다른 草種에 비해 월등히 많이 吸收하는 傾向이었다.

Naproanilide의 地上部 移行率은 處理時間이

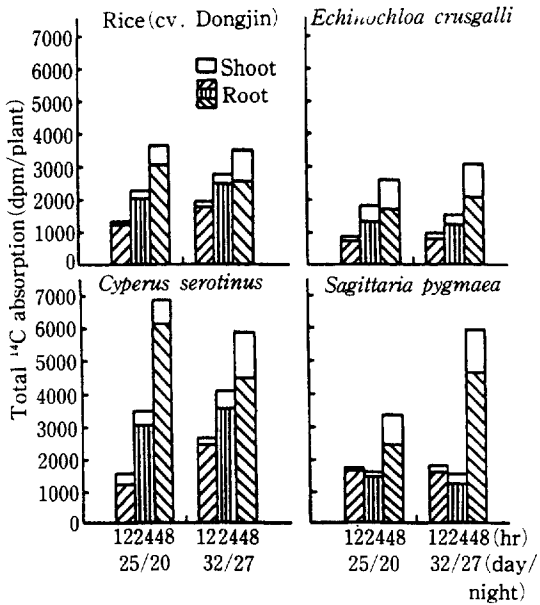


Fig. 2. Distribution of ¹⁴C activity in rice and paddy weeds grown in nutrient solution with ¹⁴C-naproanilide treatment at 25 and 32°C temperatures.

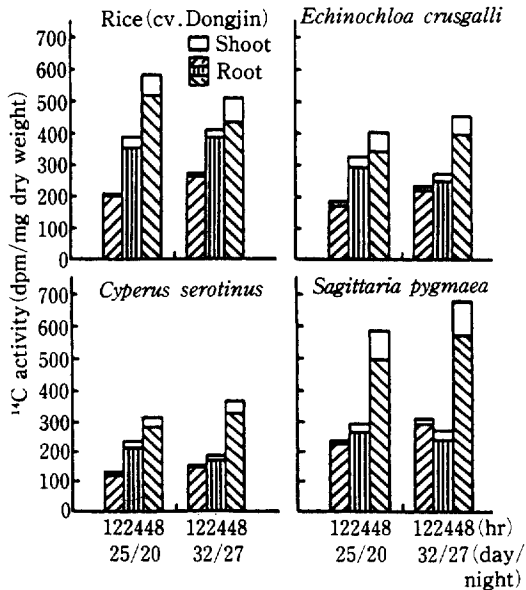


Fig. 3. Concentration of ¹⁴C activity in rice and paddy weeds grown in nutrient solution by ¹⁴C-naproanilide (1 μM) treatment at 25 and 32°C temperatures.

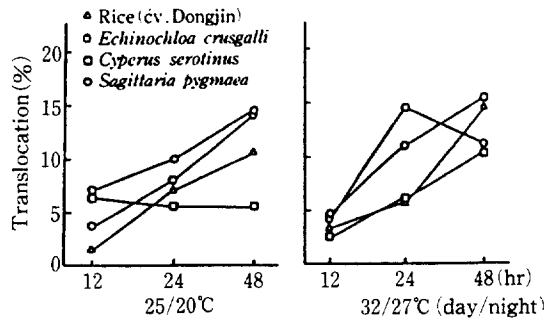


Fig. 4. Translocation rate of derived from ¹⁴C-naproanilide (1 μM) from the root to the shoot in rice and paddy weeds at 25 and 32°C temperatures.

경과함에 따라 두 온도에서 다 같이 높았으며 온도에 따른 ¹⁴C-naproanilide의 移行率は水稻의 경우 25°C에서 雜草들에 비해 移行率が 낮았으나 32°C에서는 48시간에서 移行率が 급격히 증가되었다(그림 4). 피는 25°C에서 다른 雜草에 비하여 다소 移行률이 높았으며 32°C에서도 24시간까지는 급격히 移行률이 증가되는 傾向이었다. 너도밤동사니는 25°C에서 移行률이 거의 일정하였으나 32°C에서는 시간이 경과함에 따라 증가되었으며 올미는 25°C보다는 32°C에서 移行률이 더 높은 傾向이었다.

2. 水稻와 雜草에서 온도에 따른 ¹⁴C-naproanilide의 代謝

¹⁴C-naproanilide을 植物體에 12, 24시간 浸漬處理한 후 다른 代謝物質로 變化하는 代謝過程을 조사한 결과, 벼에서는 전반적으로 Naproanilide 量이 줄기보다 뿌리에서 높았으며, 代謝物質로서 除草活性을 나타낸 NOP와 NOPM의 量은 뿌리보다 줄기에서 높은 傾向이었다(表 1). 온도 差異에 따른 代謝物質의 量은 32°C에서 약간 높게 나타났으며, 특히 24시간후 줄기에서 가장 높게 나타났다. 온도가 높아짐에 따라 植物體의 代謝速度는 전반적으로 빠르게 進行되었으며, 특히 벼 뿐만 아니라 다른 雜草중에서도 뿌리보다는 줄기에서 代謝速度가 빠른 傾向이었다. 그리고 32°C에서는 25°C보다 代謝速度의 比率이 다소 높게 나타나는 傾向을 보였다.

피에서는 벼와 비슷한 傾向을 나타냈으며 줄기에서는 25°C보다 32°C에서 代謝物質의 比率이 다

Table 1. Changes in amounts of naproanilide and its metabolites in rice and three weed species.

Temp. (°C)	Plant part	Treat. time (hr)	Plant fractions ²					
			Napro-anilide	NOP	NOPM	Unidentified compound	Water extract	Plant residues
<i>Rice</i>								
25	Shoot	12	32.9	20.2	14.5	12.4	18.0	2.0
		24	54.0	10.6	10.0	6.2	16.0	3.2
	Root	12	72.2	8.6	5.8	4.4	6.5	2.5
		24	67.1	7.8	4.9	3.3	9.6	7.3
32	Shoot	12	26.3	13.5	15.0	11.3	30.6	3.3
		24	32.2	24.3	13.1	6.3	19.6	4.5
	Root	12	62.2	10.3	5.7	2.9	13.3	5.6
		24	62.4	10.1	5.9	3.0	10.7	7.9
<i>Echinochloa crusgalli</i>								
25	Shoot	12	40.6	15.4	10.5	10.3	20.7	2.5
		24	39.3	12.0	17.1	8.1	19.8	3.7
	Root	12	44.8	23.8	7.8	7.9	11.6	4.1
		24	48.5	10.5	9.8	8.0	18.1	5.1
32	Shoot	12	25.3	16.0	16.7	11.2	26.7	4.0
		24	33.4	15.3	21.5	8.7	18.2	2.9
	Root	12	58.4	11.9	7.6	6.6	10.0	5.5
		24	48.4	10.5	7.4	4.7	20.2	8.8
<i>Cyperus serotinus</i>								
25	Shoot	12	20.3	16.4	15.9	18.5	27.9	1.0
		24	19.8	20.7	17.8	12.1	25.0	4.6
	Root	12	58.5	10.4	9.3	7.1	9.8	4.9
		24	49.7	18.2	11.7	3.9	9.9	6.6
32	Shoot	12	20.8	19.2	16.5	13.0	27.1	3.4
		24	20.4	17.3	13.7	16.2	25.6	6.8
	Root	12	60.4	11.7	10.2	5.1	7.0	5.6
		24	48.4	15.9	7.9	3.9	8.7	15.2
<i>Sagittaria pygmaea</i>								
25	Shoot	12	23.6	18.8	19.9	15.9	21.5	0.3
		24	23.8	19.6	20.3	14.7	20.6	1.0
	Root	12	48.9	12.5	15.7	7.2	12.4	3.3
		24	49.4	17.5	13.0	6.1	5.8	8.2
32	Shoot	12	19.0	18.1	17.2	18.4	26.4	0.9
		24	14.5	22.1	27.4	13.1	17.2	5.7
	Root	12	46.7	16.3	13.9	6.6	10.4	6.1
		24	40.4	17.8	12.4	5.9	10.9	12.6

²Values are expressed as percentage of radioactivity of each compound to total radioactivity in plants.

소 높게 나타났으며 뿌리에서는 줄기와 거의 비슷한 傾向이었다. 줄기에서는 32°C에서 NOP 量은 12시간 처리부터 다소 높은 比率을 보였으며 뿌리의 경우 NOPM 量은 25°C에서는 32°C보다 다소 높은 比率을 나타냈다.

너도방동사니에서는 두 溫度 모두 代謝物質인 NOP와 NOPM의 比率이 Naproanilide보다 높았다. 줄기에서는 25°C와 32°C에서 NOP 量은 거의 비슷하였으나 NOPM 量은 25°C에서 다소 높게 나타났다. 뿌리에서는 代謝速度가 느린 傾向

을 나타내어 Naproanilide 含量이 많고 상대적으로 代謝物質의 量은 두 溫度에서 다같이 적었다.

感受性 草種인 올미는 너도방동사니와 비슷한 傾向으로 줄기에서는 25°C보다 32°C에서 NOP와 NOPM 量이 높게 나타났으며, 특히 두 溫度에서 12時間 處理의 경우 除草活性 代謝物質인 NOP와 NOPM의 比率은 50%정도되는 傾向을 나타냈으며 특히 32°C에서는 代謝物質의 量이 더 많은 傾向이었다. 뿌리에서도 代謝物質의 量은 溫度와 관계없이 다른 草種들에 비하여 가장 높은

Table 2. Changes in amounts of naproanilide and its metabolites in rice and three weed species transferred in nutrient solution for 1 and 3 days after dipping in ^{14}C -naproanilide at 10^{-6} M for 24 hours.

Temp. (°C)	Plant part	Days after treat	Plant fractions ²					
			Napro-anilide	NOP	NOPM	Unidentified compound	Water extract	Plant residues
<i>Rice</i>								
25	Shoot	1	22.4	18.4	10.7	9.1	33.6	5.8
		3	11.5	15.4	13.3	5.9	38.5	15.4
	Root	1	25.5	20.6	10.7	8.2	14.1	20.9
		3	8.6	10.6	6.7	5.1	50.4	18.6
32	Shoot	1	20.9	19.8	10.9	10.1	24.3	14.0
		3	9.8	17.8	9.1	6.9	34.7	21.7
	Root	1	14.1	17.4	6.8	3.7	31.9	26.1
		3	4.6	11.4	3.3	3.1	37.7	39.9
<i>Echinochloa crusgalli</i>								
25	Shoot	1	21.5	19.8	14.0	9.4	24.1	11.2
		3	11.6	17.7	13.0	7.0	26.7	24.0
	Root	1	26.4	20.6	11.8	7.0	19.2	15.0
		3	8.6	15.7	11.6	8.3	32.9	22.9
32	Shoot	1	17.4	19.5	10.7	7.9	31.1	13.4
		3	15.5	20.8	8.9	7.0	37.7	10.1
	Root	1	14.3	19.9	8.0	6.2	33.1	18.5
		3	6.5	13.3	5.7	4.8	31.5	38.2
<i>Cyperus serotinus</i>								
25	Shoot	1	19.2	20.3	15.9	10.8	23.4	10.4
		3	11.2	12.1	14.5	8.8	29.8	23.6
	Root	1	30.6	19.2	13.6	5.1	13.7	17.8
		3	13.4	11.5	13.8	5.1	18.2	38.0
32	Shoot	1	14.0	21.7	10.8	7.0	31.5	15.0
		3	8.6	21.7	9.5	9.5	30.0	20.7
	Root	1	15.8	19.3	9.5	4.9	23.8	26.7
		3	7.0	14.2	6.5	3.8	23.1	45.4
<i>Sagittaria pygmaea</i>								
25	Shoot	1	15.5	18.4	29.6	11.8	20.8	3.9
		3	12.8	21.1	12.9	13.8	31.3	8.1
	Root	1	18.1	21.0	13.9	8.7	13.8	24.5
		3	9.5	16.7	12.1	10.0	26.2	25.5
32	Shoot	1	12.8	27.9	16.3	10.3	29.0	3.4
		3	14.2	25.5	17.1	10.6	20.9	11.7
	Root	1	9.4	16.8	10.2	7.0	23.0	33.6
		3	7.9	12.5	9.3	7.3	11.5	51.5

²Values are expressed as percentage of radioactivity of each compound to total radioactivity in plants.

比率을 보였다. 따라서 感受性 草種인 너도방동사니와 올미에서는 Naproanilide의 活性化 代謝過程이 빨리 일어났기 때문에 쉽게 枯死된 것으로 해석된다.

한편 24시간 浸漬處理한 후 1, 3일 간 경과하면서 생장시킨 다음, 代謝作用을 조사한 바에 의하면, 벼의 줄기에서는 25°C보다 32°C에서 代謝物質인 NOP 量이 다소 증가하였으며, 뿌리에서는 25°C에서 代謝物質의 量이 약간 증가되었다 (表 2).

피의 경우도 줄기와 뿌리에서는 벼와 비슷한 傾向으로 32°C에서 NOP 量이 다소 높은 반면, Naproanilide 量은 감소되었다.

너도방동사니는 줄기에서 25°C보다 32°C에서 代謝物質의 量이 다소 높았으며, 32°C에서 3일 경과한 경우 25°C에서보다 代謝物質이 약 倍量 증가된 것을 볼 수 있었다. 뿌리에서는 1일 후 NOP 및 NOPM 量이 25°C보다 32°C에서 다소 높게 나타났다.

올미의 줄기에서는 32°C에서 Naproanilide에

비하여 代謝物質量이 높았으며 각 溫度 모두에서 1일 후 NOP와 NOPM의 比率이 약 50% 정도 되는 傾向을 나타냈다. 뿌리에서는 32°C에서 보다 25°C에서 代謝量이 다소 높았다.

이상의 결과를 綜合하여 보면 대체적으로 모든 草種에서 뿌리보다는 地上部에서 代謝速度가 빨랐으며, 耐性を 나타낸 벼와 피보다는 感受性 草種인 올미와 너도방동사니에서는 Naproanilide가 除草活性을 나타내는 NOP와 NOPM 등의 代謝物質로 活性化되는 代謝過程이 빨리 일어나기 때문에 殺草作用을 나타내는 것으로 思料되며, Kobayashi와 Ichinose⁹⁾, Oyamada¹⁰⁾ 등도 이와 비슷한 결과를 발표하였다. 특히 가장 感受性을 나타낸 올미에서는 溫度가 증가됨에 따라 代謝作用이 더 빠르게 진행되었다.

따라서 Naproanilide의 벼와 雜草間 選擇性 差異는 주로 吸收된 Naproanilide를 植物體 내에서 除草活性 物質로 전환되는 代謝作用의 速度 差異에 의한 것이며, 또한 높은 溫度는 植物體의 活力을 증가시켜, Naproanilide의 吸收를 용이하게 하므로써 吸收, 移行 및 代謝作用을 빠르게 하여 殺草力이 增大된 것으로 思料된다.

摘 要

溫度條件에 따른 水稻와 雜草間 Naproanilide의 選擇性 機作을 究明하고자 벼, 피 올미 및 너도방동사니에서 ¹⁴C-naproanilide의 吸收, 移行 및 代謝 實驗을 遂行하였다.

1. ¹⁴C-naproanilide 吸收도 水稻와 피보다는 感受性 草種인 너도방동사니와 올미에서 전반적으로 많은 傾向이었으며 특히 올미에서는 32°C에서 48시간 處理한 경우 吸收量이 倍 정도 증가되었다.

2. ¹⁴C-naproanilide 移行은 水稻와 피, 너도방동사니에서 매우 적으며 거의 溫度에 影響을 받지 않았으나, 올미는 32°C에서 다른 草種에 비해 移行量도 다소 많은 傾向이었다.

3. Naproanilide에 耐性を 보인 벼와 피에서 보다 感受性을 나타낸 올미와 너도방동사니에서는 除草活性 代謝物質인 NOP와 NOPM가 Naproanilide에 비하여 현저히 많았으며 특히 올미에서는 다른 草種에 비하여 32°C에서 그 傾向이 현저하였다. 따라서 草種間 Naproanilide 選

擇性은 주로 活性化 代謝作用 速度의 差異에 基因되며 또한 吸收量도 關聯되는 것으로 思料된다.

引 用 文 獻

1. 崔鍾鳴·卞鍾英. 1990. Naproanilide의 벼와 雜草間 選擇性 機作에 관한 研究. I. 벼와 雜草間 Naproanilide의 選擇性. 韓國雜草學會誌. 10(2) : 103-108.
2. Devine, M.D., J.D. Bandeen, and B.D. Mckersie. 1983. Temperature effects on glyphosate absorption, translocation, and distribution in Quackgrass (*Agropyron repens*). Weed Sci. 31 : 461-464.
3. Kobayashi, K. and K. Ichinose. 1984. Absorption, translocation, and metabolism of root-applied naproanilide in rice and *Cyperus* weeds. Weed Res. (Japan) 29 : 38-43.
4. Kobayashi, K. and K. Ichinose. 1987. Absorption, translocation, and metabolism of naproanilide in *Cyperus serotinus* Rottb. Weed Res. (Japan) 32 : 46-53.
5. Marker, K.N. and J. Dekker. 1988. Temperature effects on translocation patterns of several herbicides within Quackgrass (*Agropyron repens*). Weed Sci. 36 : 545-552.
6. Matsumoto, H. and K. Ishizuka. 1984. Effect of temperature on metabolism of simetryn in rice cultivars. Weed Res. (Japan) 29(2) : 159-164.
7. Mulder, C.E.G. and J.D. Nalewaja. 1978. Temperature effect of phytotoxicity of soil-applied herbicides. Weed Sci. 26 : 566-570.
8. Oyamada, M. and S. Kuwatsuka. 1982. Absorption, translocation and metabolism of the herbicide naproanilide 1-(2-naphthoxy)propionanilide, in rice plants. J. Pesticide Sci. (Japan) 7 : 9-14.
9. Oyamada, M., T. Tanaka, Y. Takasawa, and T. Takematsu. 1985. Selectivity and absorption of the herbicide naproanilide in rice plants (*Oryza sativa* L.) and *Sagittaria pygmaea* Miq. J. Pesticide Sci. (Japan) 10 : 469-474.
10. Oyamada, M., T. Tanaka, Y. Takasawa, and T. Takematsu. 1986. Metabolic fate of herbi-

- cide naproanilide in rice plants (*Oryza sativa* L.) and *Sagittaria pygmaea* Miq. J. Pesticide Sci. (Japan) 11 : 197-203.
11. Robert, P., J.R. Rice, and A.R. Putnam. 1980. Translocation and metabolism of alachlor in Snap bean. Weed Sci. 28 : 131-134.
 12. 梁桓承·韓成洙·金鍾奭. 1982. 多年生 雜草 混生畚에 있어서 除草劑에 의한 雜草防除 — 특히 울미 優占畚에서 初期 除草劑를 中心으로—. 韓雜誌 2(1) : 31-40.
 13. Ryang, H.S. and S.S. Han. 1983. Mixture of butachlor with naproanilide and pyrazolate for perennial weed control in irrigated transplanted rice. Proc., 9th Conf. of Asian Pacific Weed Sci. Society : 192-197.
 14. Takasawa, Y., T. Tanaka, M. Oyamada, K. Igarashi, and Yoshimoto. 1982. Selective activity of 1-(2-naphthoxy) propionanilide (naproanilide). The Fifth International Congress of Pesticide Chemistry : 1-10.