

# 土壤中 除草劑 Bentazon 殘留物의 콩과 무우에 의한 吸收

李 載 球 · 千 三 榮 · 慶 箕 性\*

(1988. 4. 6 접수)

## Uptake of the Residues of the Herbicide Bentazon in Soil by Soybean and Radish

Jae Koo Lee,\* Sam Yeong Cheon,\* Kee Sung Kyung\*

### Abstract

In order to clarify how much of the residues of Bentazon could be taken up by crops, soybean and radish were grown for 28 days in soils containing freshly treated  $^{14}\text{C}$ -Bentazon and non-extractable soil-bound residues of  $^{14}\text{C}$ -Bentazon.

The results obtained are summarized as follows.

1.  $^{14}\text{CO}_2$  evolution from  $^{14}\text{C}$ -Bentazon during the 6-month pre-incubation in soil was 14.79% relative to the applied radioactivity.
2. Mineralization of  $^{14}\text{C}$ -Bentazon in soil to  $^{14}\text{CO}_2$  during 28 days of crop growing was much higher in the freshly treated soil than in the bound soil, and much higher in radish than in soybean.
3. The amounts of  $^{14}\text{C}$ -Bentazon and its metabolites absorbed by soybean and radish were 45.41 and 21.48%, respectively, in freshly treated soil, whereas those were 3.92 and 1.23% in bound soil, respectively. The translocation ratios of radioactivity from the root to the shoot were much higher in radish than in soybean, remarkably.
4. The uptake ratios of the freshly treated  $^{14}\text{C}$ -Bentazon to the bound  $^{14}\text{C}$ -Bentazon by soybean and radish were 12 : 1 and 17 : 1, respectively.
5. It was well verified that the presence of crops enhanced the mineralization to  $^{14}\text{CO}_2$  and the transformation to polar metabolites of Bentazon.

### 緒 論

Bentazon(3-isopropyl-2, 1, 3-benzothiadiazin-4-one-dioxide)은 發芽後 處理用 除草劑로서 현재 우리나라에서는 주로 논·밭의 雜草防除에 使用하고 있으나 외국에서 麥類, 豆類 等の 栽培地에서 주로 廣葉雜草 防除에

使用되고 있다.

Bentazon의 除草作用은 주로 光合成의 阻害에 起因한다고 하며,<sup>1,2)</sup> 植物이나 微生物에 의한 分解時에는 Benzene 環의 6번과 8번 位置에 Hydroxylation이 먼저 일어난다고 한다<sup>3)</sup>. 土壤中에서도 Bentazon의 분해는 Benzene 環의 Hydroxylation으로 부터 시작되고 好氣的인 條件下에서만 일어난다고 한다.<sup>3,4)</sup>

\* 忠北大學校 農科大學 農化學科(Dept. of Agricultural Chemistry, College of Agriculture, Chung Buk National University Cheong Ju, Korea)

Bentazon 土壤 殘留物의 작물에 의한 吸收에 관하여는 아직 많은 연구가 되어 있지 않다. 李 等<sup>5)</sup>은 한국 및 서독의 대표적 밭토양에 Bentazon 을 處理하고 일정기간 培養하여 Bentazon 殘留物을 形成한 후 蒸溜水로 抽出하여 추출이 不可能한 土壤吸着 Bentazon 殘留物을 얻었다. 李 等<sup>6,7)</sup>은 또한 토양에 存在하는 Bentazon 殘留物의 상태에 따라 식물에 의한 吸收가 어떻게 달라지는지를 究明하기 위하여 作物栽培 直前에 토양에 Bentazon 을 處理한 區, 105 日 동안 前培養(pre-incubation)한 區, 그리고 앞에서 얻은 抽出이 不可能한 土壤吸着 殘留物 區의 3가지 토양에서 옥수수를 재배하여 그 吸收를 究明하였다.

Müller 와 Sanad<sup>8)</sup>는 포장 조건하에서 재배된 겨울 밀 體內에서 여러 가지 Bentazon 혼합제가 어떻게 분포되어 行動하는가를 보고한 바 있다.

본 研究에서는 작물재배 직전에 토양에 處理한 Bentazon(Fresh Bentazon 이라 칭함)과 溶媒에 의한 추출이 불가능한 토양흡착 Bentazon 잔류물(Bound Bentazon 이라 칭함)이 작물에 의하여 어느 정도 흡수되는지를 究明하기 위하여 <sup>14</sup>C-Bentazon 의 Fresh 및 Bound 형태를 함유한 토양에 콩과 무우를 심고 특별히 제작한 micro-ecosystem 하에서 生育시키면서 이 때 발생하는 <sup>14</sup>CO<sub>2</sub> 의 함량을 週期的으로 測定하고 일정한 生育기간 후에는 植物體를 收穫하여 식물체가 흡수한 방사능을 측정하고 또한 토양 속에 殘留하는 방사능을 측정함으로써 <sup>14</sup>C-Bentazon 의 行方を 一目了然하게 究明하여 食品連鎖(Food Chain)에 미치는 農藥의 影響을 追究하였다.

材料 및 方法

1. Bentazon

본 실험에 사용한 <sup>14</sup>C-Bentazon(比放射能 : 1616.863 KBq/mg)과 非標識 Bentazon 標準品은 서독의 BASF (Limburgerhof, West Germany)로 부터 分讓받았으며 <sup>14</sup>C-Bentazon 은 그 구조식 중 Benzene 環의 6개 탄소가 <sup>14</sup>C 로 균일하게 標識되었고 放射化學的 純度는 Autoradiography(그림 1)로 확인한 결과 99.5% 이상이었다. 또한 非標識 Bentazon 의 순도도 HPLC 로 확인하였다.

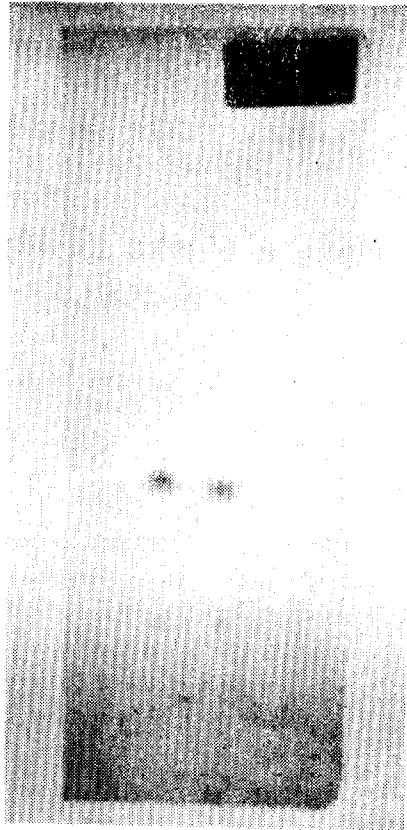


Fig. 1. Autoradiogram of <sup>14</sup>C-Bentazon used. TLC developing solvent: CHCl<sub>3</sub>-CH<sub>3</sub>OH(7 : 3, v/v) The upper two spots are for marking.

2. 供試 土壤

청주시 가경동 소재 논에서 채취하여 陰乾한 후 2mm 체를 통과시켜 供試土壤으로 사용하였고 그 物理化學的, 性質은 表 1 에서 보는 바와 같다.

3. Autoradiography

<sup>14</sup>C-Bentazon 의 放射化學的 純度와 토양 중 분해산물의 확인에는 Autoradiography를 사용하였다. 이 때 사용한 Film은 FUJI X-ray Film, Medical(FUJI Photo Film Co., LTD, Japan, 20.3×25.4cm), 현상액은 X-DOL(X-ray film developer, Poohung Photo-chemical Co., LTD, Korea), 定着劑는 X-FIX(X-ray film 用,

Table 1. Physico-chemical properties of the soil used.

pH(KCl 1 : 5)	Organic matter (%)	C.E.C. (me/100g soil)	Sand(%)	Silt(%)	Clay(%)	Texture
5.4	1.3	10.2	38.1	37.6	24.3	Loam

Poohung Photo-chemical Co., LTD, Korea)를 사용하였다. TLC 에는 Art. 5554, DC-Alufolien, Silica gel 60F 254(20×20cm, 0.2mm, E. Merck, West Germany)를 이용하였고 전개용매는 CHCl<sub>3</sub>-CH<sub>2</sub>OH(7 : 3, v/v)을 사용하였다.

4. <sup>14</sup>C-Bentazon 의 抽出不可 土壤吸着殘留物(non-extractable soil-bound residue)의 形式

예비실험에서 얻은 <sup>14</sup>C-Bentazon 의 토양 중 분해율을 고려하여 6 개월 동안 前培養(pre-incubation)한 후의 土壤 放射能(Bentazon 當量)이 185KBq/1.5kg(토양)이 되고 쏘 Bentazon 당량의 토양 중 함량이 5mg/kg(토양)이 되도록 <sup>14</sup>C-Bentazon 과 非標識 Bentazon 을 소량의 Methanol 에 녹여 잘 섞고 이것을 소량의 토양에 첨가하고 공기를 주입하여 Methanol 을 증발시킨 후 토양과 균일하게 섞고 이것을 다시 전체토양(건조토양무게 기준으로 6.5kg)이 담긴 Stainless steel 용기(내경 28.5cm, 높이 16cm)에 넣어 균일하게 섞고 最大容水量의 50%에 상당하는 증류수를 가하고 21±1°C 의 水浴上에서 Soda Lime 을 통과시켜 CO<sub>2</sub> 를 제거한 공기를 진공펌프를 사용하여 공급하면서 6 개월 간 호기적으로 培養하였다. 배양기간 중 손실되는 수분량은 매주 1 회 보충하였으며 이 때 발생하는 <sup>14</sup>CO<sub>2</sub> 는 1N-NaOH 에 포집하여 매주 측정하였다.

6 개월간의 前培이 끝난 토양은 비를 재배함으로써 토양에 강력하게 吸着되지 않은 <sup>14</sup>C-Bentazon 및 그 분해산물을 비가 흡수할 수 있게 한 다음 이 토양을 증류수<sup>2)</sup>를 사용하여 진탕기 위에서 추출하고 13,000 rpm 에서 15 분간 원심분리하였다. 이 조작은 抽出液의 放射能이 Background 수준에 도달할 때까지 계속하였고 완전히 추출된 토양은 陰乾 후 Biological Oxidizer(R.J. Harvey Instrument Corporation, USA, OX-400)와 Liquid Scintillation Counter(Philips, PW 4700)를 이용하여 추출불가능한 토양흡착 <sup>14</sup>C-Bentazon 잔류물을 측정하였고 이 토양을 作物 生育實驗에 사용하였다.

5. Acryl Chamber 의 제작

작물 재배기간 중 발생하는 <sup>14</sup>CO<sub>2</sub> 를 포집하기 위하여 두께 3mm, 內徑 15cm 인 원통형 Acryl 을 이용하여 높이 32.5cm 인 특수 Chamber 를 제작하여 그 속에 작물을 심은 Plastic Cup 을 넣고 진공펌프를 사용하여 공기를 주입하면서 발생한 <sup>14</sup>CO<sub>2</sub> 를 1N-NaOH 에 흡수시킨 후 매주 측정하였다.

6. 작물 재배 시험

작물 재배 직전에 標識 및 非標識 Bentazon 혼합물을 처리한 토양(Fresh Bentazon 토양)과 추출불가 <sup>14</sup>C-Bentazon 토양흡착 잔류물을 함유한 토양(Bound Bentazon 토양)을 각각 170g(건조토양 기준)씩 통기를 양호하게 하기 위해 밑바닥에 작은 구멍을 뚫은 소형 Plastic Cup 에 담고 작물의 種子 6~8 개씩을 파종하여 생육상태가 양호한 개체 4 본씩을 생육시켜 비교 시험하였고 이 때 발생하는 <sup>14</sup>CO<sub>2</sub> 는 매주 측정하였다. 각 처리는 2 반복씩 하였으며 처리방법, <sup>14</sup>C-Bentazon 의 放射能, Bentazon 의 전체농도 및 공시작물은 표 2 에서 보는 바와 같다.

한편 본 실험은 Growth Chamber 內에서 실시하였으며 Plastic Cup 이 들어 있는 Acryl Chamber 내의 조도는 16,000±1,000Lux 이고 Growth Chamber 內의 온도는 25±1°C, Acryl Chamber 內의 온도는 27°C 이었다. 수분량은 最大容水量의 60±5%로 유지시켰으며 낮과 밤의 시간은 16 : 8 시간으로 하여 28 일간 生育시킨 후 수확하여 作物體體가 흡수한 放射能을 計測하였다.

7. 放射能 計測

토양은 陰乾하여 균일하게 磨碎한 후 약 0.3g 을 취하여 Biological Oxidizer 로 연소시켜 이 때 발생하는 <sup>14</sup>CO<sub>2</sub> 를 <sup>14</sup>C-Cocktail(For Harvey Biological Oxidizer, R.J. Harvey Instrument Corporation, New Jersey, USA)에 흡수시켜 Liquid Scintillation Counter(LSC)

Table 2. The growing of some crops in the soils containing <sup>14</sup>C-Bentazon residues of different treatment backgrounds.

Treatment method	Radioactivity, dpm (KBq/170g soil)	Concentration (mg/170g soil)	Crop
Fresh	784, 934(13.098)	0.445	Soybean( <i>Glycine max</i> ) Radish ( <i>Raphanus sativus</i> )
Bound	778, 633(12.987)	0.446	Soybean( <i>Glycine max</i> ) Radish ( <i>Raphanus sativus</i> )

로 계속하였다.

식물체는 수확하여 물로 세척하고 뿌리와 地上部로 분리하여 냉동건조 후 마쇄하여 약 0.2g 정도를 취해 토양 중 방사능 측정과 같은 방법으로 측정하였다.

또한 1N-NaOH에 흡수된 <sup>14</sup>C<sub>2</sub>는 시료 5ml에 15ml의 Aquasol(DU PONT, NEN Research Products, USA)을 넣고 균일하게 섞은 후 4°C의 냉장고에서 24시간 안정시킨 후 LSC로 측정하였으며 유기용매에 녹아 있는 <sup>14</sup>C-Bentazon의 측정에는 Toluene Cocktail을 사용하였는데 이는 PPO(2, 5-diphenyloxazole) 4g과 POPOP(p-bis-[2-(5-phenyloxazolyl)-benzene] 0.5g을 scintillation grade의 Toluene에 녹여 1l로 만든 혼합액이다.

한편 Biological Oxidizer의 分析 條件은 산소와 질소의 flow rate가 각각 300ml/min., Catalyst zone과 Combustion zone의 온도를 각각 700°C와 900°C로 맞추고 燃焼 時間은 4분으로 하였다.

### 8. 土壤 抽出液 放射能의 Aqueous와 Phase와 Organic Phase로의 分配

<sup>14</sup>C-Bentazon을 처리한 토양에 작물을 재배함으로써 Bentazon이 어느 정도 極性化合物로 전환되는지를 알아보기 위하여 토양 10g을 증류수로 추출하여 그 추출액의 방사능이 Background 수준과 같아질 때까지 계속하였다. 추출액은 모두 혼합 후 pH 1로 조절하고 그 중 5ml를 screw-capped tube에 취하고 ethyl acetate 5ml를 넣어 세게 진탕하고 정지한 후 ethyl acetate층(Organic phase)과 물층(Aqueous phase)을 각각 2ml씩 넣어 균일하게 섞은 후 LSC로 방사능을 측정하였다.

## 結果 및 考察

### 1. 前培養(pre-incubation) 期間中 <sup>14</sup>C-Bentazon의 <sup>14</sup>CO<sub>2</sub>에로의 無機化(mineralization)

<sup>14</sup>C-Bentazon의 추출불가 토양흡착 잔류물을 형성하기 위하여 <sup>14</sup>C-Bentazon을 처리한 토양을 6개월간 前培養하는 기간 중 발생한 <sup>14</sup>CO<sub>2</sub>는 그림 2에서 보는 바와 같이 6개월간 <sup>14</sup>CO<sub>2</sub>로 無機화된 <sup>14</sup>C-Bentazon의 양은 最初 施用量의 14.79%이고 週當 평균 분해율은 약 0.57%이었으며 정상적인 분해율에 도달하는데 소요된 유도기(Lag phase)는 약 3주 정도이었다.

### 2. 土壤 抽出物의 Autoradiography

<sup>14</sup>C-Bentazon을 처리하여 6개월간 前培養(pre-incu-

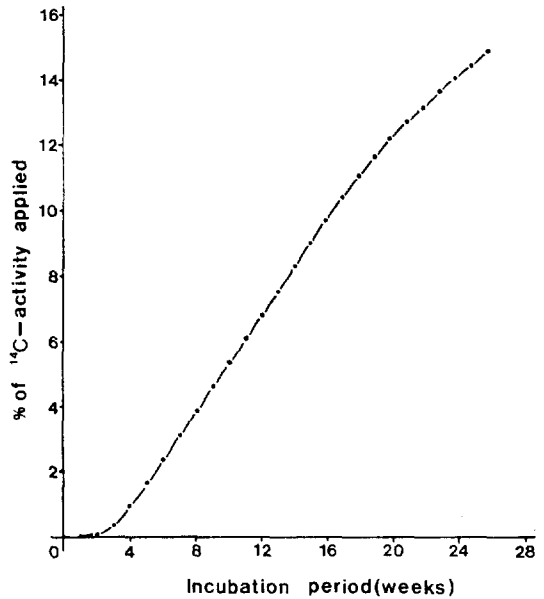


Fig. 2. <sup>14</sup>CO<sub>2</sub> evolution from <sup>14</sup>C-Bentazon in soil during the 6-month pre-incubation.

bation)한 후 벼를 재배한 토양을 추출액의 방사능이 Background 수준이 될 때까지 물로 추출하여 Rotary evaporator로 완전히 농축한 후 TLC를 行하고 Autoradiography를 한 결과 <sup>14</sup>C-Bentazon보다 Rf 값이 큰 부분에 약간의 感光痕跡이 있어 이를 HPLC로 분석하였으나 그 양이 미소하여 확인이 불가능하였다.

### 3. 作物 生育期間中 <sup>14</sup>C-Bentazon의 <sup>14</sup>CO<sub>2</sub>로의 無機化(mineralization)

특수하게 제작한 Acryl Chamber 내에서 작물을 28일간 재배하는 기간 중 발생한 <sup>14</sup>CO<sub>2</sub>는 表 3과 같다. 이 表에서 보는 바와 같이 콩과 무우 모두 작물재배직전에 <sup>14</sup>C-Bentazon을 처리한 토양(Fresh Bentazon 토양)이 토양흡착 잔류물을 함유한 토양(Bound Bentazon 토양)보다 더 많은 <sup>14</sup>CO<sub>2</sub>가 방출되었는데 이는 토양 부식물에 강력하게 흡착 내지는 결합된 농약은 토양 미생물에 의한 이용이 어려움을 입증해 주고 있다.

또한 Fresh Bentazon 토양에 작물을 재배하는 기간 중 방출된 <sup>14</sup>CO<sub>2</sub>의 양은 前培養期間中 28일 동안 방출된 <sup>14</sup>CO<sub>2</sub> 함량인 0.98%와 비교하면 콩과 무우의 경우 모두 훨씬 많은 <sup>14</sup>CO<sub>2</sub>가 방출됨을 알 수 있는데 이는 작물의 存在가 토양 중 농약 잔류물의 분해를 촉진함을 示唆해 준다.

Table 3. Mineralization of  $^{14}\text{C}$ -Bentazon in soil to  $^{14}\text{CO}_2$  during 28 days of crop growing.

Crop	Treatment method	Replicate	Radioactivity(dpm) applied to 170g soil	$^{14}\text{CO}_2$ evolved (dpm)	Mineralization rate(%)	Mean(%)
Soybean	Fresh	1	784, 934	11631	1.48	$1.42 \pm 0.06$
		2		10677	1.36	
	Bound	1	778, 633	5659	0.73	$0.78 \pm 0.05$
		2		6393	0.82	
Radish	Fresh	1	784, 934	16762	2.14	$2.15 \pm 0.01$
		2		16899	2.15	
	Bound	1	778, 633	8640	1.11	$1.08 \pm 0.04$
		2		8202	1.04	

Table 4. Harvest of the crops grown in the soils containing  $^{14}\text{C}$ -Bentazon residues.

Crop	Treatment method	Replicate	Weight(g)	
			Fresh	Dry
Soybean	Control	1	4.89	0.42
		2	5.76	0.25
	Fresh	1	8.21	1.04
		2	7.88	1.08
	Bound	1	6.74	0.72
		2	5.84	0.61
Radish	Control	1	0.71	0.12
		2	1.14	0.88
	Fresh	1	2.29	0.36
		2	2.98	0.45
	Bound	1	1.60	0.20
		2	1.20	0.16



Fig. 3. The growing of soybean in the specially devised apparatus.

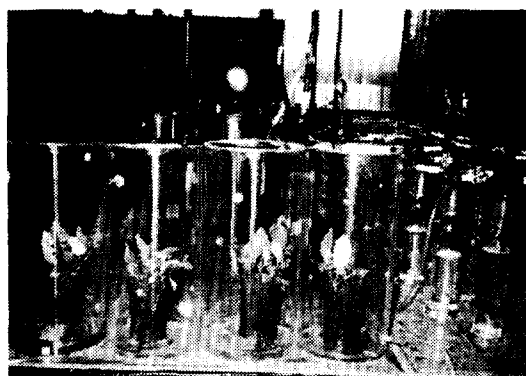


Fig. 4. The growing of radish in the specially devised apparatus.

Table 5. Uptake of <sup>14</sup>C-Bentazon and its metabolites from the soil by crops during the growth period of 28 days.

Crop	Treatment method	Replicate	Uptake(%)					
			Root	Mean	Shoot	Mean	Total	Mean
Soybean	Fresh	1	41.46	42.66±1.19	2.63	2.76±0.13	44.09	45.41±1.32
		2	43.85		2.88		46.73	
	Bound	1	3.74	3.33±0.42	0.54	0.60±0.06	4.28	3.92±0.36
		2	2.91		0.65		3.56	
Radish	Fresh	1	16.65	16.64±0.02	4.87	4.85±0.03	21.52	21.48±0.04
		2	16.62		4.82		21.44	
	Bound	1	0.93	0.84±0.09	0.39	0.40±0.01	1.32	1.23±0.09
		2	0.74		0.40		1.14	

4. 作物의 生育 實驗

Growth Chamber 내에서 작물을 28 일간 生育시킨 후 수확하여 生體重과 乾物重을 측정 한 결과는 表 4에서 보는 바와 같이 Control 과 비교해 볼 때 <sup>14</sup>C-Bentazon 을 처리한 區에서 작물의 生育은 정상이었음을 알 수 있다. 또한 그림 3, 4 는 특수하게 제작한 Acryl Chamber 의 모양과 그 속에서 28 일간 生育시킨 콩과 무우의 生育상태를 각각 보여 준다.

5. 作物에 의한 <sup>14</sup>C-Bentazon 및 그 分解產物의 吸收

수확한 작물을 뿌리와 지상부로 나누어 냉동건조 후 磨碎하고 Biological Oxidizer 로 燃燒하여 LSC 로 방사능을 측정 한 결과는 表 5에서 보는 바와 같다. 이 表에서 보는 바와 같이 콩의 경우 흡수된 방사능의 대부분이 뿌리에 殘留하는 반면 무우의 경우는 콩과 비교할 때 식물체에 흡수된 방사능이 콩의 약 절반정도 이지만 흡수된 방사능의 많은 부분이 콩에 비해 신속히 地上部로 移行함을 알 수 있었다. 한편 Fresh Bentazon 토양과 Bound Bentazon 토양에 작물을 재배했을 때의 吸收比를 表 6에 나타내었는데 이 表에서 보는 바와

Table 6. Comparison of the uptake of different <sup>14</sup>C-Bentazon residues by crops.

Crop	Uptake ratio of radioactivity
	Fresh : Bound
Soybean	12 : 1
Radish	17 : 1

같이 Fresh Bentazon 토양과 Bound Bentazon 토양 중 <sup>14</sup>C-Bentazon 의 양은 거의 같으나 그 吸收比는 콩과 무우에 있어서 각각 12 : 1 과 17 : 1 이었다. 이는 토양 중 農藥 殘留物의 함량이 거의 동일할지라도 그 農藥 잔류물이 토양에 강력하게 흡착 내지 결합된 상태인지 아닌지에 따라 작물에 의한 흡수 정도에는 큰 차이가 있음을 알 수 있다.

6. 土壤 抽出液 放射能의 Aqueous Phase 및 Organic Phase 에의 分配

토양에 처리된 <sup>14</sup>C-Bentazon 이 작물 재배 前 토양과 栽培 後 토양 중에서 Aqueous Phase 와 Organic Phase 에의 分配는 表 7에 나타내었다. 이 表에서 보

Table 7. Distribution of <sup>14</sup>C-Bentazon after partitioning the soil extracts.(Aqueous+Organic phase=100)

Crop	Treatment method	Before planting		After planting	
		Aqueous phase(%)	Organic phase(%)	Aqueous phase(%)	Organic phase(%)
Soybean	Fresh	0.6	99.4	26.8	73.2
	Bound	0	0	37.9	62.1
Radish	Fresh	0.6	99.4	19.6	80.4
	Bound	0	0	37.5	62.5

는 바와 같이 작물을 재배하지 않은 토양의 경우 Fresh Bentazon 토양에서 99.4%가 Organic Phase 로 分配되고 Bound Bentazon 토양은 抽出不可 土壤吸着 殘留物을 形成하기 위해 증류수로 완전히 추출된 토양이므로 放射能이 거의 Background 수준이었다. 그러나 28 일간 작물을 재배한 토양은 각 작물 모두 Fresh Bentazon 토양과 Bound Bentazon 토양에서 많은 放射能이 Aqueous Phase 에 分配되는 것으로 보아 많은 量의 極性物質이 生成되었음을 알 수 있다. 특히 Bound Bentazon 토양이 Fresh Bentazon 토양보다 더 많은 量의 방사능이 Aqueous Phase 에 分配하는데 이는 6개월간의 前培養(pre-incubation)기간 중 極性物質로 變化하여 토양 유기물과 결합하였거나 토양 중에 존재하는 어떤 물질과 接合體를 形成하였기 때문인 것으로 생각된다.

要 約

土壤中에 存在하는 除草劑 Bentazon 殘留物이 農作物에 의하여 어느 정도 吸收되는지를 究明하기 위하여 <sup>14</sup>C-Bentazon 을 栽培 直前に 處理한 토양(Fresh Bentazon 토양)과 抽出이 不可能한 土壤吸着 殘留物 形態의 <sup>14</sup>C-Bentazon 을 함유한 토양(Bound Bentazon 토양)에 콩과 무우를 심고 28일간 生育시켜 다음과 같은 結果를 얻었다.

1. <sup>14</sup>C-Bentazon 을 토양에 처리하고 6개월 동안 前培養(pre-incubation)하는 동안 발생된 총 <sup>14</sup>CO<sub>2</sub> 量은 처리 방사능의 14.79%이었다.

2. 28일간 作物을 재배하는 동안 토양 중의 <sup>14</sup>C-Bentazon이 <sup>14</sup>CO<sub>2</sub>로 無機化되는 量은 Bound Bentazon 토양보다 Fresh Bentazon 토양에서 훨씬 많았으며 콩에서보다 무우에 있어서 훨씬 많았다.

3. 콩과 무우에 의하여 흡수된 <sup>14</sup>C-Bentazon 및 그 대사산물의 量은 Fresh Bentazon 토양에서 각각 45.41%와 21.48%이었으며 Bound Bentazon 토양에서는 각각 3.92%와 1.23%이었다. 吸收된 放射能이 뿌리로부터 地上部로 移行되는 比率은 콩에서보다 무우에 있어서 훨씬 높았다.

4. 콩과 무우에 의하여 吸收된 Fresh Bentazon 對 Bound Bentazon 의 비율은 각각 12 : 1 과 17 : 1 이었

다.

5. 作物의 存在는 <sup>14</sup>C-Bentazon 의 <sup>14</sup>CO<sub>2</sub> 로의 無機化와 極性代謝產物로의 變化를 增進시킴이 立證되었다.

參 考 文 獻

1. Mine, A. and S. Matsunaka (1973) : Mode of Action and Selective Mechanism of Bentazon, Proc. Weed Soc. Japan, 12th Meet., 82.
2. Mine, A. and S. Matsunaka (1975) : Mode of Action of Bentazon. Effect on Photosynthesis, Pestic. Biochem. and Physiol., 5, 444.
3. Otto, S., P. Beutel, N. Drescher and R. Huber (1978) : Investigation into the Degradation of Bentazon in Plant and Soil, Adv. in Pestic. Sci., 3, 551.
4. Mine, A., M. Miyakado and S. Matsunaka (1975) : The Mechanism of Bentazon Selectivity, Pestic. Biochem. and Physiol., 5, 566.
5. Lee, Jae Koo, F. Führ and Mittelstaedt(1987) : Formation of Bentazon Residues in a German and Korean Agricultural Soil, Korean J. Environ. Agric., 6(1), 17.
6. Lee, Jae Koo, F. Führ and W. Mittelstaedt (1987) : Bioavailability of Bentazon Residues in a German and Korean Agricultural Soil, Korean J. Environ. Agric., 6(2), 22.
7. Lee, Jae Koo, F. Führ and W. Mittelstaedt (1988) : Formation and Bioavailability of Bentazon Residues in a German and Korean Agricultural Soil, Chemosphere, 17(2), 441.
8. Müller, F. and A. Sanad(1978) : Verbleib Verschiedener Kombinationsherbizide in Winterweizenpflanzen, Med. Fac. Landbouww. Rijksuniv. Gent, 43/2, 1167.
9. Weinmann, W. and K. Schinkel(1976) : Biologische Bundesanstalt für Land und Forst Wirtschaft, Merkblatt Nr. 36.