

招 請 講 演  
Invited Lecture

# 土壤中에 있어서 Thiobencarb(Benthiocarb)의 脫鹽素反應에 관한 研究

文 永 熙\*

## Studies on Dechlorination of the Thiobencarb (Benthiocarb) in Soils

Moon, Young Hee \*

### I. 序 言

Thiobencarb(benthiocarb, S-4-Chlorobenzyl N,N-diethyl-thiocarbamate)는 水稻作에 있어서 피, 방동사니 등에 대한 雜草防除效果가 높고 벼에 대하여 거의 藥害가 없는 除草劑이다. 이 때문에 우리나라를 비롯한 아시아地域 뿐만 아니라, 아메리카 등지에서도 널리 使用되어진다.

한편, 1976年경부터 이 除草劑를 施用한 논중 極히 一部에서는 벼의 矮化症이 發生되었다.<sup>1)</sup> 그 原因은, Fig. 1.에서 보는 바와 같이 benthiocarb는 好氣的 條件의 土壤中에서는 빨리 CO<sub>2</sub>까지 分解되

지만 特殊한 土壤條件下에서는 benthiocarb의 脫鹽素體 (S-benzyl N,N-diethylthiocarbamate, 以下 脫鹽素 benthiocarb로 稱)가 生成되는데, 이 脫鹽素 benthiocarb에 의한 것임이 밝혀졌다.<sup>2)</sup>

이 脫鹽素 benthiocarb는 土壤뿐만 아니라 各種의 生物 및 環境中에서 benthiocarb의 代謝生成物로써 지금까지 밝혀지지 않았던 化合物이다.<sup>3)</sup>

한편, 土壤중에서 PCBA,<sup>4)</sup> PCP,<sup>3)</sup> Chlornitrofen<sup>5)</sup> 등의 polychlorophenyl 化合物은 容易하게 脫鹽素反應을 받지만 monochlorophenyl 化合物은 一般的으로 脫鹽素가 이루어지지 않는다. 土壤 또는 生體內에서 水酸基로 置換反應은 일어나지만 水素와 置換反應은 알려진 바 없다. Monochlorophenyl 化合物에서도 脫鹽素된다는 것이 밝혀진 것은 benthiocarb의 脫鹽素反應이 처음의 예이다.<sup>6)</sup>

本 研究는 土壤中에 있어서 benthiocarb의 脫鹽素條件 및 機構를 解明하기 위하여 脫鹽素反應과 土壤의 性質 및 條件과의 關係, 이 反應에 關與하는 土壤中의 脫鹽素菌의 特性 및 消長에 대하여 研究한 것이며, 이미 學術誌에 報告되어졌기에,<sup>7-12)</sup> 여기에는 講演內容을 간단히 要約, 敘述하고자 한다.

招請講演의 榮光된 機會를 주신 韓國雜草學會의 梁桓承顧問 및 金東秀會長님을 비롯하여 全 會員님께 깊이 感謝드린다.

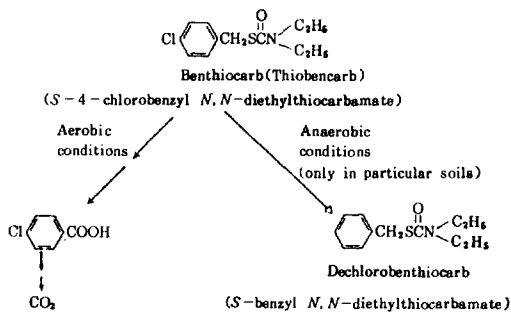


Fig. 1. Degradation pathways of benthiocarb in soils.

\* 全北大學校 農科大學 農化學科.

\* Department of Agricultural Chemistry, Chonbuk National University, Chonju, 520, Korea

## II. Benthiorb의 脫鹽素反應

Benthiorb의 脫鹽素反應은, 湛水條件下的 極히 限定된 土壤中에서만 일어났으며, 一定한 lag time 後에 進行되었다. 이 反應은 微生物의 活性에 의하여 일어났으며, 土壤中에서 反應이 進行되기 위하여는 벼짚, 澱粉 등과 같은 有機物을 必要로 하였다. 反應은 溫度 20~30°C, pH 6.5~7.5의 還元的 條件下(Eh-200 mV 程度)에서만 일어났다. 反應이 일어나는 土壤은 磷酸含量이 높았다. 이와 같이 benthiorb의 脫鹽素反應은, 一般的으로 일어나기 어렵고, 限定된 土壤에서 더욱 좁은 條件에서만 일어남을 알 수 있었다.

脫鹽素活性을 갖은 土壤에서도 反應의 進行을 위하여는 一定量의 有機物添加를 必要로 했고, 이 有機物은 낮은 酸化還元電位를 維持시켜 줌과 동시에 微生物의 營養源으로써 利用되어 갔다. 또 lag time 은 土壤의 還元화와 pH의 中性화를 위한 期間임과 동시에, 脫鹽素菌의 增殖을 위한 期間이었다.

脫鹽素反應의 活性은 benthiorb의 反覆添加에 의하여 크게 促進되었다. 이것은 反覆添加에 의하여 菌이 增殖되어졌기 때문이었다. 그러나 土壤中에서 benthiorb가 消失되면 反應의 活性은 急速히 減少했다.

脫鹽素反應을 일으키는 脫鹽素菌은 그람 陽性的 通性 嫌氣性 細菌으로 示唆되어졌다. 特定の 土壤에서만 存在하는 이 脫鹽素菌은 限定된 條件下에서만 活性을 나타내고, 土壤中에서의 反應條件과 같이 最適條件은 25~30°C, pH 7 정도, Eh-200 mV 程度인 것으로 나타났다. 더욱 活性을 發現하기 위하여는 一定濃度の 有機物을 必要로 했다.

脫鹽素菌을 各種培地에 接種하였을 경우 一般 細菌用 培地중에서는 增殖되지 않고 대단히 限定된 營養條件下에서만 增殖하는 것으로 나타났다. 增殖을 위하여는 脫鹽素活性이 있는 土壤抽出液培地 또는 一定濃度の 酵母에키스를 含有한 無機鹽類培地가 有用했다.

土壤中 또는 培地中에서 脫鹽素菌의 增殖에 크게 關與하는 要因은 磷酸, 鐵, 鹽類, 有機炭素 및 窒素의 濃度인 것으로 나타났다. 이 結果로 菌의 增殖 및 活性이 없는 土壤中에는 特別히 脫鹽素菌의 增殖을 阻害하는 物質이 存在하는 것이 아니며, 菌의 增殖을 위한 營養條件이 滿足되지 않았기 때문에 생각된다.

이처럼 脫鹽素菌은 限定된 條件下에서만 增殖하고 또 benthiorb의 類似化合物中에서 特殊한 몇 種類만을 脫鹽素화시키며 다른 有機鹽素系化合物은 脫鹽素시키지 못하는 것으로 判斷되었다.

이 脫鹽素菌의 菌數를 測定한 結果, 脫鹽素活性을 가진 土壤中에서 benthiorb가 存在할 경우에만 脫鹽素菌의 菌數는 增加했으며, benthiorb가 없는 土壤中에서는 서서히 減少했다. 더욱 이 菌이 增殖하기 위하여는 本來 土壤中에 存在하는 有機物의 量으로는 不充分하여 有機物의 添加에 의하여 增殖이 促進되었다. 더욱이 菌數는 benthiorb의 反覆添加에 의하여 크게 增加되었다.

Benthiorb 脫鹽素反應은 矮化防止劑 methoxyphenone 및 BNA-80, 特別히 BNA-80의 低濃度에 의해 長期間 抑制되었지만, 이것은 兩化合物에 의하여 脫鹽素菌의 增殖이 阻害되었기 때문이었으며, 兩化合物의 添加에 의하여 脫鹽素菌의 減少는 認定할 수 없었기에 脫鹽素菌을 殺菌하는 것은 아니었다.

土壤中에 있어서 脫鹽素反應의 進行과 脫鹽素菌의 增殖狀態는 어느 경우에서도 잘 一致했다.

以上 敘述한 바와 같이 benthiorb 脫鹽素菌은 benthiorb 및 그의 特定 類似化合物만을 脫鹽素시키는 菌으로써 더욱 지금까지 알려지지 않았던 monochlorophenyl 化合物을 脫鹽素시킬 수 있는 特異적인 細菌이었다. 이 菌의 生育 또는 脫鹽素活性發現을 위한 條件은 極히 限定되어서, 限定된 有機物 및 鹽類濃度の 營養條件을 비롯 一定 範圍의 pH, Eh 濃度인 環境條件下에서만 增殖이 可能한 菌이었다. Benthiorb가 圃場에서 오래동안 廣範圍하게 使用되어 왔음에도 불구하고, 脫鹽素 benthiorb에 의한 水稻의 矮化症이 極히 限定된 土壤 및 條件下에서만 發生되었던 것은 이 脫鹽素菌이 限定된 條件下에서만 生育이 可能했었기 때문에 推論된다.

## 引用 文 獻

1. 武市義雄·小山 豊. 1979. ベンチオカーブ 施用 水田における水稻のわい化症の發生實態. 日本雜草研究 24: 247-253.
2. Ishikawa, K., R. Shinohara, A. Yagi, S. Shigematsu and I. Kimura. 1980. Identification of S-benzyl N,N-diethylthiocarbamate in paddy field soil applied with benthiorb herbicide. J. Pesticide Sci. 5: 107-109.

3. 敏塚昭三. 1972. 除草剤の土壌および植物體における分解, 代謝, 行動に関する研究. 日本農薬誌. 2 : 201-203.
4. Ishida, M. 1972. Environmental Toxicology of Pesticide ed. by Matsumura, F., C. M. Boush and T. Misato. Academic Press, New York, 281-306.
5. 山田忠男・鈴木隆之. 1983. 水田中におけるCNPからの還元的脱塩素物質の生成. 日本農薬誌. 8 : 437-443.
6. Suflita, J. M., A. Horowitz, D. R. Shelton and J. M. Tiedje. 1982. Dehalogenation : A novel pathway for the anaerobic biodegradation of halomatic compounds. Science 218 : 1115-1117.
7. Moon, Y. H. and S. Kuwatsuka. 1984. Properties and conditions of soil causing the dechlorination of the herbicide benthocarb(thiobencarb) in flooded soils. J. Pesticide Sci. 9 : 745-754.
8. Moon, Y. H. and S. Kuwatsuka. 1985. Microbial aspects of dechlorination of the herbicide benthocarb(thiobencarb) in soil. J. Pesticide Sci. 10 : 513-521.
9. Moon, H. Y. and S. Kuwatsuka. 1985. Factors influencing microbial dechlorination of benthocarb(thiobencarb) in the soil suspension. J. Pesticide Sci. 10 : 523-528.
10. Moon, H. Y. and S. Kuwatsuka. 1985. Characterization of microbes causing dechlorination of benthocarb(thiobencarb) in diluted soil suspension. J. Pesticide Sci. 10 : 541-547.
11. Moon, H. Y. and S. Kuwatsuka. 1986. Nutritional conditions of the microorganisms for benthocarb(thiobencarb) dechlorination. J. Pesticide Sci.(in press).
12. Moon, Y. H. and S. Kuwatsuka. 1986. Changes in benthocarb(thiobencarb)-dechlorinating microflora in soil under various conditions. J. Pesticide Sci.(in press).