

(사) 한국토양환경학회
추계학술발표회논문집
1999년 10월 29일 제주대학교

토양 세척을 통한 살충제 (파라티온, 다이아지논)로 오염된 토양의 정화
Remediation of Insecticides (Parathion, Diazinon) Contaminated Soil
by Washing Process

현재혁 · 백정선 · 조미영

충남대학교 환경공학과

ABSTRACT

Several chemical washing procedures were applied to Parathion and Diazinon contaminated soil. Batch and column tests were performed to determine the insecticides extraction efficiency as a function of pH.

Washing efficiency of methanol is more higher than that of water and HCl when washed parathion and diazinon are. Those are completely miscible with most organic solvents. For parathion, release trend is increased as pH is increased because it is hydrolyzed easily at the condition of alkali. But diazinon shows reverse because diazinon is decomposed rapidly at the condition of acidic. So, diazinon is more released than parathion is because this experiment is performed in acidic and weak acidic conditions.

Generally, parathion and diazinon are classified as having low mobility, so they can be easily controlled if the proper washing process are applied.

Key words : Parathion, Diazinon, pH, Washing solutions (water, HCl, methanol)

I. 서론

토양 오염은 산업과 생산활동, 즉 인간의 활동에 의하여 만들어진 여러 가지 물질이 토양에 들어감으로써 그 성분이 변화되어 환경에 악영향을 미치는 것을 말한다.

작물의 생산량을 유지·향상시키기 위해 필수불가결한 농약은 토양에 잔류하거나 강, 호수, 지하수 등의 수계환경에 유입되어 환경오염문제를 초래하고 있고 인체에 축적되어 악영향을 미치고 있다.¹⁾ 특히 이러한 농약이 지하수로 흘러 들어감에 따라 지하수 오염문제를 발생시키므로 세계 각국에서 사회적 관심의 대상이 되고 있으며, 향후 종합적이고 효율적인 토양보전정책이 요구되고 있는 실정이다.²⁾

본 연구에서는 유기인 화합물 (파라티온, 다이아지논)^{3),4)}로 오염된 토양을 복원시키는 방법으로 물, HCl, 유기 용제 등의 여러 세척 용제를 가지고 세척시킴으로서 각종 유기인 화합물에 대해 세척 효과를 알아 보았으며 토양 내 농약의 거동을 살펴 오염 토양을 처리·복원시키는 데에 그 목적이 있다.

II. 실험방법

1. 방법

먼저 자연 토양에 인위적으로 농약 (파라티온, 다이아지논)을 오염시킨 후 여러 세척 용제 (water, HCl, methanol 등)를 가지고 Batch 실험과 Column 실험을 병행하였으며 채취한 샘플은 원심분리 후 추출, 정제, 농축의 과정을 거쳐 GC/MS로 측정하였다.

2. 기본 물성 실험

먼저 토양의 물리적인 성질을 알아보기 위해 기본 물성 실험⁵⁾ (pH, 유기물 함량, 수분 함량, 입도 분포, CEC⁶⁾ 등)을 행하였으며 그 결과는 표 1과 같다.

Table 1. Physical properties of sample soil

물리적 성질		측정치
pH		7.43
유기물 함량 (%)		3.09
수분 함량 (%)		9.07
CEC (Cmol(+)/kg)		8.2
particle size distribution (%)	sand (2 ~ 0.05 mm)	90.47
	silt (0.05 ~ 0.002 mm)	4.08
	clay (< 0.002 mm)	5.45

3. 인위적 흡착 실험

먼저 토양 자체가 농약을 보유하고 용탈할 수 있는지의 능력을 알아보기 위해 회수율⁸⁾ 실험을 행하였으며 그 후 회분식 흡착 실험을 하였다.

회분식 흡착 실험은 농약을 농도별 (0.1, 1, 5 mg/l)로 일정양의 토양에 1 : 20, 1 : 100 (w : v)으로 혼합한 후, 혼합된 토양을 100 ml seal vial에 넣어 25 °C, 120 rpm으로 진탕시킨다. 그 후 시간별로 취해진 각각의 샘플을 16,000 rpm으로 원심분리한 후 상등액을 취해 공해공정시험법⁷⁾에 따라 추출과 농축 과정을 거친 후 GC/MS로 정량 및 정성 분석을 실시하였다.

4. 토양 세척 실험

가. 회분식 실험

파라티온, 다이아지논의 농도 1 mg/l로 처리된 각각의 토양 5 g을 100 ml의 세척 용제 (물, HCl, Methanol 등)가 들어 있는 각각의 seal vial에 넣고 25 °C 수욕상에서, 120 rpm의 속도로 48 시간 동안 진탕 실험을 행한 후 각각 시간별로 취해진 시료를 16,000 rpm으로 원심분리 후 상등액을 GC/MS로 측정하였다.

시료는 시간상 변화를 관찰하기 위하여 3, 6, 12, 24 시간에 샘플을 취하여 각각 제거율을 비교하였으며 각 시간별 pH를 측정하여 pH의 영향에 대해서도 조사하였다.

나. 연속식 실험

φ 1 cm × H 15 cm의 컬럼에 1 mg/l로 처리된 토양 8 g을 충진시킨 후 각각의 세척

용제 (회분식 실험과 동일)를 1.5 ml/min의 유량으로 주입시켰다. 토양 8 g을 이용하여 건조 밀도가 1.7 g/cm³가 되도록 다짐하였으며 캐럼의 Bed volume은 4.712 cm³, HRT는 3.14 min으로 유지시켰다. 또한 고상과 액상의 반응이 다른 주위의 반응에 영향을 받지 않도록 CaCl₂를 이용하여 이온 강도를 0.05 M로 유지시켰다. 시간별로 유출수를 채취하여 16,000 rpm으로 여과시켜 고액 분리한 후 추출, 농축의 과정을 거쳐 GC/MS로 각각 측정하여 오염물질의 제거능을 관찰하였다.

III. 실험결과

1. 인위적 흡착 결과⁹⁾

농약의 수용액으로부터의 회수율은 다이아지논이 약 90 %, 파라티온이 약 81 %로 나타났으며 인위적 회분식 흡착 결과는 농도가 각각 1 mg/l인 농약을 5 g : 100 ml에 흡착시켰을 때 가장 좋은 흡착율을 보였다. 최대 흡착율은 각각 파라티온이 83 %, 다이아지논이 93 %를 보였으며 흡착은 초기에서 3시간 이내에 거의 대부분의 양이 흡착되었으며 시간이 지남에 따라 거의 일정한 수준을 유지하는 경향을 보이고 있다.

2. 토양 세척 실험

가. 회분식 실험

회분식 실험 결과는 표 2에 나타난 바와 같다.

Table 2. Effect of soil washing with various washing solutions in batch mode

세척 용제	제거율 (%)	
	파라티온	다이아지논
물	65 %	78 %
0.1 M HCl	61 %	88 %
methanol	85 %	94 %

그 결과 두 개의 농약 모두 유기 용매인 methanol로 세척한 것이 파라티온 85 %, 다이아지논 94 %로 가장 높았다. 이것은 모든 농약의 특성으로 디클로로메탄, 헥산, 아세톤, 메탄을 등의 유기 용매에 매우 잘 용해된다는 일반적인 특성과 일치한다.

파라티온은 물이 65 %로 0.1 M HCl 61 % 보다 제거율이 약간 우세한 것으로 나타났으며 다이아지논은 반대로 0.1 M HCl이 88 %로 높게 나타났다. 그러나 시간이 지남에 따라 모든 실험에서 제거율이 감소하는 경향을 보이고 있는데 이것은 수용액 중 농약의 반감기와 미생물에 의한 분해로 사료된다.

나. 연속식 실험

연속식 실험의 결과를 그림 1에 나타내었으며 결과 역시 회분식 실험의 결과와 같은 경향을 보이고 있다. 두 농약 모두 초기에 빠른 제거율을 보이고 있으며 특히 methanol에 높은 제거율을 보이고 있다.

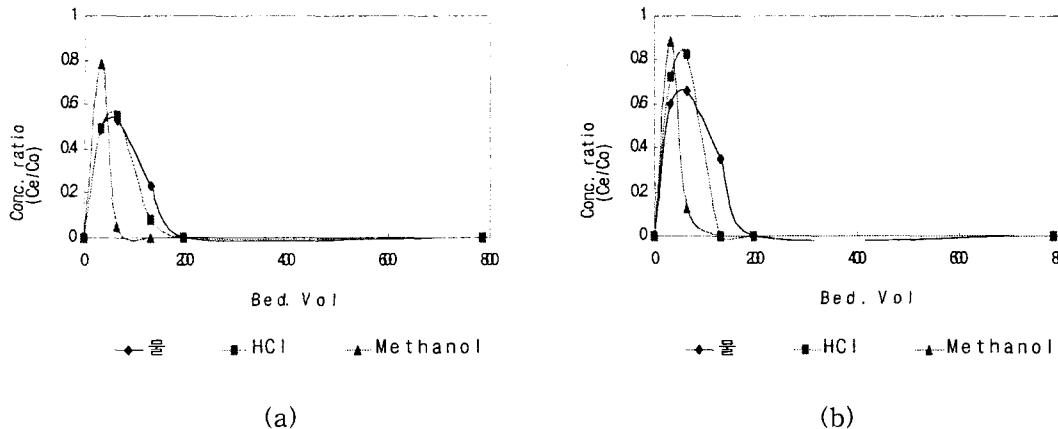


Fig. 1. Desorption efficiency of a) parathion, b) diazinon with various washing solutions in column mode

그림 1에 나타난 바와 같이 파라티온은 약 30 Bed Vol.에서 methanol이 78%, 0.1 M HCl이 52 %, 물이 50 %의 제거율을 각각 보이고 있고 다이아지논의 경우는 약 30 Bed Vol.에서 methanol이 88%, 0.1 M HCl이 80 %, 물이 63 %의 제거율을 각각 보이고 있다.

이것은 초기에 대부분 제거가 되었으며 그 중에서도 methanol에 의한 제거가 가장 빠르고 양호한 것으로 나타났다. 회분식에서는 파라티온의 세척제로서 물이 HCl보다 약간 제거율이 좋았으나 연속식에서는 HCl이 반대로 약간 좋은 결과를 보이고 있다.

IV. 결론

이상의 결과로 보았을 때, 파라티온이나 다이아지논으로 오염된 토양의 세척시 methanol이 가장 우세하였으며 대체적으로 시간이 지남에 따라 제거율이 약간 감소하는 데 이것은 수용액 중 농약의 반감기와 미생물에 의한 분해로 사료된다. 또한, 파라티온은 알칼리성에서 분해가 빠르나 산성과 중성에서 분해가 느리며 다이아지논은 반대로 산성에서는 분해가 매우 빠르나 중성 알칼리성에서는 분해속도가 느리고 안정적인 것으로 보고되어 있다. 따라서 이 실험에서의 실험 조건이 산성이나 중성에 가까운 약산성으로 보아 다이아지논의 제거율이 파라티온보다 높은 결과를 보이는 것과 일치한다고 사료된다.

참 고 문 헌

- 1) 한국환경기술개발원, "토양환경보전을 위한 오염방지기준 및 관리대책", 1 ~ 6 pp, 1995
- 2) 김복영, "토양오염 실태와 개선 대책", 농업기술연구소, pp. 68, 1993
- 3) Clive Tomlin, "The Pesticide Manual", 10 th, Ed.
- 4) 차문길, "농약총람", 도서출판 한림, 1984
- 5) Page. A. L, R. H Miller, D .R Keeney, "Methods of Soil Analysis" Part 2, 1990
- 6) 신영오 외 1, "토양식물영양 비료학", 집현사, 1987
- 7) 환경처, "환경오염공정시험방법", 동화기술, 1993
- 8) 권진욱 외 3, "토양중 Paraquat의 효과적인 추출방법", 한국환경농학회지 제16권, 1997
- 9) S. Baskaran, N. S. Bolan, A. Rahman, R. W. Tillman "Non-Equilibrium Sorption during the Movement of Pesticides in Soils", Pestic. Sci., pp. 333 ~ 343, 1996