

토양에서의 Cr(III)과 Cr(VI)의 분포 Distribution of Chromium(III) and Chromium(VI) in Soils

Rog-Young Kim^{1)*} · Gerhard Welp²⁾ · and Gehard. W. Bruemmer²⁾

Division Soil & Fertilizer Management, National Academy of Agricultural Science, RDA,
Suwon 441-707, Republic of Korea¹⁾

Division Soil Science, Institute of Crop Science and Resource Conservation,
University of Bonn, Nussallee 13, D-53115 Bonn, Germany²⁾

지속가능한 자연환경을 개발하기 위해서는 토양의 역할이 간과될 수 없는데, 근래에 들어 토양의 중요성이 계속적으로 증가하고 있다. 유럽국가 중 독일에서는 1999년부터 법적인 효력을 발휘하고 있는 연방토양보호시행령 (BBodSchV 1999) 이후, 토양의 기능을 보호 및 복원하고, 유해한 변화를 예방하려는 노력을 하고 있다. 독일 연방토양보호시행령 (BBodSchV 1999)에는 유해물질들에 대한 우려기준 (Precautionary values), 조사기준 (Trigger values), 대책기준(Action values)이 명시되어있다.

크롬에 대해서는 우려기준과 조사기준이 정해져있다. 우려기준은, 초과할 경우 유해한 토양변화의 우려가 있는 함량을 말하며 (독일연방토양보호법 BBodSchG 1998), 지질학적, 지역적인 특색을 보여주는 배경농도 (Background concentration)를 고려하여 정한다. 크롬의 배경농도는 모암의 종류에 따라, 사질토양 5 mg kg⁻¹, 빙하양토 25 mg kg⁻¹, 양토 25 mg kg⁻¹, 점토암토/사암토 35 mg kg⁻¹, 석회암토 35 mg kg⁻¹, 충적토 35 mg kg⁻¹, 부식층 15 mg kg⁻¹ 이다 (독일 노르트라인-베스트팔렌 주 토양). 크롬의 우려기준은 토성에 따라 달라지며, 사질토양 (sand) 30 mg kg⁻¹, 실트/양질토양 (silt/loam) 60 mg kg⁻¹, 점토토양 (clay) 100 mg kg⁻¹ 이다 (BBodSchV 1999). 이에반해 조사기준은, 오염물질 노출경로와 토지이용에 따라서 달라지며, 초과할 경우, 유해한 토양변화가 있는지를 조사하여 밝혀야 한다. 조사기준은 당연히 배경농도보다 훨씬 높다. 크롬의 조사기준은 노출경로가 토양-인간인 경우 (직접적인 토양 접촉) 놀이터 200 mg kg⁻¹, 주거지역 400 mg kg⁻¹, 공원 및 산업공장지역 각각 1000 mg kg⁻¹ 이다. 노출경로가 토양-지하수인 경우 (토양 침출수) 50 µg l⁻¹ 이다.

그런데 지금까지 언급된 크롬의 배경농도와 기준치들은 3가크롬과 6가크롬에 대한 구별없이 왕수 (Aqua regia)를 사용하여 추출한 전크롬 (Cr(III)+Cr(VI)) 함량이다. 전크롬 함량은 일반적으로 3가크롬으로 간주되는데, 그 이유는 자연적인 조건에서는 크롬이 주로 3가의 산화상태로 존재하기 때문이다. 하지만 현대산업사회에서 크롬은 광범위하게 많이 사용되어왔고 (부식방지제, 가죽처리제, 염료, 목재방부제 등), 6가크롬을 함유하고 있는 산업폐기물들이 과거에 토양을 많이 오염시켜 왔었다. 독일 노르트라인-베스트팔렌 주의 오염토양에서는 크롬 함량이 25,000 mg kg⁻¹ 까지 이르기도 했다. 그러나 지금까지는 3가크롬 외에 6가크롬이 토양 내에 어느 정도로 존재하는지에 관한 연구가 충분히 되어있지 않았다. 그래서 본 연구에서는 독일 주 환경청의 요청에 의하여 독일 서부 지역인 노르트라인-베스트팔렌 주 116개 토양의 전크롬 함량 (aqua regia)과 6가크롬 량 (DIN 19734)을 조사하고, 6가크롬의 전크롬 함량에 차지하는 비율을 조사하였다.