

土壌・地下水汚染対策における環境リスクの評価

Environmental risk assessment on soil and groundwater contamination measure

中島 誠[1]; 武 曉峰[1]; 前川 統一郎[1]

Makoto Nakashima[1]; Xiaofeng Wu[1]; Toichiro Maekawa[1]

[1] 国際航業（株）

[1] Kokusai Kogyo Co., Ltd.

<http://www.jiban-kankyo.com/>

土壌・地下水汚染問題では、汚染土壌および汚染地下水の存在自体ではなく、それらの汚染による人の健康や生活環境に対する影響、すなわち環境リスクが問題となる。そのため、欧米ではC-Soil、RBCA、CLEA等、土壌・地下水汚染による環境リスクを評価するためのモデルが幾つか開発されており、土壌・地下水汚染対策に利用されている。わが国では、2003年2月に施行された土壌汚染対策法において汚染土壌の直接摂取および土壌からの溶出に起因する汚染地下水等の摂取による人の健康リスクの低減が土壌汚染対策の目的として位置付けられ、今後の土壌・地下水汚染対策の方向性が示された。このような状況の中、米国等で用いられているRBCA(Risk-Based Corrective Action)の考え方をベースに、環境リスクの低減を目的とした土壌・地下水汚染対策のアプローチについて考察した。

想定した土壌・地下水汚染は、トリクロロエチレン(TCE)による土壌・地下水汚染で、地表からTCE原液がGL-5~-10mの砂層からなる帯水層まで浸透し、DNAPLが3m×3mの範囲内で帯水層中に存在しているケースである。想定したサイトは都市部の台地部分に位置する工場であり、帯水層はGL-5m~-10mで砂層から構成されている。帯水層の透水係数は $2.5E-5$ cm/secとし、動水勾配を0.005とした。汚染源のTCE濃度はDNAPLが存在する場合の地下水濃度として飽和溶解度の1/10に相当する100mg/Lを設定した。環境リスク受容体は汚染源の下流側300mに位置する井戸の地下水を常時飲用している住民であり、潜在的な環境リスク受容体として汚染源の下流側100mに位置する敷地境界よりも外側で地下水を飲用する住民を想定した。

このケースにおいて現存するリスクおよび潜在的リスクについてRBCAの階層2評価として汚染物質の水平方向の輸送・消長を考慮したリスク解析を行うと、現存リスクおよび潜在的リスクは共に発がん性物質の目標リスク $1E-5$ を超過し、何らかの土壌汚染対策の実施が必要であるという結果になる。

ここで、土壌・地下水汚染対策として地下水揚水法等による原位置汚染源浄化を行う場合を考え、どの濃度まで汚染源の地下水汚染濃度を下げれば環境リスク上の問題がなくなるかを幾つかの考え方で検討した。なお、わが国ではTCE、cis-1,2-DCEについて地下水基準が設定されているが、その算定方法が異なることもあり、この地下水基準はリスク $1E-5$ に相当する濃度よりも厳しい値になっている。

最初に検討したケース1は環境リスク受容体のTCEによるリスクが目標リスク以下となる場合の汚染源地下水濃度であり、現存する受容体および潜在的受容体それぞれについて目標リスク以下となる場合の汚染源地下水濃度を算定した。この場合、汚染物質であるTCE自体による環境リスクは問題ないレベルになるが、TCEの分解生成物質であるシス-1,2-ジクロロエチレン(cis-1,2-DCE)が目標リスクを超過してしまう可能性がある。

そこで、ケース2では、汚染物質の一次分解プロセスを考慮した有機塩素化合物の自然減衰解析コードBIOCHLORを使用し、汚染源から下流側へ移動したTCEの分解生成を考慮した場合にTCEおよびcis-1,2-DCEによる環境リスクの両方が目標リスク以下となる場合の汚染源地下水濃度を求めた。その結果、本ケースの場合、潜在的リスク受容体に対してはTCEのみを考慮した場合の目標汚染源地下水濃度でcis-1,2-DCEによる環境リスクの問題を解決できるが、現存する受容体に対してはcis-1,2-DCEによる環境リスクの問題解決のために目標汚染源地下水濃度を下げることがわかった。本研究ではTCEがエチレンまで完全分解することを想定したが、cis-1,2-DCEで還元脱塩素反応が止まってしまうサイトの存在することが最近の研究で報告されている。したがって、汚染物質の分解生成も考慮した環境リスク評価を行う場合には、対象とする汚染サイトの地下環境のもつ汚染物質の自然減衰能を正しく評価することが重要になる。

以上のように、環境リスクの評価に基づき土壌・地下水汚染対策を検討および実施することで、その土壌・地下水汚染対策による効果を定量的に示すことが可能になる。このようなリスク解析を行うにあたっては汚染物質の移動の場となる地下環境についての単純なモデル化および物理的、化学的、生物的な条件の設定が重要であり、それらについてモデル化やパラメーター設定の根拠となる知見の蓄積が望まれる。