

亚洲各国的土壤与地下水环境标准 及PAHs降解试验示例

不断扩大的亚洲土壤与地下水污染市场，以及对規制日趋严格的多环芳烃（PAHs）的应对

概要

随着亚洲经济的发展，土壤与地下水污染日益显现，各国正在推进法律法规的完善。日本的环境规制物质与其他亚洲国家相比极少，其中对石油来源物质的规制尤为薄弱。本专栏介绍以我司复合微生物制剂Oppenheimer Formula™对规制日趋广泛的PAHs（多环芳烃）进行降解的试验示例。

主题 亚洲的土壤与地下水环境标准及PAHs	关注物质 PAHs（多环芳烃）
所用制剂 Oppenheimer Formula™	试验示例 柴油中的PAHs / 3种制剂比较

亚洲各国的法规完善与市场扩大

韩国于1995年施行《土壤环境保全法》，台湾于2000年施行《土壤及地下水污染整治法》，日本于2003年施行《土壤污染对策法》。2016年泰国出台了工业部省令，面临严重污染的中国也公布了《土十条》。据称中国的市场规模远超日本，亚洲的净化市场预计今后将快速扩大。

日本的规制物质数量与其他亚洲国家（韩国除外）相比极少，而且土壤环境标准值并非以「含有量」而是以「溶出量」来制定，这一点也存在很大差异。面对众多未知物质的日本企业，能否在调查、分析与净化方面充分应对，成为一项课题。

何为PAHs

在海外，不仅对TPH（总石油烃），还对BTEX（苯、甲苯、乙苯、二甲苯）乃至PAHs都设定了标准值。而在日本，油类污染对策指南以油臭与油膜为主要着眼点，并无TPH或PAHs的标准值（仅苯在土壤污染对策法中受规制）。

PAHs（polycyclic aromatic hydrocarbon / 多环芳烃）是芳香环缩合而成的烃类的总称，存在100多种化学物质。其具有亲油性、难溶于水、易吸附于土壤的不挥发性质，其中数种已被确认具有致癌性、致突变性与致畸性。它们存在于油、煤和焦油的沉淀物中，也作为化石燃料和生物质燃料燃烧的副产物而产生。

降解试验示例1：柴油中PAHs的降解

以柴油中所含的PAHs为对象，采用复合微生物制剂Oppenheimer Formula™在水中进行了降解试验（试验周期24小时）。16种化合物的合计浓度由1,307,265 mg/L降至284,965 mg/L，整体降解率达78.20%。

化合物	初始浓度 (mg/L)	处理后浓度 (mg/L)	降解率 (%)
萵	69,891	4,736	93.22
萵烯	11,327	67	99.41
蒽	4,687	1,159	75.27
苯并(a)蒽	28,189	6,204	77.99
苯并(b)荧蒽	5,105	8	99.84
苯并(k)荧蒽	10,282	303	97.05
苯并(g,h,i)花	5,332	121	97.73
苯并(a)芘	8,722	346	96.03
蒽	74,245	4,619	93.78
二苯并(a,h)蒽	8,279	2,166	73.84
荧蒽	674,730	132,581	80.35
芴	96,801	6,160	93.64
茚并(1,2,3-c,d)芘	22,433	6,306	71.89
蔡	54,088	2,991	94.47
菲	197,875	110,153	44.33
芘	35,279	7,045	80.00
合计	1,307,265	284,965	78.20

表1 PAHs分析结果（来源：Oppenheimer Biotechnology, Inc.）

降解试验示例2：各微生物制剂对PAHs的降解

在水中将3种微生物制剂（FR、FC、TE）与对照（CK）进行比较，测定各PAHs化合物在15天内的减少率。微生物制剂在所有化合物上均较对照表现出更高的减少率，尤其对环数较多的高分子量PAHs也能有效发挥作用（化合物名称末尾的数字为环的数量）。

PAH compound	FR	FC	TE	CK
Acenaphthylene(3)	45.4	50.2	49.9	19.1
Fluorene(3)	23.1	43.5	22.5	2.6
Phenanthrene(3)	29.6	19.6	21.7	3.9
Anthracene(3)	48.1	56.5	44.2	30.0
Pyrene(3)	65.3	50.2	28.8	6.7
Benzo(a)anthracene(4)	81.4	63.2	49.4	18.1
Chrysene(4)	78.9	69.7	50.6	11.7
Benzo(b)fluoranthene(4)	88.5	82.8	66.8	18.1
Benzo(k)fluoranthene(5)	86.7	79.8	58.6	2.2
Benzo(a)pyrene(5)	87.9	81.5	67.8	24.4
Dibenzo(ah)anthracene(5)	83.6	76.8	54.7	-0.8
Benzo(ghi)perylene(6)	85.2	79.0	57.5	6.4
Indeno(1,2,3-cd)pyrene(6)	89.6	85.4	80.1	-0.8

表2 3种微生物制剂对各PAHs化合物的减少率（单位：% / 括号内为环的数量）

文献：王效举・杉崎三男・细野繁雄（2010）「采用生物修复技术对难降解有害化学物质污染土壤进行净化的研究」埼玉县环境科学国际中心报 第5号, 135-140.