

海外动向

世界如何对待石油烃？——规制现状，以及中国与科威特的案例

概要

石油烃（PHs）对土壤与水域造成的污染是全球性的严重问题。其他国家因其毒性、致突变性与致癌性而将其作为污染物加以规制，但在日本的环境相关法律中受规制的石油烃仅有苯一种。在日本，关于“油类污染”的研究与专业书籍也极为稀少。在此介绍从海外书籍与实际案件中获得的见解。

对象物质 石油烃（PHs / TPH · BTEX · PAHs）	日本的规制 仅苯（土壤污染对策法）
其他国家 直至TPH · BTEX · PAHs均设定标准值	介绍案例 中国与科威特的净化项目

石油烃	脂肪族（Aliphatic）	烷烃
		环烷烃
		烯烃
	芳香族（Aromatic）	单环芳烃（BTEX）
		多环芳烃（PAHs）

图-1 石油烃的分类（脂肪族 / 芳香族）

石油烃造成的影响

石油烃可通过植被与食物链在人体内蓄积，可能引发健康风险。由柴油、汽油、润滑油等数百种PHs构成的总石油烃（TPHs）中，含有毒性、致突变性与致癌性很高的物质，且其毒性随分子量增大而升高。

对人体的影响：造血、肝脏、肾脏、肺的异常，认知功能的改变，心理问题，生殖系统与呼吸系统的障碍，以及癌症

苯已被认定为人类白血病的致病物质

美国EPA将7种PAHs（如苯并(a)芘等）归类为很可能对人体有致癌性的物质

对生态系统的毒性源于物质在水中的溶解度与生物利用率。亲水性的PHs易被生物吸附与吸收，引起亚致死（病变、发育障碍、行为改变等）或致死。即便是疏水性、不可利用的PHs，一旦吸附于微粒与沉积物，也会对底栖生物（无脊椎动物、鱼类、鱼卵）变得可利用。

其他国家的规制与日本

在美国、加拿大、新西兰、荷兰、澳大利亚等国，对石油烃污染场地的评估与管理被列为重要课题，不仅是TPH，连BTEX与PAHs都设定了标准值。另一方面，日本虽有《油类污染对策指南》，但其内容主要处理油臭、油膜这类对生活环境的影响，并无TPH或PAHs的标准值（苯由土壤污染对策法规制，甲苯、乙苯、二甲苯则不在对象之内）。

规制物质	加拿大	NZ	荷兰	美国	澳大利亚	中国	台湾	日本
TPH	○	○	按碳数规制	○	○	○	○	
苯	○	○		○	○	○	○	○
甲苯	○	○		○	○	○	○	
乙苯	○	○		○	○	○	○	
二甲苯	○	○		○	○	○	○	
萘	○			各州自定				
萘烯	○							
蒽	○					○		
苯并(a)蒽	○					○		
苯并(b)荧蒽								
苯并(b+j)荧蒽	○					○		
苯并(k)荧蒽	○							
苯并(g,h,i)花								
苯并(a)芘	○	○			○	○		
屈	○					○		
二苯并(a,h)蒽	○					○		
荧蒽	○							
芴	○							
茚并(1,2,3-cd)芘	○					○		
蔡	○				○	○	○	
菲	○							
芘	○							
总PAHs					○			

表-1 各国关于石油烃的规制状况（○：受规制的物质。荷兰按碳数，美国的PAHs各州自定。）

Springer出版社的《Total Petroleum Hydrocarbons: Environmental Fate, Toxicity, and Remediation》指出，依托欧美各国的框架，中国、印度、日本、韩国等发展中国家同样有可能建立新的规制框架。事实上，中国于2019年1月施行了《土壤污染防治法》，建立起不逊于欧美各国的框架。

中国与科威特的案例

本公司在中国、台湾等海外地区，也与当地企业一道，致力于石油烃造成的土壤、地下水及海洋污染的净化。

中国：这是我司曾考虑与吉林省农业科学院开展共同研究时期的案例。东北地区的黑土地带是世界三大黑土地带之一，约占中国粮食产量的四分之一。作为世界第六大产油国，中国拥有大庆、胜利、辽河等油田，油田周边农田因陆上原油、油泥与采油废弃物造成的石油污染土壤已成为问题。TPH净化标准值，建设地为800 (826) mg/kg，农用地为500mg/kg。相对于日本的26项土壤污染对象物质，中国为85项；分析方法上，日本采用溶出量，中国则采用含有量。

科威特：1990至91年的海湾危机中油井遭到破坏，造成波及114km²的巨大损害，形成了巨大的油湖。2005年，联合国赔偿委员会（UNCC）为修复计划提供了资金，在科威特环境修复计划（KERP）之下，约2,600万m³油类污染土壤的修复获得批准。战争30年后的2021年，科威特南北部5个项目（1,300万m³）的净化获得发包，另有科威特南部3个项目（835万m³）预定发包。

科威特案例中尤为值得关注的3点：(1) 以己烷萃取物质的TPH浓度选择净化技术（1~5%采用生物修复，5~7%采用生物修复+其他技术，7~10%采用其他技术，超过10%则不予处理）。(2)

与绿化、生态系统修复相结合，三年间种植了860万株以上的本地物种。(3) 将净化标准值由当初的TPH0.5%，依据对生态系统的风险评估改定为TPH1.0%。由此使对象土壤量减少约145万m³，实现了工期缩短与成本削减。

• Conclusion

结语

土壤并非仅属于土地所有者，而是整个地球的共有资源。一勺（约1g）土壤中存在约10亿至100亿个微生物，担负着碳、氮、磷的循环，支撑着地球上的生物。其他国家正在推进同等保护人体健康与生态系统的立法。日本是否也应认真思考石油烃对人体健康与生态系统的影响，致力于生态系统与土壤的保护呢？

参考文献：Saranya Kuppusamy, Naga Raju Maddela, Mallavarapu Megharaj, Kadiyala Venkateswarlu (2020) Total Petroleum Hydrocarbons: Environmental Fate, Toxicity, and Remediation. Springer