

利用 iSpect™ DIA-10 动态颗粒图像分析系统和 AIM-9000 红外显微镜进行微塑料分析

粒径尺寸约在几微米至几毫米范围内的细小塑料被称为微塑料。近年来，微塑料作为一种海洋环境污染物质已成为一个国际性问题，它不仅会对沿海和海洋生态系统产生不利影响，而且还可能影响人类健康。为了保护全球环境，必须尽早采取行动。人们利用各种类型的设备识别微塑料的来源，进而研究改进措施。

动态颗粒图像分析系统适用于分析分散在溶液中的微塑料的形状和颗粒数浓度（颗粒数/mL）。尽管体式显微镜也可以用于分析单个的微塑料颗粒，但操作人员负担大，且效率低下。动态颗粒图像分析系统能够自动检测分布在溶液中粒径在 5 至 100 μm 之间的颗粒，并在短时间内完成其形状和颗粒数浓度分析。

红外显微镜的优势在于有机化合物分析，适用于能够被滤纸捕获到的 100 μm 及以下的微塑料的定性分析。

本文介绍了利用动态颗粒图像分析系统和红外显微镜对环境水中颗粒的形状、颗粒数浓度进行定性分析的实例。

H. Maeda, R. Fuji

■ iSpect DIA-10 动态颗粒图像分析系统

图 1 所示的 iSpect DIA-10 采用微量池技术对颗粒进行测试，通过让颗粒通过狭窄的成像区域来提高图像采集效率。与传统方法相比，微量池技术可以减少颗粒通过成像区域以外（右侧或左侧成像区域外）的几率，而且几乎能够捕获所有颗粒，因此微量池技术能够以较高的可靠性进行颗粒检测。此外，iSpect DIA-10 可以测量最小体积为 50 μL 的样品，因此还可以对稀缺样品进行测定。如图 2 所示，可以在仪器顶部放置一个通用移液枪头来进行测定。



图 1 iSpect™ DIA-10 动态颗粒图像分析系统

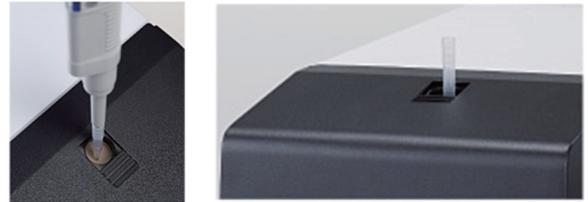


图 2 样品设置

■ AIM-9000 红外显微镜

图 3 所示的红外显微镜系统可通过设置光阑将红外光束缩小到指定的尺寸，从而获得高灵敏度的微观区域信息。岛津专有的大视野相机*和显微镜相机的数字变焦功能可以放大 330 倍，利用此功能，可以很轻松地在滤纸上对微塑料颗粒进行目视观察。

* 大视野相机为选配附件。



图 3 IRTracer™-100 傅立叶变换红外光谱仪（左）和 AIM-9000 红外显微镜（右）

■ 环境水中颗粒的形状和颗粒数浓度分析

样品为含微塑料颗粒的环境水，使用 iSpect DIA-10 对样品所含颗粒的形状和颗粒数浓度进行分析。表 1 列出了测定条件，图 4 显示了部分获得的颗粒图像。

表 1 测定条件

仪器	: iSpect DIA-10
帧速率	: 8 fps
分析流速	: 0.1 mL/min
分析样品体积	: 150 μL

从图 4 来看，可以清楚地获取粒径小于等于 100 μm 的各种形状的颗粒，并且可以确认棒状、纤维状等各种形状。

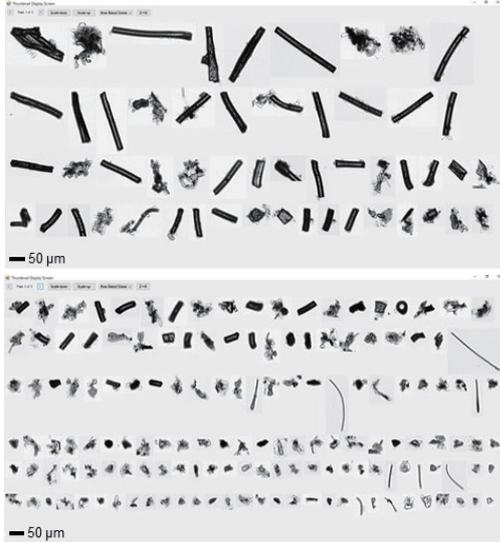


图 4 颗粒图像

图 5 和图 6 分别为散点图（散布图）和直方图（频率分布图）（水平轴上显示的范围：10 至 100μm）。可以选择两个所需的测定项（例如，最大长度、长宽比、圆度）来绘制散点图和直方图。结果显示，颗粒数浓度为 5,309 个颗粒/mL。如图 6 中红框所示，该样品平均粒径为 24.315μm，10 至 30μm 粒径范围内的颗粒数目最多。

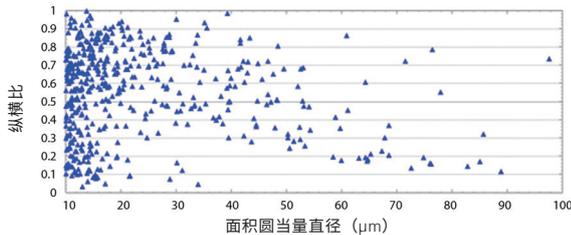


图 5 散点图（散布图）

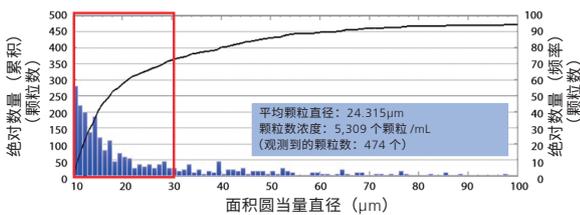


图 6 直方图（频率分布图）

微塑料定性分析

经 iSpect DIA-10 测定后，用聚四氟乙烯（PTFE）滤纸捕获样品中所含颗粒后，使用 AIM-9000 进行图谱分析。表 2 和图 7 分别给出了测定条件和目视观察图像。

表 2 测定条件

仪器	: IRTracer-100, AIM-9000
分辨率	: 8 cm ⁻¹
测定次数	: 5 次
变迹函数	: SqrTriangle
光阑	: 20 μm × 20 μm
图谱范围	: 460 μm × 1,780 μm
检测器	: MCT

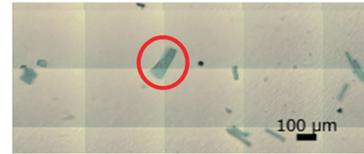


图 7 目视观察图像

对图 7 中红色圆圈区域的红外光谱（图 8）进行定性分析，确定该颗粒为聚丙烯（PP）。

接下来，图 9 为采用 1400 ~ 1339 cm⁻¹（CH₃ 弯曲振动）范围内校正后的 PP 特征峰面积值（位于基线以上的峰面积值）绘制的化学图像。红色表示包含大量 PP 组分的区域，蓝色表示包含少量 PP 组分的区域。这一结果说明，在目视观察图像中所能观察到的所有棒状微塑料颗粒均为 PP。

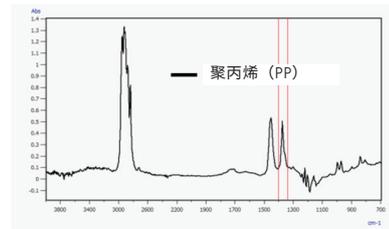


图 8 棒状微塑料的红外光谱（红框为用于绘制图 9 中化学图像的峰）

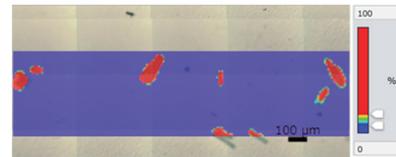


图 9 PP 分布

（使用 1,400-1,339 cm⁻¹ 范围内特征峰的校正峰面积值）

结论

利用 iSpect DIA-10 动态颗粒图像分析系统，可高效地观察环境水样品中所含大量颗粒的形状，并获得颗粒尺寸和形状的统一统计值以及颗粒数浓度的信息。AIM-9000 红外显微镜能够对目视观察图像捕捉到的微塑料颗粒成分进行快速定性分析，并用化学图像清楚地显示其颗粒成分分布。

这些系统实现了对微塑料的形状、颗粒数浓度和成分识别的综合分析，从而提供了丰富信息。

< 鸣谢 >

千叶工业大学的 Yutaka Kameda 副教授为我们提供了此次测定所用的样品及关于微塑料颗粒的知识，对此我们向其表示衷心的感谢。

iSpect 和 IRTracer 是岛津制作所在日本和 / 或其他国家的商标。



岛津企业管理（中国）有限公司
岛津（香港）有限公司

<http://www.shimadzu.com.cn>

用户服务热线电话： 800-810-0439
400-650-0439

免责声明：

* 本资料未经许可不得擅自修改、转载、销售；
* 本资料中的所有信息仅供参考，不予任何保证。
如有变动，恕不另行通知。

第一版发行日：2019 年 11 月