

QUARTERLY

ムラタ計測器サービス 社内四季報

VOL.124 | 2023 | AUTUMN

ムラタ計測器サービス株式会社 WWW.MURATA-S.CO.JP/

MURATA KEISOKUKI SERVICE CO., LTD.



NO.1

マイクロプラスチックについて

NO.2

環境水調査項目の基礎

NO.3

分析部 1 課
分析紹介

マイクロプラスチック問題とは

海洋プラスチックごみの中でもマイクロプラスチック(p.2 参照)と呼ばれる微細なプラスチックごみについては、近年、海洋生態系への影響が懸念されています。生物への影響としては誤食・食物連鎖を通じた濃縮・プラスチック添加剤や吸着した化学物質による毒性影響、生態系への影響としてはマイクロプラスチックに吸着した化学物質や付着生物が海洋を移動し拡散や沈降していくこと、マイクロプラスチックの動態や分布が未解明なことがあげられ、日本周辺の海域はマイクロプラスチックの密度が高いホットスポットであることも明らかになっています¹⁾。国立研究開発法人海洋研究開発機構の深海調査において日本近海の海底に大量のマイクロプラスチックが発見されたことも発表²⁾され、更なる実態解明が待たれます。

また大気中のマイクロプラスチック（以下 AMPs）についても存在が明らかになってきています。AMPs で想定されるリスクとしては、健康リスクとして空気から肺への吸入や食品からの取り込みによる健康影響（取り込み経路は不明だが肺や血液などからの検出事例の報告あり）、環境リスクとして気候変動リスク（メタンなどの温室効果ガスの放出や雲形成を介した間接放射効果）や生態系リスク（野生生物への影響）が示されています³⁾。

国際的にはプラスチック汚染の国連条約策定交渉が 2022 年 11 月に開始され、日本は今年 5 月に、2040 年までにプラスチックの汚染を終わらせるとの目標を掲げた「プラスチック汚染に関する高野心連合」への参加を発表しました。今後マイクロプラスチック対策も進むと考えられますが、そのためにはまず現状を知ることが必要です。当社では、長年環境調査・分析を行ってきた経験をいかし、マイクロプラスチックにも対応すべく準備を進めています。

1) 「海洋プラスチックごみに関する既往研究と今後の重点課題（生物・生態系影響と実態）」

令和 2 年 6 月環境省水・大気環境局水環境課海洋プラスチック汚染対策室

2) JAMSTEC プレスリリース 2023/10/10 「深海底堆積物に大量のマイクロプラスチックを発見」

3) 「エアロゾル研究」(2023 Vol.38 No.3)特集「大気中マイクロプラスチック研究の現状と課題」エアロゾル学会

マイクロプラスチックは海洋で見つかることから、海岸でのごみのポイ捨てや船から捨てられたごみが発生源と思われるかもしれませんが、実は内陸からの流出が多いことがわかってきました。丈夫で軽く加工しやすいなどの利便性からプラスチック製品は世界中で広く使われていますが、一旦環境中に意図せず放出されたものは、どこまで細かくなっても分解せず残り続けます。家庭などの排水からは下水道を経て処理しきれていないものが海へ流れていきますし、環境中で発生すれば風雨で移動し河川などを經由し海へ流れていきます。今回はマイクロプラスチックとはどのようなものか紹介します。

<マイクロプラスチックの定義>

マイクロプラスチックは一般的に 5 mm 未満または 5mm 以下※のプラスチックと定義され、ISO 規格ではさらに分類があります。定義の例を紹介します。

※ 基づく調査法や研究者等により 5mm を含む場合と含まない場合あり。

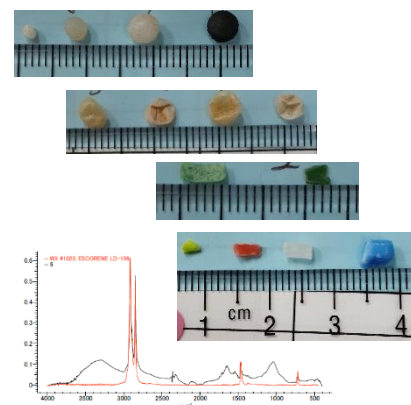
規格名	分類	マイクロプラスチックの定義（原文より抜粋）
ISO 24187:2023 環境中に存在するマイクロプラスチックの分析原理	large microplastic	any solid plastic particle insoluble in water with any dimension between 1 mm and 5 mm
	microplastic	any solid plastic particle insoluble in water with dimension between 1 μ m and 1 000 μ m (= 1 mm)
ISO 4484-2:2023 繊維および繊維製品 - 繊維源からのマイクロプラスチック - 第 2 部: マイクロプラスチックの定性・定量分析	microplastic	material consisting of a solid polymer containing particles, to which additives or other substances may have been added, and where a weight fraction of $\geq 1\%$ particles have:
	a) all sizes b) for fibres,	100 nm $\leq x \leq 5$ mm, a length of 300 nm $\leq x \leq 15$ mm and a length/diameter ratio > 3

ISO/TR 21960:2020 プラスチック - 環境側面 - 知識と方法論の状態 には、マイクロプラスチック（large microplastic と microplastic）以外のサイズの定義も書かれています。

macroplastic : any solid plastic particle or object insoluble in water with any dimension above 5 mm

nanoplastic : plastic particles smaller than 1 μ m

NO.1 マイクロプラスチックについて



<種類と発生源>

マイクロプラスチックはいろいろなプラスチック製品から発生しているといわれており、発生の起源により 2 種類に分類されます。

1 次マイクロプラスチック	製造された時点で、すでに 5 mm 未満のもの	例) プラスチック製品の原料の樹脂ペレット、マイクロビーズ、マイクロカプセル
2 次マイクロプラスチック	プラスチック製品が紫外線や機械的破壊で細くなったもの	例) 漁網、タイヤや靴底の摩耗、道路標識や船底、建築物の塗料の剥離、衣類から放出される繊維、人工芝破片、不織布マスクの繊維、タバコのフィルタ、屋外で劣化したプラスチック製品の破片

<削減のための対策>

1 次マイクロプラスチックは製造の規制等直接的な削減対策が可能ですが、2 次マイクロプラスチックを減らすためには、プラスチック製品からの意図しない放出を防ぐことが必要になってきます。使用済みのプラスチック製品の適切な回収、プラスチック製品の過剰な使用を削減、生分解性プラスチックへの代替などにより、社会全体で環境中に出ていく総量を減らしていく必要があります。

人工芝や衣料品等から発生するマイクロプラスチックについては、環境省の「一般向けマイクロプラスチック発生抑制・流出抑制対策リーフレット」(https://www.env.go.jp/page_00357.html) に削減の取り組み方法が紹介されています。

<調査方法>

国内では環境省から「河川・湖沼マイクロプラスチック調査ガイドライン」（令和 5 年 3 月）が発行されています。この方法では目開き 0.3mm 程度のプランクトンネットを用いて採取し、前処理（酸化処理・比重分離）を行ったのち各粒子の長径等の測定、形状・色分類、フーリエ変換赤外分光光度計の全反射測定法（FTIR ATR 法）を用いた同定を行います。1 mm 以上 5 mm 未満を測定対象とし、1mm 未満のものや 5mm 以上のものは参考報告になります。また、より粒径の細かいものには顕微フーリエ変換赤外分光光度計やラマン分光器を用いることも記載されています。

今は各国独自の調査法を用いるため相互のデータ比較が難しく、標準化が必要とされています。現在水中のマイクロプラスチックの測定方法の国際標準化作業が ISO で進められており、大気については環境研究総合推進費「大気中マイクロプラスチックの実態解明と健康影響評価」（令和 3～5 年 JPMEERF20215003, 略称：AMΦプロジェクト）で標準分析法の確立に向けての研究が進められています。

環境調査では河川や海域などの環境水を対象とすることも多いので、今回は生活環境の保全に関する環境基準項目（生活環境項目）のうち、pH、DO、BOD・COD について紹介したいと思います。

参考資料

環境基準等の設定に関する資料集
（国立研究開発法人 国立環境研究所）
<https://www.nies.go.jp/eqsbasis/index.html>

陸水環境科学(2017.10.10 共立出版株式会社発行)

（１）環境水の pH は中性（pH7）ではないの？

25℃の純水の pH は 7 ですが、大気中に含まれる CO₂ の溶解により pH が影響を受けます。約 400ppm の CO₂ が含まれていれば計算上 pH は 5.6 となります。このように CO₂ を含んでいる環境水は、酸性やアルカリ性の物質が入った際には、水中に存在している CO₂ の形態（炭酸化学種（H₂CO₃、HCO₃⁻、CO₃²⁻））の平衡移動が起こり pH があまり変化しないような緩衝能を持っています。

このようなことから河川水では一般的に pH6~8 を示すことが多くなっていますが、実際には、環境水の pH は生息している生物活動により一日の中でも大きく変動します。特に影響を及ぼすのが生物の呼吸と光合成です。呼吸では CO₂ が吐き出され、光合成では CO₂ が消費されます。この CO₂ の影響で平衡が移動し pH が変化することになります。例えば夏場の浅瀬などで藻類の繁茂がみられる場合など、日中にアルカリ側に大きく傾くのはそのためです。

ちなみに河川環境基準 6.5~8.5（AA~C）は水道用水として pH が 8.5 をこえると塩素殺菌力が低下し、6.5 以下であると凝集処理効果に悪影響を及ぼすこと等から設定されたそうです。

NO.2 環境水調査項目の基礎

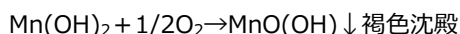
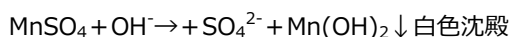


（２）DO を分析室で測定するには？現場での注意点

DO（溶存酸素量）は水中に溶けている酸素量を示しており、大気中の酸素の分圧に比例して水中に溶解しますが、水温、塩分濃度、気圧や生物活動の影響も大きく受けます。有機物の供給量が多く常に呼吸（酸化分解）により酸素が消費されているような環境では DO は低くなり、低酸素や無酸素状態になることがあり、逆に光合成が活発であると二酸化炭素が消費され酸素が放出されるために過飽和になることがあります。

DO の測定は分析室に持ち帰るか現場で測定しますが、分析室に持ち帰る場合には水中の酸素を固定保存する必要があります。

試料に固定液（硫酸マンガンをアルカリ性ヨウ化カリウムアジ化ナトリウム）をピペットの先端を液面から差し込み 1mL ずつ注入します。DO 瓶のふたを（空気を入れないように）栓をしたら、あふれた液を廃液入れに回収し、よく転倒混合させます。海水などは反応を早めるために 2 倍量入れます。



酸素がない場合は二番目の反応が起きないため白色沈殿のままだす（被圧地下水に多く見られます）。

（３）BOD と COD の使い分け？

BOD（生物化学的酸素要求量）はバクテリアが有機物を分解する際に消費する酸素量で、COD（化学的酸素要求量）は水中の有機物を化学的に酸化する際に必要な酸素量です。

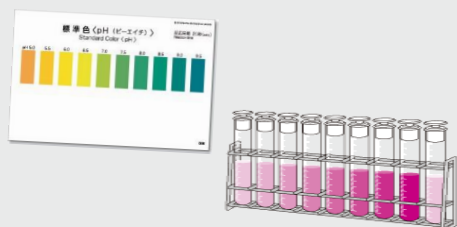
環境基準では河川は BOD、湖沼と海域では COD が対象項目となっていますが、これは、設定当初の資料によると、河川の水質汚濁の一般指標としては、COD よりむしろ BOD の方が汚濁の状況を明確に表わしていると考えられており、湖沼はプランクトンの影響その他湖沼のメカニズムを勘案すると COD のほうが適当と考えられたと記載が残っています。

どちらも有機物の分解に必要な酸素量ではありますが、その分析方法は異なり、単純に比較したり、比例関係があるわけはありません。



分析部 1 課では

pH, EC, BOD, COD, DO, SS, 全窒素, 全リン, ノルマルヘキサン抽出物質濃度といった生活環境項目や全シアン、フッ素といった健康項目など、滴定、蒸留装置や吸光光度計を使用した手分析を中心として行っています。



分析部 1 課では、主に国、自治体、民間製造業の依頼を受け、公共用水域（河川、湖沼など）や排水などの定期調査、定点調査を行っています。

また、環境部からの依頼業務も多く、社員 6 名、パート 4 名の計 10 名の結束力のあるチームで日々分析を行っています。

分析部 1 課でどのような分析を実施しているか一部ですがご紹介します。



NO.3 分析部 1 課 分析紹介



全窒素「TN」はその存在形態により有機性のものと無機性のものに分けられます。

無機性のものは亜硝酸態、硝酸態、アンモニア態

有機性のものはタンパク質、アミノ酸、尿素などに含まれています。

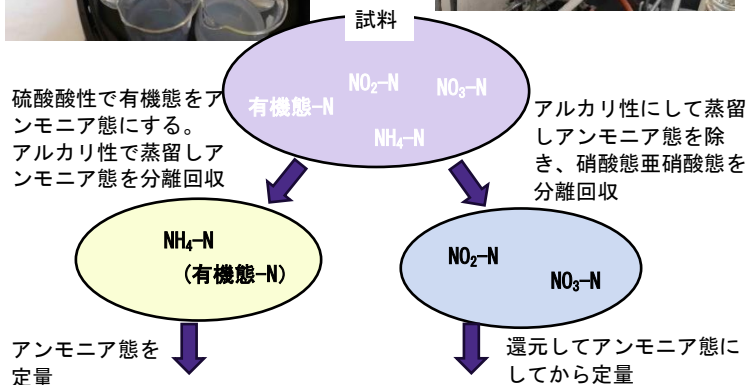
その分析方法は

- ・全てを分解酸化し硝酸態として測定する方法（UV 法）
 - ・全てを分解酸化し硝酸態としたものを還元して亜硝酸態として測定する方法（硫酸ヒドラジン還元法、銅カドミウムカラム還元法）
 - ・それぞれの形態で分析したものを合算する方法（総和法）
- などがあります。今回はそのうち総和法を紹介します。

右の図の右側のとおり、試料に水酸化ナトリウムを加えて蒸留を行い、アンモニウムイオン及び一部の有機窒素化合物の分解で生じたアンモニアを除いた後、デバルタ合金を加えて亜硝酸イオン及び硝酸イオンを還元してアンモニアとして、さらに蒸留によって分離し、インドフェノール青吸光光度法で窒素の量を定量します。

右の図の左側のとおり、試料に硫酸銅、硫酸カリウム及び硫酸を加えて加熱分解して、有機体をアンモニウムイオンに変えた後、アルカリ性として試料中に含まれるアンモニウムイオンとともに蒸留分離し、インドフェノール青吸光光度法によってその窒素の量を定量します。

両方の窒素量を合せて、全窒素の濃度を算出する手順です。



総和法は 2 種類の蒸留を行うため、とても手間の掛かる分析ですが、従業員の日々の努力と技術で分析を行っています。今後もお客様のニーズにしっかりと答えられるよう、チームの技術力を高めていきたいと思っています。

