

環 衛 レ ポ ー ト

静岡県環境衛生科学研究所

No. 73

2023 年 8 月

○化学物質環境実態調査（エコ調査）に参加しています

環境科学部 竹下 由布子 …… P 1

○PCR ってなんだろう

微生物部 高橋 奈緒美 …… P 3

○今年も発行しました！！「商品テスト情報」

医薬食品部 辻 むつみ …… P 6

○島田市役所大気常時監視測定局の移転について

大気水質部 太田良 和弘 …… P 11



化学物質環境実態調査（エコ調査）に参加しています

【エコ調査とは】

日頃私たちは、多くの化学物質を何気なく使用しています。

普段の生活の中で使っている洗剤や殺虫剤をはじめ、工業的に使われているもの、意図せず生成したものなど、非常に多様な物質が存在し、一部は環境中へ流出しています。その中には人の健康や生態系に悪影響を及ぼす恐れがあるものも存在します。

環境省では昭和49年から継続して化学物質環境実態調査、通称エコ調査として、大気、水、川や海の底の泥、生物などの中に化学物質がどの程度残留しているのかを全国で調べており、静岡県でも平成元年度からこの調査に参加しています。

この調査は、その目的によって大きく3つに分かれています。それぞれの調査の説明と、2021年度に静岡県で実施した調査結果をご紹介します。

① 初期環境調査

人の健康や生態系へ悪い影響を及ぼす恐れ（環境リスク）が懸念される化学物質が、高い濃度で存在していると考えられる場所で調査を行います。

表1に調査結果をまとめました。4地点の水質、2地点の底質（川底や海底の泥）で3種類の物質を調査しましたが、全てにおいて検出されませんでした。

表1 2021年度初期環境調査結果 (nd：検出下限値未満、—：調査対象外)

調査地点		1,3-ジオキソラン	6-ニトロクリセン	シクロヘキシルアミン
水質	清水港	nd	nd	—
	大井川（富士見橋）	—	—	nd
	竜今寺川河口	nd	—	—
	天竜川（掛塚橋）	nd	nd	—
底質	清水港	—	nd	—
	天竜川（掛塚橋）	—	nd	—

② 詳細環境調査

リスク評価を優先的に行う必要がある化学物質について環境中での存在状況を詳しく調査します。

2021年度には2地点の水質及び底質で1種類の物質を調査しました（表2）。今回調査した2-ベンジリデンオクタナールは香料として使用される物質です。清水港の底質で検出されましたが、他県の調査地点と比較して大きな差はありませんでした。

表2 2021年度詳細環境調査結果

調査地点		2-ベンジリデンオクタナール
水質	清水港	nd
	天竜川（掛塚橋）	nd
底質	清水港	1.7~2.3 ng/g-dry
	天竜川（掛塚橋）	nd

③ モニタリング調査

環境中で分解されにくく、生物の体内に蓄積しやすく、人の健康や生態系に有害性がある物質などについて環境中の残留状況を監視するための調査です。

静岡県では毎年、天竜川掛塚橋で採取した水と底質、清水港で採取した底質について調査を継続して行っています（図1）。

2021年度には11物質群を調査しましたので、その調査結果の一部を紹介します（表3）。

表3 2021年度モニタリング調査結果（抜粋）

調査地点		総ポリ塩化 ナフタレン
水質	天竜川（掛塚橋）	nd
底質	清水港	330 pg/g-dry
	天竜川（掛塚橋）	62 pg/g-dry



図1 清水港での底質試料採取の様子

ポリ塩化ナフタレンは、過去にエンジンオイル添加剤や防腐剤などに使用されていましたが、毒性が強く、環境中に蓄積することが分かったため、日本では1979年から製造や輸入、使用が原則禁止されました。

今回、清水港及び天竜川の底質で検出されましたが、いずれも2021年度の本調査における全国の平均値は下回っていました。なお「1 pg/g-dry」は、乾燥した泥1グラムあたり1兆分の1グラムという極微量の化学物質が含まれているという意味です。

【調査結果は】

この調査で得られたデータは、環境汚染の早期発見や、化学物質対策の立案・評価などに活用されています。

なお、全国の調査結果は毎年まとめられて、環境省のホームページで公開されています。詳しく知りたい方は、「化学物質と環境」で検索してみてください。

環境科学部 竹下 由布子



PCR ってなんだろう



新型コロナウイルスによって誰もが知る言葉となった PCR。実際にはどんなことが行われている検査法かご存じですか？

PCR 法は遺伝子増幅法の一つで、ポリメラーゼ連鎖反応 (polymerase chain reaction) と言います。DNA 上の特定部位について選択的に大量のコピーを作り出す (増幅する) ことができるため、わずかな DNA からでも検出することが可能となります。身近な例としては、新型コロナウイルスのようなウイルスや細菌など病原体の有無、がん治療のためのがん遺伝子検査や病気の発症リスク、法医学分野での DNA 鑑定、農業や食品、環境分野では植物種の特異性や遺伝子組換え食品等、様々な分野で活用されています。

ここでは、当所で行っている、ウイルスや細菌など微生物の特定のための PCR 法について紹介します。

1 PCR 法 (polymerase chain reaction: ポリメラーゼ連鎖反応法) 【図 1、2】

DNA は通常 2 本鎖が水素結合し 1 本のらせん状となっています。熱を加えるとこの水素結合が離れて 1 本となり (熱変性)、また冷やすと 2 本鎖として元の配列同士が結合するという特性があります。これを利用し、次のような反応が行われます。

熱変性

加熱し、2 本鎖 DNA を 1 本鎖に分離

アニーリング

1 本となった DNA 鎖 (鋳型 DNA) に、プライマーと呼ばれる短い DNA 分子を、標的とする DNA の隣接部に結合

伸長反応

酵素の働きにより、予め反応液中に添加した塩基 (dATP, dCTP, dGTP, dTTP) を使って鋳型 DNA と相補的な新しい DNA 鎖を合成

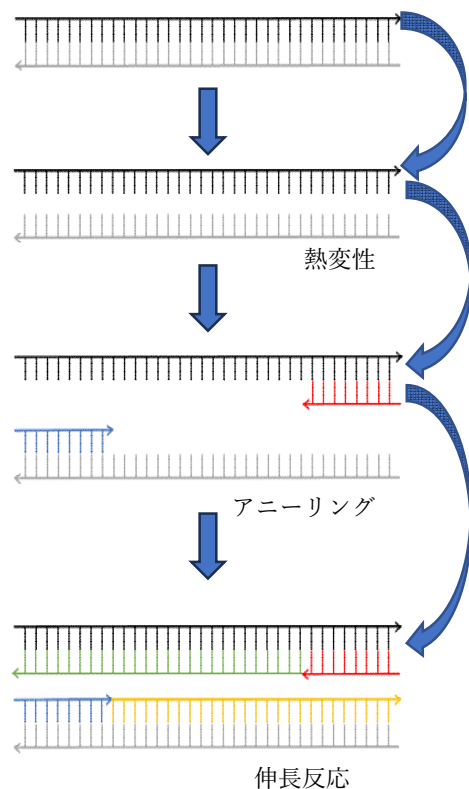


図 1 PCR 法のしくみ

この反応を 30 回前後繰り返すことで微量な DNA も大量に増幅されます。この増幅された DNA (増幅産物) を電気泳動^{*1}することで、DNA を大きさごとに分離し、さら

にDNAを可視化するため特殊な染色液で染めて観察します。そして、目的とする大きさの対照と同じ位置にバンドが見られるかどうかで、対象とする微生物が存在するか否かを判断します。

図2はバンコマイシン耐性腸球菌^{*2}の薬剤耐性遺伝子をPCR法で確認したものです。検体1～5はP1と同じ位置にバンドが見られるためP1という耐性の遺伝子を持っている菌であると判断します。

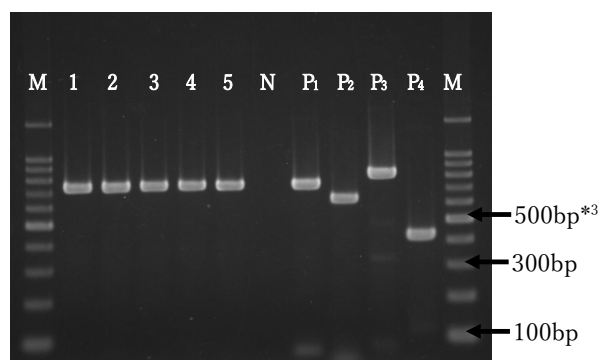


図2 PCR電気泳動像
(バンコマイシン耐性腸球菌薬剤耐性遺伝子)
M: DNAサイズマーカー, No1~5: 検体
N: 陰性対照, P1~P4: 各陽性対照

- * 1 : DNAを大きさの違いで分ける一般的な方法
- * 2 : バンコマイシンという抗菌性物質が効かない(耐性を持つ)腸球菌
- * 3 : bp (base pair: ベースペア) = DNA断片の大きさの単位

2 RT-PCR法 (reverse transcription PCR法 : 逆転写ポリメラーゼ連鎖反応法) 【図3】

RNAウイルス^{*}の場合、逆転写 (reverse transcription) によりRNAからDNAを合成する(相補的DNA=cDNA: complementary DNA) ことで上記と同じPCR法を行います。

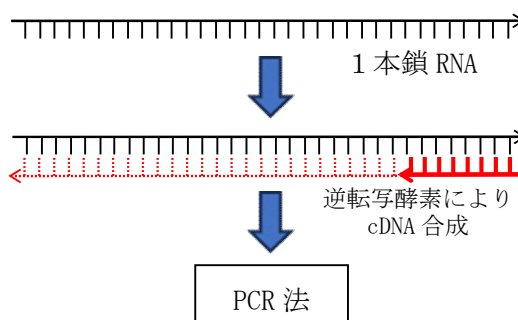


図3 RT-PCR法の概要

* ウイルスには大きく分けてDNAウイルスとRNAウイルスがあります。

<例>

DNAウイルス : ヘルペスウイルス、アデノウイルス、B型肝炎ウイルス等

RNAウイルス : インフルエンザウイルス、新型コロナウイルス等

3 リアルタイムPCR法 (real-time PCR : リアルタイムポリメラーゼ連鎖反応) 【図4、5】

蛍光物質等をPCR反応系に取り入れることで、反応1回ごとに増幅産物量をモニタリングでき、定量も可能です。PCR法、RT-PCR法に比べ、電気泳動、DNA染色、脱色の作業がないので早く結果が判明します。

新型コロナウイルス検査では、リアルタイムPCR法によって咽頭ぬぐい液や唾液等からウイルスの有無を確認していました。

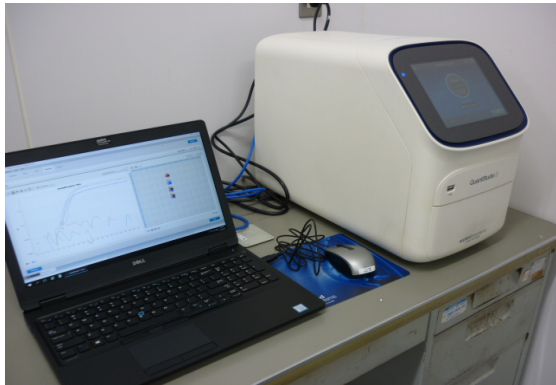


図4 リアルタイム PCR 装置

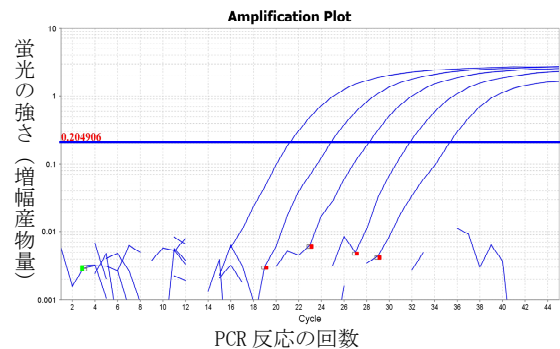


図5 増幅曲線の一例

当所では、この他にも目的によって様々な検査法を利用して病原体の特定を行っています。

遺伝子検査がなければウイルスも細菌も何日もかけて培養し、性状を確認しなければ確定できません。しかも、培養が可能な微生物ばかりとも限りません。それに比べて遺伝子検査はプライマーさえあれば数時間で病原体の有無を確定することが可能であり、迅速性に優れています。

ただし、遺伝子検査は微量な DNA を数百から数千万倍に増幅して確認するため、増幅されたもの（増幅産物）はごく微量の付着でも大きな汚染を引き起こし、その結果の正確性が保てないものとなります。そのため検査を行う際は検査者からの汚染がないように配慮しながら、工程ごとに作業場所を変え、実験台や使用する器具等へ汚染がないよう十分に注意して行います。

今回、PCR 法について紹介しましたが、PCR 法を利用した様々な遺伝子解析法があり、目的とする微生物に最適な方法を選択することによって病原体を早期に確定し、感染症の拡大防止に役立てていきます。

<参考文献>

- 金井正光編. 臨床検査法提要改訂第 32 版 金原出版 2005
- 佐々木博己編. ここまでできる PCR 最新活用マニュアル 羊土社 2003

微生物部 高橋 奈緒美

今年も発行しました！！「商品テスト情報」

～話題の商品、身近な商品を調査しています～

医薬食品部食品班では消費者行政を担う県民生活課や県民生活センターと連携して、試買テストを実施しています。試買テストでは、話題の商品や苦情相談の多い商品の中からテストする商品を選定し、市販品を購入して調査します。成分の含有量や安全性、使用上の注意点など、その商品について様々な面から調査し、消費者向けのパンフレット「商品テスト情報」に結果をまとめて情報提供しています。今年度は令和4年度に実施した「豆乳類以外の植物性ミルク」、「オートミール」の調査結果をまとめた「商品テスト情報」を発行したので紹介します。



【商品テスト情報 No. 176：豆乳類以外の植物性ミルク】

豆乳類やアーモンドミルクを代表とする植物性ミルクは、健康志向の方や、アレルギー等の理由で牛乳を摂取できない方に、牛乳代替品として受け入れられています。大豆を原料とする豆乳類、アーモンドを原料とするアーモンドミルクなど様々な種類の植物性ミルクが販売されています。そこで消費者の商品選択の一助とするため、「商品テスト情報 No. 175 知って安心豆乳類」の調査に続き、豆乳類以外の植物性ミルクについて調査を実施しました。

静岡県職員 1,047 人を対象とした豆乳類を除く植物性ミルクに関するアンケート調査では、アーモンドミルクは 54%、オーツミルクは 14%、ココナッツミルクは 61% の人に摂取経験がありました（図 1）。しかし、いずれの植物性ミルクも、摂取頻度は、「月 1 回未満」が 80% 以上と最も多く、植物性ミルクを摂取することはあっても、日常的に摂取しているわけではないことがわかりました。

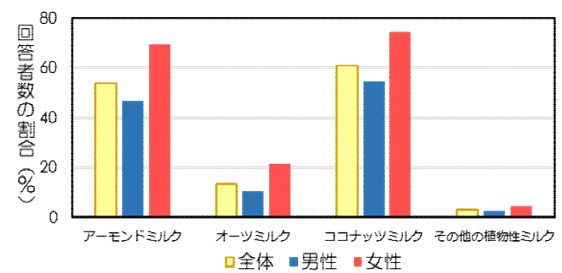
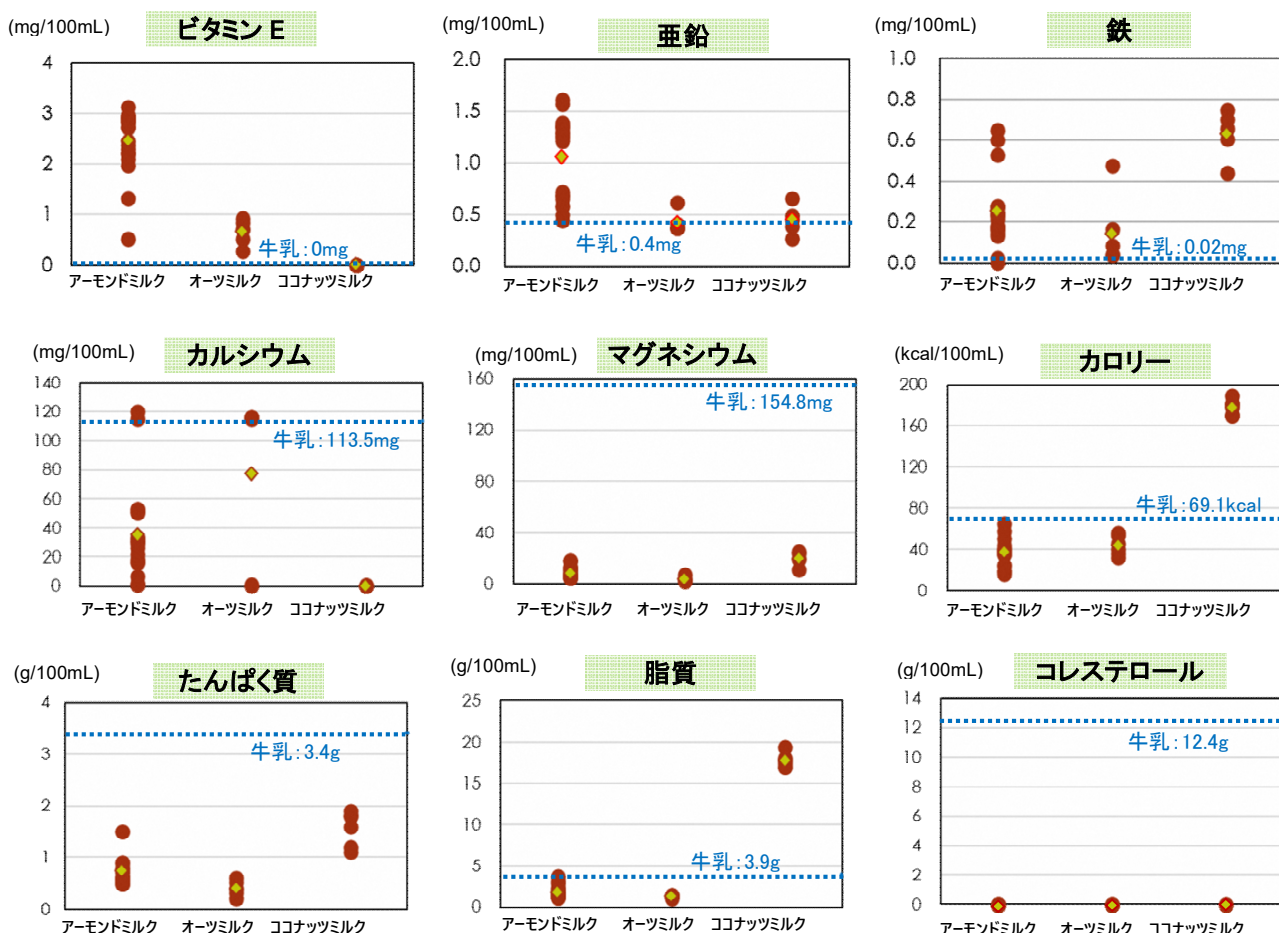


図 1 摂取したことがある植物性ミルク (アンケート調査結果)

摂取理由としてココナッツミルク以外の植物性ミルクで「健康に良い」が最も多く、全ての植物性ミルクで 35% 以上の方が「なんとなく」と回答しました。また、「おいしい」、「栄養価が高い」、「牛乳の代わり」といった、味や栄養を期待して摂取するとの回答が多くみられました。

そこで、市販の植物性ミルクを購入し、牛乳と栄養成分の値を比較しました。調査対象はアーモンドミルク 20 製品、オーツミルク 6 製品、ココナッツミルク 6 製品の計 32 製品です。ビタミンE、亜鉛、鉄、食物繊維は牛乳よりも各植物性ミルクの方が高い値でした。アーモンドミルクには栄養機能食品（ビタミンE）やビタミンEが多い旨の表示のある製品が多くありましたが、全て原材料としてビタミンEを添加した製品でした。カルシウム、マグネシウム、たんぱく質、コレステロールは植物性ミルクよりも牛乳の方が高い値でした。カルシウムを牛乳と同程度含むアーモンドミルクとオーツミルクは原材料にカルシウムを使用し、カルシウム量が高い旨や含む旨の表示のある製品でした。カロリーと脂質はアーモンドミルクとオーツミルクで牛乳よりも低い値でした。炭水化物はオーツミルクで、食塩相当量はアーモンドミルクとオーツミルクで牛乳よりも高い値でした。アーモンドミルクとオーツミルクには原材料として食物繊維や糖類、食塩を使用しているため、炭水化物と食塩が多い傾向になったと考えられます。なお、砂糖不使用や食塩不使用のアーモンドミルクではそれぞれ炭水化物と食塩相当量が低い値だったことから、食塩や糖類の摂取を抑えたい消費者は、購入する植物性ミルクの検討が必要です。また、カルシウム含有、砂糖不使用、食塩不使用等の製品の表示をよく確認することで、自分に合った製品を選択できると考えられます。



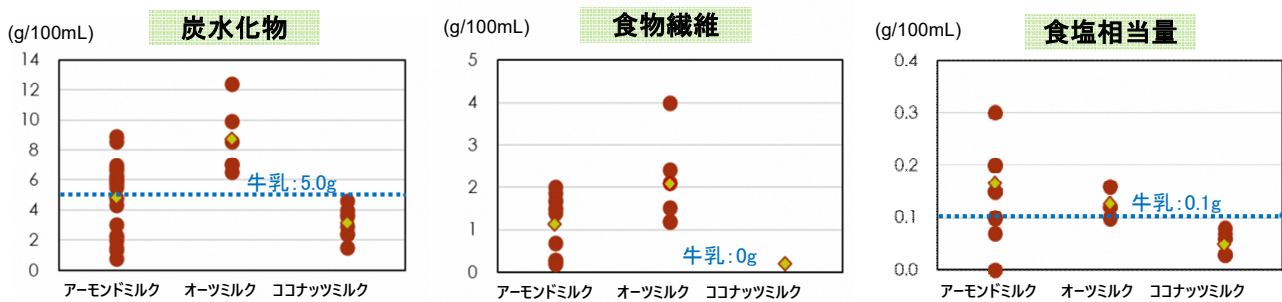


図2 植物性ミルク 100mL に含まれる栄養成分

※日本食品標準成分表 2020 年版（八訂）普通牛乳
 ●は各製品の測定値または表示値、◆は各植物性ミルクの平均値を示す

【商品テスト No. 177 : オートミール】

オートミールはオーツ麦を加工して調理しやすくした食品です。オーツ麦の外皮を残したまま加工されるため、豊富な栄養を含み、健康食として注目されています。スコットランドやアイルランドでは、古くから水を加えてオートミールを煮詰めたポリッジという粥状の食品が食べられていました。現在、日本においても様々な種類のオートミールが市販されており、販売量が増えています。そこで、オートミールについて調査を実施しました。

調査対象は静岡県藤枝市内のスーパー、ドラッグストア等で購入した味付けされていないオートミール 19 製品です。内容量は 250g～1kg、100g 当たりの購入価格は 17 円～150 円で、内容量の多い製品で 100g 当たりの購入価格が低い傾向でした。原料原産国はオーストラリアが 9 銘柄と最も多く、アメリカ、カナダ、ラトビアがそれぞれ 2 銘柄、チェコ、ドイツ、ベトナム、フランスが 1 銘柄ずつで、様々な国を産地とするオーツ麦が原材料に使用されていました。

オートミールはオーツ麦を蒸してつぶしたロールタイプ、ロールタイプを砕いたクイックタイプ、さらに細かく砕いたインスタントタイプに分けられます。調査対象とした銘柄のうちタイプの表示があったのは、ロールタイプが 5 銘柄、クイックタイプが 3 銘柄、インスタントタイプが 3 銘柄でした。タイプの表示がない 8 銘柄は形状から 3 銘柄はロールタイプで、5 銘柄はクイックタイプ又はインスタントタイプであると考えられました。すべての銘柄に「お召し上がり方」等の食べ方の説明があり、水や牛乳、顆粒だし等と混ぜた後に 500～600W の電子レンジまたは鍋で数分間加熱し、「ごはんのように」、「粥」、「リゾット」で食べる方法が記載されていました。ロールタイプ 4 銘柄とクイックタイプまたはインスタントタイプ 1 銘柄に「ごはんの代わりに」、「米・パンの置き換え」、「ごはん化」といった主食に置き換えて食べることを推奨する表示がありました。

オートミールに含まれる糖類を調べたところ、フルクトース、グルコース、スクロースが全ての銘柄に含まれており、1銘柄 (No. 2) にマルトースが含まれていました (図3)。すべての製品でスクロースの含有量が最も多く、糖類の合計含有量はオートミール 100g 当たり 0.7~1.1g で、オートミールのタイプによる違いは見られませんでした。

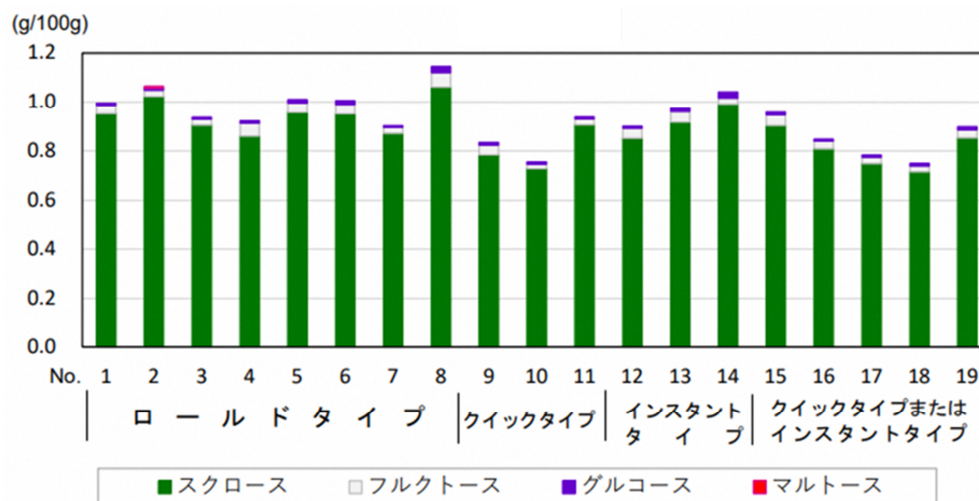


図3 オートミール 100g に含まれる糖類

オートミールに含まれるミネラル類 (亜鉛、鉄、カルシウム、マグネシウム) を調べたところ、亜鉛はオートミール 100g に 1.3~4.2mg 含まれていました。白米や玄米より亜鉛を多く含む製品が多く、白米や玄米のご飯をオートミールに置き換えると亜鉛摂取量が増えると考えられました。鉄はオートミール 100g に 2.6~5.2mg 含まれていました (図4)。

調査対象とした 19 製品のうち、10 製品に鉄分の量が高い又は含む旨の表示がありましたが、表示のない製品と含有量に差は見られませんでした。カルシウムはオートミール 100g に 31~56mg 含まれており、白米や玄米と比較して 3~11 倍の含有量でした。マグネシウムはオートミール 100g に 84~116mg 含まれており、白米より含有量が多く、白米の約 5 倍のマグネシウムを含む玄米と比較すると少ない傾向でした。調査対象としたオートミールには主食に置き換えて食べることを推奨する表示がある製品がありましたが、白米や玄米のご飯をオートミールに置き換えると、亜鉛や鉄、カルシウムの摂取量が増えると考えられました。

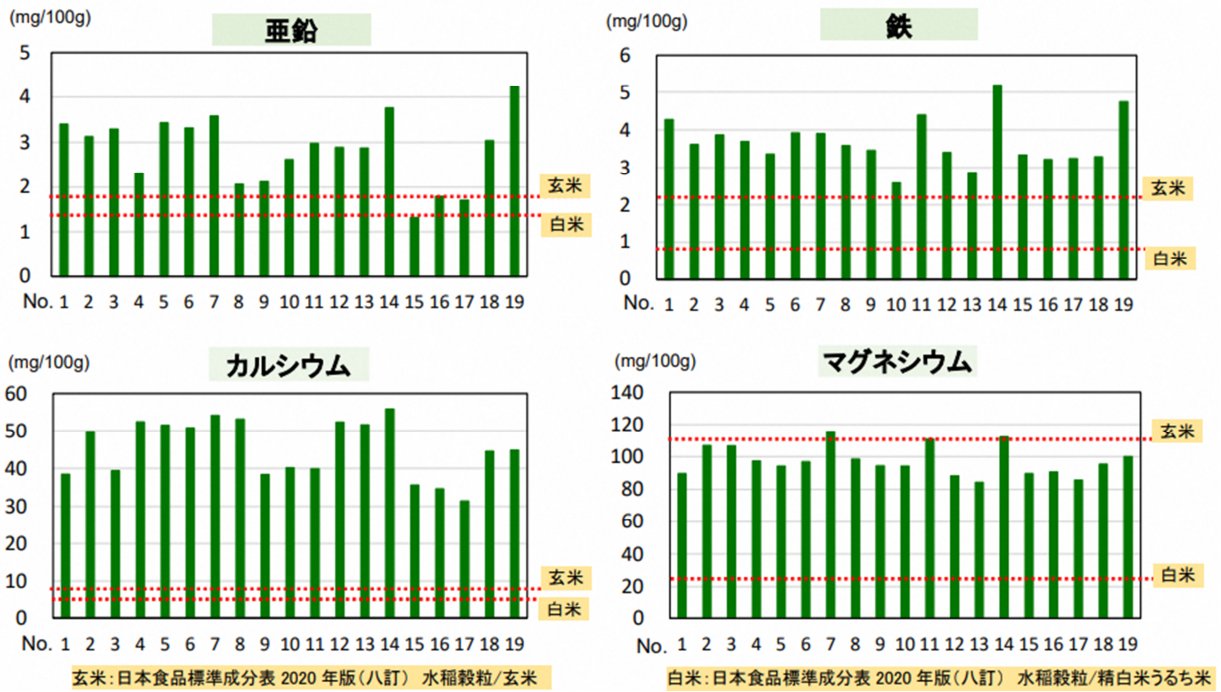


図4 オートミール 100g に含まれるミネラル類

今回紹介した「商品テスト情報」は、当研究所のホームページに掲載しています。
 バックナンバーも見ることができますので、ぜひ御覧ください。

パンフレット掲載ページは
 こちら↓から



医薬食品部 辻 むつみ

島田市役所大気常時監視測定局の移転について

【はじめに】

静岡県では、大気汚染防止法第 22 条に基づき、県民の皆様の健康保護の観点から環境基準の評価や大気汚染発生時の緊急時対策を行う目的で、県内各地の大気汚染物質濃度を常時監視として 24 時間 365 日監視しリアルタイムで公開しています（図 1）。

県内各地の大気汚染物質濃度を測定する大気常時監視測定局（以下、「測定局」という。）から、通信回線を通じて中央監視局にてデータ収集し監視しています。

島田市においては、昭和 48 年に島田市役所の駐車場の一面にコンクリート造局舎を整備して以来、令和 4 年度現在、県内で現存するものとしては最も歴史のある測定局として長らく活用してきました（写真 1）。

このたび、島田市役所の新庁舎建替工事に伴い、令和 4 年度末に、従来局舎から数十メートル北西の島田市役所現業事務所敷地内に新局舎を新築整備しましたので紹介します（写真 2）。



図 1 大気常時監視システム



写真 1 旧測定局

リニューアル
➡



写真 2 新島田市役所測定局

【最新鋭のモデル測定局】

静岡県内における最新の測定局として、従来測定局と比べて様々な工夫が施されています。

局舎本体は ALC（軽量発泡コンクリート）製で耐火性能に優れ、ユニット工法の採用

により工期短縮と必要に応じて移築を容易に行うことが可能となりました。また、標準ガス等の高圧ポンペを専用の屋外ポンペ庫に保管することで、局舎をコンパクト化し、空調の効率化による省エネルギー化も図りました。

気象観測用の風向風速計のセンサー部と本体部の通信を無線化するとともに、全ての監視データを常時監視テレメータシステムに送信する回線も無線化することにより、測定局周辺への景観に配慮しました。また、大気試料を効率的に採取できるような各種採取配管（写真3、4）を整備しました。



写真3 大気採取部（左：一般大気用、右：VOC用）



写真4 PM2.5採取部

【大気常時監視の基幹測定局】

島田市役所測定局は本県のほぼ中央部に位置し、工場・事業場等の固定発生源や高速道路、主要幹線道路等の移動発生源の立地状況から、本県の大気常時監視におけるもっとも重要な基幹測定局の一つとして位置付けています。監視項目は、二酸化硫黄、窒素酸化物、炭化水素、光化学オキシダント、浮遊粒子状物質及び微小粒子状物質で、一酸化炭素を除く全項目を対象としています（写真5）。特に、微小粒子状物質（PM2.5）は、



写真5 測定局内観測機器

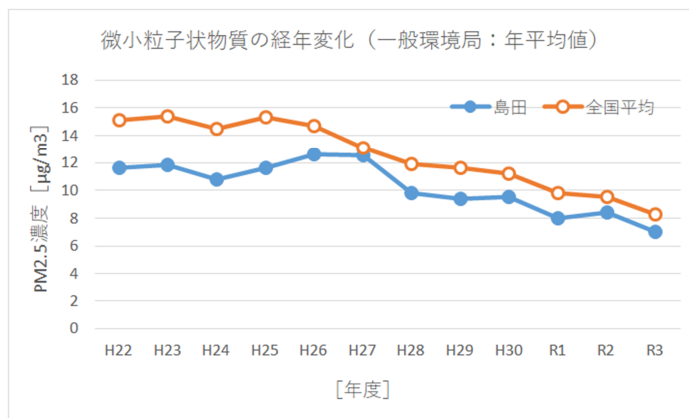


図2 PM2.5の経年変化

平成 21 年の環境基準制定を受け県内で最初に監視体制が整備され、平成 22 年度から現在まで監視を継続しています。PM2.5 の環境濃度は島田市役所測定局の監視結果から、全国平均と比較して低濃度で、明確な改善傾向が確認できます（図 2）。

【有害大気汚染物質監視の基幹測定局】

県では大気汚染防止法第 18 条の 44 に基づき、長期的な暴露による健康影響が問題となる有害大気汚染物質の汚染状況を把握するため、県内 6 地点（三島市、富士市、島田市、磐田市、袋井市、掛川市）で環境基準が設定されている 4 項目（ベンゼン、トリクロロエチレン、テトラクロロエチレン及びジクロロメタン）を含む 11 項目の揮発性有



写真 6 有害大気汚染物質調査【左：VOC 採取（屋内）、右：重金属等採取（屋上）】

機化合物（VOC）を調査しています。特に島田測定局は、有害大気汚染物質監視の基幹測定局（全国標準監視地点）として位置付け、上記 11 項目に加え、重金属等 10 項目の優先取組物質を毎月 1 回調査しており（写真 6）、全項目で環境基準等を達成していることを確認しました。

【おわりに】

静岡県では大気汚染防止法第 22 条に基づき、一般環境大気測定局 23 か所と自動車排出ガス測定局 3 か所の計 26 測定局（市有分を合わせると、一般環境大気測定局 57 か所と自動車排出ガス測定局 10 か所の計 67 測定局）で大気常時監視を実施しており、データは研究所のサイト（<http://taikikanshi.pref.shizuoka.jp>）で逐次公開しています。

また、有害大気汚染物質、水質汚濁、ダイオキシン、騒音・振動等の環境監視状況は、静岡県暮らし・環境部生活環境課のサイトから「大気汚染及び水質汚濁等の状況」として公表しています。県民の皆様が安心して生活できる環境形成の一助となることをこれからも目指して参ります。

大気水質部 太田良 和弘



編集・発行 静岡県環境衛生科学研究所
総務企画課

所在地 〒426-0083
藤枝市谷稲葉 232-1

電話番号 054-625-9121

FAX 番号 054-625-9142

E-mail kanki@pref.shizuoka.lg.jp

ホームページ <https://kaneiken.jp/>