

環 衛 レ ポ ー ト

静岡県環境衛生科学研究所

No. 71

2022年11月

○カードゲームを活用した気候変動適応の普及啓発について

環境科学部 瀧井美樹 …… P 1

○食品中の特定原材料検査について

微生物部 小柳純子 …… P 4

○ワサビのおいしさの秘密？

～糖類含量を調べてみました～

医薬食品部 山本 幸 … P 7

○熱海市伊豆山土砂災害におけるアスベスト大気濃度調査について

大気水質部 杉山優雅 … P 10



カードゲームを活用した気候変動適応の普及啓発について

【はじめに】

気候変動は、主に化石燃料の燃焼等により発生する温室効果ガス（二酸化炭素やメタン）の増加により引き起こる地球の気温上昇と捉えることができます。気候変動による影響には、熱中症リスクの増加、大雨の発生頻度の増加、農作物の品質低下、動植物の分布域の変化などがあり、そのような影響が実際に現れています。気候変動への対策には、温室効果ガスの排出を削減する対策（緩和策）と、すでに生じている、あるいは将来予測される気候変動の影響による被害を回避・軽減する対策（適応策）があり、両方をすすめていく必要があります。緩和策は、平成 11 年施行の「地球温暖化対策の推進に関する法律」のもと対策を進めてきました。一方、適応策は、平成 30 年に「気候変動適応法」が施行され対策を進めているところです。静岡県では、気候変動適応への取組として、気候変動適応法の中で示された「地域気候変動適応センター」を平成 31 年 3 月に当研究所内に立ち上げ、県内の気候変動適応に関する情報収集、整理、分析及び提供等を行っています。

静岡県気候変動適応センターの取組として、令和元年度から令和 3 年度まで環境省が実施する「国民参加による気候変動情報収集・分析委託事業」を受託しました。この事業では、農業組合、漁業組合の方や県民の方からの静岡県特有の気候変動影響の情報収集や、気候変動適応についての理解を進めてもらうためのワークショップ等を実施しました。情報収集した気候変動影響の詳しい内容については、2020 年 8 月の環衛レポート No. 64 (<https://kaneiken.jp/reportnew/repo64.pdf>) で紹介しています。今回は、令和 2 年度に気候変動適応についての普及啓発ツールとして作成したカードゲーム「ふじのくに気候変動適応アクションカード」について紹介します。

【啓発ツールの作成について】

カードゲームは、環境省の「平成 31 年度地域コンソーシアム近畿地域事業委託業務」で作成された「SHIFT+適応カード」を参考に本県版を作成しました。1 組の「ふじのくに気候変動適応アクションカード」は、気候変動の影響が書かれた「つぶやき」カード 50 枚と適応策としてのアクションが書かれた「アクション」カード 50 枚で構成されています。「つぶやき」カードは、令和元年に一般県民から収集した気候変動影響の情報 240 件の中から本県ならではの内容 50 件を選出しました。「つぶやき」カードと「アクション」カードは、最低でも 1 対の組み合わせが可能であり、カードによっては複数の組み合わせが可能な内容としました。主な使用対象者としては中学生以上を想定しました。カードの文章は、専門的な用語は使わず、静岡の方言も取り入れ、

親しみやすくなるよう工夫しました。



「つぶやき」カード 「アクション」カード
 図1 「ふじのくに気候変動適応アクションカード」(抜粋)

【啓発ツールを活用した普及啓発について】

令和2、3年度に静岡県内の中学生、高校生、大学生、教員を対象にカードゲームを活用したワークショップを開催しました。ワークショップは、静岡県地球温暖化防止活動推進センターの協力を得て実施しました。ワークショップの内容は、まず講義により気候変動適応とは何かを知っていただく、次にカードゲームを行い適応策の具体例を知っていただく、最後にカードゲームにある気候変動の影響に対する適応策を自ら考えカードを作成していただく、という構成にしました。



カードゲームの実施



適応策のカード作成

図2 ワークショップの様子

ワークショップ時に行ったアンケート結果から、ワークショップ前に「適応策」について知らなかった方の割合は、令和2年度は約5割、令和3年度は約7割でした。令和2、3年度においてワークショップ後、約9割の方が「適応策」について理解が進んだと回答しており、カードゲームを活用したワークショップが適応策について周知し、理解を深めていただく点で効果的であったことがわかりました。

また令和3年度には、開発した啓発ツールを活用し普及啓発活動が実施できる人材を育成することを目的に、現役教員や教職課程の大学生を対象としたワークショップも開催しました。ワークショップ後のアンケート結果から、現役教員の約6割の方から、このカードゲームを授業で活用できそうだという意見をいただきました。また中学生以上が使用することを想定して作成しましたが、現役教員の方からは小学校高学年から使用可能と思われるとの意見をいただきました。教職課程の大学生には、このカードゲームを活用した授業案を各自考案していただき、カードゲームの活用について具体的に考えていただくことができました。

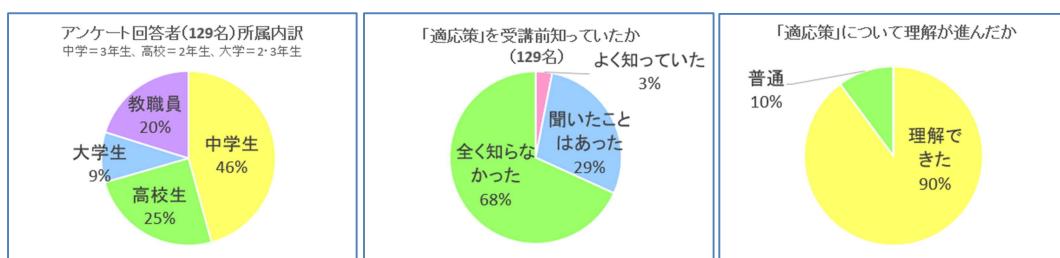


図3 アンケート結果（令和2年度）

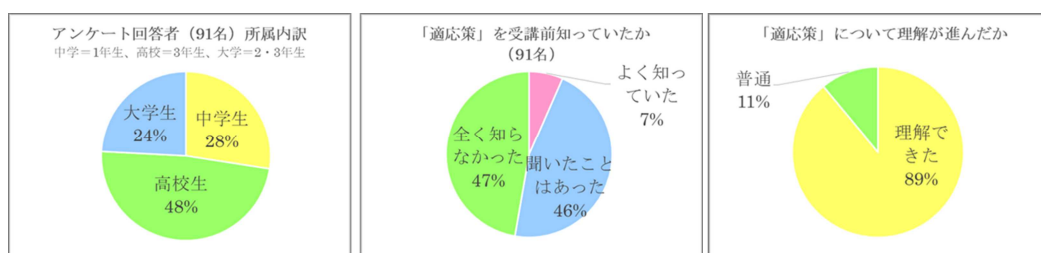


図4 アンケート結果（令和3年度）

【おわりに】

作成したカードゲームは全部で35セットあり、現在貸出を実施しています。貸出に必要な手続きについては、県気候変動適応センターホームページで紹介しています(<https://kaneiken.jp/tekiou-center/info.html>)。多くの方にカードゲームを活用していただき、気候変動に適応するとはどのようなことなのかを知り、自らの行動を考えるきっかけとしてほしいと考えています。

環境科学部 瀧井美樹

食品中の特定原材料検査について

検査方法について

静岡県では、平成 14 年 11 月に通知された「アレルギー物質を含む食品の検査方法について」¹⁾（旧通知：食発第 1106001 号 厚生労働省医薬局食品保健部長通知）に基づき、平成 16 年度から、県内で製造または流通する食品中の特定原材料（図 1）の検査を実施しています。



図 1²⁾ 特定原材料

当検査は、スクリーニング検査として、加工食品に含まれるアレルゲンタンパク質を ELISA 法で定量検出します。ELISA 法は、抗原抗体反応を利用してタンパク質を検出する方法です。抗体の選び方によって、選択性、交差反応性や検出限界が変化します。

食品中のアレルゲンタンパク質は、加工による変化、分解や精製の程度が食品により多様で不均一です。そのため、スクリーニング検査で目的とするアレルゲンタンパク質が効率よく検出できるよう、食品を可能な限り細かく粉砕します。スクリーニング検査では、特定のタンパク質に結合する抗体と、多くのタンパク質に結合する抗体の特性の異なる 2 種類の検査キットを組み合わせ使用します。特定のタンパク質に親和性の高い抗体を使用すると特異性は向上しますが、目的とするタンパク質が製造工程で変性すると検出できなくなる可能性があります。一方、多くのタンパク質に結合する抗体を用いた場合、目的とするタンパク質に構造の似たタンパク質への結合が多くなり、擬陽性となる確率が高まる弱点があります。このように、スクリーニング検査は、2 種類の検査キットそれぞれの検査特性を補完する体制になっています。スクリーニング検査陽性の判断基準は $10 \mu\text{g/g}$ 、定量値が $8 \sim 12 \mu\text{g/g}$ の場合は再測定して値の平均値を採用します。各キットから得られる検査結果は必ずしも一致しませんが、いずれか一方の結果が $10 \mu\text{g/g}$ を超えていれば陽性と判断します（図 2）。

スクリーニング検査で陽性となった場合、ウェスタンブロット法や PCR 法による確認検査を実施します。卵と乳はウェスタンブロット法、小麦、そば、落花生、えび・かには PCR 法で行います。ウェスタンブロット法は、タンパク質を電気泳動して分子量の違いで分離し、抗原抗体反応を利用してタンパク質を検出します。PCR 法は、検出対象に

特異的な DNA 領域を PCR 増幅して検出する方法です。

検査対象	卵、乳、小麦、そば、落花生	甲殻類（えび・かに）
検査キット	モリナガ FASPEK エライザⅡ FASTKIT エライザ Ver.Ⅲ（日ハム）	甲殻類キットⅡ「マルハニチロ」 FA テスト EIA-甲殻類Ⅱ「ニッスイ」
定量範囲	1.0～20.0 μg/g	

図2 当所で使用している ELISA 検査キット

静岡県での特定原材料検査実績について

平成30年4月～令和4年10月31日までに実施した検査において、乳を対象とした検査で2検体、小麦で1検体、そばでは2検体が陽性となり、乳1検体はウエスタンブロットによる確認検査で陽性、小麦とそばは全てPCR法による確認検査で陽性となりました（図3）。今年度の乳が陽性となった1検体については、保健所による事業者への調査から明らかな原材料由来の混入が確認されたため、確認検査は実施しませんでした。

年度	アレルゲン						合計
	卵白	乳	小麦	落花生	そば	えびかに	
H30 (2018)	32	33 (陽性1)	17	10	13 (陽性2)	8	113
R1 (2019)	33	29	16	11	13	11	113
R2 (2020)	48	29	16	8	13	11	125
R3 (2021)	31	31	15	8	13	12	110
R4 (2022)	31	30 (陽性1)	17 (陽性1)	8	12	—	98

図3 特定原材料検査実績

食物アレルギーと食品表示について

摂取した食物中に含まれるアレルゲン（主にタンパク質）を異物として認識して体が過敏な防衛反応を起こすことを食物アレルギーといいます³⁾。アレルギー体質の人の

場合、抗原に対して過敏に反応してアレルギー症状を起こし、重篤な場合には命の危険にさらされることもあります。

食物アレルギーの表示制度は、食品表示法（平成 25 年法律第 70 号）に基づく食品表示基準（平成 27 年内閣府令第 10 号）に規定されています。発生数や誤食が多く重篤度の高い上記 7 品目を特定原材料と定め、容器包装された加工食品および添加物については、特定原材料を含む旨を表示することが義務付けられています。また、食物アレルギーは、微量な意図しない混入によっても起こることがあるため、混入の可能性を排除できない場合には、注意喚起表示が行われています。このように、食物アレルギー表示は、食物アレルギーのある人が、食品の中に反応するアレルゲンが含まれるかどうかを判断して選別するためのツールです。そのため、表示が適正であることはとても重要です。

おわりに

当所でのスクリーニング検査及び確認検査の結果は、製造施設に対する保健所による監視指導の根拠になっています。食物アレルギーのある人への健康被害発生を防ぐために、特定原材料の表示が適正であるか否かについて、通知に基づき精度の高い検査を行うことによって、今後も正確な情報提供をしていきます。

1) 現通知：平成 22 年 9 月 10 日消食表第 286 号 消費者庁次長通知

2) 出典：（公財）ニッポンハム食の未来財団ホームページ

<https://www.miraizaidan.or.jp/allergy/illustration.html>

3) 消費者庁 HP 「アレルギー表示に関する情報」

https://www.caa.go.jp/policies/policy/food_labeling/food_sanitation/allergy/

微生物部 小柳純子

ワサビのおいしさの秘密？ ー糖類含量を調べてみましたー

【はじめに】

ワサビは本県の重要な特産品であり、平成 30 年 3 月には「静岡水わさびの伝統栽培」が世界農業遺産に認定され、静岡県産ワサビの需要が高まっています。

ワサビの品質は、大きさ、色、形状等の外観品質と辛味、香り、甘み、粘り等の内容（すりおろし）品質により評価されます。これらの評価項目のうち、辛味及び香り成分であるイソチオシアネート (ITC) 類については、環衛レポート No. 59 (2018 年) で紹介しています。ITC 類の中で代表的なアリルイソチオシアネートや 6-メチルスルフィニルヘキシルイソチオシアネートを GC/MS 等の分析装置を用いて定量した結果、その含量は葉、葉柄に比べ、根茎や根に多く、また品種によって含量に差があることが明らかとなっています。

一方、ワサビに含まれるグルコースなどの甘味成分は、辛味をより鮮明にしたり、アクなどの苦味を和らげたりすることで、ワサビのおいしさを引き立たせるのに重要な成分であると考えられています。しかし、その含量についてはこれまで定量的な調査がされていませんでした。そこで、今回、県内で栽培されたワサビ根茎の糖類含量を調査したので、その結果を紹介します。



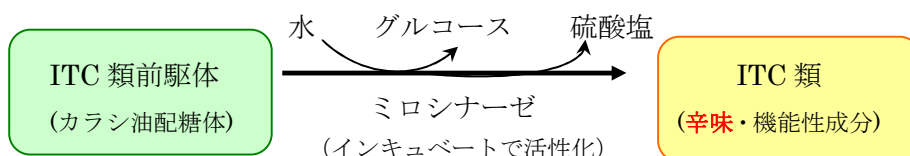
図 1 ワサビの根茎（鬼緑）

‘鬼緑’は根茎の育ちが良く、濃い緑色が美しい品種です。

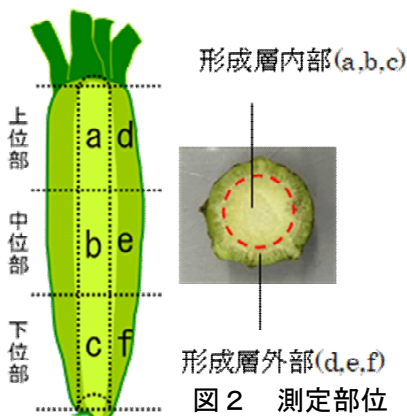
【糖類の含量はどうやって測定するの？-糖類分析法-】

今回行った調査は、高速液体クロマトグラフ-荷電化粒子検出器という分析機器を用いることで定量的な数値として甘味成分を測定する手法を用いました。本調査では単糖類であるグルコースとフルクトース、二糖類であるスクロースとマルトースを調査対象としました。

前処理方法はワサビを凍結粉碎し、70%メタノールで抽出する操作を 3 回繰り返す、集めた上清をメンブランフィルターでろ過し、試料溶液としました。また、ワサビの辛味成分である ITC 類はそのままの状態ですら存在しているのではなく、すりおろすことによって細胞が破壊されるとミロシナーゼという酵素と ITC 類前駆体が反応し、ITC 類とグルコースが生成することがわかっています。喫食時と同様にワサビの辛味成分を十分に生成した状態での糖類含量を調査するため、凍結粉碎後抽出前に 37℃10 分間インキュベートする工程を追加したものについても糖類含量を測定しました。



【ワサビ根茎の部位によって含量に差があるのか】



令和3年8月に収穫した‘鬼緑’（図1）3株を用いてワサビ根茎を茎葉側から上位部、中位部、下位部に3等分し、さらに形成層内部と形成層外部に分けて細切した6部位（図2）について糖類含量を測定しました。

糖成分ごとの根茎部位別含量と3株の平均値を図3に示しました。部位別含量には以下のような特徴がみられました。(1)グルコースはインキュベート無しの場合、上中下位部で含量に大きな差はみられませんでした。インキュベート有りの場合は形成層外部で高値を示し、形成層内部と大きな差がみられました。(2)スクロースはインキュベートの有無にかかわらず、形成層内部及び形成層外部で上位部より下位部で高い傾向がみられました。(3)フルクトースはインキュベートの有無にかかわらず、形成層内部では上位部より下位部で高値を示しましたが、形成層外部では上中下部位で大きな差はみられませんでした。(4)マルトースはインキュベート無しの場合、形成層内部で定量限界*未満となる株があり含量が少ない傾向にありました。インキュベート有りの場合は、上中下部位で形成層内部より形成層外部で高い傾向がみられました。

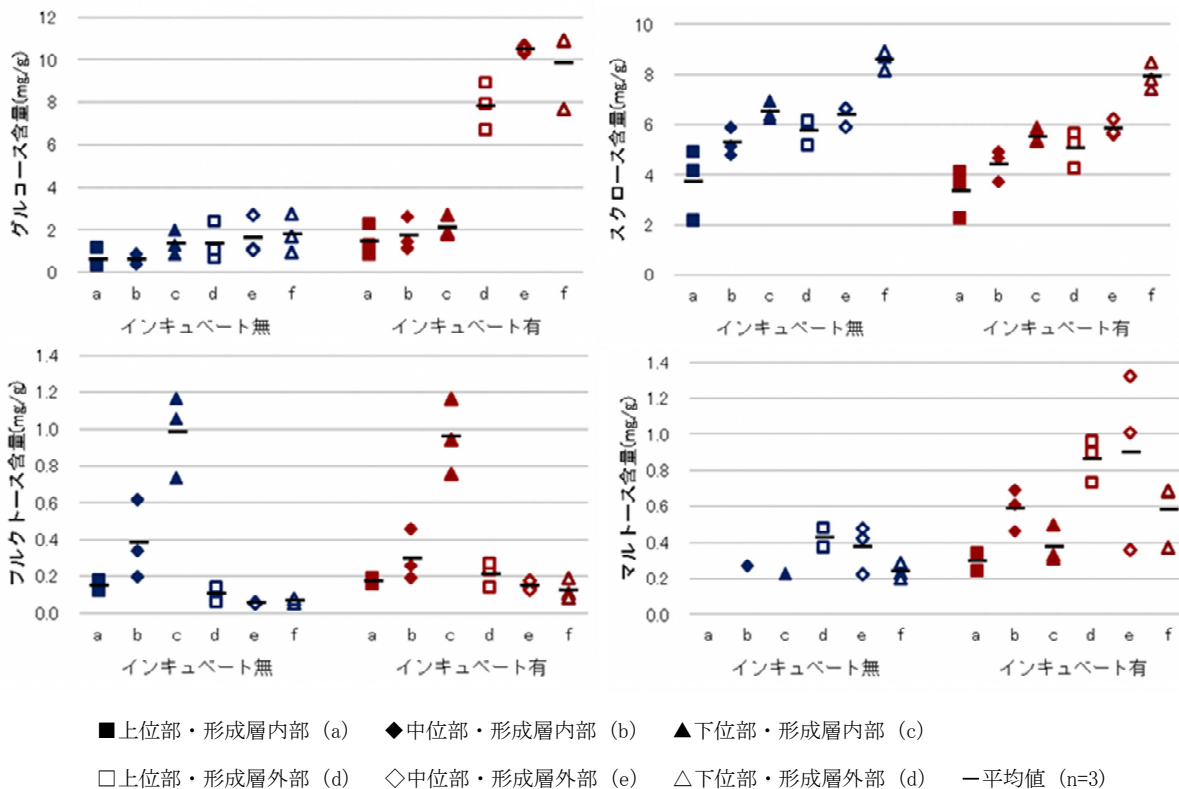


図3 ワサビ根茎部における部位別糖類含量

※定量限界：グルコース及びフルクトース 0.04mg/g、スクロース及びマルトース 0.20mg/g

この中で、最も特徴的なのがインキュベートにより形成層外部のグルコースが顕著に増加したことです。ワサビに最も多く含まれる ITC 類前駆体であるシニグリンやシニグリンが分解されて生成する辛味成分は根茎中心部より外層部で高く、また、分解に関与するミロシナーゼは表皮及び維管束に多く、中心部にある髄では活性が認められないとの報告もあります。このことから、形成層外部でのグルコースの顕著な増加はミロシナーゼの作用により ITC 類前駆体が分解され、辛味成分とグルコースが多く生成したことが要因であると推察されます。

【ワサビ根茎の甘さに寄与しているのはグルコースとスクロース】

各部位の重量と部位別含量からワサビ 1 本(100g)あたりの含量を算出し、3 株から得られた含量の平均値及び標準誤差を図 4 に示しました。今回試験に供した‘鬼緑’の根茎に含まれる糖は、スクロースとグルコースが多く、マルトースとフルクトースは少ないことが明らかとなりました。このことからワサビの甘さにはスクロースとグルコースが大きく関与していると言えます。また、ワサビをよくすりおろし十分に酵素を反応させることで辛さも甘さも増すことが、ワサビのおいしさの秘密かもしれません。

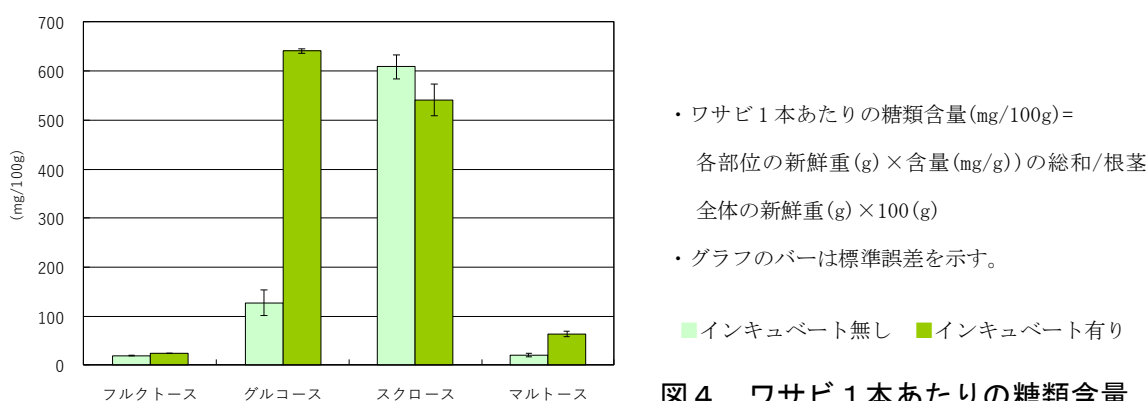
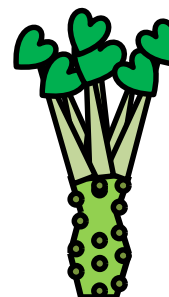


図 4 ワサビ 1 本あたりの糖類含量

【おわりに】

ワサビは本県を代表する特産品であり、さらなる産業振興が望まれています。当研究所ではこれまでにワサビの辛味・機能性成分の分析法を確立し、ワサビを原料とした機能性食品や高付加価値品種の開発を模索するための基礎データの収集に貢献してきました。今回行ったワサビの糖類含量の調査は、ワサビのおいしさを評価するのに重要な甘みの特性を明らかにするうえで有用であると考えています。



なお、本研究は静岡県新成長戦略研究「世界農業遺産「静岡水わさびの伝統栽培」を発展させる種苗産業と新栽培体系の確立」(2019～2021 年度)により実施しました。

医薬食品部 山本 幸

熱海市伊豆山土砂災害におけるアスベスト 大気濃度調査について

【はじめに】

令和3年7月に熱海市伊豆山にて大規模な土砂災害が発生しました。地震や土砂災害等の災害発生時には、多くの建築物が倒壊、損壊することで災害廃棄物由来のアスベスト飛散が懸念されます。大気中に飛散したアスベスト繊維を多量にばく露すると、人体へ健康被害を引き起こすおそれがあることが知られています。そこで当所では、住民の不安解消及び健康被害発生防止の観点から、災害廃棄物仮置場及び被災地周辺居住地域にてアスベスト大気濃度調査を実施しました（表1、図1）。

表1 災害発生後の対応状況

年月日	状況
R3 7.3	熱海市伊豆山土砂災害発生
7.9	環境省から「災害廃棄物の処理等に係る石綿飛散防止対策」に関する事務連絡を収受
7.16	熱海市伊豆山にて測定候補地点の事前調査を実施
7.20	「熱海市土砂災害に係るアスベストモニタリング計画」を策定 ※以後、適宜改訂
7.26 ～ 10.4	アスベスト大気濃度調査（第1回～第5回）
R4 6.27	アスベスト大気濃度調査（第6回）※公費解体実施に伴う調査



図1 調査の流れ

【アスベスト対策について】

アスベストは石綿とも呼ばれる天然に産出する繊維状ケイ酸塩鉱物（クリソタイル、アモサイトなど計6種類）の総称です。安価で耐火性、耐熱性、防音性など多様な機能を有していることから、建築材料や工業製品として1970年代を中心に広く使用されてきました。しかし、アスベストのばく露から数十年を経て、中皮腫、肺がん等の重篤な健康被害を生じさせるおそれがあることが明らかになり、その使用は昭和50年代から順次規制され、平成18年より製造、輸入、使用が全面禁止されました。

アスベストの多くが建築材料として既存の工場、ビル、住宅といった建築物等に使用されており、令和3年には大気汚染防止法が改正され、アスベストに関する規制が強化されるなど、解体、改造及び補修作業を伴う工事によるアスベストの飛散防止対策が進

められています。

【課題及び対応】

一方、災害時におけるアスベスト大気濃度調査については、令和3年度時点で、環境省が策定した「災害時における石綿飛散防止に係る取扱いマニュアル（改訂版）（平成29年9月。以下「マニュアル」という。）」にて、調査の方針は示されていたものの、測定箇所を選定方法や測定頻度等の具体的な方法については定められていませんでした。そのため、実際の調査は各自治体個別の実情に合わせて運用している実態がありました。そこで本事例では、各測定地点ごとにアスベスト飛散リスクを評価し、具体的な測定方法を定めた「調査計画」を策定した上で、調査を実施しました。各項目の選定根拠及び本調査における一連の対応について報告します。

【測定地点】

本調査は、災害廃棄物仮置場（土捨て場合含む）、被災地周辺居住地域ともに3地点にて実施しました（図2）。なお、被災地周辺居住地域については熱海市からの要望に基づき調査を実施しました。



図2 測定地点

【事前調査】

①アスベスト台帳の確認

本県の生活環境課経由で建築部局へアスベスト台帳の提供依頼を行い、内容を確認しました。しかし、台帳の記載内容は「一定規模以上の民間建築物が対象」であったり、「専門家以外の調査」があったことから、本調査においては、アスベスト含有建築物の特定は「困難」でした。

②現地での目視調査（図3）

災害廃棄物仮置場では、搬入物の種類（スレート、断熱材、吹付ロックウール等の有無）や量、搬入・搬出時期に関する調査を実施しました。被災地周辺居住地域では、建築物の使用建材の確認を行うとともに、今後の家屋解体（公費解体）に関する情報収集を実施しました。また、両地点に共通して、測定開始可能時期、立入及び車両進入の可否、測定装置設置場所等に関する確認を熱海市職員同伴のもと実施しました。



図3 現地での目視調査

【調査計画策定】

事前調査をもとに、測定箇所、期間及び頻度、測定方法を定めた「アスベストモニタリング計画」を策定しました。以下に、各項目の詳細を示します。

①測定箇所

災害廃棄物仮置場については、測定地点敷地内のうち、居住地側に1箇所目を、対角線の反対方向を2箇所目としました。被災地周辺居住地域においても同様の考え方とし、損壊した建築物等の多い地域を1箇所目、その反対側を2箇所目としました。

②測定期間及び頻度

災害廃棄物仮置場（土捨て場含む）は1～3か月に1度を目安とし、稼働開始から終了までを測定期間としました。被災地周辺居住地域は、解体前の段階と家屋解体のタイミングにそれぞれ実施することにしました。災害廃棄物の搬入状況や家屋の解体状況によって、適宜頻度を減らしたり増やしたりすることとしました。

③測定方法

「アスベストモニタリングマニュアル（第4.1版）」に従い、大気の捕集、位相差顕微鏡法を実施し、総繊維数濃度が1本/Lを超えた試料については電子顕微鏡法にてアスベスト繊維の同定及び計数を実施しました。

【結果】

令和3年度の調査は、土捨て場2地点、災害廃棄物仮置場1地点、被災地周辺居住地域3地点を各1～2回の計6回実施しました（表2、表3）。

第1回調査の土捨て場1箇所にて総繊維数濃度が1本/Lを超えたものの、電子顕微鏡法の結果、アスベスト繊維は検出されませんでした。また、他の検体はすべて総繊維数濃度が1本/Lを下回っていたことから、現時点でアスベスト繊維の飛散リスクは低いものと考えられました。総繊維数濃度が1本/Lを超えた理由としては、大気捕集中に周辺で土砂の搬入が活発に行われていたため、粉塵等の巻き上げによる影響を受けた可能性が考えられます。

表2 位相差顕微鏡法結果

調査地点	調査日	位相差顕微鏡法 総繊維数濃度 (本/L)		
		1	2	
土捨て場 熱海市浄水管理センター横埋立地	令和3年7月26日 (第1回)	1	1.1	
		2	0.45	
	令和3年9月13日 (第4回)	1	0.66	
		2	0.22	
大黒崎旧清掃工場跡地	令和3年7月26日 (第1回)	1	非検出	
		2	0.21	
災害廃棄物仮置場 笹尻仮置場	令和3年8月2日 (第2回)	1	0.28	
		2	0.25	
	令和3年9月13日 (第4回)	1	0.48	
		2	0.39	
被災地周辺居住地域 伊豆山小学校	令和3年8月25日 (第3回)	1	0.39	
		2	0.17	
	令和3年8月25日 (第3回)	1	0.21	
		2	0.11	
	令和4年6月27日 (第6回)	1	0.22	
		2	0.34	
	伊豆山浜公園	令和3年10月4日 (第5回)	1	0.056
			2	0.17

表3 電子顕微鏡法結果

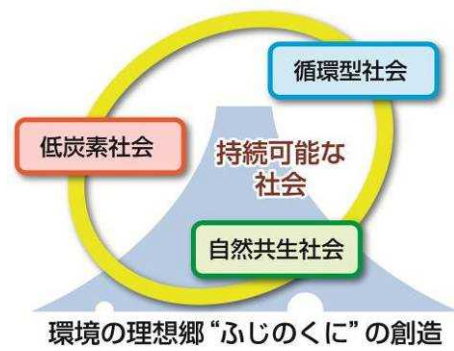
調査地点	調査日	大気中の石綿繊維数濃度(本/L)					総繊維数濃度 (a+b+c+d+e)
		クリンタイト (a)	アモサイト (b)	クロシドライト (c)	その他石綿繊維 (d)	その他 (e)	
熱海市浄水管理センター横埋立地	2021/7/26 (第1回)	ND	ND	ND	ND	2.2	2.2

ND: Not Detected

【おわりに】

災害時におけるアスベスト大気濃度調査において、調査を迅速かつ正確に行うためには、①他自治体及び内部関係部局との連絡体制の確保、②平時における建築物の石綿含有有無に関する正確な情報の把握及び共有が最も重要でした。また、マニュアルでは、測定箇所の選定及び測定頻度の基準が明確にされていませんでしたが、本事例にて各調査地点における石綿飛散リスクを評価し実施計画として策定したことで、上記に関する一定の基準を示すことができました。また、令和4年3月には「アスベストモニタリングマニュアル」が改訂され、「災害時における環境モニタリングのための測定方法」の記載が追加されるなど、国としても災害時における環境モニタリングのマニュアル整備を進めている段階です。今後は、今回のような局所的な災害だけでなく、南海トラフ等の広域的な大規模災害を想定した上でのアスベスト調査体制の構築を県全体として取り組む予定です。

大気水質部 杉山優雅



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/>