

原著

中食に含まれる農薬・動物用医薬品の実態調査

小木曾俊孝・佐藤環

弁当、総菜、ファーストフードのテイクアウトやデリバリーなど外部で調理され自宅等で食べる調理済み食品は中食と呼ばれる。中食はライフスタイルの多様化に伴い利用が拡大しており、食料消費支出の動向から特定の世代のみが利用しているのではなく、全ての年代で利用が拡大していることが特徴の一つとなっている。一方、食品の安全性を確認することは重要であり、厚生労働省はマーケットバスケット方式による農薬の一日摂取量調査を実施し、毎年食品の安全性について調査を行っているが、中食は調査対象としていないため、実態を把握するデータが不足している。本研究では中食に着目し一食あたりに含有する農薬・動物用医薬品の実態を調査した。その結果、調査した食品一食当たりの対ADI比は0.0013-0.39%であり、健康に影響を及ぼす可能性があるとは考えられなかった。

[キーワード：中食、農薬、動物用医薬品、実態調査]

1 はじめに

食事の形態は大きく内食・中食・外食に分類される。内食は素材から調理して家庭内で食べる食事形態であり、外食は飲食店で調理された食事を店内で食べる形態である。中食は内食と外食の中間であり、店舗で購入した調理済み食品やインスタント食品などを持ち帰って食べる食事形態である¹⁾。中食産業は市場規模が30年弱右肩上がりが増加していることが報告されており、背景として高齢化の進行や働く女性の増加、単身世帯の増加といった社会構造の変化や個食・孤食の増加や家事の外部化といった生活者の意識やライフスタイルの変化が影響していると考えられている¹⁾。一方で、近年食の安全性の確保が課題となっており、令和5年1月に食品安全委員会が実施した調査では約50%の回答者が食品の安全性の観点から残留農薬に不安を感じる又はある程度不安を感じると回答している²⁾。また、過去の同調査結果では家畜用抗生物質に対して不安の割合が高い年も見られた。これに対して、厚生労働省はマーケットバスケット方式による農薬等の一日摂取量調査を実施し、毎年食品の安全性について調査を行っている³⁾。しかし、中食に該当する調理食品そのものは調査対象でないため、実態を把握するデータが不足している。本研究では、福岡県内で購入可能な中食30品目について農薬・動物用医薬品の残留調査を行ったので報告する。

2 方法

2・1 分析試料

福岡県内のスーパーやコンビニエンスストアで購入可能な弁当や冷凍食品、ファーストフードのテイクアウトなど30検体について調査を行った。購入した食品及び原材料

を表1に示す。

2・2 標準品及び試薬等

農薬の標準溶液は関東化学製の農薬混合標準液(45、48、54、55、58、63、70、73、77、78、79、1598)を使用した。また、単一の標準品としてエトリムホス、アセタミプリド、シアゾファミド、ジノテフランは富士フイルム和光純薬製、アルジカルブスルホキシドはAccuStandard製を使用した。

動物用医薬品の標準溶液は富士フイルム和光純薬製の動物用医薬品混合標準液(キノロン剤、サルファ剤+葉酸代謝拮抗剤、マクロライド、ホルモン剤)を使用した。

蒸留水(ヘキサシ洗浄品、残留農薬分析用)、アセトニトリル(残留農薬試験・PCB試験用)、アセトン(残留農薬試験・PCB試験用)、メタノール(残留農薬試験・PCB試験用)、塩化ナトリウム(残留農薬試験・PCB試験用)、クエン酸水素二ナトリウム1.5水和物(鹿1級)は関東化学製を用いた。クエン酸三ナトリウム二水和物(特級)、無水硫酸ナトリウム(特級)、ギ酸(LC/MS用)は富士フイルム和光純薬製を用いた。エチレンジアミン四酢酸二ナトリウム(>99.5%)は東京化成製を用いた。クリセンド-12(D12, 98%)はCIL製を使用した。InertSep C18/SAX/PSA(200/100/100 mg)、InertSep C18、InertSep PSAはジーエルサイエンス製を用いた。ガラスビーズ(直径約1 mm)はアズワン製を用いた。

2・3 分析対象農薬及び動物用医薬品

農薬は442成分を測定対象とした。LC-MS/MSでは農薬混合標準液54、58、78に含まれる成分にアセタミプリド、シアゾファミド、ジノテフラン、アルジカルブスルホキシドを加えた87成分を農薬とし、農薬混合標準液45、55に含ま

表1 調査した中食及びその原材料

食品分類	食品名	原材料
チルド食品	①ミックスサンド（野菜）	パン、トマト、コーン人参入りポテトサラダ、玉子サラダ、ハム、キュウリ、野菜ソース、グリーンレタス、チーズソース、ファットスプレッド
	②ミックスサンド（野菜）	パン、トマト、ポテトサラダ、玉子コーンサラダ、キュウリサラダ、ポークハム、レタス、半熟玉子、マヨネーズ、野菜ソース、チーズ、リーフレタス、ファットスプレッド
	③ミックスサンド	パン、ツナサラダ、ハム、玉子サラダ、ゆで卵、レタス、チーズ、マヨネーズ、グリーンリーフ
	④のり弁	ご飯、白身フライ、竹輪磯部天、コロッケ、厚焼き玉子、漬物、ごま入り昆布佃煮、おかか和え、タルタルソース、根菜金平、辛子明太子、醤油たれ、ソース、海苔
	⑤幕の内弁当	ご飯、鶏唐揚げ、焼きサバ、こんにゃく煮、玉葱人参枝豆かき揚げ、たれ付鶏つくね、金平ごぼう、しゅうまい、ちくわ煮、厚焼き玉子、大根煮、人参煮、漬物、椎茸煮、しそ風味昆布ごま和え、調味梅干し、醤油たれ、ごま
	⑥幕の内弁当	ご飯、焼きサバ、玉子焼き、コロッケ、鶏つくね揚げ、えび天ぷら、ほうれん草ごま和え、ソーセージ、漬物、濃厚ソース、たれ、黒ごま
	⑦幕の内弁当	ご飯、肉じゃが、ハンバーグ、コロッケ、焼きさば、玉子焼き、トマト、小松菜和え物、ポテトサラダ、ひじき、漬物、和風ソース、梅干し、ごま
	⑧パスタ（キノコとベーコン）	和風スパゲティ、和風ソース、ゼラチン、ベーコン、エリンギ炒め、味付野菜菜、海苔、唐辛子
	⑨寿司	酢飯、エビ、カンパチ、ひらす、ぶり、マグロ、まだい、サーモン、いくら、うに、穴子、ヤリイカ、生エビ、のり、煮詰め、水あめ、醤油、砂糖、発酵調味料
冷凍食品	⑩弁当（鶏と野菜の黒酢あん）	鶏のから揚げ、揚げなす、ブロッコリー、スナッPEndウ、ピーマン、フライドポテト、醤油、砂糖、米黒酢、みりん、醸造調味料、植物油脂、香味食用油、中華だし調味料
	⑪パスタ（ボロネーゼ）	スパゲティ、ミートソース、植物油脂、トマトペースト、デミグラスソース、ワイン、たん白加水分解物、ソテーマッシュルームソース、ブロード、香味油、砂糖、香辛料、酵母エキス、野菜エキス、ビーフエキス、醤油、食塩
	⑫パスタ（トマトソース）	スパゲティ、トマトジュースづけ、揚げナス、パプリカ、フライドズッキーニ、植物油脂、トマトペースト、ソテーオニオン、にんにく、ショートニング、食塩、ブロード、チキンブイヨン、魚介エキス、砂糖、香辛料、チキンコンソメ
	⑬焼きそば	麺、もやし、チンゲン菜、赤ピーマン、たけのこ水煮、豚脂、えび、砂糖、食塩、きくらげ、オニオン調味油、乳化油脂、香辛料、植物油脂、オイスターソース、チキン調味料、粉末醤油、あさり調味料、魚醤、椎茸調味料、昆布調味料
	⑭炒飯	米、卵液、焼豚、ねぎ、オイスターソース、醤油、植物油脂、食塩、油脂加工品、風味油、エキス、異性化液糖、たん白加水分解物、香辛料、卵黄粉、濃縮醤油、菜種油
	⑮お好み焼き（ねぎ）	キャベツ、ネギ、全卵、小麦粉、牛脂、こんにゃく、牛肉、牛筋、紅ショウガ、砂糖、醤油、かつおエキス調味料、食塩、昆布エキス調味料、香味油、香辛料、清酒、みりん、酵母エキス
	⑯ちゃんぽん	麺、キャベツ、人参、もやし、コーン、ネギ、きぬさや、いか、エビ、豚肉、かまぼこ、さつま揚げ、植物油脂、きくらげ、醤油、チキンオイル、ポークオイル、食塩、でんぷん、香辛料
	⑰ピザ	小麦粉、ナチュラルチーズ、ソフトサラミソーセージ、トマトペースト、トウモロコシ、ピーマン、植物油脂加工品、植物油脂、ショートニング、加藤ぶどう糖液糖、イースト、脱脂濃縮乳、食塩、パン粉、でんぷん加工品、クリーム、ソテーオニオン、食物繊維、香辛料、濃縮トマト、チキンシーズニングパウダー、ぶどう酢、バター、ワイン
テイクアウト	⑱のり弁	ご飯、おかか昆布、海苔、白身フライ、ちくわ天、金平ごぼう、漬物 ^{※1}
	⑲弁当（唐揚げ）	ご飯、唐揚げ、スパゲティ、ポテトサラダ、漬物 ^{※1}
	⑳弁当（ハンバーグ）	ご飯、ハンバーグ、デミグラスソース、スパゲティ、ポテト、ポテトサラダ、漬物 ^{※1}
	㉑牛丼	ご飯、牛肉、玉葱 ^{※1}
	㉒うな丼	ご飯、ウナギ ^{※1}
	㉓ピザ（マルゲリータ）	ピザ生地、トマトソース、モッツァレラ、チェリートマト、オニオン、フレッシュバジル、オリーブオイル
	㉔ピザ（シーフード）	ピザ生地、ガーリックソース、オマールソース、オニオン、ピーマン、スイートバジル、エビ、ベビーホタテ、イカ、チーズ
	㉕パスタ（ナポリタン）	スパゲティ、ナポリタンソース、ソーセージ、マッシュルーム、オニオン、ピーマン、パセリ
	㉖パスタ（トマトクリーム）	スパゲティ、トマトクリームソース、エビ、トマト、パセリ
	㉗お好み焼き（豚モダン）	小麦粉、あおさのり、キャベツ、天かす、鰹節、マヨネーズ、紅ショウガ、焼きそば、豚スライス、玉子、削り粉、ソース
	㉘お好み焼き（海鮮豚モダン）	小麦粉、あおさのり、キャベツ、天かす、鰹節、マヨネーズ、紅ショウガ、やまいも、豚スライス、玉子、イカ、エビ、ソース
	㉙ハンバーガー	パンズ、トマト、ミートソース、玉葱、マヨネーズ、パティ、マスタード
	㉚フィッシュバーガー	パンズ、マヨネーズ、玉葱、フィッシュフライ、チーズ、マスタード

※1：製品に原材料等が記載されていないものは確認できる食材を記入した。

れる53成分を酸性農薬として合計140成分を測定した。GC-MS/MSでは農薬混合標準液45、48、63、70、73、77、79、1598に含まれる成分にエトリムホスを加えた302成分を測定した。

動物用医薬品は48成分を測定対象とし、全てLC-MS/MSで動物用医薬品混合標準液(キノロン剤、サルファ剤+葉酸代謝拮抗剤、マクロライド、ホルモン剤)に含まれる成分を測定した。

2・4 使用機器及び測定条件

農薬の測定に使用した装置及び測定条件を表2及び表3に示す。動物用医薬品の測定に使用した装置及び測定条件は表4に示す。

表2 GC-MS/MS測定条件(農薬)

装置	: SCION 456-GC / SCION TQ (BRUKER製)
カラム	: HP-5MS (30 m × 0.25 mm i.d., 0.25 μm, Agilent製)
昇温条件	: 50°C(1 min)-25°C/min-125°C(0min)-10°C/min-300°C(6.5min)
He流量	: 1.1 mL/min
注入量	: 1 μL
注入口温度	: 250°C
TL温度	: 280°C
イオン源温度	: 250°C
イオン化法	: EI法
測定モード	: MRM

TL温度: トランスファーライン温度

表3 LC-MS/MS測定条件(農薬・酸性農薬)

装置	: Acquity / Xevo TQ MS (Waters製)
カラム	: InertSustainC18 (2.1 × 150 mm, 5 μm, GL Sciences製)
移動相	: A: 5 mM酢酸アンモニウム水溶液 B: 5 mM酢酸アンモニウム含有メタノール
カラム温度	: 40°C
グラジエント	: A/B(%) = 85/15-(1min)-60/40-(4min)-50/50-(1min)-30/70-(5min)-5/95(4min)
流速	: 0.2 mL/min
注入量	: 5 μL
DG温度	: 400°C
Cap.電圧	: 1.5 kV
イオン化法	: ESI(+),(-)
測定モード	: MRM

DG温度: 脱溶媒ガス温度、Cap.電圧: キャピラリー電圧

表4 LC-MS/MS測定条件(動物用医薬品)

装置	: Acquity / Xevo TQ MS (Waters製)
カラム	: InertSustainC18 (2.1 × 150 mm, 5 μm, GL Sciences製)
移動相	: A: 0.1%ギ酸水溶液 B: 0.1%ギ酸含有アセトニトリル
カラム温度	: 40°C
グラジエント	: A/B(%) = 95/5(5min)-(20min)-5/95(4min)
流速	: 0.2 mL/min
注入量	: 5 μL
DG温度	: 400°C
Cap.電圧	: 0.5 kV
イオン化法	: ESI(+)
測定モード	: MRM

DG温度: 脱溶媒ガス温度、Cap.電圧: キャピラリー電圧

2・5 試料溶液の調製

2・5・1 農薬測定用試験溶液の調製

購入した検体を液体窒素またはドライアイスを用いて凍結粉碎し均一化した。続いて、佐藤の報告に準じて抽出及び固相精製を行い、GC-MS/MS測定試験溶液、LC-MS/MS測定試験溶液、LC-MS/MS酸性農薬測定用試験溶液をそれぞれ調製した⁴⁾。

2・5・2 動物用医薬品測定用試験溶液の調製

凍結粉碎し均一化した試料を用い、吉田らの報告に準じて抽出及び精製を行いLC-MS/MS動物用医薬品測定用試験溶液を調製した⁵⁾。

2・6 検量線の作製と定量

検量線は対象成分及び測定機器ごとに標準溶液を混合、希釈し作製した。検量線の濃度範囲は農薬測定用LC-MS/MSは0.1-100 ng/mL、農薬測定用GC-MS/MSは1-500 ng/mL、動物用医薬品測定用LC-MS/MSは0.5-10 ng/mLとし、各濃度範囲の中で5段階以上作製した。また、いくつかの検体抽出液(以下マトリックス溶液)で混合標準溶液を希釈したマトリックス標準溶液を作製し、定量時におけるマトリックス効果を確認するために使用した。

定量はGC-MS/MSで測定した成分は内部標準法、LC-MS/MSで測定した成分は絶対検量線法により定量した。本研究における定量下限は農薬0.0005 μg/g、動物用医薬品0.001 μg/gとした。

なお、各定量下限に相当する標準溶液を測定した時のピークがS/N>10であることを確認している。

2・7 添加回収試験

採取した試料に試料中濃度として0.01 μg/g(一部の農薬は0.05 μg/g)となるように各標準混合溶液を添加し、2・5に示す方法に従い試料を調製し、添加量に対する測定値を添加回収率(%)として算出した。

2・8 摂取量の推定

摂取量の推定は検出した試料中の濃度に、購入した中食検体一食分の重さを掛け合わせることで算出した。また、一日摂取許容量(ADI)に対して摂取量の最大値が示す割合を対ADI比として算出した。なお、一日摂取許容量の算出には平成30年国民健康栄養調査に記載されている男性及び女性の平均体重を平均した55.9 kgを用いた⁶⁾。

3 結果及び考察

本調査で得られた結果を表5に示す。農薬として測定した成分で検出されたものは殺虫剤8成分、殺菌剤16成分、除草剤1成分、成長調整剤1成分であった。定量下限値以上の濃度で最も検出された農薬はトリシクラゾールで9つの食品から検出された。トリシクラゾールは稲に適用する農

表5 中食試料における残留農薬・動物用医薬品の分析結果 (30検体)

種類	検出成分名	検出数*2	検出濃度(μg/g)		最大1食摂取量 (μg/meal)*3	1日摂取許容量(ADI) (μg/day)*4	対ADI比 (%)
			最高濃度	最低濃度			
殺虫剤	アセタミプリド	2(9)	0.0040	0.0016	1.3	3969	0.034
	クロルフェナピル	1(1)	0.0050	-	1.8	1453	0.13
	クロチアニジン	1(12)	0.0008	-	0.27	5422	0.005
	シペルメトリン	3(0)	0.0056	0.0051	2.1	1230	0.17
	イミダクロプリド	2(9)	0.0060	0.0020	1.6	3186	0.050
	ピペロニルブトキシド	6(4)	0.0022	0.0006	1.0	11180	0.0087
	チアメトキサム	2(14)	0.0020	0.0008	0.53	1006	0.052
	トルフェンピラド	1(3)	0.0032	-	1.1	313	0.34
殺菌剤	アゾキシストロビン	3(0)	0.0012	0.0012	0.48	10062	0.0047
	ボスカリド	3(2)	0.0219	0.0036	8.1	2460	0.33
	シアゾファミド	1(0)	0.0008	-	0.32	9503	0.0034
	ジクロフルアニド	1(2)	0.0006	-	0.39	16770	0.0023
	ジフェノコナゾール	4(11)	0.0032	0.0006	1.4	537	0.26
	ジメトモルフ	6(8)	0.0044	0.0006	1.8	6149	0.029
	フルジオキシニル	1(2)	0.0006	-	0.24	18447	0.0013
	イプロジオン	1(0)	0.0040	0.0040	1.1	6708	0.016
	メプロニル	2(0)	0.0140	0.0102	4.7	2795	0.17
	ミクロブタニル	2(0)	0.0042	0.0014	1.5	1342	0.12
	プロクロラズ	1(0)	0.0044	-	1.9	503	0.39
	プロシミドン	3(0)	0.0108	0.0006	2.8	1957	0.15
	ピリメタニル	2(2)	0.0008	0.0006	0.21	9503	0.0022
	テブコナゾール	1(15)	0.0006	-	0.16	1621	0.010
	チアベンダゾール	1(0)	0.0006	-	0.23	5590	0.0042
	トリシクラゾール	9(0)	0.0076	0.0020	2.6	2795	0.092
除草剤	クロルプロファム	1(2)	0.0040	-	1.9	2795	0.068
成長調整剤	1-ナフタレン酢酸	1(1)	0.0006	-	0.08	5590	0.0015
動物用医薬品 又は農薬	オキシソリニック酸	1(2)	0.0010	-	0.33	1174	0.028

※2: 括弧内は定量下限未満での検出数、※3: 中食検体一食分の重さから算出、※4: 平均体重として55.9 kgを用いた

薬であり、玄米中における検出例は多い⁷⁻⁹⁾。本調査では中食として弁当など米の割合が高い食品を対象としたため妥当な結果と考えられた。定量下限未満で存在が確認できた数を含めた場合、ネオニコチノイド系農薬であるアセタミプリド、クロチアニジン、イミダクロプリド、チアメトキサムが複数の食品から検出された。近年、ネオニコチノイド系農薬は欧米諸国において使用の禁止や規制強化が相次いでいる。一方、日本においては規制の強化は一部の農薬に限られており、過去10年におけるネオニコチノイド系農薬の出荷量には大きな変化がない¹⁰⁾。一般的に使用されている農薬であることが検出率の高い理由と考えられた。同様に定量下限値未満で存在が確認できた数を含めた場合、単一の農薬としてはテブコナゾールが最も多く検出された。検出された食品はパン、麺、ピザなど小麦を用

いた食品が多く、テブコナゾールが小麦の赤かび病防除の用途で使用される影響と考えられた¹¹⁾。対ADI比ではトルフェンピラド (0.34%、②ピザ (シーフード) から検出)、ボスカリド (0.33%、③ピザ (マルゲリータ) から検出)、プロクロラズ (0.39%、⑥パスタ (トマトクリーム) から検出) が0.3%台で本調査の中では高かったが、健康に影響を及ぼす可能性があるとは考えられなかった。ボスカリドの対ADI比が高い要因として、検出濃度が高かったことに加えて、一食の重量が370 gと使用した食品の中では摂取量が多いことが考えられた。トルフェンピラド及びプロクロラズの対ADI比が高い要因として、農薬のADIが小さいことが考えられた。

動物用医薬品として測定した成分で検出されたものは抗生物質1成分であった。しかし、検出されたオキシソリニ

ック酸は動物用医薬品としてだけでなく、農薬としても使用されているため、動物用医薬品として使用されたものか農薬として使用されたものかを判断することはできなかった。対ADI比は0.028%であり、農薬同様健康に影響を及ぼす可能性があるとは考えられなかった。

各食品について検出された成分数を比較すると、定量下限以上の濃度で5種類以上の農薬が検出された食品が4検体あった(表6)。また、定量下限未満で検出された成分を含めると一つの食品中から最大で13成分検出されたものがあった。野菜を煮詰めて作ったソースで味付けされている食品から複数の農薬が検出される傾向がみられた。一方で、幕の内弁当のような弁当類から検出された農薬は多くが2-3種類であり、さまざまな食品が含まれているが、個々の量は少ないことが理由と考えられた。

本試験で検出された成分の添加回収率は50-200%であり、多成分一斉分析法による健康影響評価という観点では許容範囲内であると考えた。また、マトリックス標準溶液を用いて定量を行った結果、ほぼ全ての成分について回収率が70-120%に収まることが確認できた。測定時にマトリックスの影響を受けていることが確認できたため、食品ごとにマトリックス標準溶液で補正することでより信頼性の高い分析値になると考えられた。

表6 複数成分の農薬が検出された食品例

食品名	定量下限以上	定量下限未満
冷凍食品 ⑫パスタ (トマトソース)	シベルメトリン(0.0054)	ジフェノコナゾール(0.00040)
	アゾキシストロビン(0.0012)	テブコナゾール(0.00020)
	ビペロニルブトキシド(0.00060)	ボスカリド(0.00040)
	ジメトモルフ(0.0020)	クロルフェナビル(0.00020)
	アセタミプリド(0.0040)	フルジオキシニル(0.00020)
冷凍食品 ⑮お好み焼き (ねぎ)	オキシニコ酸(0.0010)	チアメトキサム(0.00040)
		イミダクロプリド(0.00040)
	イプロジオン(0.0040)	
	テブコナゾール(0.00060)	
	プロシミドン(0.011)	ジフェノコナゾール(0.00020)
テイクアウト ⑲ビザ (マルゲリータ)	ビリメタニル(0.00080)	
	チアメトキサム(0.0020)	
	イミダクロプリド(0.0060)	
	ミクロブタニル(0.0042)	
	アゾキシストロビン(0.0012)	ジフェノコナゾール(0.00020)
テイクアウト ⑳パスタ (ナポリタン)	ビペロニルブトキシド(0.0016)	テブコナゾール(0.00040)
	ビリメタニル(0.00060)	
	ボスカリド(0.022)	
	シベルメトリン(0.0056)	
	ミクロブタニル(0.0014)	ジフェノコナゾール(0.00020)
	ビペロニルブトキシド(0.0022)	
	プロクロラズ(0.0044)	
	ボスカリド(0.0076)	

括弧内の数字は検出濃度(μg/g)

4 まとめ

本研究では近年利用が拡大している中食に着目し、残留農薬及び残留動物用医薬品の実態を調査した。調査した食品の一食当たりの対ADI比は0.0013- 0.39%であり健康に影響があるとは考えられなかった。また、多くの食品で複

数成分の農薬が検出されたが、対ADI比は何れの値も小さく問題があるとは考えられなかった。

ライフスタイルの変化は食事に大きく影響すると考えられており、今後も生活者の意識やライフスタイルの変化に伴い新たな食事形態へと変化すると思われる。今後も時代に即した食事形態について残留農薬及び残留動物用医薬品の残留実態を調査することで食の安全性が確保されるものと考えられる。

謝辞

本研究の一部は公益財団法人 大同生命事業団 地域保健福祉研究助成により実施しました。ここに謝意を表します。

文献

- 1) 全国スーパーマーケット協会：2014年版スーパーマーケット白書
- 2) 内閣府 食品安全委員会：食品安全モニター課題報告「食品の安全性に関する意識等について」の結果（概要）（令和5年1月実施）
(https://www.fsc.go.jp/monitor/monitor_report.html)
- 3) 厚生労働省：食品中の残留農薬等の一日摂取量調査結果
(https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/kenkou_iryou/shokuhin/zanryu/index.html)
- 4) 佐藤環：公益財団法人 大同生命厚生 地域保健福祉研究助成報告書
(http://www.daido-life-welfare.or.jp/subsidize/welfare_results.htm)
- 5) 吉田絵美子ら：食品衛生学雑誌, 52, 59-65, 2011.
- 6) 厚生労働省：国民健康・栄養調査(平成30年)
(https://www.mhlw.go.jp/bunya/kenkou/kenkou_eiyouchousa.html)
- 7) 松榮美希ら：石川県保健環境センター研究報告書, 59, 59-65, 2022.
- 8) 松渕亜希子ら：秋田県健康環境センター年報, 17, 24-33, 2021.
- 9) 小林ゆかりら：新潟県保健環境科学研究所年報, 32, 83-86, 2017.
- 10) 有機農業ニュースクリップ：ネオニコ系国内出荷量20年度は微増
(<http://organic-newsclip.info/log/2022/22071138-1.html>)
- 11) 農林水産省：穀類のかび毒含有実態調査の結果 平成14-27年度 国産麦類
(https://www.maff.go.jp/j/syouan/seisaku/risk_analysis/priority/kabidoku/tyosa/attach/pdf/index-23.pdf)

(英文要旨)

Actual Conditions Survey of Pesticides and Animal Drugs Contained in Home-Meal Replacement

Toshitaka KOGISO, Tamaki SATO

*Fukuoka Institute of Health and Environmental Sciences,
Mukaizano 39, Dazaifu, Fukuoka 818-0135, Japan*

Cooked foods that are cooked outside and eaten at home, such as bento, prepared meal, and fast food take-out and delivery, are called Home-Meal Replacement. The use is expanding with the diversification of lifestyles, and it is characterized by the fact that the use is expanding by all age groups. It is important to confirm food safety, and the Ministry of Health, Labor and Welfare conducts a market basket-based daily intake survey of pesticides and evaluates food safety every year. However, since we have not investigated Home-Meal Replacement, there is a lack of data to grasp the actual situation. In this study, we focused on Home-Meal Replacement and investigated the actual conditions of pesticides and animal drugs contained in each meal. As a result, the ADI ratio per serving of the food investigated was 0.0013-0.39%, and it was not considered that there was a possibility of affecting health.

[Key words; Home-Meal Replacement, Pesticides, Animal Drugs, Actual Conditions Survey]

短報

計量テキスト分析を用いた井戸水等水質検査相談内容（2009-2022年度）のデータ分析

古賀智子

当所では、井戸管理者を対象として主に井戸水の検査業務を実施しており、業務の中で水に関する様々な相談を受ける。本研究では、相談内容やそれに対する回答を対象としてデータ分析を行い、当所に持ち込まれる相談内容及びその回答の特徴を把握することを目的とした。データ分析の手法の一つである計量テキスト分析（テキストマイニング）を用いテキスト型データを分析した結果、相談者から具体的に提示される分析項目は主にマンガン、農薬、細菌であることや、過去の職員の対応状況などが明らかとなった。

[キーワード：井戸水、相談、計量テキスト分析、テキストマイニング]

1 はじめに

福岡県では、福岡県飲用井戸等衛生対策実施要領¹⁾に基づき、飲用井戸水について毎年一回以上定期的に検査を実施することを井戸管理者に推奨している。当所では、県民に向けて井戸水の検査窓口を設置しており、理化学検査を水質課（当課）、細菌検査を病理細菌課で実施している。この業務において、井戸水をはじめとした水に関する相談を受けることがあり、その内容を記録している。持ち込まれる相談内容は多岐に渡り、個々の相談に対して都度職員で話し合い、どのように回答するかを決めている。そのため、相談内容にどう対応するかは職員の経験によるところが大きく、誰もが画一的に対応できるようにマニュアル化することは難しい。

そのため本研究では、過去に受けた相談内容及びその回答を分析することによって、当所に持ち込まれる相談内容とその回答の特徴を見出し、知見の継承に資することを目的とした。対象データの一部が自由記述であったため、計量テキスト分析（テキストマイニング）を用いてデータ分析を行った。

2 方法

2・1 対象データと使用ソフトウェア

対象としたデータは、2009年度から2022年度までに職員が受けた井戸水などに関する相談を聞き取った記録とそれに対する回答とした。記録した項目は、“相談に用いられた手段（電話・来所など）”、“相談内容のカテゴリ”、“相談内容”、“相談内容に対する回答”であった。相談内容のカテゴリは“臭気”、“着色”、“異物”、“農薬”、“検査項目”、“検査受付”、“検査結果”、“井戸水以外”、“その他”とした。“相談内容”及び“相談内

容に対する回答”は自由記述式であった。

計量テキスト分析にはフリーソフトウェアのKH Coder3 (Windows版)²⁾を用いた。計量テキスト分析とは、議事録や新聞記事など数値化できないテキスト型データを計量的に分析するための手法で、テキストマイニングとも呼ばれている。先行事例として、白井及び高橋³⁾が水道利用者からの異臭味苦情について計量テキスト分析を活用している事例がある。今回は、“相談内容”及び“相談内容に対する回答”が自由記述式であるためKH Coder3を用いることとした。本研究で利用したKH Coder3の機能を以下に説明する。

1) KWICコンコーダンス

抽出した語が文章中でどのように用いられているかを探ることができる。テキスト型データの解析では、抽出語そのものだけでなく、それが使用された前後の文脈を確認することが重要であるため利用した。

2) コロケーション統計

KWICコンコーダンスを行った語について、その語の前後にどんな語が出現していたかを容易に読み取ることができるため、関連語の検索に有用である。

3) 共起ネットワーク

データ中で出現パターンが似通った語、つまり強い共起関係にある語を線で結んでネットワークを描く手法である。可視化することでデータを理解しやすくなり、データ中にあらわれたテーマやトピックを読み取ることができる。

2・2 対象データの前処理

対象データを用いて計量テキスト分析を行う前に、データの前処理を行った。表1及び表2に前処理内容を示す。前処理内容は、例えば記録者によって“Cu”や“銅”な

ど元素記号で記述したり和名で記述したりして表記が統一されていないため、元素名は全て和名とした。また、“pH”は一つの単語として認識されないため、強制的に一つの単語として抽出されるようにした。そのほか、前処理を実行すると“前”や“月”などが一つの単語として抽出されたが、本研究においては特に意味をもたないと考えられたため使用しないこととした。

これらの前処理を行ったデータを解析対象とした。

表1 単語の統一

元の単語	修正後
Cu, Mnなどの元素記号	銅、マンガンなどの和名
当所、保環研、弊所	研究所
試験	検査
飲料	飲用

表2 強制抽出語及び使用しない語

強制抽出語	使用しない語
pH	前 月 気 場合

3 結果及び考察

2009年度から2022年度の間に当課が受けた相談は182件で、年平均13件であった。その内、電話109件、来所71件、メール2件であった。

相談内容のカテゴリごとの件数を図1に示す。一つの相談が複数のカテゴリにまたがることもあるため、相談内容のカテゴリごとの件数の総和は全相談件数よりも多くなっている。“その他”が55件と最も多く、カテゴリに分類できない様々な相談が持ち込まれていることが分かった。次いで多かったのが、“検査受付”に関するもので45件、“着色”に関するものが26件であった。最も少なかったのは“臭気”に関するもので5件であり、当所は異臭に関する相談は少ないことが分かった。

次に、相談内容とその回答についてKH Coder3を用いて解析を行った。表3に相談内容とその回答の頻出語上位22位までを示す。相談内容と回答どちらも1位は“検査”、2位は“水”であった。そのほか、上位10位までを井戸水の水質検査に関する一般的な用語が占めた。相談内容の頻出語をみると、14位に“結果”という単語が出現した。KWIC コンコーダンスをみると、検査結果の解釈に関する相談がいくつかみられた。相談者が検査結

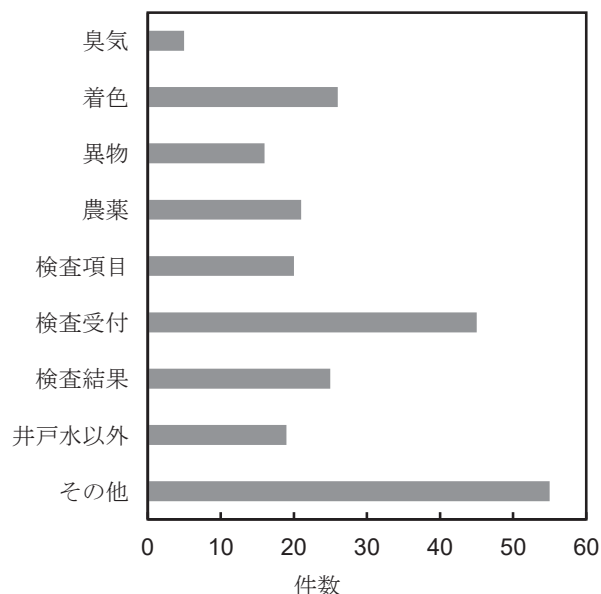


図1 相談内容のカテゴリごとの件数

果を提示するだけでなく、そこから何が言えるのかを分かりやすく説明して欲しいという要望があることが分かった。また、具体的水質分析項目の名称である“マンガン”、“農薬”、“細菌”という単語が出現しており、当所ではこの3項目に対する相談が多いことが分かった。

“マンガン”のKWIC コンコーダンスをみると、洗濯物やタイルが黒くなるため検査をして欲しい、という相談がいくつかみられた。“農薬”については、自宅や近隣で散布された農薬が井戸水に混入していないか気になるので検査可能か、との相談が複数みられた。“細菌”については、一般細菌が基準を超えていたが煮沸すれば飲用しても問題ないか、という相談が多かった。

次に回答の頻出語をみると、相談内容には出現しなかった“銅”が上位に出現した。“銅”という単語は、風呂場のタイルが青くなるなど、青い着色についての相談のときに出現していた。“銅”が相談内容の頻出語上位に出現せず回答のみに出現していることから、前述した黒い着色の原因となるマンガンの場合は相談者から具体的にマンガンの検査をして欲しいとの発言があるのに対して、青い着色については相談者は原因が分からないことが多いことが示唆された。そのため、青い着色に関する相談があった場合には、銅が原因である可能性に言及し検査を提案することを考慮に入れる必要があることが分かった。そのほか、22位に“容器”という単語が出現した。コロケーション統計の結果をみると、“容器”の単語の前後に“料金”や“項目”などの単語が出現していた。このことから、当所の水質検査内容全般についての問合せが多くあることが分かった。検査内容全般の問合せは、

表3 相談内容（左）とその回答（右）における
出現回数上位22位の単語

相談内容の頻出語			回答の頻出語		
順位	単語	出現回数	順位	単語	出現回数
1	検査	151	1	検査	277
2	水	114	2	水	120
3	井戸水	89	3	項目	101
4	使用	71	4	分析	99
5	依頼	45	5	説明	86
6	分析	44	6	飲用	60
7	飲用	43		回答	
8	水道	35	8	水質	59
9	水質	33		伝える	
10	井戸	31	10	可能	55
11	研究所	27	11	対応	54
12	問い合わせ	26	12	基準	52
13	可能	25	13	細菌	51
14	結果	24	14	銅	50
	相談		15	水道	48
16	マンガン	23	16	依頼	47
17	基準	21		研究所	
	農薬		18	一般	44
19	原因	18	19	確認	40
	出る		20	結果	38
	浄水		21	理化学	35
22	細菌	17	22	容器	34

総務課が担うことが多いが、当課でも電話や窓口において分析項目、料金、採水方法などをスムーズに説明できるようにしておく必要があることを認識した。最後に、相談内容及び回答に関する共起ネットワークをそれぞれ図2及び図3に示す。図2の中で“言う”という単語に着目すると、“業者”や“水道”と共起関係があった。KWICコンコーダンスをみると、“言う”は全て“言われた”という活用形で使用されていた。このことから、業者や水道局に問い合わせ、アドバイスを受けた上で当所に持ち込むという傾向があることが分かった。また、図3では“紹介”という単語と“民間”や“機関”の共起関係が強い結果となった。KWICコンコーダンスをみると、当所で検査が困難な検体の場合に民間の検査機関を紹介していることに起因していた。当所で検査困難な検体とは、例えば①水道水や飲用井戸水以外の検査依頼、②当所の検体搬入希望日時に持ち込めない依頼、③井戸水に含まれる固形物の分析依頼、などであった。この他に、農薬の分析依頼については農薬の種類が不明な状態で検査を相談される場合が多く、当所では農薬の一斉分析の検査を受けていないため、民間の検査機関を紹介することがあった。表3において農薬に関する相談が多いことが分かったが、当所で分析できない場合は民間の検査機関

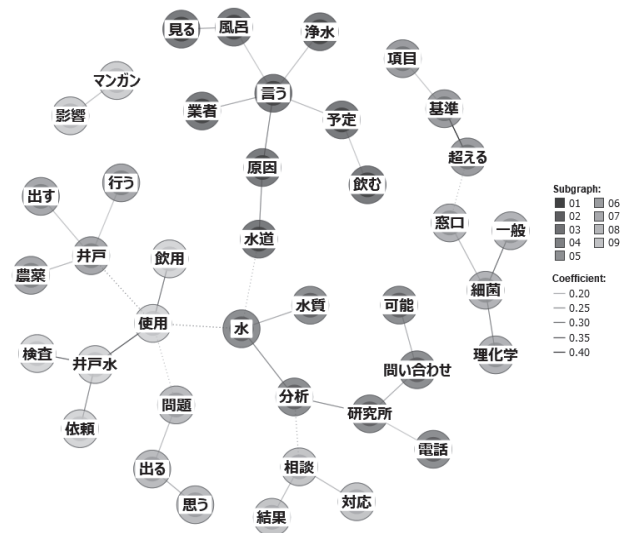


図2 相談内容の共起ネットワーク（Subgraph：比較的強く共起関係にあるグループ、Coefficient：共起関係の強さを表す係数）

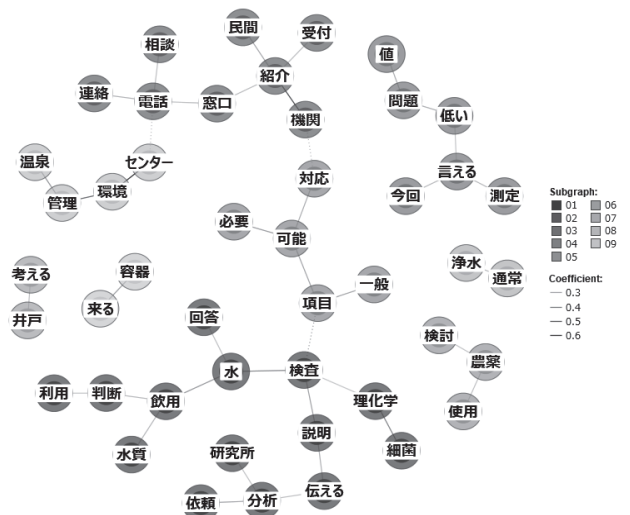


図3 回答の共起ネットワーク（Subgraph：比較的強く共起関係にあるグループ、Coefficient：共起関係の強さを表す係数）

の紹介をスムーズに行うことができるように体制を整えておく必要があることが分かった。

4 まとめ

本研究で示された当所に持ち込まれる相談内容やその回答の主な特徴を以下に示す。

- ・相談者は検査結果から何が分かるのかを知りたいことが多いため、水質検査結果を提示するだけでなく検査結果の解釈を分かりやすく説明する。
- ・黒い着色の原因の一つにマンガンがあるという知識を

有している相談者は多いが、青い着色の原因について不明である人が多い。相談内容をよく聴いた上で、適宜銅の検査を提案する。・農薬については、農薬の種類が不明の状態に相談にくる場合が多く、当所で一斉分析を実施していないため民間の検査機関を紹介する。

・水道水や飲用井戸以外の検査依頼、当所の搬入希望日に持込み困難な依頼、井戸水に含まれる固形物の分析依頼などについては当所で検査は困難であるため、民間の検査機関を紹介する。

・細菌については、一般細菌が基準を超えていたが煮沸すれば飲用しても問題ないか、という相談が多いため飲用は推奨しない旨を説明する。

文献

- 1) 福岡県飲用井戸等衛生対策実施要領，令和元年12月9日。
- 2) 樋口耕一：社会調査のための計量テキスト分析―内容分析の継承と発展を目指して―，第2版，2020（ナカニシヤ出版）。
- 3) 白井隆太，高橋英司：計量テキスト分析を活用した異臭味苦情内容の解析，水道協会雑誌，90，12-18，2021。

(英文要旨)

Data analysis of consultations for water examination by quantitative content analysis

Tomoko KOGA

*Fukuoka Institute of Health and Environmental Sciences,
Mukaizano 39, Dazaifu, Fukuoka 818-0135, Japan*

We provide well water examination services and receive various requests for consultations about water. The purpose of this study was to understand the characteristics of these consultations by analyzing the consultations requested and their answers. We used quantitative content analysis (text mining) to quantitatively analyze text-type data. This analysis revealed that the analytes requested by the clients were mainly manganese, pesticides, and bacteria; and how the staff had dealt with the clients in the past.

[Key words; well water, consultations, quantitative content analysis, text mining]

短報

湖沼における環境 DNA 分析を用いた魚類相調査の検討

平川周作・中島淳

福岡県内の油木ダム及び力丸ダムにおいて環境 DNA メタバーコーディング法による環境 DNA 分析を実施し、湖沼における魚類相調査への適用を検討した。調査は 2021 年 5 月から 2022 年 1 月に 4 回、湖沼の水質常時監視調査地点の表層水を対象として実施した。油木ダムと力丸ダムそれぞれで計 7 種の魚類が検出されたが一度の環境 DNA 分析で検出された魚類は 1-5 種であり、調査ごとに検出される魚種も異なっていた。ダム湖内の生息情報と比較すると油木ダムでは 6 種のうち 5 種、力丸ダムでは 6 種のうち 3 種が検出された。環境 DNA 分析を用いて湖沼などの止水域の魚類相を把握するには、調査の時期や頻度、採水地点の選定などさらなる検討が必要と考えられた。

[キーワード：環境 DNA、メタバーコーディング法、湖沼]

1 はじめに

近年、生物から環境中に放出された DNA (環境DNA) を分析する技術が急速に発展しており、環境水に存在する DNA を解析することで調査地点に生息する魚類の情報を獲得できるようになってきた¹⁻³⁾。水を試料とした環境 DNA 分析において、現場作業は水を汲むだけという利点があるものの、採水時期、採水場所、採水量などが調査地点の特徴に適しているかを考慮する必要がある。特に多種同時検出を目的とした環境 DNA メタバーコーディング法による魚類相の把握においては、多様な魚種から放出された環境 DNA を効果的に捕集できるよう採水することが重要なポイントになる。河川において、我々はこれまでに環境 DNA メタバーコーディング法を用いた魚類相調査に関する検討を行い、検出魚種の取りこぼしを低減するために生息環境を考慮した瀬と淵の混合による採水方法を提案した^{4, 5)}。湖沼においては湖岸で採水した場合に環境 DNA による検出種数が多く^{6, 7)}、また採水深度が深くなるほど検出種数が多いことが報告されている⁸⁾。

福岡県における公共用水域の水質常時監視では、湖沼の水質を把握するため、湖岸から離れた地点で定期的に採水を実施している。上記のように魚種検出を目的とした環境 DNA 分析には湖岸の試料が適しているとの報告があるものの、水質常時監視調査地点の試料が活用できれば、効率的に湖沼の生態系情報を取得することが可能となる。そこで本研究では水質常時監視調査地点の試料を季節別に採水し、湖沼における環境 DNA メタバーコーディング法を用いた魚類相調査について初期段階の検討を行った。

2 試料と方法

2・1 調査地点と採水時期

福岡県内にあるダム湖の油木ダム (N33.5543、E130.8945) 及び力丸ダム (N33.6876、E130.6266) の水質常時監視調査地点において、2021 年 5 月 19 日、7 月 28 日 (力丸ダムのみ)、8 月 25 日 (油木ダムのみ)、10 月 14 日、2022 年 1 月 19 日に表層水の採水を実施した (図 1)。また、採水と同時に水深を測定し、表層、中層、底層の水温と溶存酸素量 (DO) を溶存酸素計 (ID-150、飯島電子工業) を用いて測定した。

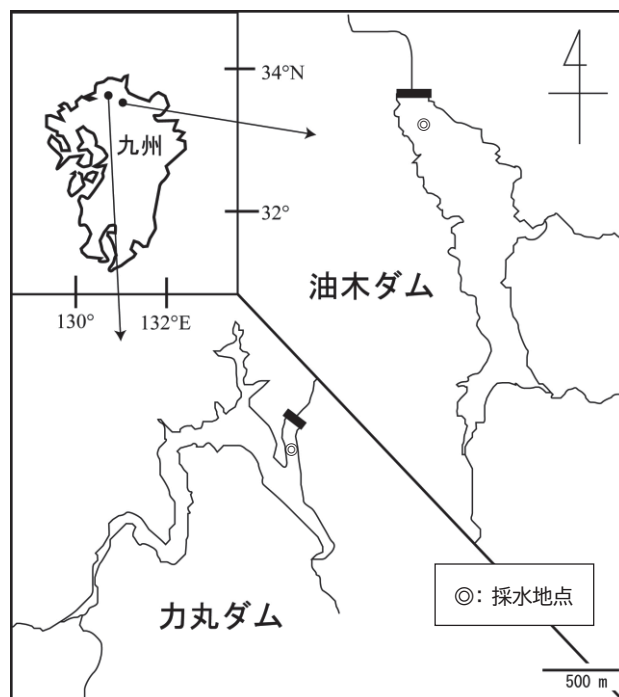


図 1 調査地点

2・2 環境 DNA 分析

ダムの表層水を 1 L 採水し、DNA の分解を抑制するため、採水時に 10 w/v% ベンザルコニウム塩化物液 (日本製薬株式会社) を 1 mL 添加した⁹⁾。試料は、採水当日中にガラス繊維円形ろ紙 GF/F (Whatman) を用いてろ過し、DNA 抽出までろ紙を -20°C で冷凍保存した。Miya ら¹⁰⁾ の方法を参考に細胞溶解液 (135.0 µL Buffer AL、15.0 µL Protease K、1.5 µL RNase A (100 mg/mL) (QIAGEN)、348.5 µL 滅菌水) 及び PCR 阻害物質除去を目的として 15% ポリビニルポリピロリドン溶液を最終濃度 2.5% になるようにろ紙に加え、溶解液を回収した後、MPure Bacterial DNA Extraction Kit (MP Biomedicals) を用いて DNA を抽出・精製した。さらに、DNeasy PowerClean Pro Cleanup Kit (QIAGEN) により PCR 阻害物質を除去した。

次に、12S rRNA の一部分を標的領域とした MiFish U¹¹⁾ (forward: 5'-ACACTCTTTCCCTACACGACGCTCTTCCGATCTNNNNNNNGTCGGTAAAACTCGTGCCAGC-3', reverse: 5'-GTGACTGGAGTTCAGACGTGTGCTCTTCCGATCTNNNNNCATAGTGGGGTATCTAATCCCAGTTTG-3'), MiFish U¹²⁾ (forward: 5'-ACACTCTTTCCCTACACGACGCTCTTCGATCTNNNNNNNGCCGGTAAAACTCGTGCCAGC-3', reverse: 5'-GTGACTGGAGTTCAGACGTGTGCTCTTCCGATCTNNNNNNNCATAGGAGGGTGTCTAATCCCCGTTTG-3'), MiFish E-v2¹²⁾ (forward: 5'-ACACTCTTTCCCTACACGACGCTCTTCCGATCTNNNNNNNRGTTGGTAAATCTCGTGCCAGC-3', reverse: 5'-GTGACTGGAGTTCAGACGTGTGCTCTTCCGATCTNNNNNNNGCATAGTGGGGTATCTAATCCTA GTTTG-3'), MiFish Ayu & Wakasagi (forward: 5'-ACACTCTTTCCCTACACGACGCTCTTCCGATCTNNNNNNNGCCGGTAAATCTCGTGCCAGC-3', reverse: 5'-GTGACTGGAGTTCAGACGTGTGCTCTTCCGATCTNNNNNNNCATAGTGGGGTATCTAATCCCAGTTTG-3') の 4 種類を 4:2:2:1 で混合したプライマーセットを用い、精製した DNA について環境 DNA メタバーコーディング法による網羅的な魚類検出を行った¹¹⁾。1st PCR は PCR 酵素 *TAKARA Ex Taq HS* (タカラバイオ株式会社) を用いて 4 連で行い、それらを混合したものを 2nd PCR にてサンプル識別 index とアダプター配列を結合してライブラリーを作製した。また、各 PCR 後の精製は AMPure XP (BECKMAN COULTER) を用いて行った。シーケンシング解析は、MiSeq System (Illumina) 及び MiSeq Reagent Kit v3 (Illumina) を用いてリード長 2×300 bp の条件で実施した。

FASTX-Toolkit (ver. 0.0.14)¹³⁾ の *fastx_barcode_splitter* tool を用い、読み始めがプライマー配列と完全一致するリード配列を抽出した。次に、Qiime2 (ver. 2021.11)¹⁴⁾ の *DaDa2* プラグインでプライマー配列、3' 末端の 120 bp、

キメラ配列、ノイズ配列を除去し、代表配列を取得した。得られた代表配列は、MitoFish (ver. 3.65) と国際塩基配列データベースに登録されている MiFish 用参照配列に対して BLASTN (ver. 2.11.0) により相同性検索を行い、最も相同性の高い種を検出種とした。なお、取得した DNA 配列データは、DDBJ Sequence Read Archive データベースに登録した (Accession No. DRA016727)。

2・3 生息魚類情報の収集

調査対象とした油木ダム及び力丸ダムは、河川水辺の国勢調査の対象ダム湖ではなく、体系的な魚類相調査は実施されていない。本研究では、福岡県水産海洋技術センターの資料^{15, 16)}、漁協関連情報¹⁷⁻²²⁾ や釣り情報をもとにダム湖内及びダム湖に流入する上流河川の生息魚類情報を収集した。また、2015 年度に水生生物の保全に係る水質環境基準の類型指定を目的として実施した、両ダム湖の流入河川における採捕調査の結果もダム湖上流の生息情報として採用した。

3 結果及び考察

3・1 油木ダム調査結果

油木ダムにおける季節別の環境 DNA 分析結果を表 1 に示す。ゲンゴロウブナ *Carassius cuvieri* は最も検出頻度が高く、4 回の調査のうち 3 回検出された。本種は琵琶湖・淀川水系の固有種であるが、人為移入によって分布が拡大している国内由来の外来種として知られている²³⁾。一方、調査回ごとの検出種数は 2-5 種と少なく、また、検出される魚種は異なっていた。しかし、4 回の調査を統合すると合計 7 種の魚種が検出されており、収集したダム湖内の生息情報がある種のうち コイ *Cyprinus carpio* 以外の 5 種は検出されていた。その中には、生態系や農林水産業に関わる被害が懸念される特定外来生物のオオクチバス *Micropterus salmoides* やブルーギル *Lepomis macrochirus* も含まれていた²⁴⁾。ダム湖における魚種の検出には湖岸が適しているとの報告^{6, 7)}があるものの、水質常時監視調査地点の表層水でも調査回数を増やすことで魚類相や外来魚の侵入状況の把握に利用できる可能性が示された。

本環境 DNA 分析では、収集したダム湖内の生息情報には無かったアユ *Plecoglossus altivelis altivelis* とヨシノボリ属 *Rhinogobius* sp. も検出された。アユは 1 月にのみ検出されており、過去に油木ダム内でアユの再生産が行われていたとの情報¹⁵⁾もあることから、放流されて陸封されたアユが冬季にダム湖内で仔稚魚期を過ごしていたものを反映した可能性がある。一方、ヨシノボリ属について、本研究の環境 DNA 分析で用いた MiFish プライマーセットによる 12S rRNA の標的領域では、ヨシノボリ属内の

配列の相同性が高いことから種まで分類することができない。ヨシノボリ属にはカワヨシノボリ *Rhinogobius flumineus* のように流水環境のみに生息する種と、トウヨシノボリ *Rhinogobius* sp. OR のように止水環境のみでも生息が可能な種、さらにオオヨシノボリ *Rhinogobius fluviatilis* のように流下した仔魚がダム湖で陸封され浮遊生活を行うことがある種が知られている^{25, 26)}。本ダムの流入河川には流水性のカワヨシノボリの生息が確認されているが、本研究で検出されたヨシノボリ属の DNA が、流入河川から流下したカワヨシノボリのものか、ダム湖内の未知の集団を検出したものかは不明である。調査時における油木ダム調査地点の水深と表層、中層、底層における水温及び DO を表 2 に示す。5 月、8 月、10 月の湖水は、表層の水温及び DO が高く中層、底層になるほど低くなる傾向にあり、水温成層の形成が示唆された。一方、1 月は表層から底層までの水温や DO に差は認められず、湖水は混合していると考えられた。これまでに、ダム湖の秋季において実施した環境 DNA 分析の検出種数は水深が深くなるほど増加し、底層に生息する魚種も多く検出されたとの報告がある⁸⁾。一方、村岡ら⁷⁾はダム湖の表層水温が高い時期には山間部の冷たい河川水が流入河川の生物

の組織片とともに下層に侵入する可能性を考察しており、また、ダム湖内の魚類相を捉えるという視点では上流域の生物の組織片などを混入させないように採水する必要性について言及している。油木ダムにおいては、湖水の水温成層の形成や混合による環境 DNA 分析の検出魚種数に顕著な影響は認められなかったが、ダム湖上流において生息情報のある種のうち、ヨシノボリ属が 10 月と 1 月の環境 DNA 分析で検出された (表 1)。しかし、前述のように流入河川に生息するヨシノボリ属かダム湖内に生息するヨシノボリ属のどちらを検出したのかは不明である。また、1 月は水深による水温の顕著な差がなく、水温成層が形成されずに湖水が混合されていることから、ダム湖内に生息するヨシノボリ属の組織片が表層に現れやすくなった、または他の調査時期に比べてダム湖上流から流入した生物の組織片が表層にも存在しやすい状況にあった可能性がある。しかし、ダム湖上流において生息情報のあるヨシノボリ属以外の魚種は検出されておらず、ダム湖に流入した組織片も滞留している間に沈降していくことから、油木ダムにおいては水質常時監視調査地点の表層水を用いた環境 DNA 分析における流入河川からの影響は少ないと考えられる。

表 1 油木ダムにおける季節別環境 DNA 分析結果及び生息情報

種 名	環境 DNA 分析				生息 (放流) 情報	
	5 月	8 月	10 月	1 月	ダム湖内	ダム湖上流
コイ					○	
ゲンゴロウブナ	●		●	●	○	
フナ属		●		●	○	
オイカワ						○
カワムツ						○
タカハヤ						○
カマツカ						○
イトモロコ						○
ヤマメ						○
アユ				●		
ワカサギ				●	○	
オオクチバス		●			○	○
ブルーギル	●		●		○	
ドンコ						○
ヨシノボリ属			●	●		○

環境 DNA 分析 (● : 検出)、生息 (放流) 情報 (○ : 情報あり)

表 2 油木ダム調査地点における表層、中層、底層の水温及び DO の変化

項 目		調査月			
		5 月	8 月	10 月	1 月
水深	(m)	26	36	33	29
表層水温	(℃)	21.4	26.1	24.7	8.4
中層水温	(℃)	13.6	21.9	22.5	9.8
底層水温	(℃)	12.2	16.6	19.5	8.6
表層DO	(mg/L)	10	9.0	8.8	11
中層DO	(mg/L)	5.7	7.7	3.1	11
底層DO	(mg/L)	3.1	1.9	1.0	10

3・2 カルダム調査結果

カルダムにおける季節別の環境 DNA 分析結果を表 3 に示す。油木ダムと同様に調査回ごとの検出種数は 1 - 4 種と少なく、また、検出される魚種も異なっていた。4 回の調査を統合すると合計 7 種の魚類が環境 DNA 分析で検出されたものの、収集したカルダム湖内の生息情報がある 6 種の中で検出できたのはコイ、ハス *Opsariichthys uncirostris uncirostris*、ブルーギルの 3 種であった。一方、フナ属 *Carassius* sp.、ワカサギ *Hypomesus nipponensis*、オオクチバスはどの調査回においても検出されなかった。前述した油木ダムでは、ダム湖内生息情報のある 6 種のうち 5 種 (83%) が環境 DNA 分析で検出されたが、カルダムでは 6 種のうち 3 種 (50%) のみであった。カルダムは油木ダムに比べて複雑な形状をしており (図 1)、また、生息情報は定点の観測によるものではないことから、水質常時監視調査地点の表層水のみでは複数回の環境 DNA 分析を実施してもダム湖内に生息する魚類の環境 DNA を捕集することは困難であったと考えられる。

検出された種のうち、ハスは琵琶湖・淀川水系及び福井県の三方湖に自然分布域が限られているが、琵琶湖産アユ種苗放流により移植されたものが全国に定着し、福岡県では漁業権魚種であるアユやオイカワ *Zacco platypus* を捕食する食害があることから駆除も実施されている侵略的な国内外来種であり、カルダム及びその上流においてもそ

の生息が確認されている^{16, 27)}。本研究の環境 DNA 分析でもハスが検出されたことは、国内外来種の侵入検知の手段としても有用であることを示している。本研究でハスが検出された 7 月と 10 月は同時にオイカワも検出されているが、佐野¹⁶⁾ による福岡県内のハスの生態に関する報告によると、ハスの産卵場は力丸ダムの流れ込み付近の川岸であり、オイカワと同所・同時期 (5–8 月) に産卵を行うとされていることから、そうした 2 種の生活史特性が反映された可能性がある。調査時における力丸ダム調査地点の水深と表層、中層、底層における水温及び DO を表 4 に示す。油木ダムと同様に 5 月、7 月、10 月の湖水は、表層の水温及び DO が高く中層、底層になるほど低くなる傾向が認められ、水温成層が形成されていると考えられた。一方、1 月は表層から底層までの水温や DO に差は認められず、湖水は混合していると考えられた。また、2021 年 7 月においては、表 4 の水深が示すように他の採水月に比べてダムの貯水量は少なかった。環境 DNA 分析によって検出された魚種は 7 月が最も多かったが、本研究結果のみでは貯水量低下との関係は不明である。7 月の環境 DNA 分析でのみチブ属 (チブ *Tridentiger obscurus* もしくはヌマチチブ *Tridentiger brevispinis*) の DNA が

表 3 力丸ダムにおける季節別環境 DNA 分析結果及び生息情報

種 名	環境 DNA 分析				生息(放流)情報	
	5 月	7 月	10 月	1 月	ダム湖内	ダム湖上流
コイ	●				○	
フナ属					○	○
オイカワ		●	●			○
ハス		●	●		○	
カワムツ						○
ウグイ				●		○
ムギツク						○
カマツカ						○
ギギ						○
アユ	●					○
ワカサギ					○	
オオクチバス					○	
ブルーギル	●	●			○	
オヤニラミ						○
ドンコ						○
ヨシノボリ属						○
チブ属		●				

環境 DNA 分析 (●: 検出)、生息(放流)情報 (○: 情報あり)

表 4 力丸ダム調査地点における表層、中層、底層の水温及び DO の変化

項 目		調査月			
		5 月	7 月	10 月	1 月
水深	(m)	26	17	24	27
表層水温	(℃)	23.3	30.1	24.7	7.7
中層水温	(℃)	15.0	22.3	22.0	7.9
底層水温	(℃)	12.7	14.2	20.4	7.8
表層 DO	(mg/L)	10	7.8	9.8	11
中層 DO	(mg/L)	6.3	2.3	3.1	10
底層 DO	(mg/L)	2.7	2.5	1.1	11

検出されているが、いずれの種も春季から夏季が産卵期であり、陸封された個体群では夏季にダム湖内で浮遊仔魚期を過ごすことから²⁶⁾、そうした状況を反映した可能性がある。また、5 月にのみアユが検出されているが、力丸ダムの流入河川である八木山川では毎年春季にアユの放流が実施されていることから^{20, 21)}、ダム湖の上流に放流されたアユによる環境への DNA 放出量が他の調査時期よりも多く、環境 DNA 分析で検出された可能性がある。さらに、1 月の環境 DNA 分析では上流に生息情報があるウグイ *Pseudaspius hakonensis* のみが検出された。ウグイは、河川上流域から下流域、湖沼にかけて幅広く生息することが知られている²⁶⁾。水温成層を形成したダム湖におけるウグイの生息場と環境要因を調査した長岡ら²⁸⁾ の報告によると、ウグイは表層付近の高水温を避けて分布する一方で水深が深くなるほど DO が低下するため逃避行動を示すことから、夏季のダム湖では水温と DO によって生息域が鉛直的に制限されることが示唆されている。力丸ダムの 5 月、7 月、10 月の調査では水温成層が形成されていると考えられることから、本研究の表層水による環境 DNA 分析ではウグイの DNA が検出されなかったのかもしれない。一方、1 月は水温成層が形成されておらず、湖水が混合されている状態であった。また、1 月の環境 DNA 分析では、ダム湖上流の生息情報があるウグイ以外の魚類は検出されていないことから、油木ダムと同様に流入河川の影響は限定的と考えられる。しかし、本研究の結果のみでは、今回検出されたウグイは流入河川から流下した DNA を検出したものか、または、ダム湖内に生息しているもののこれまで確認されていない集団の DNA を検出したものかは不明である。

4 まとめ

湖沼における環境 DNA 分析を用いた魚類相調査について、油木ダムと力丸ダムを対象に季節ごとに水質常時監視調査地点の表層水を採水し検討を実施した。油木ダムでは、1 回の調査で検出される魚種は少ないものの、4 回の調査を総合すると検出魚種の総数は 7 種であり、ダム湖内で生息情報のある 6 種の魚種のうち 5 種が検出され、調査回数を増やすことで魚類相を把握できる可能性が示唆された。一方、力丸ダムは 4 回の調査の検出魚種総数は 7 種であったものの、ダム湖内で生息情報のある 6 種のうち 3 種のみ検出され、他の検出種としては産卵期の近くでダム湖上流に生息する魚種も検出された。本研究では採水が水質常時監視調査地点の一地点のみであったため、油木ダムに比べて力丸ダムの形状が複雑であることが魚種検出に与える要因の一つとして考えられた。

湖沼において環境 DNA 分析でより多くの種を検出したい場合、湖岸を含めた複数地点を調査対象として選定す

るなどの工夫が必要と考えられるが、湖岸での採水は危険な箇所も多いため十分な注意を要する。一方、本研究の検討により、水質常時監視調査地点の表層水のみを試料とした調査でも検出魚種の傾向から生活史や放流による影響を反映したと推測される結果を獲得できた。特に油木ダムでは、定期的に行われている水質常時監視と併せて環境DNA分析を実施し調査回数を増やすことができれば、ダム湖内の魚類相の変化や陸封アユの再生産の有無といった生活史に基づいた情報を得られる可能性が示唆された。

謝辞

本研究は、JSPS 科研費 JP22K04390 の助成を受けたものです。

文献

- 1) 土居秀幸, 近藤倫生: 環境 DNA 生態系の真の姿を読み解く, 2021 (共立出版株式会社, 東京)
- 2) 宮正樹: 化学と生物, 57, 242-250, 2019.
- 3) S. Oka *et al.*: *Environmental DNA*, 3, 55-69, 2021.
- 4) 平川周作ら: 環境化学, 30, 125-132, 2020.
- 5) 平川周作, 中島淳: 福岡県保健環境研究所年報, 47, 62-66, 2020.
- 6) K. Hayami *et al.*: *Ecol. Evol.*, 10, 5354-5367, 2020.
- 7) 村岡敬子ら: 河川技術論文集, 28, 211-216, 2022.
- 8) 山田諒, 丹野幸太: *For the Future* 2021, 48-49, 2021.
- 9) H. Yamanaka *et al.*: *Limnology*, 18, 233-241, 2017.
- 10) M. Miya *et al.*: *J. Vis. Exp.*, e54741, 2016.
- 11) M. Miya, R. O. Gotoh and T. Sado: *Royal Soc. Open Sci.*, 2, 150088, 2015.
- 12) 一般社団法人環境 DNA 学会: 環境 DNA 調査・実験マニュアル Ver.2.2, https://ednasociety.org/wp-content/uploads/2022/06/eDNA_manual_ver2_2.pdf (2023/6/30 アクセス)
- 13) G. J. Hannon: FASTX-Toolkit: FASTQ/a short-reads pre-processing tools, http://hannonlab.cshl.edu/fastx_toolkit/index.html (2023/6/30 アクセス)
- 14) E. Bolyen *et al.*: *Nat. Biotechnol.*, 37, 852-857, 2019.
- 15) 浜崎稔洋, 福永剛: 福岡県水産海洋技術センター事業報告, 445-447, 1996.
- 16) 佐野二郎: 福岡県水産海洋技術センター研究報告, 22, 49-56, 2012.
- 17) 京二川漁業協同組合: 今川・秋川の放流マップ, <http://kyounisen.livedoor.blog/archives/33830358.html> (2023/6/30 アクセス)
- 18) 京二川漁業協同組合ブログ: ワカサギ大漁です, <http://kyounisen.livedoor.blog/archives/23074936.html> (2023/6/30 アクセス)
- 19) NPO 法人遠賀川流域住民の会: 八木山川漁業協同組合_力丸ダムふれあい魚釣り大会, https://www.ongamap.jp/2019/4/14/rikimarudamuturitaika_i.html (2023/7/3 アクセス)
- 20) 第 16 回 I LOVE 遠賀川流域住民交流会 in 若宮開催: 八木山川漁業協同組合_2010 I LOVE 遠賀川流域住民交流会 in 宮若活動報告, <http://www.qsr.mlit.go.jp/onga/withus/dayori/images/houkoku/014/011/katudouhoukoku.htm> (2023/7/3 アクセス)
- 21) NPO 法人遠賀川流域住民の会: 八木山川漁業協同組合_鮎の稚魚放流, <https://www.ongamap.jp/2019/4/3/ayunohouryu.html> (2023/7/3 アクセス)
- 22) 人文科学の雑録帖: 福岡県の鮎釣り・友釣り解禁と漁協の情報, <https://kawatsuri.com/fukuoka-ayuturi-kaikin/#toc5> (2023/7/3 アクセス)
- 23) 国立研究開発法人国立環境研究所: 侵入生物データベース ゲンゴロウブナ, <https://www.nies.go.jp/biodiversity/invasive/DB/detail/50540.html> (2023/7/3 アクセス)
- 24) 環境省自然環境局: 特定外来生物等一覧_日本の外来種対策, <https://www.env.go.jp/nature/intro/2outline/list.html> (2023/7/3 アクセス)
- 25) 高木基裕ら: 応用生態工学, 14, 35-44, 2011.
- 26) 細谷和海: 増補改訂 日本の淡水魚, 2019 (株式会社山と溪谷社, 東京)
- 27) 中島淳ら: 日本生物地理学会会報, 63, 177-188, 2008.
- 28) 長岡祥平ら: *Laguna*, 29, 99-114, 2022.

(英文要旨)

Investigation of fish faunal survey using environmental DNA analysis in lakes

Shusaku HIRAKAWA and Jun NAKAJIMA

Fukuoka Institute of Health and Environmental Sciences,

Mukaizano 39, Dazaifu, Fukuoka 818-0135, Japan

Environmental DNA (eDNA) analyses using the metabarcoding method were conducted at Aburagi Dam and Rikimaru Dam in Fukuoka Prefecture for fish faunal surveys in the lakes. Surveys were conducted four times in May 2021, July or August 2021, October 2021, and January 2022, and targeted the surface water at the water quality study site. A total of seven fish species were detected at each of the Aburagi and Rikimaru dams; however, only one to five fish species were detected in a single eDNA analysis and different species were detected in each survey. Compared with the habitat records in the dam lakes, five of the six species were detected at the Aburagi Dam and three of the six species were detected at the Rikimaru Dam. Further study on the timing and frequency of surveys using eDNA analysis and water sampling points is necessary to understand the fish fauna in stagnant water areas such as lakes.

[Key words; environmental DNA, metabarcoding, lake]

短報

紫外線吸収剤ベンゾフェノン-4の分析法開発及び環境調査

高橋浩司

環境水中に含まれるベンゾフェノン-4の分析法を開発した。本分析法で用いた LC/MS/MS による分析対象物質の装置検出下限値は0.26 pgであり、検量線は0.5-100 µg/Lの範囲で直線性が確認された。固相抽出法による前処理を行う本分析法の検出下限値及び定量下限値は、それぞれ 0.019 µg/L 及び 0.049 µg/L であった。添加回収試験の結果、河川水での回収率は105%、海水での回収率は101%であった。本分析法で福岡県内の河川水及び海水を測定したところ、対象物質は検出されなかった。

[キーワード: ベンゾフェノン-4、紫外線吸収剤、LC/MS/MS]

1 はじめに

化学物質による環境への負荷は、人の健康や生態系に様々な影響を与える可能性があるが、近年の化学物質の種類と量の増加に対し、その毒性や汚染実態については明らかにしていない。そのため、環境中における化学物質の実態調査が必要であるが、毎年数多くの新規化学物質が出現し、その物性も多様であり、適切な分析法が不明なものも多く存在する。環境省は、一般環境中の化学物質の残留状況の把握を目的として「化学物質環境実態調査」を実施しており、福岡県においても当該調査を受託し取り組んでいる。特に「分析法開発調査」においては、毎年1物質以上の開発を継続して行っており、その後の「初期環境調査」や「詳細環境調査」等に貢献している。

今回、分析法開発調査としてベンゾフェノン-4の分析法の開発を行った。この物質は、図1に示す構造をもつ化学物質で、別名オキシベンゾン-4あるいはスリソベンゾンであり、退色防止や紫外線防御を目的としてスキンケア製品、ボディ・ハンドケア製品、日焼け止め製品等に用いられている。医薬部外品（薬用化粧品）または化粧品に配合する場合には、配合量の上限範囲が定められている。急性毒性はラット（経口）のLD50は3530 mg/kg、ウサギ（経皮）のLD50は>5000 mg/kgであり¹⁾、急性毒性や皮膚感作性のリスクは低いとされているが^{2,3)}、その一方で内分泌かく乱作用が懸念されている物質である。

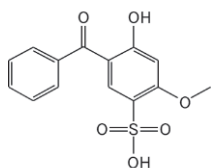


図1 ベンゾフェノン-4の構造

2 方法

2・1 試薬

ベンゾフェノン-4の標準物質は、SIGMA-ALDRICH製のSulisobenzene analytical standard（純度 ≥ 97.5%）を用いた。

メタノール及び超純水は富士フィルム和光純薬製のLC/MS用を用いた。ギ酸アンモニウムは富士フィルム和光純薬製の高速液体クロマトグラフ用を用いた。

2・2 標準液の調製

ベンゾフェノン-4標準品20 mgを正確に量り取り、メタノールで20 mLとして1000 µg/mLのベンゾフェノン-4標準原液を調製した。この標準原液をメタノールで希釈し、濃度1000 µg/L溶液を調製した。この1000 µg/L溶液をメタノール/超純水（1:1）で順次希釈し、0.50-100 µg/Lの検量線用標準液を作成した。

2・3 試料の前処理及び試験液の調製

試料100 mLを、あらかじめメタノール及び超純水各10 mLでコンディショニングした固相カートリッジに10 mL/minで通液した。通液終了後の固相に超純水10 mLを通して洗浄した後、注射器で空気を10 mL通気して固相中の水分を除去した。メタノール6 mLを用いて10 mLメスフラスコに溶出し、超純水を用いて10 mLに定容し、試験液とした。

2・4 測定

ベンゾフェノン-4の測定には液体クロマトグラフ質量分析計（LC/MS/MS、島津製作所製 Nexera X2/島津製作所製 LCMS-8050）を用いた。測定条件を表1に示す。

表1 ベンゾフェノン-4のLC/MS/MS測定条件

LC

移動相：A: 10 mmol/L ギ酸アンモニウム水溶液
B: メタノール

0→1 min A: 70 B: 30

1→9 min A 70 → 5 B: 30 → 95

9→15 min A: 5 B: 95

15 min→25 min A: 70 B: 30

流量：0.2 mL/min

カラム温度：40° C

注入量：2 μ L

MS/MS

イオン化法：ESI-Negative

インターフェース電圧：3.0 kV

ヒーティングガス流量：10 L/min

ドライイングガス流量：10 L/min

ネブライザーガス流量：2 L/min

インターフェース温度：300° C

脱溶媒部 (DL) 温度：250° C

ヒートブロック温度：400° C

モニターイオン (コリジョン電圧)：

定量イオン m/z 307.0 > 211.0 (35 V)

確認イオン m/z 307.0 > 227.0 (23 V)

3・2 分析方法の検討**3・2・1 固相カートリッジの検討**

試料前処理における固相カートリッジとして、Oasis HLB、Sep-Pak PS2、Sep-Pak C18、Sep-Pak tC18 (Waters 製) の4種類を検討した。超純水 100 mL にベンゾフェノン-4 を 0.02 μ g 添加して試験液とした。各固相をメタノール 10 mL、超純水 10 mL でコンディショニングした後、試験液を通液した。通液後、各固相を超純水 10 mL で洗浄し、メタノール 6 mL で溶出した後、超純水で 10 mL に定容して測定した。結果を表2に示す。回収率及び操作性等を考慮し、固相カートリッジはOasis HLBを選択した。

表2 固相カートリッジの検討結果

固相カートリッジ	回収率
Oasis HLB	104%
Sep-Pak PS2	100%
Sep-Pak C18	81%
Sep-Pak tC18	81%

2・5 環境試料の採取

環境試料として、河川水は福岡県内の雷山川、海水は大牟田沖で採取した。試料はガラス容器に採取後、速やかに試験操作を行った。また、福岡県内の海水浴場12か所における遊泳期間中の表層水について、実態調査を行った。

3 結果及び考察**3・1 検量線の作成及び装置検出下限値の算出**

検量線用標準液 2 μ L を LC/MS/MS に注入し、対象物質の濃度と得られたピーク面積から検量線を作成した。検量線は低濃度用 (0.50–10 μ g/L) と高濃度用 (5.0–100 μ g/L) をそれぞれ作成した (図2)。決定係数 (R^2) は低濃度用が 0.9997、高濃度用が 0.9983 であり、両者ともに直線性は良好であった。

また、装置検出下限値 (IDL) は、「化学物質環境実態調査実施の手引き」⁴⁾に従い、最低濃度の検量線用標準液を7回繰り返し測定し算出した。その結果、本研究で用いた LC/MS の IDL は 0.26 pg (IDL 試料換算値 0.013 μ g/L) であった。

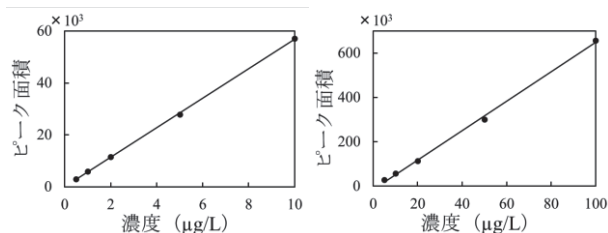


図2 検量線 (左：低濃度、右：高濃度)

3・2・2 分析カラムの検討

LC/MS/MS 分析に用いるカラムについての検討を行った。検討したカラムは下記のとおりである。

- ① XBridge C18 (5 μ m, 2.1×150 mm, Waters 製)
- ② InertSustain C18 (5 μ m, 2.1×150 mm, ジーエルサイエンス製)
- ③ InertSustain AQ-C18 (5 μ m, 2.1×150 mm, ジーエルサイエンス製)
- ④ Scherzo SS-C18 (3 μ m, 2.0×150 mm, インタクト製)
- ⑤ InertSustain PFP (5 μ m, 2.1×150 mm, ジーエルサイエンス製)
- ⑥ XSelect CSH Phenyl-Hexyl (5 μ m, 2.1×150 mm, Waters 製)
- ⑦ InertSustain Phenyl (5 μ m, 2.1×150 mm, ジーエルサイエンス製)

上記のカラムを用いて標準液を測定した結果、④及び⑤のカラムでは対象物質のピークが確認されなかった。ピークが確認された①、②、③、⑥、⑦のクロマトグラムを図3に示す。⑦のカラムは、ベースラインの変動が見られた。対象物質の保持時間や理論段数等を考慮し、分析カラムはInertSustain C18を選択した。

3・2・3 分析法の設定

以上の検討結果をもとに、図4のとおりベンゾフェノン-4の分析方法を設定した。

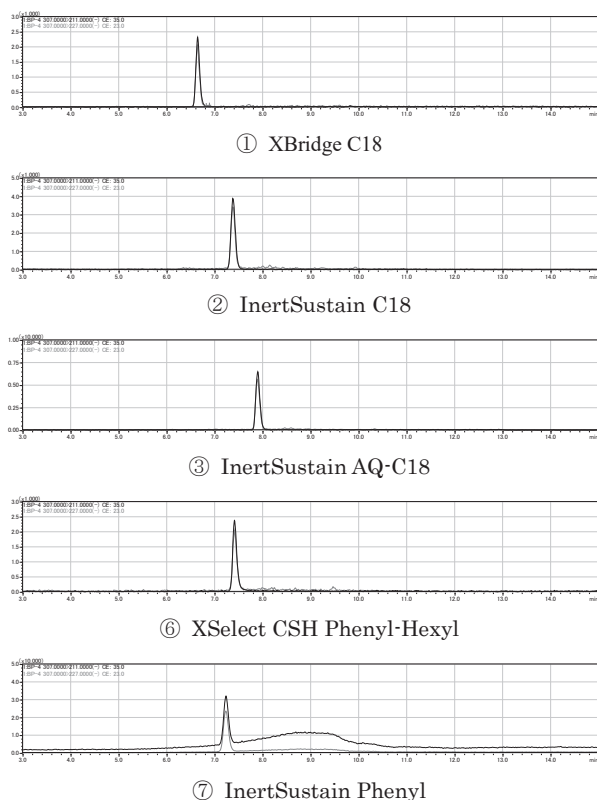


図3 分析カラム検討時のクロマトグラム

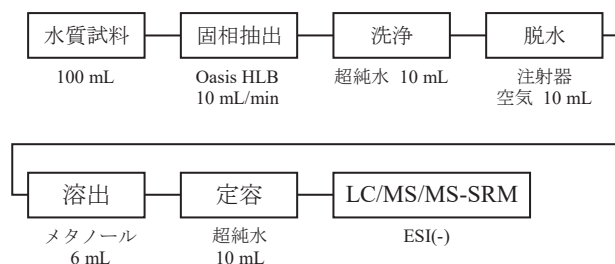


図4 分析法のフローチャート

3・3 分析法の検出下限値及び定量下限値の算出

前項で設定した分析法により、「化学物質環境実態調査実施の手引き」⁴⁾に従い、検出下限値（MDL）及び定量下限値（MQL）の算出を行った。河川水 100 mL に対象物質 0.01 µg を添加し、7 回繰り返し測定して算出した。その結果、本分析法の MDL は 0.019 µg/L、MQL は 0.049 µg/L であった。

3・4 添加回収試験

環境水を用いた添加回収試験を行った。河川水 100 mL に対象物質 0.01 µg 添加したときの回収率は 105% (変動係数 4.7%)、海水 100 mL に対象物質 0.05 µg 添加したときの回収率は 101% (変動係数 2.5%) であり、回収率の許容範囲の目安とされる 70～120% を満足していた。

3・5 分解性スクリーニング試験

ベンゾフェノン-4 の水中での安定性を確認するための分解性スクリーニング試験を実施した。pH による分解性試験として、pH を 5、7、9 に調整した河川水 100 mL に対象物質を 0.25 µg 添加し、1 時間後及び 7 日後に分析を実施した。また、光による分解性試験として、pH 7 の試験液については明所で 7 日間放置したものについても分析した。結果を表 3 に示す。7 日間放置後の残存率は 93～100% であり、いずれの条件においても対象物質の分解は認められなかった。

表3 分解性スクリーニング試験結果

pH	調製濃度 (µg/L)	検出濃度 (µg/L) (残存率)		
		1 時間 放置後	7 日間放置後	
			暗所	明所
5	2.5	2.4 (96%)	2.4 (96%)	—
7	2.5	2.4 (97%)	2.5 (98%)	2.5 (100%)
9	2.5	2.4 (97%)	2.3 (93%)	—

3・6 保存性試験

環境試料及び粗抽出液中のベンゾフェノン-4 の保存性について調査を行った。試料中の保存性については、河川水及び海水各 100 mL に対象物質を 0.02 µg 添加し、7 日間冷蔵保存した後、固相抽出以降の操作を行い測定した。粗抽出液の保存性については、河川水及び海水各 100 mL に対象物質 0.02 µg を添加し、固相抽出を行った後の抽出液を 14 日間冷蔵保存し、測定した。標準液の保存性は、低濃度（2 µg/L）及び高濃度（100 µg/L）の標準液を 1 か月冷蔵保存した後に測定した。結果を表 4 に示す。対象物質の検出濃度は調製濃度の 98～104% であり、いずれの試験液においても保存性は良好であった。

表4 保存性試験結果

試料名	調製濃度 (µg/L)	検出濃度(µg/L) (残存率)		
		7 日間	14 日間	1 か月
河川水 試料	0.20	0.197 (99%)	—	—
粗抽出液	2.0	—	2.07 (104%)	—
海水 試料	0.20	0.197 (99%)	—	—
粗抽出液	2.0	—	2.01 (101%)	—
標準液 低濃度	2.0	—	—	1.96 (98%)
高濃度	100	—	—	101 (101%)

3・7 環境試料の分析

本法を用いて福岡県内の河川水（雷山川）及び海水（大牟田沖）を測定した結果、ベンゾフェノ-4 はいずれも検出されなかった。

また、県内 12 か所の海水浴場の表層水を調査した結果、いずれの地点からもベンゾフェノ-4 は検出されなかった。

4 まとめ

環境水中に含まれるベンゾフェノン-4 の分析法を開発した。本分析法で用いた LC/MS/MS による分析対象物質の IDL は、0.26 pg（IDL 試料換算値 0.013 µg/L）であり、0.50～100 µg/L の範囲で直線性 ($R^2 > 0.998$) が確認された。固相抽出法による前処理を行う本分析法の MDL 及び

MQL は、0.019 µg/L 及び 0.049 µg/L であった。河川水 100 mL に対象物質 0.01 µg 添加したときの回収率は 105%（変動係数 4.7%）、海水 100 mL に対象物質 0.05 µg 添加したときの回収率は 101%（変動係数 2.5%）であった。本分析法で福岡県内河川水及び海水を測定したところ、対象物質は検出されなかった。

文献

- 1) PubChem (<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/>)
- 2) R.L. Elder, J.Am. Coll. Toxicol. 2(5), 35-77 (1983)
- 3) S. Schauder, H. Ippen, Contact Dermatitis 37(5), 221-32 (1997)
- 4) 環境省総合環境政策局環境保健部環境安全課, 化学物質環境実態調査実施の手引き（平成 27 年度版）

（英文要旨）

Development of an analytical method for determination of benzophenone-4 in environmental water

Koji TAKAHASHI

*Fukuoka Institute of Health and Environmental Sciences,
Mukaizano 39, Dazaifu, Fukuoka 818-0135, Japan*

This method provides procedures for the determination of benzophenone-4 in water samples by liquid chromatography with tandem mass spectrometry (LC/MS/MS). One hundred mL of water sample is passed through a preconditioned solid phase extraction cartridge (Oasis HLB Plus) at a flow rate of 10 mL/min. After the cartridge is washed with 10 mL of ultrapure water, the benzophenone-4 is eluted with 6 mL of methanol through the cartridge. The eluate is then adjusted to 10 mL with ultrapure water for LC/MS/MS-SRM analysis. The method detection limit (MDL) and the method quantification limit (MQL) of benzophenone-4 are 0.019 and 0.049 µg/L, respectively. The average recovery ($n = 7$) from river water samples added with 0.010 µg was 105%, and the relative standard deviation (RSD) was 4.7%. The average recovery ($n = 5$) from sea water samples added with 0.050 µg was 101%, and the RSD was 2.5%.

[Key words ; benzophenone-4, UV absorber, LC/MS]

資料

LC-MS/MSによる植物性自然毒37成分の迅速一斉分析法の妥当性確認

吉富秀亮・佐藤環・堀就英

植物性自然毒による食中毒事件に対応するため、LC-MS/MSによる植物性自然毒37成分の迅速一斉分析法を整備し、ホウレンソウ及びカレーの2食品を用いて妥当性を確認した。その結果、真度 (%) は66.6～146.4、併行精度 (RSD%) は1.6～27.1、室内精度 (RSD%) は2.9～45.1であり、ホウレンソウは15成分、カレーは18成分が「食品中に残留する農薬等に関する試験法の妥当性評価ガイドライン」の目標値を満たすことが確認された。本分析法は定量法としては精度に課題が残るが、37成分中32成分は真度の目標値を満たしたことからスクリーニング検査法としては有用である。

[キーワード：植物性自然毒、LC-MS/MS、妥当性確認]

1 はじめに

高等植物等に含まれる植物性自然毒による食中毒事件は、厚生労働省の食中毒統計によると、平成24年から令和3年までの10年間に201件発生し、患者数は749件名、死亡数は16名となっている。これら植物性自然毒による食中毒事件発生時の迅速な原因究明は、地方衛生研究所の重要な役割である。

今回、植物性自然毒37成分の迅速一斉分析法を整備することを目的として、既報²⁻³⁾を参考にLC-MS/MSの分析条件を最適化し、妥当性を確認したので報告する。

2 方法

2・1 試料

均一化した市販のホウレンソウ及び自家調理したカレーを試料とした。

2・2 分析対象成分及び標準品

ニコチン、サンギニン (O-Desmethyl galanthamine)、ガランタミン、スコポラミン、リナマリン、プルナシン、ストロファンチジン、シクロパミン、ヒパコニチン、ブシジエステルアルカロイド混合標準物質、アリストロキア酸 I、アリストロキア酸 II、ククルビタシン E：富士フイルム和光純薬製

ギンコトキシン、フェブリフジン、アミグダリン、アニサチン、 α -ソラニン、 α -チャコニン、コルヒチン、グロリオシン (N-Deacetyl-N-formyl colchicine)、デメコルシン、コンバラトキシン、ジゴキシン、シマリン、プロトベラトリン A、ベラトリン、メサコニチン、アコニチン及びククルビタシン E：Merck KGaA 製

アトロピン、ジギトキシン、ジェルビン及びベラトラミン：東京化成工業製

リコラミン：Toronto research chemicals 製

リコリン：MedChemExpress 製

($\pm$)-コニイン：Santa Cruz Biotechnology 製

2・3 標準原液及び混合標準液の調製

ニコチン、ギンコトキシン、サンギニン、リコリン、ガランタミン、リコラミン、コニイン、フェブリフジン、スコポラミン、アトロピン、リナマリン、アミグダリン、プルナシン、ストロファンチジン、 α -ソラニン、 α -チャコニン、コルヒチン、グロリオシン、デメコルシン、コンバラトキシン、ジゴキシン、シマリン、ジギトキシン、アリストロキア酸 I、アリストロキア酸 II は各標準品をメタノールに溶解後、100 $\mu\text{g/mL}$ 又は 1,000 $\mu\text{g/mL}$ の単品の標準原液を調製した。さらに、各標準原液を混合し、メタノールにより希釈して 5 $\mu\text{g/mL}$ となるように混合標準溶液を調製した。

アニサチン、ジェルビン、ベラトラミン、シクロパミン、プロトベラトリン A、ベラトリン、メサコニチン、アコニチン、ヒパコニチン、ククルビタシン B 及びククルビタシン E は各標準品をアセトニトリルに溶解後、100 $\mu\text{g/mL}$ 又は 1,000 $\mu\text{g/mL}$ の単品の標準原液を調製した。さらに、各標準原液を混合し、アセトニトリルにより希釈して 10 $\mu\text{g/mL}$ となるように混合標準溶液を調製した。

ブシジエステルアルカロイド混合標準物質は、アセトニトリルに溶解し、ジェサコニチン及びアコニチン 10 $\mu\text{g/mL}$ 、メサコニチン 20 $\mu\text{g/mL}$ 、ヒパコニチン 30 $\mu\text{g/mL}$ を含有する混合標準溶液を調製した。

2・4 試薬

メタノール (LC/MS 用)、蒸留水 (LC/MS 用)、アセトニトリル (LC/MS 用)、トリクロロ酢酸 (特級)：関東化学製

1 mol/L ギ酸アンモニウム溶液（高速液体クロマトグラフ用）、ギ酸（LC/MS 用）：富士フイルム和光純薬製

2・5 試料の前処理及び試験溶液の調製

試料約 5g を 50 mL のポリプロピレン製遠心管に量り採り、10 % (w/v) トリクロロ酢酸溶液 10 mL 及びメタノール 10 mL を加えて 2 分間ホモジナイズした後、室温、2,000×g で 5 分間遠心分離し、上清を採り、メタノールを加えて正確に 50 mL に定容したものを抽出液とした。抽出液を正確に 2 mL 分取し、Captiva EMR-Lipid カートリッジ (3 mL、300 mg、Agilent 社製) に負荷し、室温、1,000×g で 1 分間遠心分離し、溶出液を捨て、さらに抽出液 1 mL を Captiva EMR-Lipid カートリッジに負荷し、同様に遠心分離して得られた溶出液をガラス製の遠心沈殿管 (10 mL 容) に採り、水を加えて 10 mL に定容したものを試験溶液とした (0.01 g sample/mL)。試験溶液は、ガラスバイアルを用いて LC-MS/MS 測定に供した。図 1 に分析フローを示す。

試料	約 5g (50 mL 容ポリプロピレン製遠心管)
	10 % (w/v) トリクロロ酢酸溶液 10 mL
	メタノール 10 mL
メタノール抽出	ホモジナイズ (2 分間)
	遠心分離 (室温、2,000×g、5 分間)
	上清を採り、メタノールを加えて 50 mL に定容
抽出溶液	
Captiva EMR-Lipid (3 mL, 300 mg) カートリッジ精製	抽出溶液を振とうして正確に 2 mL を分取し、負荷
	遠心分離 (室温、1,000×g、1 分間)
	溶出液を捨てる
	抽出溶液を振とうして正確に 1 mL を分取し、負荷
	遠心分離 (室温、1,000×g、1 分間)
	溶出液をガラス製の遠心沈殿管 (10 mL 容) に採る
	水を加えて 10 mL に定容
試験溶液	0.01 g sample/mL (ガラスバイアル)

図 1 分析フロー

2・6 添加回収試料の調製

試料中の濃度が 1 µg/g (但し、メサコニチンは 2 µg/g、ヒパコニチンは 3 µg/g) となるように試料に混合標準溶液をそれぞれ添加し、30 分間放置したものを添加回収試料とした。

2・7 装置

高速液体クロマトグラフ装置：Acquity UPLC (Waters 社製)

タンデム型質量分析装置：Xevo TQ MS (Waters 社製)

ホモジナイザー：ポリトロン PT3100D (KINEMATICA 社製)

遠心分離機：S700FR (KUBOTA 社製)

2・8 LC-MS/MS 測定条件

移動相等の LC-MS/MS 測定条件はピーク形状、分離、感度等を考慮し、最適化した。LC-MS/MS の測定条件を表 1 に、保持時間、SRM 条件を表 2 に示す。

表 1 LC-MS/MS の測定条件

LC 条件			
分析カラム	Raptor C18 (Restek 社製) 粒子径 2.7 µm、内径 2.1 mm、長さ 150 mm		
流速	0.3 mL/min		
注入量	5 µL		
カラム温度	40 °C		
移動相	A 液：5 mM ギ酸アンモニウム水溶液 (pH 3) B 液：メタノール		
グラジエント条件	Time/min	A (%)	B (%)
	0	98	2
	9	1	99
	12	1	99
	12.1	98	2
	20	98	2
MS/MS 条件			
イオン化法	エレクトロスプレーイオン化 (ESI positive, ESI negative)		
キャピラリー電圧	1.0 kv		
イオンソース温度	150 °C		
脱溶媒温度	350 °C		
測定モード	SRM (Selected Reaction Monitoring)		

2・9 試料マトリックスの測定への影響

ブランク試料を「2・5 試料の前処理及び試験溶液の調製」に従い調製を行い、溶出液 1 mL をガラス製の遠心沈殿管に採った後、定容する前に、蒸留水を用いて調製した 100 ng/mL 混合標準溶液 (但し、メサコニチンは 2 倍量、ヒパコニチンは 3 倍量含む。以下同じ。) 1 mL を加え、水を加えて 10 mL に定容し、添加回収試験における回収率 100 % 相当濃度である 10 ng/mL のマトリックス標準溶液を調製した。また、2 % (w/v) トリクロロ酢酸 80 % (v/v) メタノール溶液 1 mL を調製し、100 ng/mL 混合標準溶液 1 mL を加え、さらに水を加えて 10 mL に定容し、10 ng/mL の溶媒標準溶液を調製した。

試料マトリックスの測定への影響は、溶媒標準溶液のピーク面積に対するマトリックス標準溶液のピーク面積の比を求めて評価した。

2・10 添加回収試験

「食品中に残留する農薬等に関する試験法の妥当性評価ガイドライン」⁶⁾ に準拠し、分析者 1 名が 2 併行で 5 日間分析する方法で添加回収試験を実施し、真度、併行精度及び

表2 分析対象成分、保持時間、SRM 条件 (保持時間順)

No.	分析対象成分	化学式	CASNo.	保持時間 (分)	モノアイオン トピーク 質量	測定イオン (m/z)			
						※()内はCone voltage (V)又はcollision energy (eV)を示す			
						プリカーサー イオン	プロダクトイオン		
							定量	定性	定性
1	ニコチン	C ₁₀ H ₁₄ N ₂	54-11-5	1.75	162.1157	[M+H] ⁺	163.2 (28)	132.2 (18)	84.2 (16)
2	サンギニン	C ₁₆ H ₁₉ NO ₃	60755-80-8	1.89	273.1365	[M+H] ⁺	274.2 (30)	199.4 (22)	184.3 (38)
3	リコリン	C ₁₆ H ₁₇ NO ₄	476-28-8	2.13	287.1158	[M+H] ⁺	288.2 (34)	147.2 (28)	119.2 (38)
4	ギンコトキシシン	C ₉ H ₁₃ NO ₃	1464-33-1	2.16	183.0895	[M+H] ⁺	184.1 (20)	152.2 (14)	134.2 (22)
5	リナマリシン	C ₁₀ H ₁₇ NO ₆	554-35-8	2.20	247.1056	[M+NH ₄] ⁺	265.2 (16)	163.2 (10)	180.2 (10)
6	ガラントアミン	C ₁₇ H ₂₁ NO ₃	357-70-0	2.51	287.1521	[M+H] ⁺	288.3 (28)	213.3 (22)	198.3 (34)
7	リコラミン	C ₁₇ H ₂₃ NO ₃	21133-52-8	2.59	289.1678	[M+H] ⁺	290.3 (30)	233.3 (18)	189.3 (26)
8	コニイン	C ₈ H ₁₇ N	3238-60-6	3.11	127.1361	[M+H] ⁺	128.2 (28)	69.2 (16)	55.1 (18)
9	フェブリフジン	C ₁₆ H ₁₉ N ₃ O ₃	24159-07-7	3.27	301.1426	[M+H] ⁺	302.2 (20)	120.3 (18)	100.2 (22)
10	スコボラミン	C ₁₇ H ₂₁ NO ₄	114-49-8	3.30	303.1471	[M+H] ⁺	304.2 (28)	138.2 (22)	156.3 (18)
11	アミグダリン	C ₂₀ H ₂₇ NO ₁₁	29883-15-6	3.64	457.1584	[M+NH ₄] ⁺	475.4 (20)	325.5 (12)	163.2 (20)
12	アトロピン	C ₁₇ H ₂₃ NO ₃	51-55-8	3.92	289.1678	[M+H] ⁺	290.3 (40)	124.3 (24)	93.2 (30)
13	アニサチン	C ₁₅ H ₂₀ O ₈	5230-87-5	3.98	328.1158	[M-H] ⁻	327.3 (20)	127.1 (12)	297.3 (12)
14	ブルナシン	C ₁₄ H ₁₇ NO ₆	99-18-3	4.10	295.1056	[M+NH ₄] ⁺	313.2 (16)	163.2 (10)	180.2 (10)
15	デメコルシン	C ₂₁ H ₂₅ NO ₅	477-30-5	4.66	371.1733	[M+H] ⁺	372.3 (30)	310.4 (22)	340.6 (18)
16	ストロファンチジン	C ₂₃ H ₃₂ O ₆	66-28-4	5.75	404.2199	[M+H] ⁺	405.4 (20)	359.6 (10)	369.5 (10)
17	グロリオシン	C ₂₁ H ₂₃ NO ₆	7411-12-3	5.81	385.1525	[M+H] ⁺	386.3 (38)	282.5 (26)	310.4 (26)
18	コンバラトキシシン	C ₂₉ H ₄₂ O ₁₀	508-75-8	5.81	550.2778	[M-H] ⁻	549.5 (38)	385.5 (18)	403.5 (16)
19	コルヒチン	C ₂₂ H ₂₅ NO ₆	64-86-8	5.92	399.1682	[M+H] ⁺	400.3 (42)	358.4 (22)	310.4 (28)
20	α-チャコニン	C ₄₅ H ₇₃ NO ₁₄	20562-03-2	5.97	851.5031	[M+H] ⁺	852.8 (100)	98.1 (72)	706.8 (66)
21	メサコニチン	C ₃₃ H ₄₅ NO ₁₁	2752-64-9	5.97	631.2993	[M+H] ⁺	632.5 (56)	105.3 (62)	572.3 (34)
22	α-ソラニン	C ₄₅ H ₇₃ NO ₁₅	20562-02-1	5.98	867.4980	[M+H] ⁺	868.8 (62)	98.1 (76)	398.5 (72)
23	ジェルビン	C ₂₇ H ₃₉ NO ₃	469-59-0	5.99	425.2930	[M+H] ⁺	426.5 (50)	114.3 (36)	109.2 (32)
24	ヒパコニチン	C ₃₃ H ₄₅ NO ₁₀	6900-87-4	6.11	615.3043	[M+H] ⁺	616.5 (50)	556.7 (34)	105.2 (68)
25	アコニチン	C ₃₄ H ₄₇ NO ₁₁	302-27-2	6.15	645.3149	[M+H] ⁺	646.5 (54)	105.2 (60)	586.8 (34)
26	プロトベラトリンA	C ₄₁ H ₆₃ NO ₁₄	143-57-7	6.16	793.4249	[M+H] ⁺	794.6 (58)	776.8 (40)	658.8 (56)
27	ベラトラミン	C ₂₇ H ₃₉ NO ₂	60-70-8	6.21	409.2981	[M+H] ⁺	410.5 (42)	295.5 (28)	84.2 (30)
28	ジェサコニチン	C ₃₅ H ₄₉ NO ₁₂	16298-90-1	6.23	675.3255	[M+H] ⁺	676.4 (54)	135.2 (80)	616.6 (36)
29	シクロバミン	C ₂₇ H ₄₁ NO ₂	4449-51-8	6.50	411.3137	[M+H] ⁺	412.5 (44)	109.3 (34)	114.3 (30)
30	ベラトリン	C ₃₃ H ₄₉ NO ₉	62-59-9	6.51	591.3407	[M+H] ⁺	592.5 (66)	456.8 (52)	188.4 (68)
31	シマリン	C ₃₀ H ₄₄ O ₉	508-77-0	6.59	548.2985	[M+H] ⁺	549.4 (20)	359.4 (16)	341.7 (20)
32	ジゴキシシン	C ₄₁ H ₆₄ O ₁₄	20830-75-5	7.03	780.4296	[M+NH ₄] ⁺	798.7 (18)	97.2 (36)	651.8 (14)
33	アリストロキア酸II	C ₁₆ H ₉ NO ₆	475-80-9	7.59	311.0430	[M+NH ₄] ⁺	329.2 (16)	268.3 (10)	294.2 (10)
34	ククルピタシンB	C ₃₂ H ₄₆ O ₈	6199-67-3	7.63	558.3193	[M+NH ₄] ⁺	576.5 (18)	499.7 (14)	481.7 (18)
35	ククルピタシンE	C ₃₂ H ₄₄ O ₈	18444-66-1	7.73	556.3036	[M+NH ₄] ⁺	574.5 (16)	497.6 (16)	479.6 (24)
36	アリストロキア酸I	C ₁₇ H ₁₁ NO ₇	313-67-7	7.79	341.0536	[M+NH ₄] ⁺	359.2 (16)	298.4 (12)	342.4 (8)
37	ジギトキシシン	C ₄₁ H ₆₄ O ₁₃	71-63-6	8.29	764.4347	[M+NH ₄] ⁺	782.7 (18)	97.3 (40)	505.5 (20)

室内精度を求めた。当該ガイドラインの目標値 (添加濃度 >0.1 μg/g のとき) は、真度 (%) は 70~120、併行精度 (RSD%) は<10、室内精度 (RSD%) は<15 である。なお、定量はマトリックス検量線 (1, 2.5, 5, 10, 25, 50 ng/mL) を用いた。マトリックス検量線は、ブランク試料を抽出、精製し、10 mL に定容する前の試験溶液を 100 μL ずつガラス製バイアルに入れ、0.2 %トリクロロ酢酸 8 %メタノール溶液を用いて段階希釈した各濃度の混合標準溶液 (10, 25, 50, 100, 250, 500 ng/mL) を 100 μL 加え、さらに蒸留水 800 μL を加え作製した。

3 結果

3・1 試料マトリックスの測定への影響

LC-MS/MSを用いた分析では分析対象成分と共存する試料マトリックスの測定への影響がしばしば問題となるため、各食品のマトリックス標準溶液とその濃度に相当する溶媒標準溶液の比を求め、試料マトリックスの測定への影響を評価した。その結果を表3に示す。

サンギニン、リコリン、ギンコトキシシン、ガラントアミン、リコラミン、コニイン、フェブリフジン、スコボラミン、アミグダリン及びアトロピンの10成分は100±20 %以内となり、試料マトリックスの測定への影響は小さかった。一

表3 試料マトリックスの測定への影響 (2 併行)

No.	分析対象成分	マトリックス標準/溶媒標準 面積比 (%)	
		ハウレンソウ	カレー
1	ニコチン	130.3	142.8
2	サンギニン	97.4	103.3
3	リコリン	101.8	102.5
4	ギンコトキシシ	116.3	114.2
5	リナマリ	55.4	79.7
6	ガラタミン	97.8	93.8
7	リコラミン	102.2	100.1
8	コニイ	119.4	110.8
9	フェブリフジ	116.6	99.3
10	スコボラミン	106.6	96.5
11	アミグダリン	90.2	91.0
12	アトロピン	107.3	99.7
13	アニサチ	128.5	101.0
14	ブルナシ	120.1	121.9
15	デメコルシ	171.4	140.8
16	ストロファンチジ	105.9	123.8
17	グロリオシ	166.6	203.9
18	コンバラトキシ	208.2	152.4
19	コルヒチ	135.0	97.5
20	α -チャコニ	202.6	—*
21	メサコニチ	240.5	178.5
22	α -ソラニ	181.0	—*
23	ジェルビ	219.6	178.9
24	ヒパコニチ	195.3	125.9
25	アコニチ	304.6	196.2
26	プロトベラトリ	251.6	179.3
27	ベラトラミ	229.8	187.7
28	ジェサコニチ	196.1	163.1
29	シクロパミ	200.2	205.4
30	ベラトリ	312.6	269.1
31	シマリ	193.7	220.1
32	ジゴキシ	215.4	185.9
33	アリストロキア酸Ⅱ	163.1	147.8
34	ククルビタシ	234.3	196.1
35	ククルビタシ	165.9	178.9
36	アリストロキア酸Ⅰ	80.8	73.3
37	ジギトキシ	102.0	121.5

※-: ブランク試料から分析対象成分が検出されたため評価できなかった。

方、リナマリ及びアリストロキア酸Ⅱは試料マトリックスによるイオン化抑制が認められ、アニサチ及びコルヒチはハウレンソウで、ジギトキシはカレーで、他の成分はハウレンソウとカレーの両方で試料マトリックスによるイオン化促進が認められた。

なお、カレーのブランク試料から α -ソラニ及び α -チャコニが検出されたため、これら成分の試料マトリックスの測定への影響は評価できなかった。

今回、37成分中27成分で試料マトリックスの測定への影響が認められたことから、添加回収試験ではマトリックス検量線を用いて定量することにした。

3・2 添加回収試験による妥当性確認

植物性自然毒 37 成分の迅速一斉分析法の妥当性確認結果を表 4 に示す。

ハウレンソウを試料として検討した場合、真度 (%) は 66.6~139.7、併行精度 (RSD%) は 2.4~27.1、室内精度 (RSD%) は 5.1~44.7 となり、ガイドラインの目標値を満たしたのは 15 成分であった。

次に、カレーを試料として検討した場合、真度 (%) は 70.6~146.4、併行精度 (RSD%) は 1.6~22.3、室内精度 (RSD%) は 2.9~45.1 となり、ガイドラインの目標値を満たしたのは 18 成分であった。

いずれの試料においてもガイドラインの目標値を満たしたのは、ニコチン、サンギニン、リコリン、ガラタミン、シクロパミン、プロトベラトリ A、メサコニチン、アコニチン、ヒパコニチン及びビククルビタシ B の 10 成分であった。

4 まとめ

植物性自然毒 37 成分の迅速一斉分析法を整備し、妥当性を確認した。本分析法の性能は、真度 (%) は 66.6~146.4、併行精度 (RSD%) は 1.6~27.1、室内精度 (RSD%) は 2.9~45.1 であり、ハウレンソウは 15 成分、カレーは 18 成分が「食品中に残留する農薬等に関する試験法の妥当性評価ガイドライン」⁶⁾の目標値を満たすことが確認された。

本分析法は、定量法としては精度に課題が残るが、37 成分中 32 成分は真度の目標値を満たすことからスクリーニング検査法としては有用である。今後、より正確な測定を目指し、試験溶液の希釈や前処理法の検討による試料マトリックスの測定への影響の回避や、精密質量を測定する LC-Q-TOF/MS 等の使用を検討したい。

表4 妥当性確認結果

No.	分析対象成分	ハウレンソウ			カレー		
		真度 (%)	併行精度 (%)	室内精度 (%)	真度 (%)	併行精度 (%)	室内精度 (%)
1	ニコチン	87.4	4.2	5.1	102.2	1.6	4.8
2	サンギニン	87.3	7.3	7.6	97.5	2.4	2.9
3	リコリン	82.5	3.7	5.1	94.7	3.4	4.9
4	ギンコトキシシン	77.2	11.2	12.6	90.6	2.5	2.9
5	リナマリ	86.2	5.0	8.3	101.8	6.3	20.6
6	ガラタミン	83.2	4.5	6.6	90.3	5.0	5.2
7	リコラミン	110.5	15.4	17.8	95.6	3.0	7.9
8	コニニン	86.7	12.1	13.2	94.0	2.3	3.6
9	フェブリフジン	97.8	14.7	17.8	94.4	5.6	19.0
10	スコボラミン	86.5	18.7	21.5	104.7	3.8	9.5
11	アミグダリン	87.4	10.4	11.1	103.4	21.1	22.6
12	アトロピン	94.8	13.9	14.6	105.1	4.2	10.2
13	アニサチン	107.0	8.8	10.9	80.6	19.4	21.8
14	ブルナシン	84.9	9.6	14.1	91.9	19.9	25.6
15	デメコルシン	134.6	10.8	35.6	143.6	7.0	37.0
16	ストロファンチジン	85.9	19.8	20.7	86.7	4.9	10.9
17	グロリオシン	126.4	7.6	44.7	146.4	7.9	45.1
18	コンバトキシシン	86.4	23.2	23.3	100.5	17.1	17.3
19	コルヒチン	139.7	11.0	35.0	138.7	10.3	41.3
20	α -チャコニン	81.8	7.4	8.5	_*	_*	_*
21	メサコニチン	81.1	6.3	7.2	79.5	8.9	14.2
22	α -ソラニン	112.2	23.3	27.6	_*	_*	_*
23	ジェルビン	89.2	22.0	23.3	90.3	12.3	13.0
24	ヒパコニチン	78.9	4.9	5.7	85.2	4.4	5.2
25	アコニチン	80.0	2.4	5.3	84.8	5.4	8.1
26	プロトベラトリンA	79.6	6.4	7.8	96.1	2.8	5.0
27	ベラトラミン	81.2	11.4	11.5	88.7	2.9	3.6
28	ジェサコニチン	78.4	11.4	11.5	87.8	3.0	4.3
29	シクロパミン	71.1	4.4	6.6	75.1	4.2	6.0
30	ベラトリン	78.1	9.9	13.4	107.9	11.5	12.7
31	シマリ	118.7	24.6	29.5	74.0	19.5	43.2
32	ジゴキシシン	77.8	24.8	30.6	72.6	11.1	25.3
33	アリストロキア酸II	66.6	27.1	34.9	73.2	22.3	27.7
34	ククルピタシンB	78.7	4.4	9.2	86.7	5.7	8.0
35	ククルピタシンE	73.6	20.9	23.4	94.7	20.2	26.7
36	アリストロキア酸I	69.8	12.0	17.8	70.7	10.7	12.1
37	ジギトキシシン	79.1	25.3	27.2	70.6	13.2	22.2

※ -: ブランク試料から分析対象成分が検出されたため評価できなかった。

※ガイドラインの目標値：真度70～120%、併行精度<10、室内精度<15

文献

- 厚生労働省ホームページ：食中毒統計資料
(https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/kenkou_iryoku/shokuhin/syokuchu/04.html)
- 南谷臣昭：植物性自然毒の多成分同時分析法の開発、令和元年度厚生労働科学研究費補助金 食品の安全確保推進研究事業 植物性自然毒による食中毒対策の基盤整備のための研究 研究分担報告書、10-78、2019
- 茶屋真弓、原田卓也、吉田純一：LC/MS/MSによる植物性自然毒の迅速一斉分析法の検討、鹿児島県環境保健センター所報、67-71、2018
- 山口菜穂ら：LC/MS/MSによる植物性自然毒の迅速一斉分析法の開発、熊本県保健環境科学研究所報、48-55、2017

- 村上太郎ら：LC-MS/MSによる植物性自然毒の迅速一斉分析法の検討、大阪市立環科研報告平成28年度第79集、17-22、2017
- 平成22年12月24日付け食安発第1224第1号 厚生労働省医薬食品局食品安全部長通知「食品中に残留する農薬等に関する試験法の妥当性評価ガイドラインの一部改正について」
- 望月直樹：食の安全におけるLC-MS/MS分析の問題点、薬学雑誌、131(7)、1019-1025、2011

資料

玄海原子力発電所30km圏内における環境試料中の放射性物質濃度の把握

土田大輔・佐藤恵美・山村由貴・梶原佑介*・板垣成泰

原子力施設周辺において、災害等が発生した場合に迅速に対応できるよう、平常時から放射性物質のモニタリングを行うことが求められる。玄海原子力発電所から30km圏内において本県が実施した平常時モニタリングのうち、環境試料中の放射性物質濃度について、2013～2022年度の変動幅（平常の変動幅）を把握するとともに、本県と地理的に近い西日本各県の調査結果との比較により妥当性を検証した。平常時モニタリングの結果、検出された人工ガンマ線放出核種はCs-137のみで、その濃度は西日本各県の調査結果の範囲内であった。また、ベータ線放出核種（H-3、Sr-90）やアルファ線放出核種（Pu）についても、本県の調査結果は西日本各県の調査結果の範囲内であった。これらのことから、環境試料中の放射性物質の平常の変動幅は妥当なものと判断され、緊急時に原子力施設の影響を評価する上で重要な資料になると考えられた。

〔キーワード：原子力施設、平常時モニタリング、放射性物質、平常の変動幅、環境放射能〕

1 はじめに

2012年に策定された原子力災害対策指針（以下、指針¹⁾）では、原子力施設周辺において災害等の緊急事態が発生した場合に迅速に対応できるよう、平常時から空間放射線量率や環境試料中の放射性物質のモニタリングを行うこととされている。指針にしたがい、本県も2013年度から玄海原子力発電所（佐賀県玄海町）から概ね30km圏内において平常時モニタリングを行っている。

平常時モニタリング結果の評価方法については、指針の補足参考資料「平常時モニタリングについて（以下、補足参考資料²⁾）」によって示されている。補足参考資料によると、平常時における環境試料中の放射性物質の濃度は、概ね一定の範囲（平常の変動幅）に収まるため、過去数年間又は測定開始時からの最大値を平常の変動幅の上限として設定することとされている。平常の変動幅の設定期間に関して、原子力施設周辺調査を実施している他の地方公共団体では、5～10年間又はそれ以上の期間のデータが用いられている（例えば、佐賀県³⁾、鹿児島県⁴⁾）。

本県でも平常時モニタリングの開始から10年が経過し、測定データが蓄積してきたため、環境試料中の放射性物質濃度の平常の変動幅を把握するとともに、他県モニタリングデータとの比較により、その妥当性を検証した。

2 調査方法

2・1 調査対象地域

調査対象地域を図1に示す。玄海原子力発電所から30km圏内には、本県糸島市のうち二丈及び志摩地区の一部が含まれており、両地区で環境試料を採取した。

2・2 調査項目、環境試料の種類及び測定方法

調査項目及び試料種類を表1に示す。人工放射性核種のうちガンマ線放出核種として、コバルト-60（Co-60）、セシウム-134（Cs-134）、セシウム-137（Cs-137）、及び一部の試料についてはヨウ素-131（I-131）を分析対象とし、2013又は2014年度から調査を開始した。

ベータ線放出核種であるトリチウム（H-3）は、陸水及び海水を対象とし、2018年度から調査を開始した。

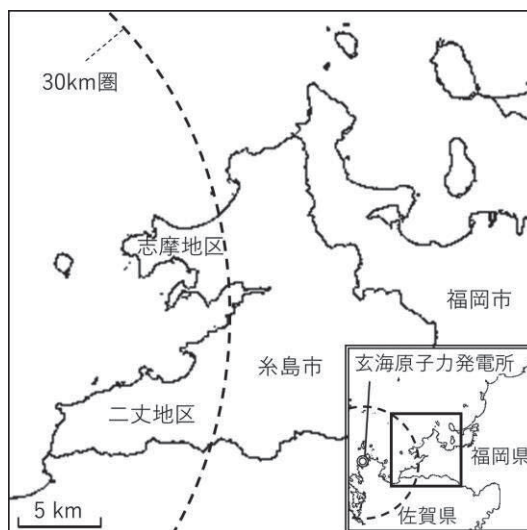


図1 調査対象地域の概要

福岡県保健環境研究所（〒818-0135 太宰府市大字向佐野39）

*福岡県環境部環境政策課

（〒812-8577 福岡市博多区東公園7-7）

表 1 調査項目及び試料種類

調査項目	試料区分	試料	前処理方法	期間	測定方法	測定機器
ガンマ線放出核種	大気浮遊じん		乾燥・圧縮	2013～		
・ Co-60	陸水	水道水	蒸発乾固	2014～		
・ I-131		河川水				
・ Cs-134	陸土	表層土	乾燥	2013～	ゲルマニウム半導体検出器によるγ線スペクトロメトリー (原子力規制庁)	高純度ゲルマニウム半導体検出器 セイコーイーザーアンドジー製 GMX40-76-LB-B
・ Cs-137	海水	表層水	共沈法	2013～		
	海底土	表層土	乾燥	2014～		
	農畜産物	牛乳	生試料	2014～	ゲルマニウム半導体検出器等を用いる機器分析のための試料の前処理方法 (文部科学省)	
		精米				
		大根	灰化			
		ほうれん草				
	陸上指標生物	松葉	生及び灰化	2013～		
	海産生物	アイゴ	灰化	2014～		
	(魚類・貝類)	ムラサキガイ				
	海洋指標生物 (海藻類)	ホンダワラ等		2014～		
トリチウム	陸水	水道水	蒸留	2018～	トリチウム分析法 (文部科学省)	液体シンチレーション測定装置 日立製作所製 AccuFLEX LSC-LB7
・ H-3		河川水				
	海水	表層水				
ストロンチウム	陸水	水道水	濃縮・分離	2020	放射性ストロンチウム分析法 (文部科学省)	2π ガスフローカウンタ* キャンベラ製 LB4200 日立製作所製 LBC-4301.4311
・ Sr-90		河川水				
	陸土	表層土	抽出・分離			
プルトニウム	陸土	表層土	抽出・分離	2019	プルトニウム分析法 (文部科学省)	シリコン半導体検出器* キャンベラ製 Alpha Analyst
・ Pu-238						
・ Pu-239+240						

* 分析委託先（一般財団法人九州環境管理協会）の使用機器

同じくベータ線放出核種であるストロンチウム (Sr-90) は、陸水及び陸土を対象とし、2020 年度に調査を行った。

アルファ線放出核種であるプルトニウム (Pu-238、Pu-239+240) については、陸土を対象とし、2019 年度に調査を行った。

測定方法等は、表1に示す文部科学省または原子力規制庁の放射能測定法シリーズ⁵⁾に準拠した。また、Sr-90及びPu-238、Pu-239+240の分析は、一般財団法人九州環境管理協会へ委託した。

2・3 調査結果の妥当性の検証

本県における調査結果について、特異的な値がないか確認するため、他県のモニタリングデータと比較した。他県データは「環境放射線データベース⁶⁾」を参照し、本県と地理的に近い中国、四国、九州地方で原子力施設周辺環境放射線モニタリング調査を実施している鳥取県、島根県、岡山県、山口県、愛媛県、佐賀県、長崎県、鹿児島県（以下、西日本各県）による調査結果を抽出した。対象期間は各県の測定開始年から2022年までとし、1986年及び2011年のデータは、それぞれチヨルノービリ原子力発電所事故、福島第一原子力発電所事故の影響を受けている可能性があるため、比較対象から除いた。

また、他県データとの比較の際は、可能な限り本県と同一種・同一部位の環境試料を対象としたが、海産生物のうちアイゴ（魚類）については他県の調査結果がなかったた

め、魚類全体を比較対象とした。

3 結果及び考察

3・1 ガンマ線放出核種 (Co-60、Cs-134、Cs-137、I-131)

表 2 に、本県における 2013～2022 年度のガンマ線放出核種の調査結果を示す。検出された核種は Cs-137 のみで、その他の人工ガンマ線放出核種は全て検出下限値未満であった。

Cs-137 が検出された環境試料は、海水、海底土、大根、松葉、魚類（アイゴ）、貝類（ムラサキガイ）、海藻類（ホンダワラ類）であり、検出頻度（検出数/検体数）が高かったものは、アイゴ(18/18)、松葉(35/58)、海底土(6/18)、海水(5/20)であり、採取地区毎の濃度範囲に顕著な差は認められなかった。

Cs-137 は半減期 30.1 年で比較的半減期が長く、後述する Sr-90 とともに、1980 年以前に行われた大気圏内核実験等の影響により現在も環境中に残存している²⁾。Cs-137 以外の人工ガンマ線放出核種 (I-131、Cs-134 等) が検出されなかったことから、本県において検出された Cs-137 は過去の核実験等の残留によるものと判断された。なお、検出された Cs-137 の濃度範囲は、一般食品中の放射性セシウム基準値⁷⁾ (100 Bq/kg) と比較しても微量であり、健康へ影響を与えるレベルではなかった。

表 2 には、西日本各県における Cs-137 の調査結果も併

表2 ガンマ線放出核種 (Cs-137) の調査結果

試料	採取地区	福岡県	検出数/検体数	西日本各県*	単位
		濃度範囲		濃度範囲	
大気浮遊じん	二丈 志摩	ND ND	0/80	ND～0.2	mBq/m ³
水道水	二丈 志摩	ND ND	0/52	ND	mBq/L
河川水	二丈 志摩	ND ND	0/52	ND～2.4	mBq/L
陸土	二丈 志摩	ND ND	0/40	ND～128	Bq/kg乾土
海水	二丈 志摩	ND～0.0022 ND～0.0019	5/20	ND～0.013	Bq/L
海底土	二丈 志摩	ND～3.2 ND～2.1	6/18	ND～14	Bq/kg乾土
牛乳	二丈	ND	0/27	ND～0.19	Bq/L
精米	二丈 志摩	ND ND	0/15	ND～0.41	Bq/kg生
大根	二丈 志摩	ND～0.044 ND	1/18	ND～0.074	Bq/kg生
ほうれん草	二丈 志摩	ND ND	0/18	ND～0.81	Bq/kg生
松葉	二丈 志摩	0.078～0.38 ND～0.15	35/58	ND～4.1	Bq/kg生
アイゴ (魚類)	二丈 志摩	0.085～0.13 0.097～0.12	18/18	ND～7.2	Bq/kg生
ムラサキイガイ	二丈 志摩	ND ND～0.070	1/17	ND～0.19	Bq/kg生
ホンダワラ等	二丈 志摩	ND～0.075 ND～0.13	7/40	ND～0.19	Bq/kg生

* 西日本各県の詳細は「2・3 調査結果の妥当性の検証」に記載

せて示した。本県でCs-137が検出された試料については、西日本各県でもCs-137が検出されており、本県の調査結果は、いずれも西日本各県のデータの範囲内であった。これらのことから本県における調査結果は妥当なものであり、平常の変動幅として設定して問題ないと判断された。

3・2 トリチウム (H-3)

表3に2018～2022年度の陸水及び海水中的のH-3の調査結果を示す。陸水については、水道水と河川水で検出頻度や濃度に大きな差はなく、最大で約0.7 Bq/Lであった。海水中的のH-3濃度は、陸水に比べ低く最大で約0.4 Bq/Lであった。

表3には西日本各県との比較結果も示したが、本県における調査結果はいずれも西日本各県のデータの範囲内であり、平常の変動幅として設定して問題ないと判断された。H-3は原子炉内や核実験によって生成する他、上空で宇宙

線と大気との反応により生成する天然放射性核種でもあるため、環境中では水分子の一部として存在し、水蒸気、雨水、河川水、海水等に含まれている。一般に陸水中に比べて海水中的の濃度が低い傾向があり⁸⁾、本県における調査結果もこの傾向に合致していた。

3・3 ストロニウム (Sr-90)

表4に陸水及び土壌中のSr-90の調査結果を示す。Sr-90は全ての試料から検出され、その濃度範囲は、水道水0.53～0.86 mBq/L、河川水1.2～1.6 mBq/L、土壌0.17～2.0 Bq/kg乾土であった。表4に西日本各県の結果も示したとおり、本県の調査結果は、いずれも西日本各県のデータの範囲内であった。

Sr-90(半減期28.8年)もCs-137と同様に、過去の大気圏内核実験等の影響で環境中に残存している核種の一つであり、本県においても過去の核実験等の残留によるもの

表3 H-3の調査結果

試料	採取地区	福岡県	検出数/検体数	西日本各県*	単位
		濃度範囲		濃度範囲	
水道水	二丈 志摩	ND～0.72 ND～0.74	18/36	ND～2.3	Bq/L
河川水	二丈 志摩	ND～0.70 ND～0.60	20/36	ND～10	Bq/L
海水	二丈 志摩	ND～0.42 ND～0.36	9/48	ND～4.3	Bq/L

* 西日本各県の詳細は「2・3 調査結果の妥当性の検証」に記載

と判断された。Sr-90については現時点で1回のみの測定であるため平常の変動幅の設定はできなかったが、補足参考資料では、5年程度で全ての調査計画地点を測定し、その後も継続して濃度を把握することとされているため、今後とも計画的に調査を行っていく必要がある。

3・4 プルトニウム (Pu-238、Pu-239+240)

表5に土壤中のPu-238、Pu-239+240の調査結果を示す。Pu-238は全ての試料で検出下限値未満、Pu-239+240は9検体全てから検出され、濃度範囲は0.014～0.36 Bq/kg乾土であり、いずれも西日本各県のデータの範囲内であった。

Puの半減期は長く (Pu-239: 24千年、Pu-240: 6.5千年)、過去の大気圏内核実験等により現在も広く環境中に存在している⁹⁾。補足参考資料では、原子力施設から30km圏内における土壤中のPu濃度は、平常時に最低1回は把握することとされており、今回報告したPuの平常値は、原子力事故等の緊急時に施設由来のPuを評価する上で有効なデータになると考えられる。

4 まとめ

玄海原子力発電所から30km圏内における環境試料中の放射性物質濃度の平常の変動幅を把握するとともに、西日本各県のモニタリングデータとの比較によりその妥当性を検証した。

人工ガンマ線放出核種はCs-137のみが検出され、その濃度は、西日本各県における調査結果の範囲内であった。また、ベータ線放出核種であるH-3及びSr-90、アルファ線放出核種であるPuについても、本県の調査結果は西日本各県における調査結果の範囲内であった。これらのことから、本県の調査結果は妥当なものであると判断された。

原子力災害等の緊急時においては、原子力施設からの放射性物質の放出による周辺環境への影響を評価することとなる。本報でとりまとめた、平常時の環境試料中の放射性物質濃度は、緊急時において施設由来の放射性物質の影響を評価する上で重要な資料になると考えられる。

文献

- 1) 原子力規制委員会：原子力災害対策指針，平成 24 年 10 月 31 日制定，令和 4 年 7 月 6 日一部改正。
- 2) 原子力規制庁：平常時モニタリングについて（原子力災害対策指針補足参考資料），平成 30 年 4 月 4 日制定，令和 3 年 12 月 21 日改訂。
- 3) 佐賀県：玄海原子力発電所の運転状況及び周辺環境調査結果（令和 3 年度年報），Ⅱ 玄海原子力発電所周辺環境放射能調査結果，2022。
- 4) 鹿児島県：川内原子力発電所周辺環境放射線調査結果報告書（令和 3 年度年報），資料-1 川内原子力発電所周辺環境放射線調査計画（令和 3 年度），2022
- 5) 原子力規制庁：放射能測定法シリーズ
(<https://www.kankyo-hoshano.go.jp/library/series/>)，2023. 3. 1.
- 6) 原子力規制庁：環境放射線データベース
(<https://www.kankyo-hoshano.go.jp/data/database/>)，2023. 3. 1.
- 7) 環境省：放射線による健康影響等に関する統一的な基礎資料（令和 4 年度版），第 8 章 食品中の放射性物質
(<https://www.env.go.jp/chemi/rhm/r4kisoshiryo/r4kiso-08-01-03.html>)，2023. 3. 1.
- 8) 高島良正：環境トリチウム— その挙動と利用，RADIOISOTOPES，40，520-530，1991.
- 9) 河村日佐男，田中義一郎：環境中 Pu-239 の人体への移行，日本原子力学会誌，22，519-529，1980.

表 4 Sr-90 の調査結果

試料	福岡県			西日本各県*	単位
	採取地区	濃度範囲	検出数/検体数	濃度範囲	
水道水	二丈	0.53	2/2	0.29 ～ 7.4	mBq/L
	志摩	0.86			
河川水	二丈	1.2	2/2	ND ～ 7.4	mBq/L
	志摩	1.6			
陸土	二丈	0.17 ～ 2.0	9/9	ND ～ 35	Bq/kg乾土
	志摩	0.20 ～ 0.70			

* 西日本各県の詳細は「2・3 調査結果の妥当性の検証」に記載

表 5 Pu-238、Pu-239+240 の調査結果

試料	Pu-238				Pu-239 + 240				単位
	福岡県		西日本各県*	福岡県		西日本各県*			
	採取地区	濃度範囲		検出数/検体数	濃度範囲		採取地区	濃度範囲	
陸土	二丈	ND	0/9	ND～0.043	二丈	0.041 ～ 0.36	9/9	ND～1.3	Bq/kg乾土
	志摩	ND			志摩	0.014 ～ 0.21			

* 西日本各県の詳細は「2・3 調査結果の妥当性の検証」に記載

資料

玄海原子力発電所30km圏内における空間放射線量率の平常時モニタリング

土田大輔・城山宗一郎*・山村由貴・梶原佑介**・板垣成泰

原子力施設周辺においては、災害等の緊急事態が発生した場合に備え、平常時から空間放射線量率（線量率）のモニタリングを行うことが求められる。玄海原子力発電所から30km圏内において、本県が2013年度から測定している線量率を統計処理することにより平常の変動幅を算出し、超過した場合は原因を調査した。低線量率用モニタリングポストによる線量率の平常の変動幅は約30～60 nGy/hであり、平常の変動幅を外れた時間数の割合は年間で2～3 %、その要因は降雨によって降下する天然放射性核種によるものであった。その他、高線量率用モニタリングポストによる線量率は宇宙線も含まれることから、測定結果は約70～150 nGy/hであった。また、モニタリングカーによる走行測定の各年度の平均値は、33～37 nGy/hであった。これらの結果は、緊急時に原子力施設の異常の有無を確認する上で重要な資料になると考えられた。

[キーワード：原子力施設、平常時モニタリング、空間放射線量率、平常の変動幅、モニタリングポスト]

1 はじめに

2012年に策定された原子力災害対策指針（以下、指針¹⁾）では、原子力施設周辺において災害等の緊急事態が発生した場合に迅速に対応できるよう、平常時から空間放射線量率（以下、線量率）のモニタリングを行うことが求められる。本県においても、2012年度末に玄海原子力発電所（佐賀県玄海町）から30km圏内に線量率の測定装置（モニタリングポスト。以下、MP）を設置し、2013年度から平常時モニタリングを行っている。

線量率の測定結果の評価方法については、指針の補足参考資料「平常時モニタリングについて（以下、補足参考資料²⁾）」に示されている。補足参考資料によると、平常時の線量率は、概ね一定の範囲（以下、平常の変動幅）に収まるため、過去数年間の測定値の平均値±（3×標準偏差）、あるいは最小値から最大値までの範囲を平常の変動幅として設定し、測定値がこの範囲を超過した場合は原因の調査をすることとされている。

平常の変動幅を算出する年数については、原子力施設が立地する地方公共団体では、5年又は10年間としている例が多い（例えば、青森県³⁾、静岡県⁴⁾）。本県でも線量率の測定開始から10年が経過し、データが蓄積してきたことから、各年度の測定結果を評価した。さらに、原子力発電所の立地県である佐賀県のモニタリングデータとの比較により妥当性の確認を行った。

2 調査方法

2・1 調査対象地域及び測定地点

調査対象地域を図1に示す。玄海原子力発電所から30km圏内には、本県糸島市のうち二丈及び志摩地区の一部が含まれており、各地区に固定観測局（以下、二丈局、志摩局）が設置されている。固定観測局には、低線量率用のNaI(Tl)検出器、高線量率用の電離箱検出器の2種類のMP及び気象観測装置が設置されている。

また、災害等の緊急時に広範囲を迅速にモニタリングするためのモニタリングカーが2016年度末に配備され、2017年度から定期的に30km圏内の主要道路で走行モニタリングを実施している。

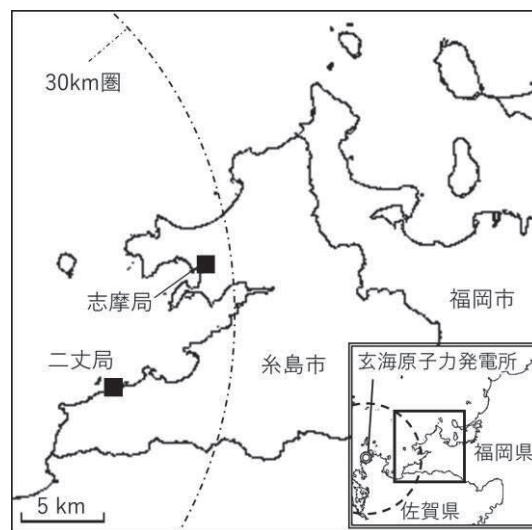


図1 調査対象地域の概要及び固定観測局（■）

福岡県保健環境研究所（〒818-0135 太宰府市大字向佐野39）

* 福岡県環境部環境保全課（〒812-8577 福岡市博多区東公園7-7）

**福岡県環境部環境政策課（同上）

2・2 線量率の測定方法及び評価方法

各測定機器の概要を表1に示す。測定方法は、原子力規制庁の測定法シリーズ⁵⁾にしたがった。

2・2・1 NaI (Tl) 検出器MP

平常時における線量率は、低線量率用のMPであるNaI(Tl)検出器のデータを用い、以下の手順で各年度の評価を行った。

まず、MPが設置された2012年度末から、評価対象年度の前年度末までの測定値（10分値）を基に、平均値±（3×標準偏差）により平常の変動幅を設定した。

次に、測定値が平常の変動幅を超過した時間帯については、以下ア～エの要因²⁾について、気象観測装置や現地状況等の調査を行った。

- ア「降雨」：降雨、降雪、雷雨、積雪等の気象要因
- イ「地形」：周辺の地形や建物等の変化
- ウ「医療・産業」：医療・産業等に用いる放射性同位元素やX線の影響
- エ「施設」：国内外の原子力施設からの影響

2・2・2 電離箱検出器MP

電離箱検出器は緊急時の高線量率用MPであるため、平常の変動幅の設定は行わず、線量率（10分値）の平均値、最小値、最大値によって、各年度の測定結果を評価した。

2・2・3 モニタリングカー

モニタリングカーについては、概ね四半期毎に走行モニタリングを行い、低線量率計（NaI(Tl)検出器）の平均値、最小値、最大値（1分値）を把握するとともに、最小値、最大値が検出された地点を確認した。

2・3 原子力施設立地県データとの比較

本県のモニタリング結果の妥当性を確認するため、佐賀県の調査結果報告書⁶⁾を参照し、NaI(Tl)検出器MP、電離箱検出器MP及びモニタリングカーの測定結果と比較した。

比較対象としたMPは、佐賀県が設置した発電所周辺MPのうち、発電所の東側に位置する串（くし）局を選定した。また、モニタリングカーについては、本県と同じNaI(Tl)検出器による走行モニタリング結果（九州電力㈱による）と比較した。

3 結果及び考察

3・1 NaI (Tl) 検出器MP

表2に、2013～2022年度のNaI(Tl)検出器MPによる線量率の測定結果を示す。各年度の平均値は、二丈局 43.5～43.9 nGy/h、志摩局 48.3～48.9 nGy/h、平常の変動幅は、二丈局 32.2～54.8 nGy/h、志摩局 37.7～59.4 nGy/hの範囲であった。

各年度の測定値が平常の変動幅を外れた時間数は、二丈局では153～274時間、志摩局では160～257時間で、年間の測定時間数に占める割合は2～3%であった。

平常の変動幅を超えた時間帯について要因を調査した結果、全て降雨が認められた時間帯であった。NaI(Tl)検出器のγ線スペクトル情報⁷⁾も踏まえ、降雨により大気中の天然放射性核種であるラドン（Rn-222）の壊変生成核種が地表に降下し、線量率が一時的に上昇したと判断した。

図2に、四半期毎のNaI(Tl)検出器MPによる線量率（平均値、最小値、最大値）の変化を示す。平均値の経年変化は小さく、各年度の最大値は第2四半期（7～9月）に観測される傾向が見られた。北部九州において7月に線量率が上昇する原因としては、温帯低気圧が停滞（梅雨）前線に沿って東進することにより、大陸からRn-222が移流する機構が示されている⁷⁾。

3・2 電離箱検出器MP

表3に、2013～2022年度の電離箱検出器MPによる線量率の測定結果を示す。各年度の平均値は、二丈局 76.7～85.2 nGy/h、志摩局 78.0～83.6 nGy/h、最小値～最大値は、二丈局 69.4～152 nGy/h、志摩局 67.1～154 nGy/hの範囲であった。

電離箱検出器MPでは、周辺の放射線に加え、宇宙線も検出されるため、得られる線量率はNaI(Tl)検出器MPによる線量率よりも高くなる⁸⁾。平井ら⁹⁾の報告によると、福岡県全域におけるNaI(Tl)検出器MP及び電離箱検出器MPの線量率の平均値は、それぞれ40.7及び76.4 nGy/hであり、本報におけるNaI(Tl)検出器MPと電離箱検出器MPの差異と同程度であった。

図3に、四半期ごとの電離箱検出器MPによる線量率（平

表1 各測定機器の概要

固定観測局（二丈局、志摩局）			移動測定局（モニタリングカー）	
種類	低線量率計	高線量率計	低線量率計	高線量率計
検出器	3"φ×3"NaI(Tl) シンチレータ	球形加圧電離箱	2"φ×2"NaI(Tl) シンチレータ	Si半導体
測定範囲	BG～10μGy/h	BG～100mGy/h	BG～10μGy/h	10μGy/h～100mGy/h
測定位置	地上1m		地上2.4m	

均値、最小値、最大値) の変化を示す。NaI(Tl)検出器 MP と同様に、四半期毎の平均値の変化は小さく、各年度の最大値は、第 2 四半期 (7～9 月) に観測される傾向が見られた。

3・3 モニタリングカー

表4に走行モニタリングの結果を示す。各年度の平均値は33～37 nGy/hであった。全ての走行モニタリングにおいて、最大値は鹿家トンネル付近、最小値は小富士交差点付近で観測された (位置は図4参照)。

図4に、一例として2022年8月の測定結果を示す。最大値が観測された鹿家トンネル付近は、山間部でトンネルが連続しているため、地質由来の天然放射線の寄与が大きいと考えられた。また、最小値観測地点である小富士交差点付近は、河川河口部の橋に近い、地質由来の天然放射線

の寄与が少ないと考えられた。

3・4 原子力施設立地県 (佐賀県) との比較

比較対象とした 2021 年度の佐賀県串局の NaI(Tl)検出器 MP の平均値は 33 nGy/h、平常の変動幅は 23～44 nGy/h であった。平常の変動幅を超えた時間数は 188 時間 (2.15%) で、本県の超過割合 (2～3 %) と同程度であった。また、電離箱検出器 MP の平均値は 68 nGy/h、最小値～最大値は 61～119 nGy/h であり、NaI(Tl)検出器 MP との差は本県と同程度であった。

2021 年度の佐賀県 (九州電力株) による走行モニタリングの平均値及び最小値～最大値は、それぞれ 26 及び 20～38 nGy/h であり、本県よりも平均値や最大値が小さいものの概ね同程度であった。

表 2 NaI(Tl)検出器 MP の測定結果

測定局	年度	平均値	最小値～ 最大値	平常の 変動幅*	平常の変動幅を 外れた時間数 及び割合		平常の変動幅 を外れた 主要因
					(時間)	(%)	
二丈局	2013	43.5	38.0 ～ 113	32.2 ～ 54.5	153	(1.7%)	降雨
	2014	43.6	39.1 ～ 89.4	33.3 ～ 53.6	274	(3.1%)	降雨
	2015	43.5	40.0 ～ 112	33.1 ～ 53.9	235	(2.7%)	降雨
	2016	43.6	39.2 ～ 98.1	32.9 ～ 54.1	259	(2.9%)	降雨
	2017	43.6	37.7 ～ 90.6	32.4 ～ 54.6	185	(2.1%)	降雨
	2018	43.8	40.1 ～ 100	32.6 ～ 54.4	192	(2.2%)	降雨
	2019	43.8	39.1 ～ 87.6	32.8 ～ 54.3	240	(2.7%)	降雨
	2020	43.9	40.3 ～ 114	32.8 ～ 54.3	246	(2.8%)	降雨
	2021	43.7	40.3 ～ 119	32.5 ～ 54.8	206	(2.4%)	降雨
	2022	43.9	40.3 ～ 111	32.4 ～ 54.8	188	(2.1%)	降雨
志摩局	2013	48.5	44.8 ～ 127	38.3 ～ 58.7	160	(1.8%)	降雨
	2014	48.3	44.2 ～ 101	38.7 ～ 58.4	229	(2.6%)	降雨
	2015	48.4	44.5 ～ 119	38.3 ～ 58.6	216	(2.5%)	降雨
	2016	48.6	44.1 ～ 125	38.2 ～ 58.6	257	(2.9%)	降雨
	2017	48.9	44.7 ～ 93.4	37.7 ～ 59.2	189	(2.2%)	降雨
	2018	48.8	45.0 ～ 108	37.9 ～ 59.2	171	(2.0%)	降雨
	2019	48.8	45.0 ～ 85.2	38.1 ～ 59.1	213	(2.4%)	降雨
	2020	48.7	44.4 ～ 115	38.2 ～ 59.1	230	(2.6%)	降雨
	2021	48.4	44.0 ～ 115	37.8 ～ 59.4	186	(2.1%)	降雨
	2022	48.6	44.9 ～ 108	37.8 ～ 59.4	174	(2.0%)	降雨

表 3 電離箱検出器 MP の測定結果

測定局	年度	平均値	最小値 ～ 最大値
			(nGy/h)
二丈局	2013	76.7	69.4 ～ 143
	2014	85.2	72.6 ～ 127
	2015	84.5	79.4 ～ 149
	2016	84.1	79.0 ～ 133
	2017	83.6	77.9 ～ 128
	2018	83.4	76.9 ～ 136
	2019	83.1	76.9 ～ 126
	2020	83.0	75.4 ～ 145
	2021	84.0	75.6 ～ 152
	2022	84.5	73.2 ～ 140
志摩局	2013	83.1	77.4 ～ 154
	2014	83.6	78.1 ～ 135
	2015	82.5	77.0 ～ 149
	2016	81.7	76.4 ～ 151
	2017	81.2	76.2 ～ 124
	2018	81.1	76.2 ～ 135
	2019	78.0	70.9 ～ 112
	2020	78.5	70.6 ～ 136
	2021	80.0	72.6 ～ 141
	2022	79.3	67.1 ～ 122

*各年度の「平常の変動幅」は、2013年3月から前年度末までの測定値(10分値) の「平均値±(3×標準偏差)」

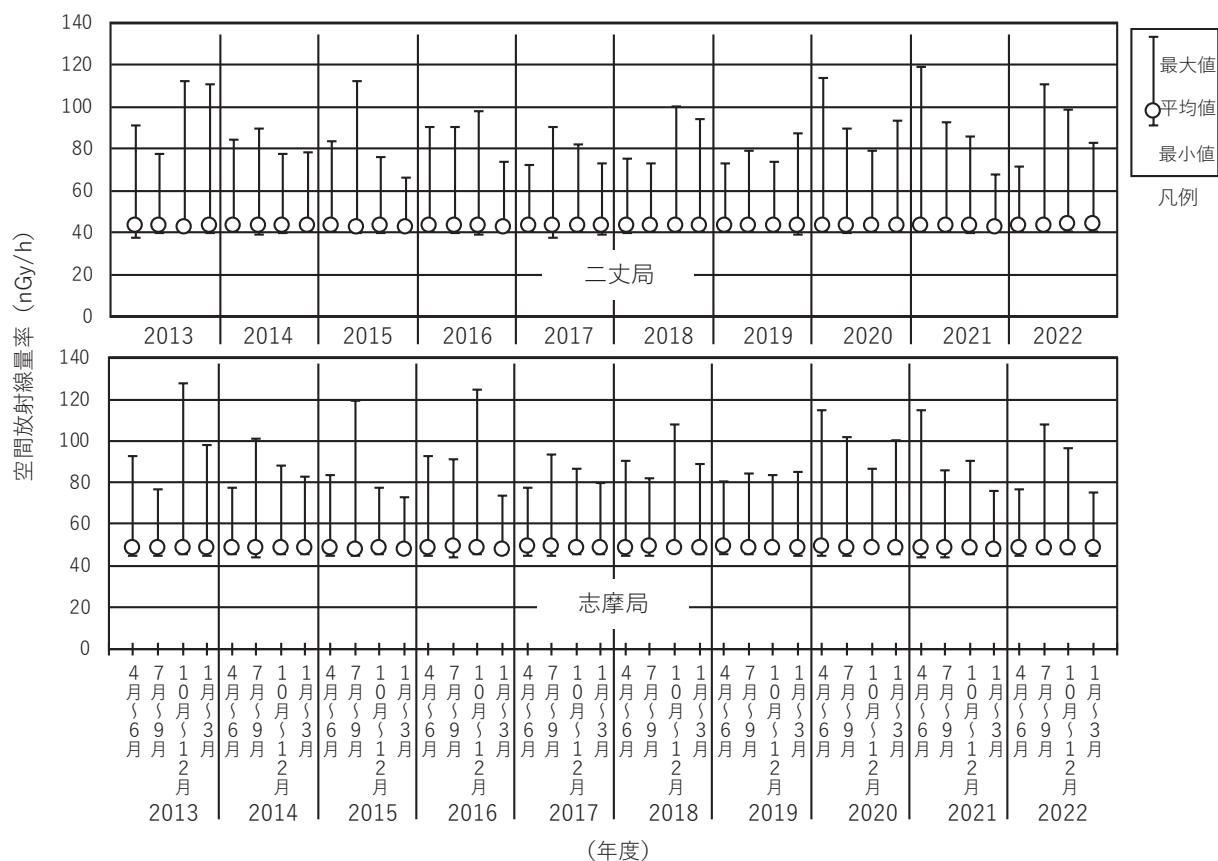


図2 四半期毎のNaI(Tl)検出器MPの測定結果

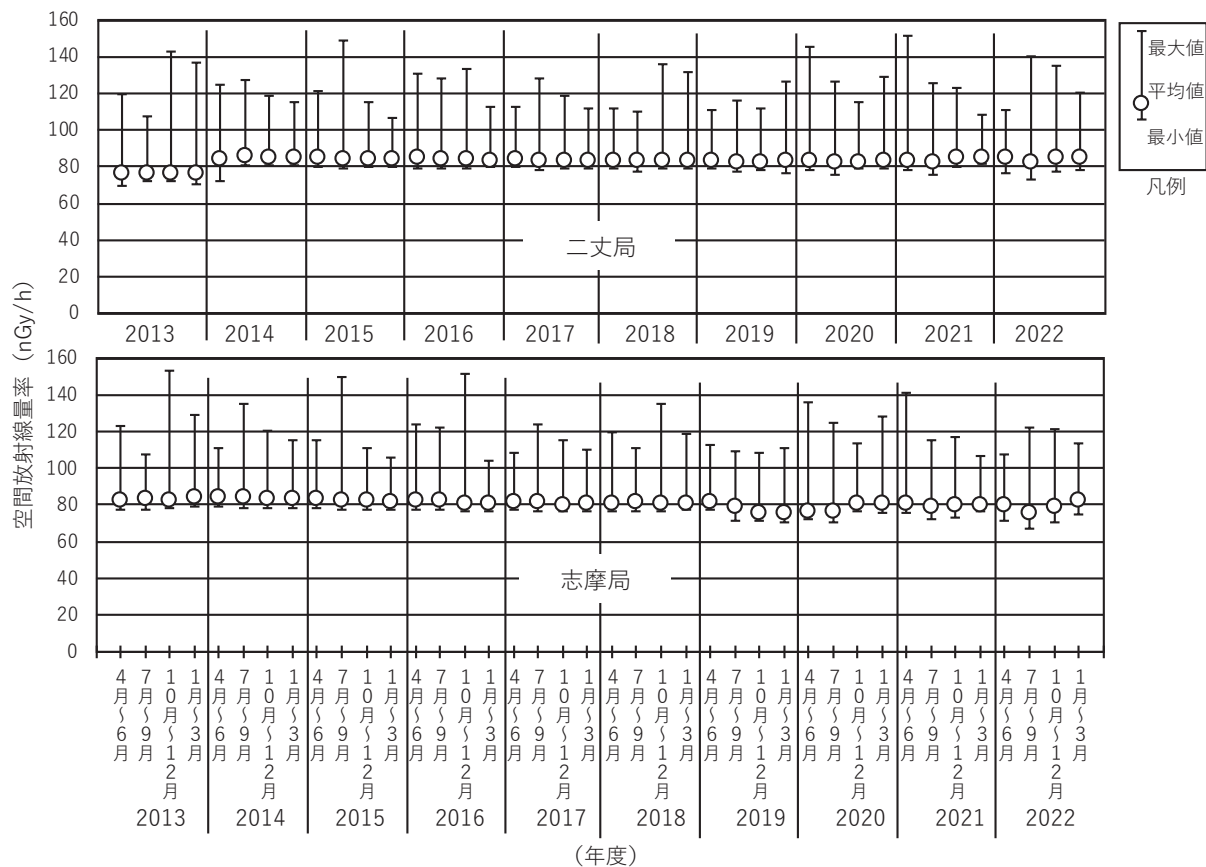


図3 四半期毎の電離箱検出器MPの測定結果

表4 走行モニタリングの結果

年度	測定月	平均値	測定値の範囲	降水量
		(nGy/h)		(mm)
2017	5月, 8月, 1月, 3月	37	22 ~ 57	0
2018	5月, 8月, 10月, 1月	36	20 ~ 56	0
2019	8月, 12月, 1月, 2月	34	21 ~ 54	0
2020	5月, 8月, 10月, 2月	34	20 ~ 57	0
2021	7月, 8月, 12月, 1月	35	23 ~ 57	0
2022	4月, 8月, 11月, 2月	33	20 ~ 57	0

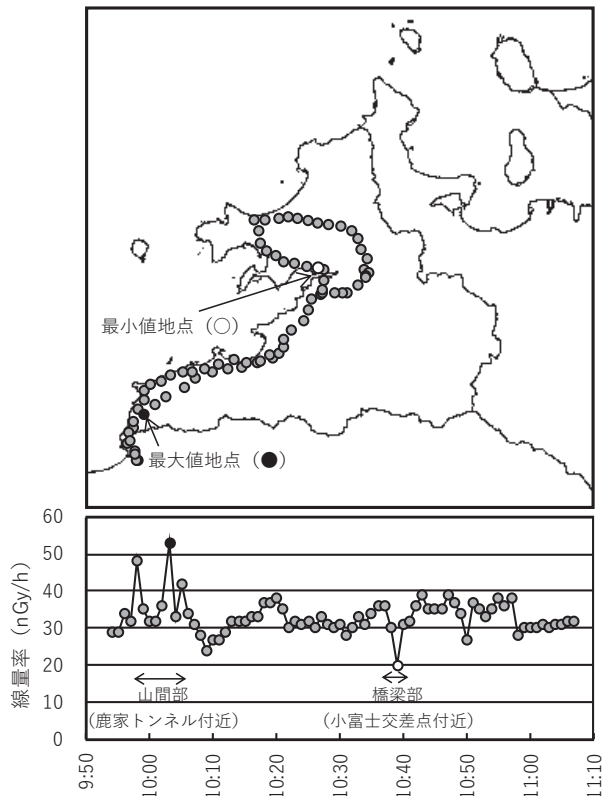


図4 走行モニタリング結果の例
(2022年8月)

4 まとめ

玄海原子力発電所から30km圏内において2013年度から実施している線量率の平常時モニタリングデータについて統計的な解析を行い、以下のような結果を得た。

- 1) NaI(Tl)検出器 MP による線量率の平常の変動幅は、二丈局 32.2~54.8 nGy/h、志摩局 37.7~59.4 nGy/h の範囲であった。各年度に平常の変動幅を外れた時間数割合は2~3%であり、その要因は全て降雨によるものであった。
- 2) 電離箱検出器 MP による線量率の最小値~最大値は、二丈局 69.4~152 nGy/h、志摩局 67.1~154 nGy/h の範囲であった。
- 3) モニタリングカーによる走行モニタリングの平均値は33~37 nGy/hであり、最大値観測地点は、全ての調査において、地質由来の天然放射線の寄与が大きいと考えられるトンネル付近であった。
- 4) 本県のモニタリング結果について、佐賀県のモニタリング結果と比較したところ概ね同程度であり、妥当性を確認できた。

原子力災害による緊急時には、線量率の測定結果等に基づいて防護措置に関する判断が行われる。本報で解析した平常時の線量率データは、緊急時に原子力施設の異常の有無を確認する上で重要な資料になると考えられる。

文献

- 1) 原子力規制委員会：原子力災害対策指針，平成24年10月31日制定，令和4年7月6日一部改正。
- 2) 原子力規制庁：平常時モニタリングについて（原子力災害対策指針補足参考資料），平成30年4月4日制定，令和3年12月21日改訂。
- 3) 青森県：原子力施設環境放射線調査報告書（令和3年度報），80-81，2022。
- 4) 静岡県：浜岡原子力発電所周辺環境放射能調査結果（令和元年度），99-100，2020。
- 5) 原子力規制庁：放射能測定法シリーズ No. 17 連続モニタによる環境γ線測定法，昭和57年7月制定，平成29年12月改訂。
- 6) 佐賀県：玄海原子力発電所の運転状況及び周辺環境調査結果（令和3年度年報），Ⅱ 玄海原子力発電所周辺環境放射能調査結果，4-7，2022。
- 7) 土田大輔ら：梅雨期における温帯低気圧の東進に伴う空間放射線量率の上昇機構，保健物理，55，5-14，2020。
- 8) 長岡和則，本田幸一郎，宮野敬治：環境γ線線量測定における宇宙線の寄与，RADIOISOTOPES，45，665-674，1996。
- 9) 平井英治ら：電離箱検出器およびNaI(Tl)シンチレーション検出器を用いた福岡県の自然放射線量測定，RADIOISOTOPES，44，846-855，1995。

資料

複数のWBGT観測機器を用いた環境省観測値との比較（2022年）

高尾佳子・新谷俊二・小玉真央・熊谷博史・濱村研吾

県内全域の暑熱環境の傾向把握を行うため、使用する機器と環境省WBGTとの比較を行った。その結果、使用する機器で観測結果に異なる傾向があり、それぞれの観測機器と環境省WBGTとは、厳重警戒や注意の判断に影響を及ぼす程度の差がかなりの頻度でみられることがわかった。したがって、解析においては各機器の特徴を考慮する必要がある。

[キーワード：暑熱、WBGT（暑さ指数）、熱中症]

1 はじめに

熱中症対策実行計画の中期的な目標（2030年）として、熱中症による死亡者数を現状から半減させることを目指す具体的な対策が検討されている¹⁾。熱中症対策の1つとして、環境省と気象庁は令和3年度から全国で熱中症警戒アラートの運用を行っており、あわせて環境省はWBGTの実測値及び推計値を提供している²⁾³⁾。WBGTは熱中症予防を目的とした指標であり、観測機器が市販されている。今回、県内全域での暑熱環境把握に向けて、複数の機器で観測を行い、環境省提供のWBGTと比較した。

2 方法

環境省が実測を行う福岡管区気象台敷地内に別途 3 種類の測定機器を設置し、観測を行った。観測の概要を、表1、表2及び図1に示す。

表1 観測機器の概要

製品名	測定範囲
ウェザーニューズ社製 ソラテナ Ver2.0	気温：-20～50℃/±1℃ 湿度：0～100% /±5% WBGT：独自の計算式により算出
タニタ社製 無線黒球式 熱中症指数計 TC-310	クラス2 WBGT：0.0～50.0℃/±2.0℃ 温度：-10.0～60.0℃/±1.0℃ 黒球温度：0.0～50.0℃/±1.0℃ 相対湿度：0.0～90.0% /±3.0%
エー・アンド・ディ社製 黒球形熱中症 指数計 AD-5695DL	クラス2 WBGT：0.0～50.0℃/±2.0℃ 温度：-10.0～50.0℃/±0.6℃ 黒球温度：0.0～80.0℃/±0.6℃ 相対湿度：10.0～90.0% /±5% (20.0～90.0%、25℃時) ±7% (10.0～19.9%、25℃時)

表2 観測項目及び解析期間

観測場所	福岡管区気象台敷地内
観測項目	気温、湿度、WBGT 機器は地面から約150cmの高さに設置
解析期間	2022年8月23日0時から2022年9月27日23時 ※9月5日から9月8日及び9月16日から 9月20日は台風のため観測停止。

3 結果

観測結果を図2に示す。環境省 WBGT と比較すると、ソラテナ（ウェザーニューズ社製、以下 S0 と略す）は環境省 WBGT が 20～30℃あたりで、TC-310（タニタ社製、以下 TC と略す）及び AD-5695DL（エー・アンド・ディ社製、以下 AD と略す）は環境省 WBGT が 30℃近くの時に差が大きくなっていた。各機器による観測結果と環境省観測値との差について、表3及び図3から図8に示す。S0（図3）は、環境省 WBGT が 14℃から 26℃にあがるにつれて差が大きくなり、26℃を超えると差が小さくなる傾向がみられた。TC（図4）及び AD（図5）は、全体的に環境省 WBGT よりやや低く、環境省 WBGT が高くなるほど差のばらつきが大きくなる傾向がみられた。また、環境省 WBGT との差の絶対値が 1℃以上となった時間は、S0 で 74%、TC で 27%、AD で 18%であり、S0 は 1℃以上の差の頻度が高かった（表3）。指標値を用いた指針では、厳重警戒や注意の区分は 3℃程度であり³⁾、1℃を超える差は判断に影響を及ぼすおそれがある。このため、市販の観測機器で暑熱環境を観測する際には、機器の特徴を踏まえてみていく必要があることがわかった。

表3 観測結果と環境省WBGTとの差の頻度

機器	差1℃未満		差1℃以上	
	数	%	数	%
S0	170	26	478	74
TC	474	73	174	27
AD	534	82	114	18

4 まとめ

複数の観測機器を用いて、環境省が観測を行っている WBGT との比較を行った。その結果、SO でやや高めの傾向が、TC 及び AD では、環境省 WBGT が高くなるほど差のばらつきが大きくなる傾向が見られ、それぞれの機器の特徴を踏まえた解析が必要であることがわかった。

謝辞

本調査は、環境省「令和4年度国民参加による気候変動情報収集・分析委託業務」により実施した。本調査にあたりご協力いただいた福岡管区気象台諸氏に深謝する。

文献

- 1) 環境省：熱中症対策実行計画及び気候変動適応計画（一部変更）の閣議決定について (https://www.env.go.jp/press/press_01675.html)，2023.6.2.
- 2) 気象庁：熱中症警戒アラート (<https://www.jma.go.jp/bosai/information/heat.html>)，2023.5.31
- 3) 環境省：熱中症予防情報サイト (<https://www.wbgt.env.go.jp/>)，2023.5.31

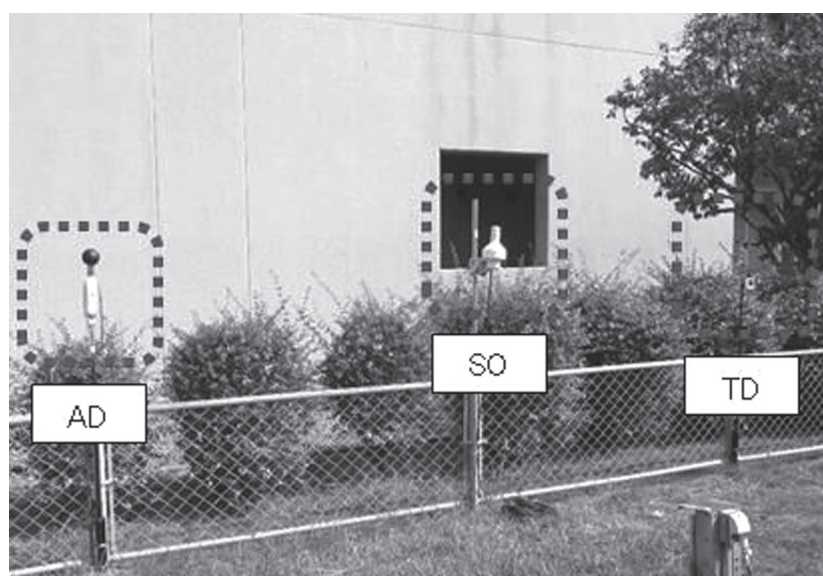
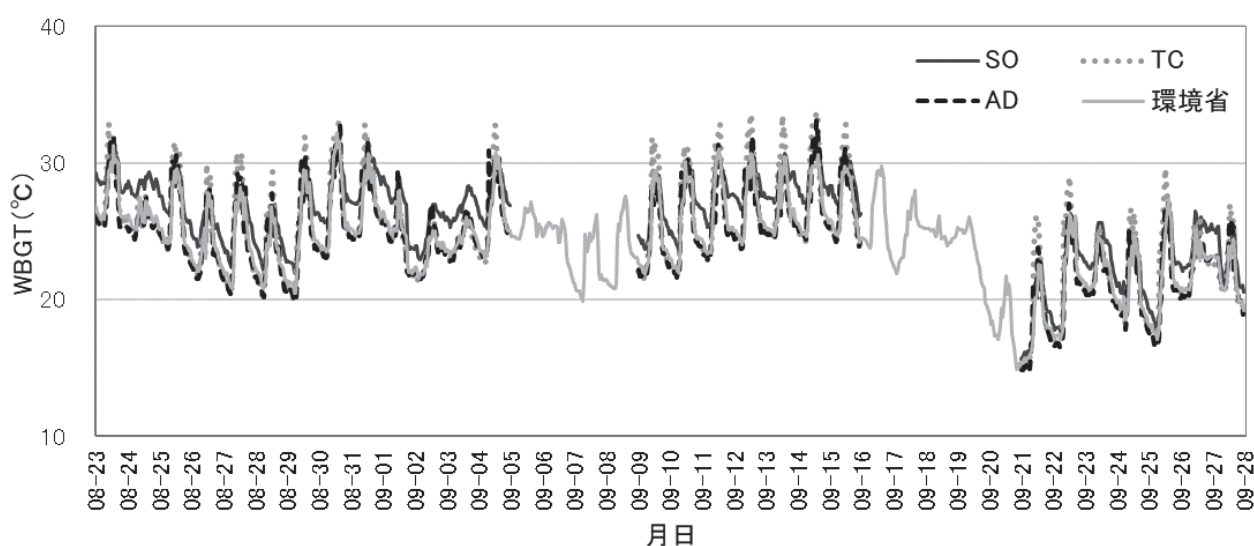


図1 機器設置の様子



※「環境省」は、環境省が提供するWBGTの福岡の値

図2 WBGT観測結果

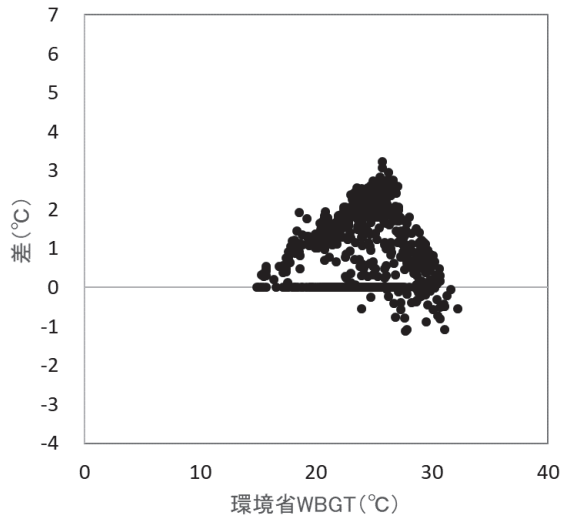


図3 環境省WBGTとS0観測との差

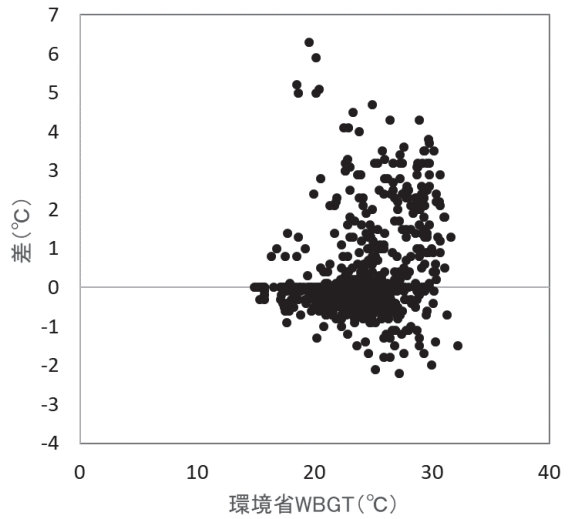


図4 環境省WBGTとTC観測との差

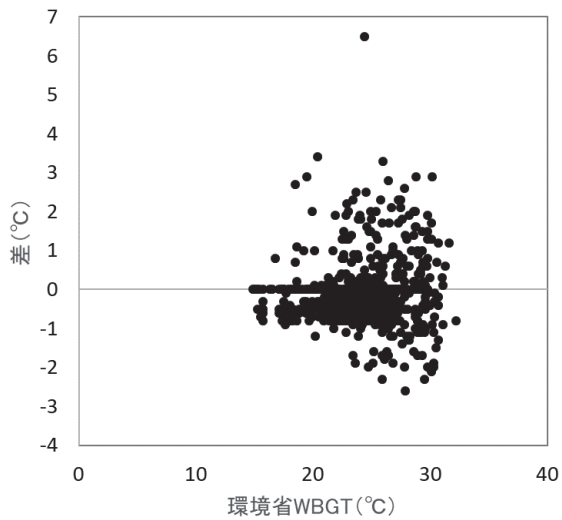


図5 環境省WBGTとAD観測との差

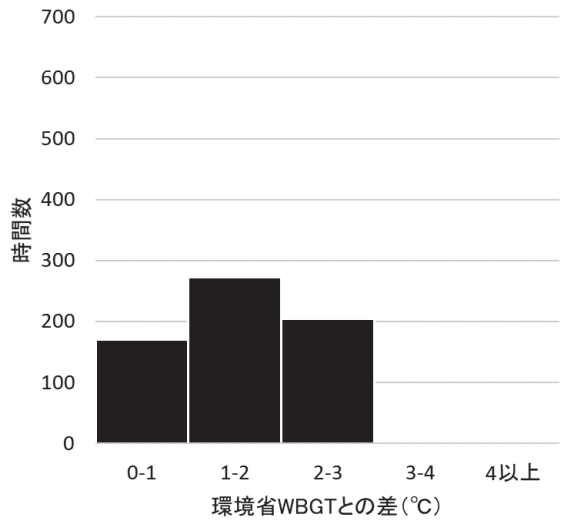


図6 S0観測との差と時間数

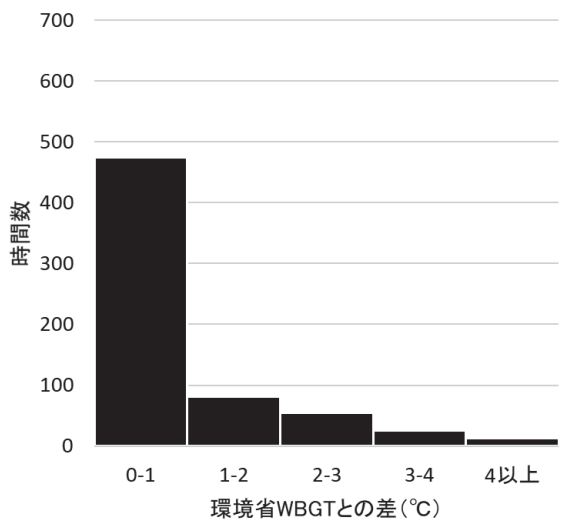


図7 TC観測との差と時間数

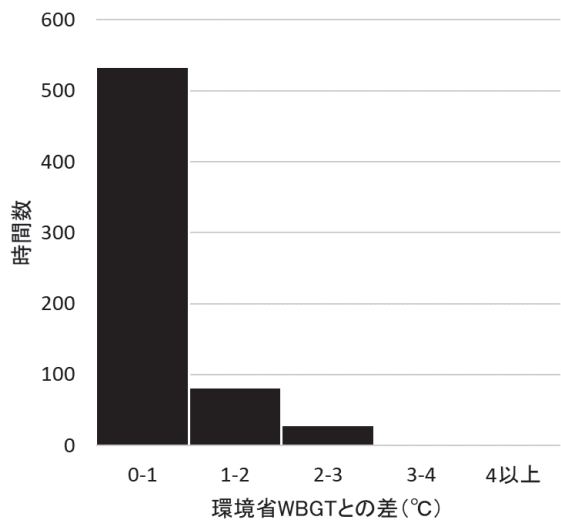


図8 AD観測との差と時間数

資料

福岡県内5地点で実施したWBGT観測結果（2022年）

高尾佳子・新谷俊二・小玉真央・熊谷博史・濱村研吾

暑熱環境の把握のため、福岡県内の5地点（豊前、柳川、朝倉、篠栗、古賀）において、2022年8月19日から11月13日にWBGTの観測を行った。本期間においてWBGTは、豊前で高く、朝倉で低い傾向がみられた。また、日較差は豊前で大きく、柳川で小さかった。

[キーワード：暑熱、WBGT（暑さ指数）、熱中症]

1 はじめに

気候変動による気温の上昇は県内でも確認されており、今後も上昇が予測されている¹⁾。気温上昇により熱中症の発生リスクが高まることが懸念されるが、熱中症は適切な対策により防ぐことが可能である。対策の1つとして、気象庁及び環境省が令和3年から熱中症警戒アラートを全国で提供している²⁾³⁾。これは、WBGTをもとに熱中症のリスクを知らせるもので、県内12地点のWBGT値が入手可能であるが、WBGT提供地点が近傍にない地域も存在する。今回、県内全域の傾向把握に向けて、県内5地点でWBGTの観測を行ったので、その結果を報告する。

2 観測方法

2・1 観測項目及び観測機器

WBGTは暑さ指数とも呼ばれ、体の熱収支に影響の大きい湿度、輻射熱、気温の3つを取り入れた熱中症予防を目的とした指標である³⁾。観測にはウェザーニュース社製のソラテナを用いた(表1)。

表1 使用した観測機器の概要

製品名	測定範囲
ソラテナ (Ver2.0)	気温：-20～50℃/±1℃
	湿度：0-100% /±5%
	WBGT：独自の計算式により算出

2・2 観測期間及び観測地点

観測期間は2022年8月19日から11月13日の87日間である。環境省は県内12か所でWBGT観測値及び推計値を提供しており、これらの地点を含めた県内全域の解析を行うことを考慮し、追加の観測地点を5地点選定した。観測地点は、表2及び図1に示す福岡県一般環境大気測定局のうちの5地点で⁴⁾、直射日光が当たる屋外で、地面から150cmの位置に機器を設置した。

表2 観測地点名と住所

地点	住所
豊前	豊前市大字吉木955
柳川	柳川市三橋町今古賀8-1
朝倉	朝倉市杷木池田483-1
篠栗	糟屋郡篠栗町中央1丁目9-2
古賀	古賀市大字鹿部401-3



図1 観測地点及び環境省WBGT提供地点

3 結果

8月19日0時から11月13日23時まで1時間ごとに観測した結果を図2から図7に示す。また、日最大、日最小、日較差について表3及び表4に示す。日最大値は、全観測期間中75日、豊前が5地点で最も高かった。日最小値は朝倉が最も低い日が38日、次いで、豊前が最も低い日が26日あった。日較差は豊前で大きく、柳川が小さかった。また、柳川は日最大値が5地点で最も高くなった日や日最小値が最も低くなった日が、ほかの地点に比べて少なかった。

4 まとめ

県内5地点においてWBGTの観測を行い、豊前で高く、朝

倉で低い傾向がみられた。また、日較差は、豊前で大きく、柳川で小さい傾向がみられた。観測地点で傾向が異なることが確認されたため、今後、環境省が提供するWBGTと合わせて解析を行い、県内全域の傾向について検討する。

謝辞

本調査は、環境省「令和4年度国民参加による気候変動情報収集・分析委託業務」により実施した。本調査にあたりご協力いただいた九州地方整備局、豊前市、朝倉市、篠栗町、柳川総合庁舎管理事務所、南筑後保健環境福祉事務所、環境部環境保全課諸氏に深謝する。

文献

- 1) 福岡管区気象台：福岡県の気候変動，令和4年3月
- 2) 気象庁：熱中症警戒アラート (<https://www.jma.go.jp/bosai/information/heat.html>)，2023.5.31
- 3) 環境省：熱中症予防情報サイト (<https://www.wbgt.env.go.jp/>)，2023.5.31
- 4) 福岡県環境部環境保全課大気係：福岡県の大気環境状況、測定局・項目一覧 (<http://www.taiki.pref.fukuoka.lg.jp/homepage/Kkm/OyWbKkm.htm>)，2023.5.31

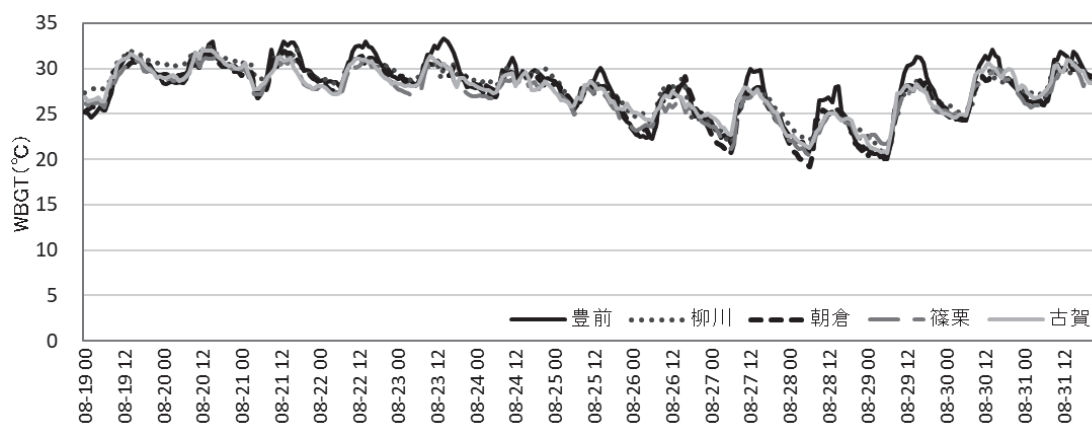


図2 WBGT観測結果（8月19日から8月31日）

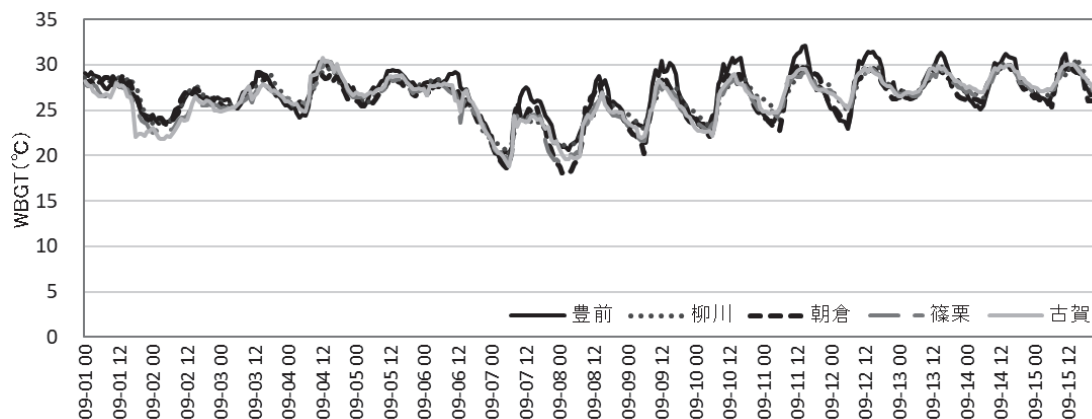


図3 WBGT観測結果（9月1日から9月15日）

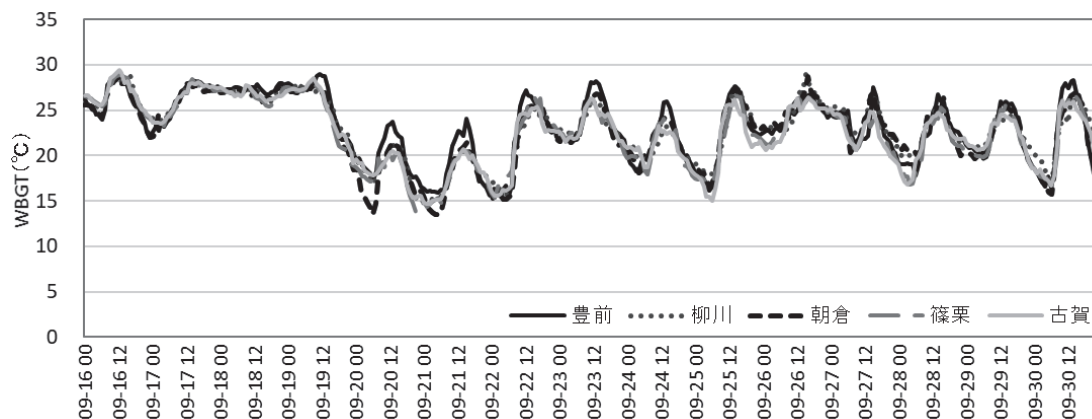


図4 WBGT観測結果（9月16日から9月30日）

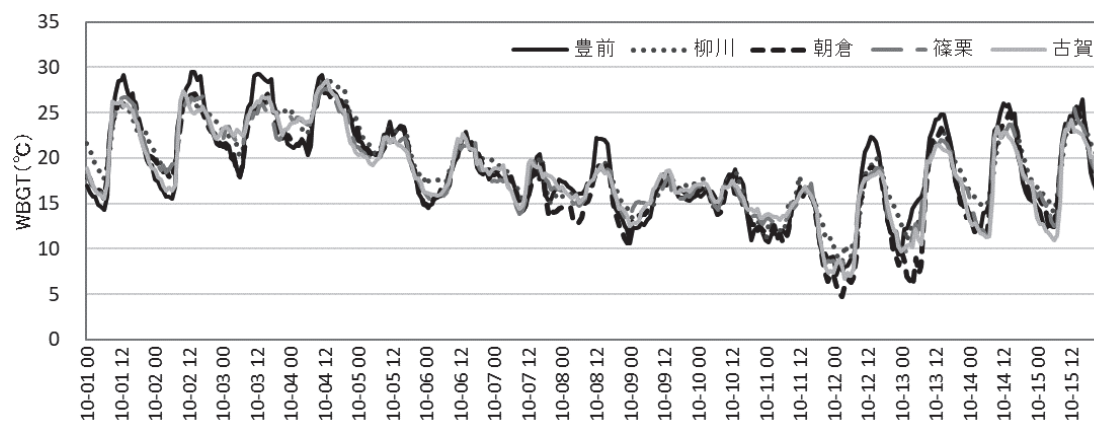


図5 WBGT観測結果 (10月1日から10月15日)

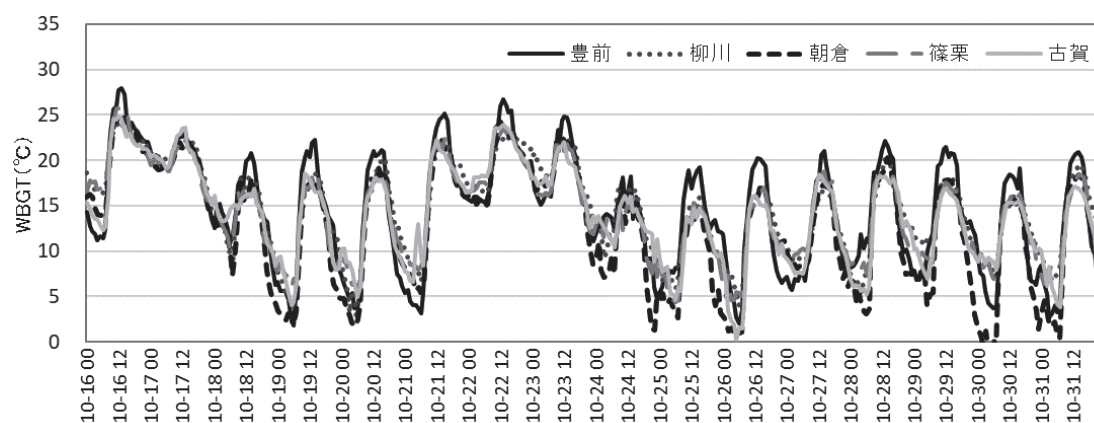


図6 WBGT観測結果 (10月16日から10月31日)

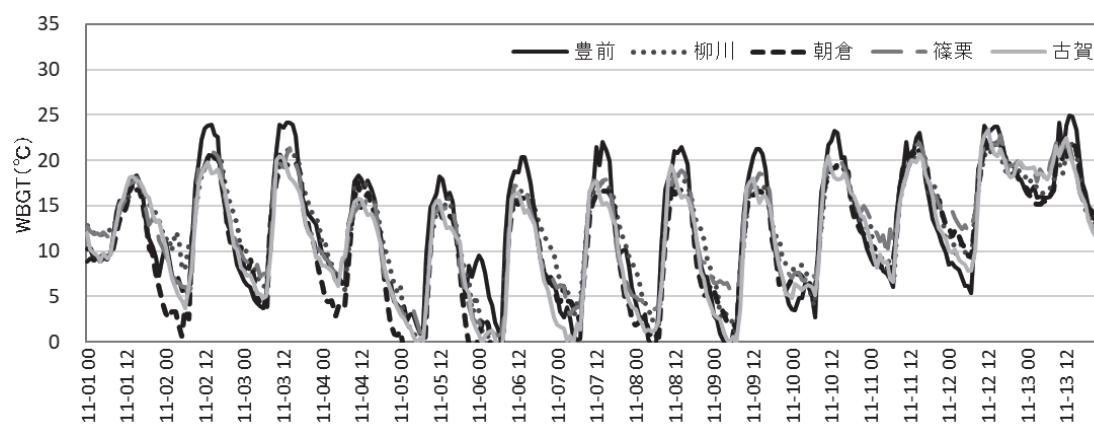


図7 WBGT観測結果 (11月1日から11月13日)

表3 観測WBGの日最大・日最小・日較差（8月、9月）

月	日	日最大					日最小					日較差				
		豊前	柳川	朝倉	篠栗	古賀	豊前	柳川	朝倉	篠栗	古賀	豊前	柳川	朝倉	篠栗	古賀
8	19	31.6	32.0	30.8	31.1	31.6	24.7	27.3	25.3	25.7	26.4	7.0	4.7	5.5	5.4	5.3
8	20	33.0	32.4	31.6	31.4	32.2	28.3	30.2	29.1	28.6	28.6	4.7	2.2	2.5	2.7	3.6
8	21	33.0	32.0	31.9	31.0	31.3	27.3	28.8	26.8	27.2	27.7	5.7	3.2	5.1	3.8	3.6
8	22	33.0	31.3	31.3	30.9	31.1	28.1	28.4	27.3	27.1	27.2	4.9	2.9	4.0	3.8	3.9
8	23	33.3	30.9	30.9	30.6	31.5	27.9	28.5	28.1	26.9	27.9	5.4	2.3	2.7	3.7	3.5
8	24	31.2	30.1	29.8	29.2	29.6	27.3	28.0	26.9	26.7	27.3	4.0	2.1	2.8	2.5	2.3
8	25	30.1	29.0	28.4	28.2	28.6	24.0	25.1	23.8	23.8	25.5	6.1	3.9	4.6	4.3	3.1
8	26	28.3	28.9	29.1	27.3	27.6	22.3	24.1	22.6	23.1	24.3	6.0	4.8	6.5	4.2	3.2
8	27	30.0	27.9	27.9	27.7	28.0	21.7	21.8	20.6	21.2	22.6	8.3	6.2	7.3	6.5	5.3
8	28	28.1	25.4	25.7	25.0	25.1	20.8	22.1	19.2	20.4	21.3	7.3	3.3	6.5	4.5	3.8
8	29	31.3	28.8	28.7	28.3	28.2	20.0	20.5	20.3	21.7	20.7	11.3	8.2	8.4	6.6	7.6
8	30	32.1	29.8	29.7	30.0	30.7	24.2	25.0	24.3	24.8	24.6	7.9	4.7	5.4	5.2	6.1
8	31	31.9	30.8	30.6	30.5	31.0	25.9	26.5	25.8	25.7	26.7	6.0	4.3	4.8	4.8	4.3
9	1	29.2	28.8	28.7	28.1	28.2	24.3	23.3	23.8	22.9	22.1	4.9	5.5	4.9	5.2	6.2
9	2	26.9	27.6	27.4	25.7	26.6	23.5	23.7	23.4	22.4	21.9	3.4	3.9	4.0	3.3	4.7
9	3	29.2	28.9	29.0	28.1	27.9	25.3	25.5	25.2	25.2	24.8	3.9	3.4	3.8	2.9	3.1
9	4	30.3	29.7	29.4	30.5	30.8	24.2	24.9	25.1	25.7	24.8	6.1	4.8	4.4	4.8	5.9
9	5	29.4	28.6	28.9	28.5	28.8	25.4	25.9	25.4	26.4	26.5	4.0	2.8	3.5	2.1	2.3
9	6	29.3	28.3	27.9	27.7	28.0	22.4	22.0	22.3	21.7	22.2	6.9	6.3	5.6	6.0	5.8
9	7	27.5	25.3	25.9	24.5	24.5	19.4	20.0	18.6	19.5	18.9	8.1	5.4	7.3	5.1	5.6
9	8	28.8	26.8	27.9	26.4	27.0	20.6	21.1	18.1	19.3	19.6	8.1	5.7	9.8	7.1	7.4
9	9	30.4	27.7	28.8	27.9	28.3	23.1	22.8	20.3	21.6	22.0	7.3	4.9	8.6	6.3	6.3
9	10	30.8	28.8	28.9	28.3	29.0	23.0	23.1	22.1	22.9	22.2	7.7	5.7	6.8	5.4	6.9
9	11	32.1	30.2	29.8	29.4	29.6	23.8	23.7	22.8	24.2	24.6	8.3	6.4	7.0	5.2	5.0
9	12	31.5	29.9	29.6	29.5	29.7	22.9	24.8	23.5	25.4	25.2	8.5	5.1	6.1	4.1	4.5
9	13	31.3	30.0	29.4	29.6	29.9	26.3	26.7	26.2	26.5	26.6	5.0	3.4	3.2	3.1	3.3
9	14	31.2	30.2	30.1	29.9	30.0	25.0	26.2	25.9	26.6	26.9	6.2	3.9	4.2	3.3	3.1
9	15	31.2	30.8	29.8	30.0	30.1	25.7	26.2	25.3	26.6	26.7	5.5	4.6	4.5	3.5	3.4
9	16	28.6	28.9	28.4	28.9	29.5	21.9	24.4	22.0	24.1	24.4	6.7	4.5	6.4	4.8	5.1
9	17	28.3	28.1	28.0	28.4	28.1	22.6	23.8	22.2	23.3	23.6	5.7	4.3	5.8	5.2	4.6
9	18	27.9	28.1	27.9	27.5	27.8	26.8	25.9	25.9	25.4	25.9	1.1	2.2	2.0	2.1	1.9
9	19	29.0	28.1	27.7	28.0	28.6	20.3	20.3	18.5	19.0	19.1	8.7	7.8	9.2	9.0	9.5
9	20	23.8	21.3	21.6	20.2	20.5	16.6	14.8	13.5	13.6	15.3	7.2	6.5	8.1	6.7	5.1
9	21	24.0	20.8	21.4	20.8	20.7	16.0	15.0	13.5	14.3	14.7	8.1	5.7	7.9	6.4	6.1
9	22	27.2	25.1	25.5	26.5	25.4	15.5	15.7	15.0	15.3	15.5	11.7	9.4	10.5	11.1	9.9
9	23	28.2	26.2	26.9	26.1	26.3	21.4	21.0	21.0	20.3	21.2	6.8	5.1	5.8	5.8	5.1
9	24	26.0	23.2	24.2	24.1	23.3	18.2	19.3	18.1	17.8	18.3	7.7	4.0	6.1	6.3	5.0
9	25	27.6	27.0	27.6	26.8	26.2	16.1	17.9	16.6	16.8	15.1	11.4	9.1	10.9	10.0	11.1
9	26	27.0	29.0	28.7	26.6	26.4	22.4	22.7	22.8	21.1	20.6	4.6	6.2	5.9	5.4	5.8
9	27	27.6	26.9	27.0	25.0	25.2	20.3	21.3	20.4	19.7	19.4	7.3	5.6	6.6	5.2	5.9
9	28	26.8	25.2	26.4	25.3	24.7	17.8	19.8	19.9	16.8	16.8	9.0	5.5	6.4	8.5	7.9
9	29	26.0	24.6	25.3	25.6	24.5	18.9	20.6	18.9	18.9	18.6	7.2	4.0	6.5	6.7	5.9
9	30	28.4	26.2	27.2	27.1	26.1	16.5	17.2	15.7	17.4	16.7	11.8	9.0	11.5	9.6	9.3

※ 灰色色付け部は5地点中、日最大が最も高い、または、日最小が最も低いもの。

表4 観測WBG7の日最大・日最小・日較差（10月、11月）

月	日	日最大					日最小					日較差				
		豊前	柳川	朝倉	篠栗	古賀	豊前	柳川	朝倉	篠栗	古賀	豊前	柳川	朝倉	篠栗	古賀
10	1	29.1	26.0	26.4	26.7	26.3	14.3	17.8	15.6	15.6	15.6	14.8	8.2	10.8	11.2	10.7
10	2	29.5	26.7	27.1	26.8	27.4	15.5	18.3	17.7	18.5	16.5	14.0	8.4	9.3	8.3	10.9
10	3	29.3	26.2	27.0	26.1	26.8	17.8	20.3	18.0	21.1	22.5	11.4	5.9	9.0	5.0	4.3
10	4	29.1	28.6	27.2	27.6	28.6	20.3	22.6	21.0	21.3	20.7	8.8	6.0	6.2	6.4	7.9
10	5	24.0	23.4	23.5	22.6	22.4	15.1	17.7	15.0	16.5	16.4	8.9	5.7	8.5	6.2	6.0
10	6	22.9	21.5	22.2	22.0	22.7	14.7	17.1	14.5	15.5	15.8	8.2	4.5	7.7	6.4	6.8
10	7	20.5	20.2	19.6	19.7	19.8	14.6	15.0	13.9	13.8	14.4	5.9	5.2	5.6	5.9	5.5
10	8	22.3	19.5	19.1	18.9	19.2	12.2	14.4	10.6	13.1	13.7	10.1	5.0	8.5	5.8	5.5
10	9	17.6	18.6	18.9	18.0	18.6	10.7	13.4	11.9	13.4	12.5	6.9	5.2	7.0	4.6	6.1
10	10	18.8	18.4	18.1	17.3	17.5	10.9	11.8	11.9	12.8	13.4	7.9	6.6	6.3	4.6	4.1
10	11	16.9	18.0	16.4	17.2	16.9	8.9	10.9	6.4	8.4	7.4	8.0	7.1	10.0	8.8	9.5
10	12	22.4	20.0	18.9	18.9	18.6	7.2	8.5	4.8	7.7	6.7	15.2	11.5	14.2	11.2	11.9
10	13	24.8	23.2	23.3	22.0	21.5	9.4	10.9	6.0	9.4	9.7	15.5	12.3	17.3	12.7	11.8
10	14	26.1	23.6	24.9	23.7	23.5	12.0	14.7	11.5	11.4	11.2	14.1	8.9	13.4	12.3	12.2
10	15	26.5	24.2	25.5	25.5	24.3	12.3	14.1	12.2	12.5	10.9	14.2	10.1	13.2	13.0	13.3
10	16	28.0	24.3	25.0	25.7	24.8	11.2	16.3	13.9	16.7	12.3	16.8	8.0	11.1	9.1	12.5
10	17	23.0	22.2	22.0	22.3	23.6	13.5	14.7	13.7	15.4	15.1	9.5	7.5	8.3	6.9	8.5
10	18	20.8	18.0	18.0	16.9	16.9	6.3	7.9	4.4	8.1	8.4	14.5	10.1	13.6	8.7	8.4
10	19	22.2	18.7	18.0	18.2	18.6	1.8	3.8	2.3	6.0	4.0	20.4	14.9	15.7	12.1	14.6
10	20	21.1	20.3	19.3	18.2	18.1	3.7	2.0	1.8	6.1	4.9	17.4	18.3	17.5	12.2	13.1
10	21	25.2	22.1	22.2	22.4	22.2	3.1	6.7	5.4	7.9	6.6	22.1	15.4	16.8	14.5	15.6
10	22	26.7	22.8	24.2	23.6	23.9	15.4	16.4	15.0	16.5	16.6	11.3	6.5	9.2	7.2	7.3
10	23	24.8	22.4	23.3	22.0	22.0	11.1	13.5	8.5	11.9	12.5	13.8	8.9	14.8	10.1	9.5
10	24	18.2	17.5	17.6	16.0	16.1	4.7	8.7	1.3	7.2	8.9	13.5	8.8	16.4	8.8	7.3
10	25	19.3	15.9	14.2	15.4	14.7	5.4	5.9	2.7	4.4	4.6	13.9	10.1	11.5	11.0	10.1
10	26	20.2	16.9	17.1	17.0	16.1	2.1	4.0	0.8	4.6	0.3	18.1	12.9	16.2	12.4	15.9
10	27	21.0	16.6	17.4	18.8	18.4	5.7	8.5	6.0	9.1	7.4	15.3	8.1	11.4	9.7	10.9
10	28	22.1	20.2	20.3	18.5	18.3	7.9	5.3	3.1	7.5	5.3	14.2	14.9	17.2	11.0	13.0
10	29	21.5	18.2	17.9	17.6	16.9	6.8	10.4	3.0	8.7	7.0	14.7	7.8	14.9	8.9	9.9
10	30	19.1	16.5	15.7	16.6	15.4	3.7	6.8	-1.2	6.9	7.9	15.3	9.8	16.8	9.7	7.5
10	31	20.9	19.6	18.4	18.4	17.1	2.7	6.7	0.4	6.3	3.9	18.2	12.9	18.0	12.0	13.3
11	1	18.3	17.2	17.7	18.1	18.3	7.3	11.7	4.4	10.5	8.9	11.0	5.5	13.4	7.6	9.4
11	2	23.9	20.7	21.1	21.0	19.8	5.0	7.9	0.6	5.4	3.8	18.9	12.9	20.4	15.6	16.1
11	3	24.2	21.2	20.8	21.4	20.5	3.7	6.2	3.9	7.1	4.8	20.5	15.0	16.9	14.3	15.7
11	4	18.4	17.7	17.6	16.0	15.7	4.2	5.5	0.8	4.0	3.8	14.2	12.2	16.9	12.1	11.9
11	5	18.2	15.9	15.4	15.1	15.6	1.0	-0.9	-2.5	1.0	-0.2	17.3	16.8	17.8	14.1	15.8
11	6	20.3	16.6	16.0	17.3	16.4	0.0	-3.3	-2.5	0.7	-1.3	20.3	19.9	18.4	16.6	17.7
11	7	22.0	18.0	16.7	17.9	17.6	0.3	2.6	2.2	3.0	-0.2	21.7	15.4	14.4	14.9	17.9
11	8	21.4	18.4	17.3	18.9	19.5	-1.5	2.0	0.4	3.6	1.2	22.9	16.4	16.9	15.3	18.3
11	9	21.3	17.5	17.4	18.6	18.0	-1.1	0.8	1.4	5.5	-0.2	22.4	16.7	16.0	13.1	18.2
11	10	23.2	19.6	19.6	20.2	20.4	2.7	4.0	4.9	6.7	4.8	20.5	15.6	14.8	13.5	15.6
11	11	23.0	20.9	21.0	21.9	20.7	6.0	6.5	7.7	9.5	6.6	16.9	14.5	13.3	12.4	14.1
11	12	23.9	22.4	22.3	22.8	23.4	5.4	9.4	9.3	12.1	7.8	18.4	13.1	13.0	10.7	15.6
11	13	24.9	22.0	22.0	22.0	22.5	12.7	12.3	12.9	11.8	11.2	12.2	9.6	9.0	10.2	11.2

※ 灰色色付け部は5地点中、日最大が最も高い、または、日最小が最も低いもの。

資料

小学校における暑熱環境観測結果（2022年）

高尾佳子・新谷俊二・小玉真央・熊谷博史・濱村研吾

福岡県内の小学校において、WBGT、気温、湿度を観測し、併せて、熱中症疑い症状の発生について聞き取りを行った。6月14日～10月16日の観測において、校庭の日最大WBGTが危険レベルの日は、6月に1日、7月に5日、8月に16日、9月に2日あった。校庭と教室のWBGTの比較では、昼間は校庭が高く、夜間は教室が高かった。教室内の温度観測では、場所により高低が見られ、平均0.7℃、最大3.7℃の差がみられた。観測期間中に熱中症が疑われた児童はおらず、教職員の対策により防がれていると考えられた。

〔キーワード：暑熱、WBGT（暑さ指数）、熱中症〕

1 はじめに

思春期前の子どもは汗腺をはじめとした体温調節能力が十分に発達していないために熱中症のリスクが高いと言われている¹⁾。このため、環境省及び文部科学省では、「学校現場における熱中症対策の推進に関する検討会」を開催し、「学校における熱中症対策ガイドライン作成の手引き」を作成している。

今回、児童が長時間過ごす小学校内の暑熱環境について、機器を設置し観測を行ったので結果を報告する。

2 観測方法

県内の小学校1校に協力を依頼し、表1に示す黒球式熱中症指数計と温湿度計を、表2、図1及び図2に示すように校庭、教室、日陰に設置し観測を行った。また、観測期間中の熱中症疑い症状の発生について、図3及び4の様式を用いて記録を依頼した。WBGTの区分は日本生気象学会「日常生活における熱中症予防指針Ver. 4」の日常生活に関する指針を参考に、31℃以上を危険、28℃以上31℃未満を嚴重警戒、25℃以上28℃未満を警戒、25℃未満を注意とした²⁾。

表1 観測の概要

製品名	測定範囲
① タニタ社製	クラス2
無線黒球式	WBGT：0.0～50.0℃/±2.0℃
熱中症指数計	温度：-10.0～60.0℃/±1.0℃
TC-310	黒球温度：0.0～50.0℃/±1.0℃
	相対湿度：0.0～90.0% / ±3.0%
② ティアンドデイ社製	温度：0～55℃/±0.5℃
温湿度計	湿度：10-95% / ±5% (25℃時)
おんどとり TR-74Ui	

表2 観測の概要

観測場所	太宰府市立水城西小学校	
観測地点	校庭	日当たりがよく地面は土。フェンスに設置。
	教室	鉄筋コンクリート造りの2階建て。2階の南西端の教室。壁に設置。
	日陰	体育館と教室の間の渡り廊下部分。地面はコンクリートで直射日光はあたらない。風通しはよい。
	機器は地面から約150cmの高さに設置	
観測項目	WBGT、気温、湿度	
観測間隔	1時間ごと	
解析期間	6月14日0時から10月16日23時	

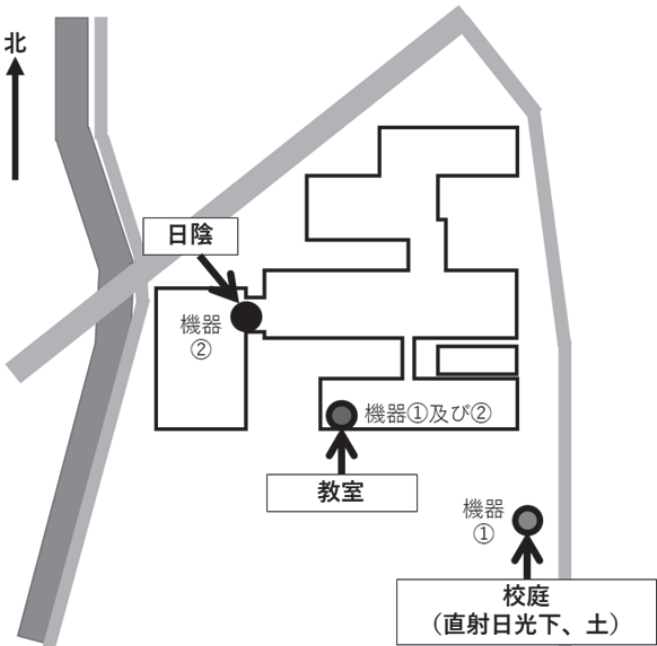


図1 設置場所概略図

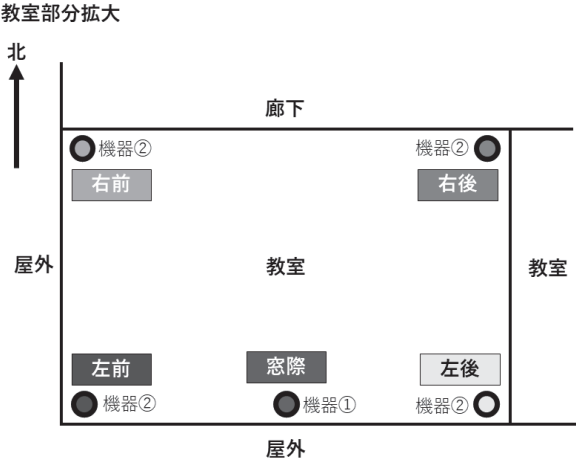


図2 設置場所概略図（教室部分拡大）

熱中症疑い症状発生記録表（令和4年7月）

日	熱中症疑い発生	日	熱中症疑い発生
7月1日 金	無・有	7月16日 土	無・有
7月2日 土	無・有	7月17日 日	無・有
7月3日 日	無・有	7月18日 月	無・有
7月4日 月	無・有	7月19日 火	無・有
7月5日 火	無・有	7月20日 水	無・有
7月6日 水	無・有	7月21日 木	無・有
7月7日 木	無・有	7月22日 金	無・有
7月8日 金	無・有	7月23日 土	無・有
7月9日 土	無・有	7月24日 日	無・有
7月10日 日	無・有	7月25日 月	無・有
7月11日 月	無・有	7月26日 火	無・有
7月12日 火	無・有	7月27日 水	無・有
7月13日 水	無・有	7月28日 木	無・有
7月14日 木	無・有	7月29日 金	無・有
7月15日 金	無・有	7月30日 土	無・有
		7月31日 日	無・有

図3 熱中症疑い症状発生記録表

熱中症疑い症状発生記録票

発生日時	令和4年 月 日 時
性別	男・女・他
年齢	
重症度※	軽症(Ⅰ度)・中等症(Ⅱ度)・重症(Ⅲ度)
救急搬送有無	有・無
発生状況	授業中(教室)・運動中(校庭)・運動中(体育館) その他()
その他	

※重症度は別添の環境省「熱中症環境保健マニュアル2022」を参照してください。

図4 熱中症疑い症状発生記録票

3 結果

校庭及び教室で観測したWBGTの結果及び環境省が提供するWBGTの太宰府地点（気象庁アメダス太宰府観測所³⁾）の推計値⁴⁾を図5～8に示す。今回観測した小学校は、WBGT太宰府地点から約2km離れた場所にある。教室のWBGT観測結果で、下向きに鋭く凸の形になっている所は空調を使用した時間帯である。

校庭と教室のWBGTは、昼間に校庭の方が高くなり、夜間に教室の方が高くなっていた。昼間に高温となる日は、教室では空調が使用されるため、土日祝日や夏休み期間、給食がない日を除く、朝7時から17時までの時間帯で教室内のWBGTが28℃以上（日常生活に関する指針で厳重警戒や危険）となった日はなかった。また、教室のWBGTは、昼間に空調を使用した日であっても空調停止後短時間で空調使用前と同程度となり、その後、緩やかな低下はみられるものの夜間は校庭より高くなっていた。空調を使用していない0時～6時及び18時～23時の時間帯における教室のWBGTの日最小値を見ると、厳重警戒レベルが8月に3日あり、6月や9月でも警戒レベルの日があった（6月は1日、7月は20日、8月は20日、9月は4日）。

校庭の日最大WBGTは、125日中24日（19%）で危険レベルまで上昇し、厳重警戒を含めると全体の5割を超えていた。危険レベルの日は7月及び8月に多かったが（7月に5日、8月に16日）、6月及び9月にも発生していた（6月に1日、9月に2日）。校庭のWBGTの1時間値は、WBGT太宰府地点に近い値を示しており、差の絶対値の平均は0.9℃、中央値は0.7℃で、観測期間の67%は1℃以下であった。さらに、3℃より大きい差は全体の2%しかなく、実観測を行わない場合はWBGT太宰府地点が活用できると考えられた。

教室に温湿度計を設置し観測した結果を図9～12に示す。WBGTを観測した教室は校舎の南西角にあり、窓は南側に面している。時間別に最高値となった場所（複数箇所を含む）を確認すると、全時間帯において左後で高い傾向がみられた。左前は9時から17時においては他の3地点より低く、右前、右後は昼間の時間帯で高かった。最大値と最小値の差を見ると、平均0.7℃、最大3.7℃の差があった。3.7℃の差が発生した際には（図13、8月1日15時）、左後は27.1℃だったが、右前は30.8℃となっており、空調使用の判断の際には教室全体の温度を把握して判断した方がよい。

熱中症疑い症状については、今回の観測期間中記録がなかった。教職員から熱中症対策について聞き取りを行ったところ、熱中症予防の重要性について十分に認識されており、様々な対策が行われていた。対策の一例として、校内にWBGT参考値が表示される壁掛け温度計が複数設置されていて、教職員が定期的に気温とWBGT参考値を確認し、冷房の使用や定期的な水分補給・休憩の声掛けを行う等が挙

げられる。これらの対策により熱中症の発生が防がれていると考えられた。

小学校等の公共施設は、大雨や台風の際に避難所としても使用される。今回の観測結果で示されたように、当該地区においては7月及び8月の昼間に屋外でWBGTが危険レベルとなる日が多く、空調機器の使用が必須である。また、夜間においてもWBGTが厳重警戒レベルとなる日があり、空調機器を使用する、窓を開けて風通しを良くする等の対策が求められる。

謝辞

本調査は、環境省「令和4年度国民参加による気候変動情報収集・分析委託業務」により実施した。本調査にあた

りご協力いただいた太宰府市教育委員会、太宰府市立水城西小学校関係諸氏に深謝する。

文献

- 1) 環境省：熱中症環境保健マニュアル2022，平成17年6月発行令和4年3月改定
- 2) 日本生気象学会：日常生活における熱中症予防指針Ver. 4，2022. 5. 23
- 3) 気象庁：地域気象観測所一覧 (https://www.jma.go.jp/jma/kishou/known/amedas/ame_master.pdf)，2023. 5. 31
- 4) 環境省：熱中症予防情報サイト (<https://www.wbgt.env.go.jp/>)，2023. 5. 31

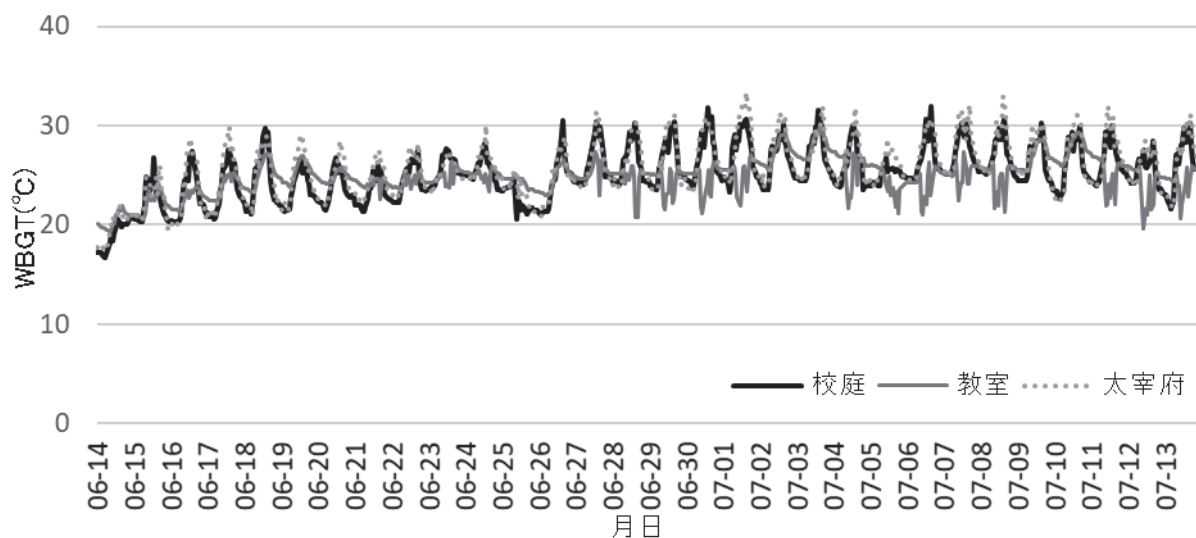


図5 WBGT観測結果（6月14日～7月13日）

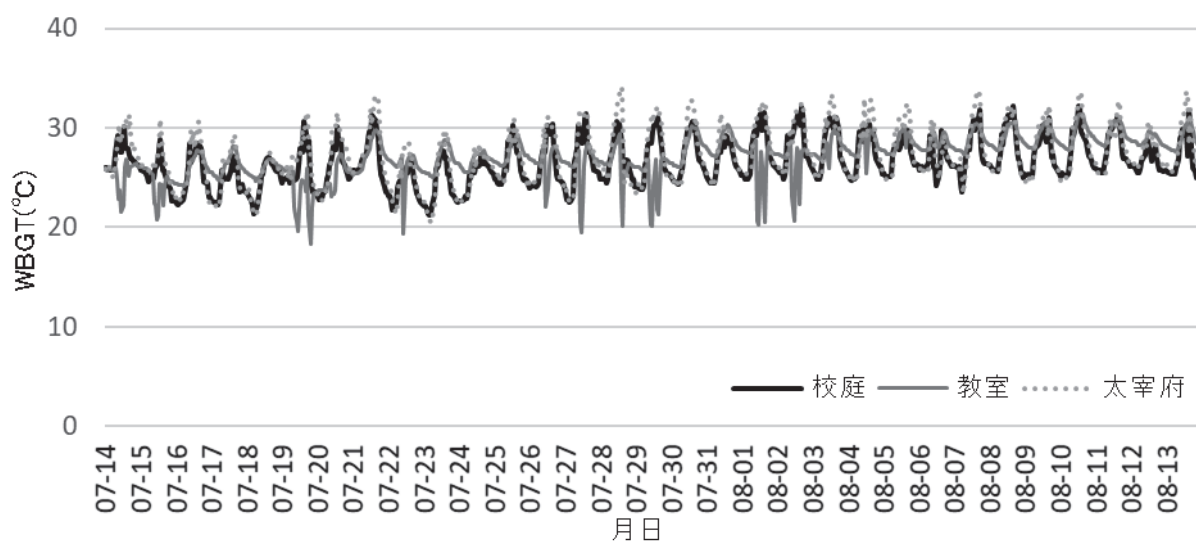


図6 WBGT観測結果（7月14日～8月13日）

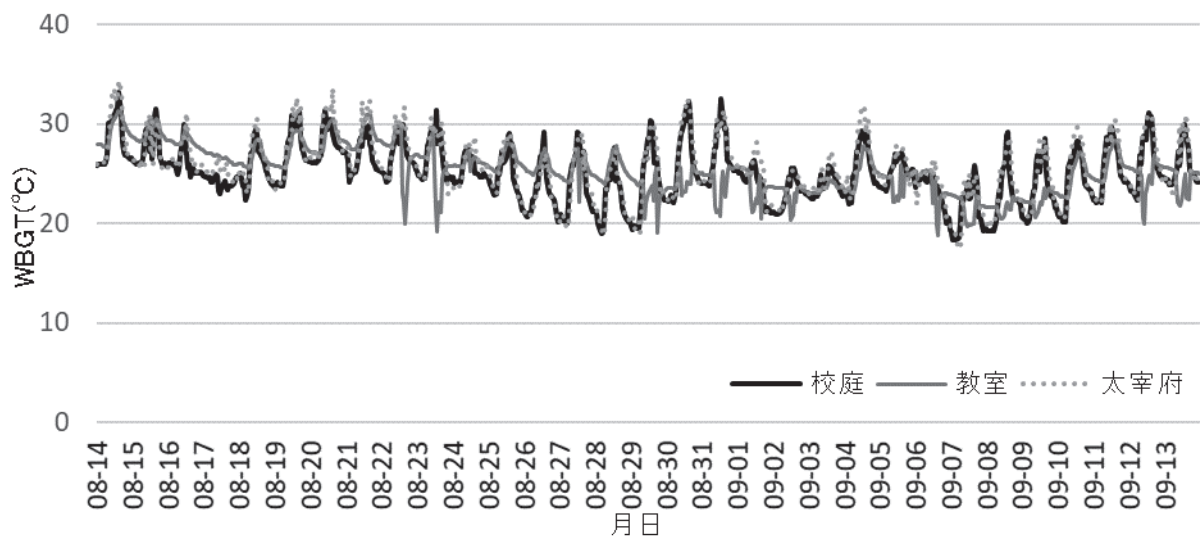


図7 WBGT観測結果（8月14日～9月13日）

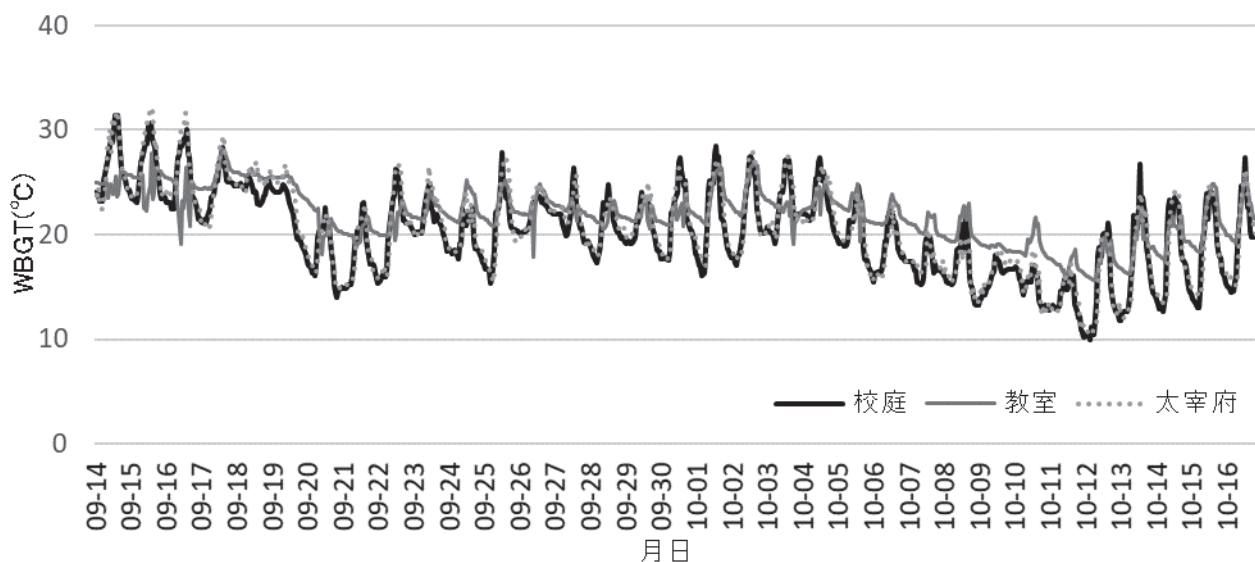


図8 WBGT観測結果（9月14日～10月16日）

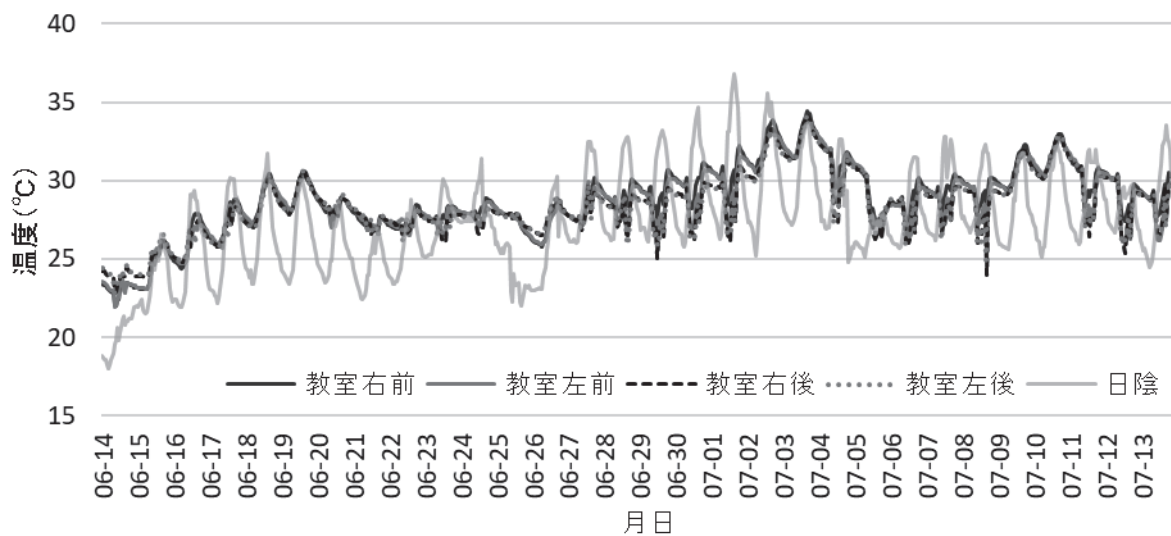


図9 温度観測結果（6月14日～7月13日）

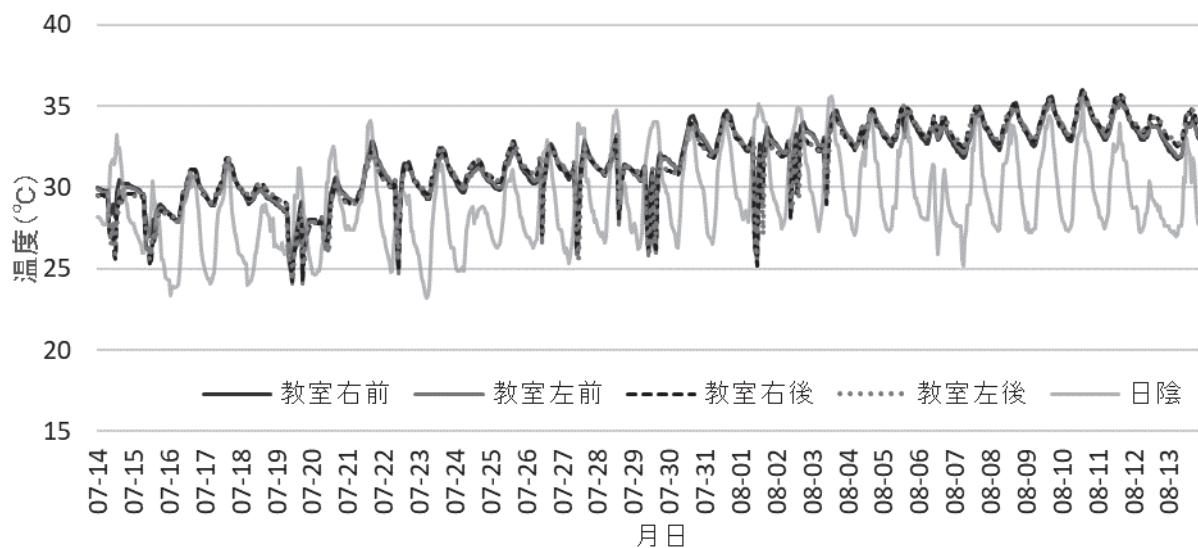


図10 温度観測結果 (7月14日～8月13日)

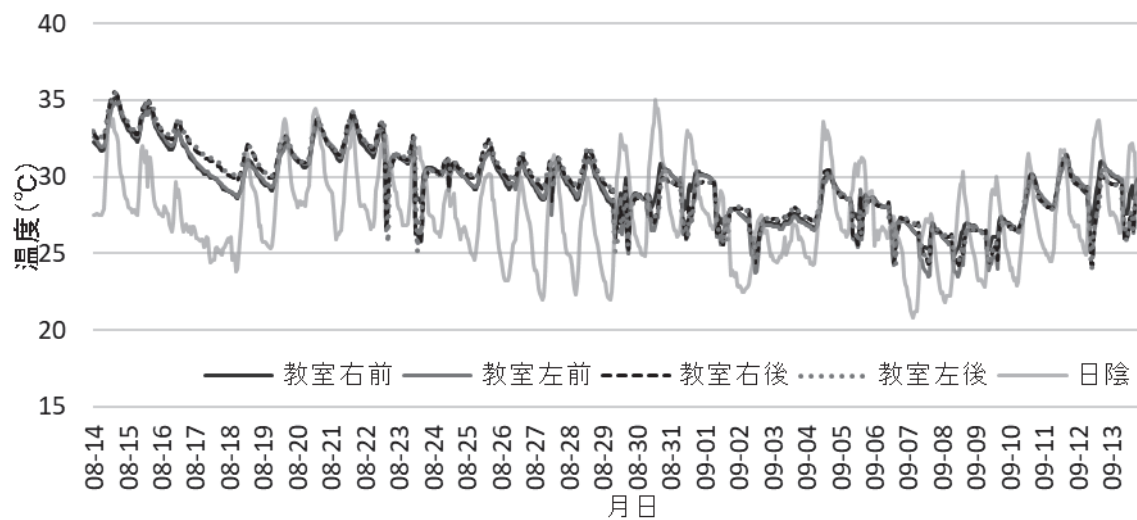


図11 温度観測結果 (8月14日～9月13日)

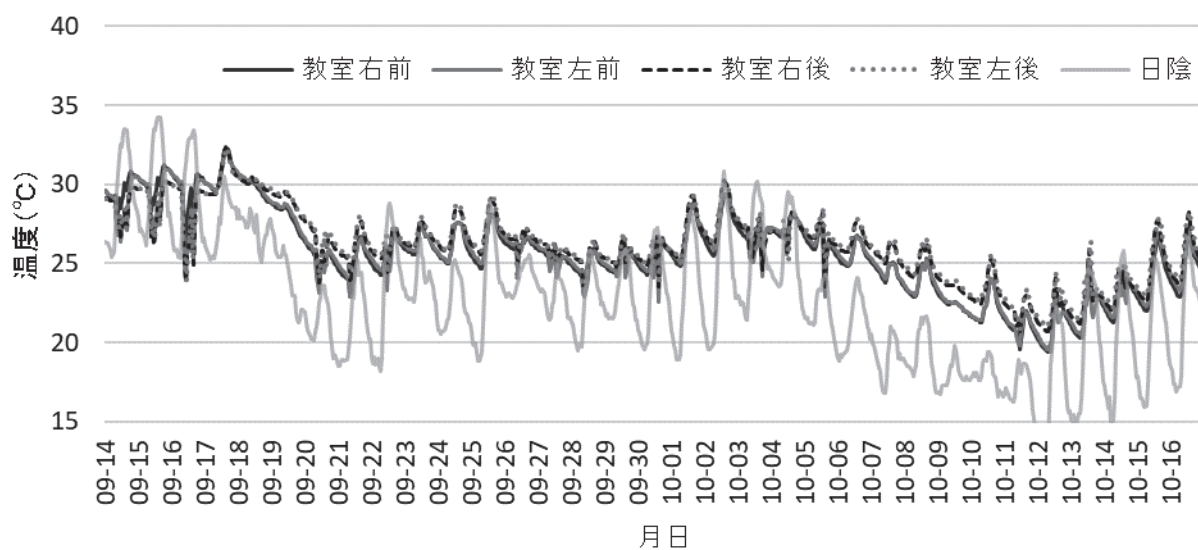


図12 温度観測結果 (9月14日～10月16日)

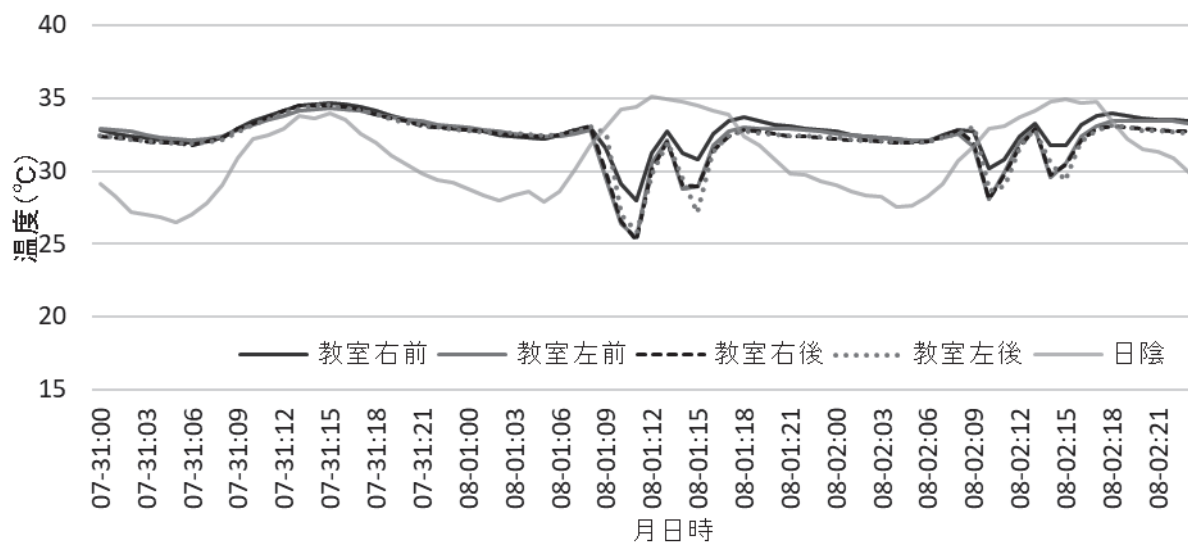


図13 教室内温度差最大部分を含む前後3日間の温度観測結果（7月31日～8月2日）

資料

2022年度における生物同定試験の結果

石間妙子・中島 淳・更谷有哉・石橋融子

当所で窓口依頼検査として行っている生物同定試験について、2022年度の結果概要をまとめた。依頼件数は25件で、依頼内容別にみると、食品中異物が19件、事業所内発生が1件、家屋内発生が1件、その他（由来不明など）が4件で、皮膚掻痒は0件であった。検出回数が最も多いのはコウチュウ目で、次いでハエ目、ゴキブリ目、チョウ目であった。種まで同定できたものは13件で、チャバネゴキブリとヨトウガは複数回検出された。同定依頼の件数は5月と9月が4件と最も多く、次いで6月と12月が3件であった。

[キーワード：衛生害虫、ペストコントロール、食品中異物]

1 はじめに

当所では、窓口依頼検査として生物同定試験を実施している。本試験は、主に衛生害虫を対象とし、持ち込まれた虫体（昆虫綱以外も含む）について、種の同定を行い、その結果について成績書の発行を行うものである。本試験の依頼内容は、衛生害虫に関する社会的関心の変化によって年変動があることから、本報では、2022年度における生物同定試験の結果をまとめ、その傾向について考察を行った。

2 検査の方法

持ち込まれた検体は、発生状況についての聞き取りを行い、その経緯から食品中異物（食品中から発見されたもの）、家屋内発生（一般住居から発見されたもの）、事業所内発生（工場や会社事務所等で発見されたもの）、皮膚掻痒（皮膚掻痒症原因ダニ類の検査）、その他（研究機関依頼、由来不明など）の5つに区分して記録した。

持ち込まれた検体のうち、皮膚掻痒症原因ダニ類の検査として持ち込まれた検体（室内塵）については、室内塵を篩別後、2.0-0.074 mmの室内塵（細塵）を対象にダーリング液懸濁遠沈法¹⁾を用いて抽出し、実体顕微鏡を用いて直接鏡検、またはプレパラート標本にした後に生物顕微鏡で鏡検して同定した。

皮膚掻痒症原因ダニ類以外の検体については、実体顕微鏡下で直接鏡検し同定した。このうち、乾燥している検体は、10%水酸化カリウム溶液に数時間浸潤し、軟化させた後に鏡検した。また、粘着テープなどに付着している検体は、2-プロパノール液に24時間程度浸潤し、粘着物を剥がした後に鏡検した。

3 結果及び考察

2022年度における生物同定試験の依頼件数は計25件であった。最近5年間の依頼件数は30-65件で²⁻⁶⁾、2018年度以降は30件台と件数が少ない傾向がみられた。

25件の依頼理由の内訳を図1に示す。食品中異物が全体の76%にあたる19件と最も多く、残り6件のうち事業所内発生が1件、家屋内発生が1件、その他が4件であった。過去5年間の本試験において、食品中異物の依頼件数の割合は49-77%で、おおむね全体の半数以上を占めている²⁻⁶⁾。また、1992-2011年度までの20年間の結果においても、食品中異物を由来とする検査依頼が近年増加していると指摘されていることから⁷⁻⁸⁾、2022年度も例年と同様の傾向であったといえる。

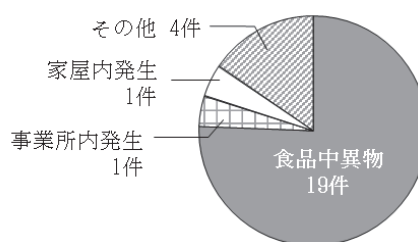


図1 2022年度における生物同定検査の依頼理由

月別の依頼件数と依頼理由の内訳を図2に示す。依頼件数が最も多かったのは5月と9月の4件で、次いで6月と12月の3件であった。2022年度は春から初秋にかけて依頼件数が多い傾向があった。1992年度以降の結果においては、夏季を中心に依頼件数が多いことが報告されており²⁻⁸⁾、当年度も同様の傾向が見られたと言える。

表1に、25件の検体から検出された虫体について、目別の検出数の内訳を月別に示す。25件のうち1件からは、

5 種類の異なる生物が検出された。検出された 29 種類のうち、目まで同定できたものは 28 検体で、残りの 1 検体は破損が著しいため綱以上の高次分類群までしか同定できなかった。検出数が多かった分類群としては、コウチュウ目が 7 検体と最も多く、次いでハエ目の 6 検体、ゴキブリ目の 4 検体、チョウ目の 3 検体であった。これらの分類群は、農業害虫や乾燥食品の害虫、不快害虫などとしてよく知られる種が多く含まれる目である。

コウチュウ目のうち、ハネカクシ科、カツオブシムシ科、ゴミムシダマシ科、シバンムシ科がそれぞれ 1 検体ずつ検出された。残りの 3 検体は科以下の同定はできなかった。後者の 3 科は、乾燥食品や家畜飼料、乾果、動物質の繊維・皮革、書籍や建材など、乾燥した食品・製品を食害することによく知られた種が多く含まれる科である⁹⁾。

ハエ目のうち、ショウジョウバエ科が 2 検体、カ科及びユスリカ科がそれぞれ 1 検体ずつ検出された。残りの 2 検体は科以下の同定はできなかった。ショウジョウバエ科は、主に樹液や熟した果実や野菜、ぬかみそ、そこに発生する酵母を餌とし、それらに産卵を行うため、食品衛生上、重要な分類群として知られている⁹⁾。

持ち込まれた検体のうち、種まで同定できたものの内訳を表 2 に示す。計 13 検体が種まで同定され、そのうち 11 検体は食品中異物、家屋内発生と由来不明が 1 検体ずつであった。このうち、チャバネゴキブリとヨトウガは複数回検出された。表 2 に示す種のほとんどは、古い時代から食品混入や家屋内害虫として問題視されている節足動物で、継続して一定の問題を起こしていることがわかる。

今後も本試験の動向を整理していきたい。

文献

- 宮本旬子，大内忠行：衛生動物，27，251-259，1976.
- 石間妙子，中島 淳，須田隆一：福岡県保健環境研究所年報，45，130-131，2018.
- 石間妙子，中島 淳，須田隆一：福岡県保健環境研究所年報，46，120-121，2019.
- 中島 淳ら：福岡県保健環境研究所年報，47，109-110，2020.
- 石間妙子ら：福岡県保健環境研究所年報，48，126-127，2021.
- 石間妙子ら：福岡県保健環境研究所年報，49，106-107，2022.
- 緒方 健，山崎正敏，杉 泰昭：福岡県保健環境研究所年報，29，154-155，2002.
- 中島 淳，石間妙子，須田隆一：福岡県保健環境研究所

年報，39，113-114，2012.

- 安富和男，梅谷献二：改訂新版衛生害虫と衣食住の害虫，2007，（全国農村教育協会，東京）

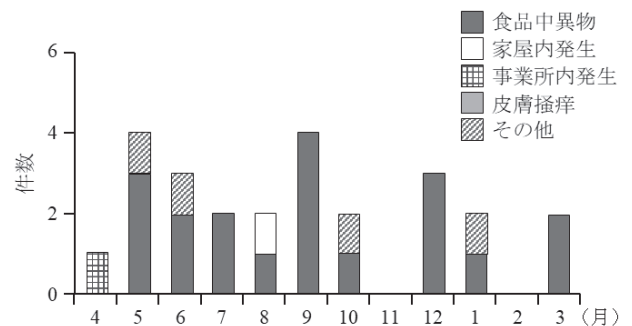


図 2 2022 年度における月別の依頼件数と内訳

表 1 各月における目別の検出数

綱	目	月												計
		4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	
クモ 昆虫	ダニ	1												1
	ゴキブリ		1				2						1	4
	カジリムシ					1								1
	カメムシ									1				1
	ハチ		1											1
	コウチュウ	1		2	1		1	1				1		7
	チョウ									3				3
内顎 軟甲	ハエ	1	2		1			1		1				6
	トビムシ		1											1
	ワラジムシ						1							1
	等脚				1									1
線形動物門	目不明	1												1
腹足	有肺					1								1
計		5	4	3	2	2	4	2	0	3	2	0	2	29

表 2 種まで同定できた 13 検体の種名と発生状況

目	種名	検体の発生状況
ゴキブリ	チャバネゴキブリ	食品中異物（弁当）
ゴキブリ	チャバネゴキブリ	食品中異物（鶏めし）
ゴキブリ	チャバネゴキブリ	食品中異物（豆腐ハンバーグ）
ゴキブリ	クロゴキブリ	食品中異物（詳細不明）
カジリムシ	カツブシチャタテ	家屋内発生（ソファ）
カメムシ	アオクサカメムシ	その他（由来不明）
ハチ	トビイロケアリ	食品中異物（炭酸水ペットボトル）
コウチュウ	タバコシバンムシ	食品中異物（うどん生地）
チョウ	ヨトウガ	食品中異物（キムチ）
チョウ	ヨトウガ	食品中異物（キムチ）
チョウ	カブラヤガ	食品中異物（弁当）
ワラジムシ	オカダンゴムシ	食品中異物（海苔茶漬け）
有肺	ナメクジ	食品中異物（弁当）

資料

福岡県内のWBGTと熱中症救急搬送者数の概況（2022年）

高尾佳子

福岡県におけるWBGTと熱中症救急搬送者数の傾向把握を行った。県内12か所のWBGTを比較すると太宰府、久留米の順で高かった。WBGTは6月には危険レベルになる日があり、7月や8月は約8割の日で危険レベルだった。熱中症による救急搬送者は3,117人で、5月には重症者が発生していた。WBGTが危険レベルの日の救急搬送者は、厳重警戒の日と比べ6倍以上だった。

[キーワード：暑熱、WBGT（暑さ指数）、熱中症、救急搬送]

1 はじめに

気候変動により県内でも気温が上昇し、福岡の年平均気温は100年あたり2.4℃上昇している¹⁾。また、今後も気温上昇が予測されており、熱中症対策は喫緊の課題である。環境省と気象庁は、2021年4月より「熱中症警戒アラート」の運用を開始し²⁾³⁾、2023年5月には熱中症対策実行計画が法定計画に位置づけられるなど⁴⁾、対策が進められている。当県における熱中症対策推進のため、県内のWBGT及び熱中症救急搬送者数の傾向把握を行ったので報告する。

2 方法

環境省が提供する WBGT、消防庁が提供する熱中症救急搬送者数及び福岡県の人口を収集した³⁾⁵⁾⁶⁾。WBGT は県内12 か所の1 時間ごとの実況値が取得できる。各地点の日最大を算出し、12 地点の最大値を代表値として使用した。なお、熱中症救急搬送者数は5 月から9 月の情報であるため、WBGT も5 月から9 月の情報を用いた。WBGT の区分は「日常生活における熱中症予防指針 Ver. 4」の日常生活に関する指針を参考に表1 とした⁷⁾。人口については、保健統計において10 月1 日現在の人口を用いることが多く、搬送者は日本人に限らないため、2022 年10 月1 日現在の総数を用いた。熱中症救急搬送者数の年齢区分は表2 に示す区分であるが、人口は年齢別のため7 歳未満を乳幼児とした。傷病程度区分（表3）、発生場所区分（表4）は消防庁の区分である⁵⁾。

表1 WBGT 区分

区分	WBGT
危険	31℃以上
厳重警戒	28℃以上31℃未満
警戒	25℃以上28℃未満
注意	25℃未満

表2 年齢区分

区分	搬送者数の年齢区分	人口の年齢区分
新生児	生後28日未満	—
乳幼児	生後28日以上満7歳未満	7歳未満
少年	満7歳以上満18歳未満	同左
成人	満18歳以上満65歳未満	同左
高齢者	満65歳以上	同左

表3 傷病程度区分

傷病程度	程 度
死亡	初診時において死亡が確認されたもの
重症	傷病程度が3週間の入院加療を必要とするもの
中等症	傷病程度が重症または軽症以外のもの
軽症	傷病程度が入院加療を必要としないもの
その他	医師の診断がないもの及び傷病程度が判明しないもの、並びにその他の場所に搬送したもの

表4 発生場所区分

発生場所	場 所
住居	敷地内全ての場所を含む
仕事場①	道路工事現場、工場、作業所等
仕事場②	田畑、森林、海、川等 ※農・畜・水産作業を行っている場合のみ
教育機関	幼稚園、保育園、小学校、中学校、高等学校、 専門学校、大学等
公衆(屋内)	不特定者が出入りする場所の屋内部分 (劇場、コンサート会場、飲食店、百貨店、病院、公衆 浴場、駅(地下ホーム)等
公衆(屋外)	不特定者が出入りする場所の屋外部分 (競技場、各対象物の屋外駐車場、野外コンサート会 場、駅(屋外ホーム)等
道路	一般道路、歩道、有料道路、高速道路等
その他	上記に該当しない項目

3 結果

12 地点の WBGT を日別に比較し、最大となった日数（重複有）を表 5 に示す。太宰府が最も多く、次いで、久留米だった。

WBGT の月別集計結果を表 6 に、WBGT レベル別の日数を表 7 に示す。5 月は最大値でも 27.4℃と警戒レベルだったが、6 月には最大値 31.5℃で危険レベルの日が 6 日あった。7 月及び 8 月は平均が 31℃以上で危険レベルの日がそれぞれ 25 日、24 日と多かった。9 月には WBGT がやや低くなるものの、危険レベルの日が 9 日、厳重警戒レベルの日が 7 日あった。

図 1 に WBGT と搬送者数の散布図を示す。搬送者が 1 人以上いる場合をプロットした。5 月は WBGT が 20℃未満の日において救急搬送が発生していた。WBGT が同じでも、5 月から 7 月に比べ、8 月や 9 月は搬送者数が少ない傾向がみられた。5 月や 6 月は体が暑さに慣れていない時期で、WBGT が低くても熱中症に対する注意が必要である。

表 8 に月別傷病程度別の熱中症救急搬送者数を示す。期間を通じて死亡者はいなかった。搬送者数は 7 月が最も多く、7 月及び 8 月はそれぞれ 1,000 人を超えていた。5 月にはすでに搬送者が発生しており、その中には重症者も含まれていた。

WBGT レベル別では（表 9）、危険レベルの日は搬送数が多く、厳重警戒の日の 6 倍以上の搬送があった。各レベルにおいて、中等症は 4 割程度、軽症は 6 割程度と WBGT レベル別では同じような傾向がみられたが、注意レベルや警戒レベルの日においても重症者が発生しており、WBGT が高くない日でも対策が必要である。

年齢区分別の搬送者を表 10 に示す。熱中症救急搬送者数の区分は、この 4 区分に加え、新生児、不明の 2 区分があるが、2022 年は新生児及び不明に区分される搬送はなかった。各年齢区分の人口に大きな差があり搬送者数を単純に比較できないため、人口 10 万対で比較した結果を図 2 に示す。WBGT が危険レベルの日は、高齢者の搬送が突出しているが、高齢者に次いで少年の搬送も多かった。厳重警戒、警戒、注意のレベルでは、高齢者と少年がおおよそ同程度であり、高齢者に加え少年についても十分な対策が求められる。

WBGT 区分別発生場所別の割合を図 3 に示す。どのレベルにおいても住居での発生が圧倒的に多かった。住居を除くと、危険や厳重警戒レベルでは、道路、仕事場①での発生割合が高く、警戒や注意レベルでは、教育機関、公衆（屋外）、道路での発生割合が高かった。

表5 WBGT最大日数

地点名	日数	地点名	日数
宗像	12	太宰府	43
八幡	1	添田	12
行橋	15	朝倉	16
飯塚	0	久留米	26
前原	18	黒木	2
福岡	10	大牟田	17

表6 月別WBGTの概況

	平均	最小値	最大値	日数
5月	23.3	18.7	27.4	31
6月	27.7	22.3	31.5	30
7月	31.7	28.9	34.2	31
8月	32.1	27.3	34.4	31
9月	28.5	22.6	32.3	30
全体	28.7	18.7	34.4	153

表7 月別WBGTレベル別日数

	危険	厳重警戒	警戒	注意	計
5月	0	0	9	22	31
6月	6	9	8	7	30
7月	25	6	0	0	31
8月	24	5	2	0	31
9月	9	7	12	2	30
計	64	27	31	31	153

表8 月別傷病程度別熱中症救急搬送者数

	死亡	重症	中等症	軽症	その他	計
5月	0	4	54	76	3	137
6月	0	8	229	310	0	547
7月	0	11	515	695	16	1,237
8月	0	12	402	593	0	1,007
9月	0	0	65	120	4	189
計	0	35	1,265	1,794	23	3,117

表9 WBGTレベル別傷病程度別熱中症救急搬送者数

レベル	重症	中等症	軽症	その他	計
危険	28	982	1,401	18	2,429
厳重警戒	2	163	228	2	395
警戒	2	92	127	2	223
注意	3	28	38	1	70
全体	35	1,265	1,794	23	3,117

表10 区分別人口と搬送者数

区分	年齢区分	人口	搬送者数
乳幼児	7歳未満	281,250	19
少年	7-18	503,197	408
成人	18-65	2,759,439	1,036
高齢者	65歳以上	1,407,912	1,654

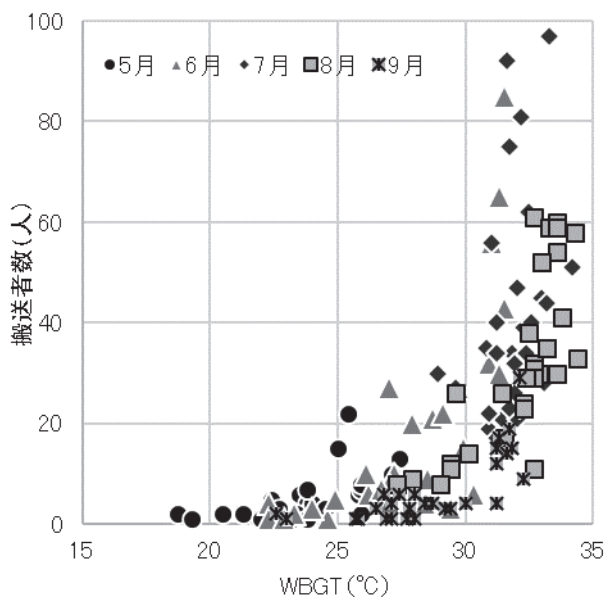


図1 WBGT と搬送者数

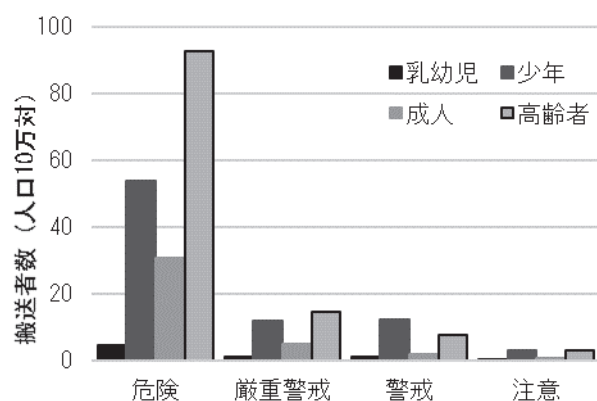


図2 WBGT 区分と搬送者数 (人口 10 万対)

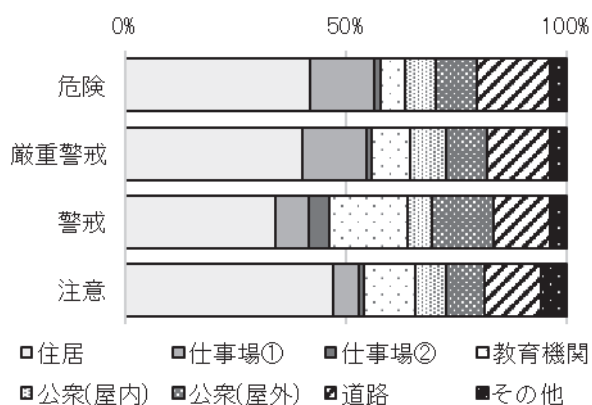


図3 WBGT区分別発生場所別割合

文献

- 1) 福岡管区気象台：福岡県の気候変動，令和4年3月
- 2) 気象庁：熱中症警戒アラート (<https://www.jma.go.jp/bosai/information/heat.html>)，2023.5.31
- 3) 環境省：熱中症予防情報サイト (<https://www.wbgt.env.go.jp/>)，2023.5.31
- 4) 環境省：熱中症対策実行計画及び気候変動適応計画（一部変更）の閣議決定について (https://www.env.go.jp/press/press_01675.html)，2023.6.2.
- 5) 総務省消防庁：熱中症情報 (<https://www.fdma.go.jp/disaster/heatstroke/post4.html>)，2023.6.2.
- 6) 福岡県：福岡県 人口移動調査 第2表 市区町村別・年齢別人口 (https://ckan.open-governmentdata.org/dataset/401000_jinkoudouchousa-shikuchouson-nenrei_2)，2023.6.2.
- 7) 日本生気象学会：日常生活における熱中症予防指針Ver.4，2022.5.23

資料

2022年度における生物（動物関係）に関する問い合わせ状況

中島 淳・石間妙子・更谷有哉・石橋融子

当所で回答した動物に関連する問い合わせのうち、窓口依頼検査以外の内容について概要をまとめた。2022年度は電話や持ち込み、電子メールによる質問が117件であった。問い合わせは県庁各課・保健福祉環境事務所・県警察等の県機関から98件、市町村から9件、一般県民から10件であった。前年度7件であった特定外来生物ツマアカスズメバチ疑い種の同定依頼は53件、前年度4件であった鳥インフルエンザ関係の同定依頼は33件と急増した。また、特定外来生物ゴケグモ類疑い種の同定依頼は9件、外来アリ疑い種の同定依頼は4件であった。

[キーワード：衛生害虫、ペストコントロール、アリ、ハチ、クモ]

1 はじめに

当所では窓口依頼検査として生物同定試験を実施しているが、それ以外にも日常的に電話や持ち込み等による生物に関する問い合わせに答えることが多い。本報では2022年度に寄せられた質問のうち、動物に関連するものについてその内容をまとめた。

2 方法

動物に関連する各問い合わせについて、依頼元を県、市町村、民間業者、一般県民、その他の5つに区分した。また、質問内容については一般的な不明種に関する同定依頼、ゴケグモ類疑い種（セアカゴケグモ、ハイイロゴケグモ）の同定依頼、マダニ類疑い種の同定依頼、ツマアカスズメバチ疑い種の同定依頼、外来アリ疑い種（ヒアリ、アカカミアリ、アルゼンチンアリ）の同定依頼、鳥インフルエンザ関係同定依頼、生物多様性・外来種に関する一般的な質問、その他、の8項目に区分して整理した。

3 結果及び考察

表1に2022年度の月ごとの問い合わせ件数を示す。全体で117件の問い合わせがあり、最も問い合わせが多かったのは8月の21件で、次いで10月が17件、9月が15件であった。年間の問い合わせ件数は2010年度から2021年度が24～68件、平均50.1件であり¹⁾、問い合わせ件数は過年度と比べて激増した。これは後述するように、ツマアカスズメバチ疑い種と鳥インフルエンザ関係の同定依頼の件数の増加に由来する。

図1に問い合わせの依頼元と件数を示す。問い合わせは県機関からのものが最も多く、県機関では保健福祉環境事務所からの問い合わせが多かったが、ほぼすべての場合において所管市町村または県民からの質問の仲介であった。市町村からの依頼も同様に一般市町村民からの質問の仲介であった。本年度は特に県機関からの依頼件数がきわめて増加した。

表1 各月における内容別の問い合わせ件数

質問内容	月												計
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	
不明種同定依頼			2	1	1	1	1			1			7
ゴケグモ類疑い	1		2		2	2	2						9
マダニ類疑い													0
ツマアカスズメバチ疑い	1	5	3	2	17	12	10	2		1			53
外来アリ疑い			3	1			1						5
鳥インフルエンザ関係	1						2	3	10	7	7	3	33
生物多様性・外来種	2	3					1						6
その他		1		2	1								4
計	5	9	10	6	21	15	17	5	10	9	7	3	117

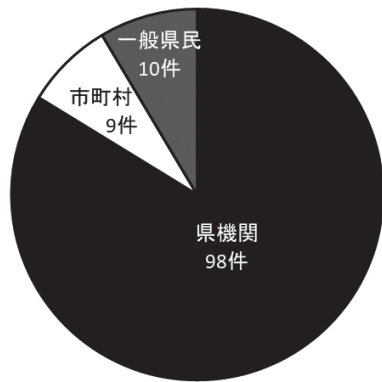


図1 2022年度における問い合わせ元の件数

問い合わせの具体的内容はツマアカスズメバチ疑い種の同定依頼が53件と最も多く、次いで鳥インフルエンザ関係同定依頼(33件)、ゴケグモ類疑い(9件)が多かった(図2)。ツマアカスズメバチ疑い種として同定依頼があった53件のうち、ツマアカスズメバチであったのは3件で、その他で種まで同定できたのはヒメスズメバチ(12件)、キイロスズメバチ(8件)、コガタスズメバチ(7件)、コアシナガバチ(3件)、セグロアシナガバチ(3件)、オオスズメバチ(2件)、キボシアシナガバチ(2件)、エントツドロバチ(2件)、モンズズメバチ(1件)、ヤマトアシナガバチ(1件)、キアシナガバチ(1件)であった。

鳥インフルエンザ関係として同定依頼があった33件のうち、種まで同定できたのはホシハジロ(11件)、マガモ(3件)、ハシブトガラス(3件)、カルガモ(2件)、オシドリ(2件)、カイツブリ(2件)、ヒドリガモ(1件)、アオサギ(1件)、オオミズナギドリ(1件)、コミミズク(1件)、フクロウ(1件)、ハイタカ(1件)、ハヤブサ(1件)、ヒヨドリ(1件)であった。

ゴケグモ類疑い種として問い合わせがあった9件のうち、セアカゴケグモであったのは4件で、その他で種まで同定できたのはマダラヒメグモ(1件)、イエオニグモ(1

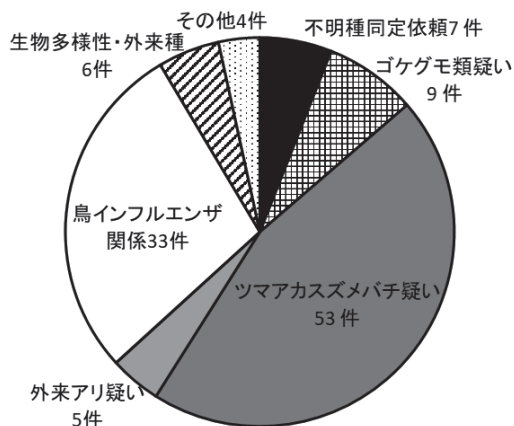


図2 2022年度における内容別の問い合わせ件数

件)であった。また、外来アリ疑い種として問い合わせがあった5件のうち、1件はヒアリ類(ヒアリ・アカカミアリ)疑い、4件はアルゼンチンアリ疑いであった。いずれも画像のみの依頼で不鮮明であったので、種の同定はできなかった。

不明種同定依頼において種まで同定できたのは、オオクビキレガイ、ヒメカツオブシムシ、ガイマイゴミムシダマシ、シロスジカミキリ、キオビツチバチ、クマタカであった。

2022年度における生物に関する質問内容の特徴として、ツマアカスズメバチ疑い種の同定依頼と鳥インフルエンザ関係同定依頼の件数増加が挙げられる。前者は前年度に7件であったものが53件に、後者は前年度4件であったものが33件となっている。ツマアカスズメバチについては、2022年5月9日に福岡市においてツマアカスズメバチの女王バチが確認され²⁾、その後も5月から9月にかけて福岡市、久山町、篠栗町での確認が発表され³⁾、いずれも新聞やテレビ等のメディアで大きく報道されたことが問い合わせ件数の増加理由として挙げられる。また、鳥インフルエンザについては、2022年12月19日に糸島市での発生が確認され、その後3月までに家禽では合計4回、野鳥では合計6件の陽性が発表され^{4) 5)}、同様にメディアで大きく報道されたことが問い合わせ件数の増加理由として挙げられる。

本報をまとめるにあたり、クモ類の同定に際してご教示いただいた馬場友希博士(国立研究開発法人農業環境技術研究所)にこの場を借りてお礼申し上げる。

文献

- 1) 中島 淳, 石間妙子, 濱村研吾: 福岡県保健環境研究所 年報, 49, 104-105, 2022.
- 2) 環境省九州地方環境事務所: 報道発表資料 福岡県福岡市におけるツマアカスズメバチの確認について【5月9日】, https://kyushu.env.go.jp/pre_2022/post_158.html (2023年7月21日アクセス)
- 3) 福岡県: 特定外来生物「ツマアカスズメバチ」に関するお知らせ, <https://www.pref.fukuoka.lg.jp/contents/tumakakasuzumebati.html> (2023年7月21日アクセス)
- 4) 福岡県: 高病原性鳥インフルエンザの発生に関する情報, <https://www.pref.fukuoka.lg.jp/contents/bird-flu-2022portal.html> (2023年7月21日アクセス)
- 5) 福岡県: 野鳥における高病原性鳥インフルエンザについて, <https://www.pref.fukuoka.lg.jp/contents/shizentorifuru.html> (2023年7月21日アクセス)

資料

共通感染症発生状況等調査事業（2021 年度-2022 年度調査分） － コリネバクテリウム・ウルセランス感染症 －

カール由起・江藤良樹・片宗千春・上田紗織・重村洋明・芦塚由紀

福岡県内の動物病院 8 施設に来院した愛玩動物（イヌ）157 頭における、コリネバクテリウム・ウルセランスの保有状況を調査した。分離同定及び PCR による保有状況調査の結果、コリネバクテリウム・ウルセランスはいずれの検体からも分離されず、本調査の保菌率は 0.0 %であった。

[キーワード：人獣共通感染症、コリネバクテリウム・ウルセランス感染症]

1 はじめに

福岡県では、動物における病原体の保有状況を広くモニタリングすることで、共通感染症のまん延防止に寄与することを目的として、2014 年度から福岡県共通感染症発生状況等調査事業を開始した¹⁾。2021 年度から 2022 年度では、県内の動物病院に来院する愛玩動物（イヌ）に焦点を当て、コリネバクテリウム・ウルセランス感染症を対象として調査を行ったので報告する。

2 方法

2022 年 2 月から 2022 年 11 月にかけて、福岡県内の動物病院 8 施設に来院した愛玩動物（イヌ）157 頭から咽頭ぬぐい液 157 検体を採取し、コリネバクテリウム・ウルセランスの保有状況を調査した。

コリネバクテリウム・ウルセランスの分離同定は、2019 年度から 2020 年度に実施したネコを対象とした保有状況調査²⁾と同様の方法を用いた。シードスワブ γ 3 号（栄研化学）で採取したイヌの咽頭ぬぐい液を勝川変法荒川培地（自家調整）に塗抹し、37℃で 72 時間、好気培養した。コリネバクテリウム・ウルセランスが疑われる黒色集落を 1 検体あたり最大 8 コロニー釣菌し、羊血液寒天培地（栄研化学）で 37℃、24-48 時間純培養した。純培養した菌体を 5%キレックス TE に懸濁した後、熱抽出法（95℃、10 min）により DNA を調製した。得られた DNA に対して、Seto ら³⁾の phospholipase D (PLD) 遺伝子を標的としたプライマーを用いて PCR 法に

よりコリネバクテリウム・ウルセランスのスクリーニングを行った。

3 結果

釣菌した集落から PLD 遺伝子は検出されず、いずれの検体からもコリネバクテリウム・ウルセランスは分離されなかった（保菌率 0.0%）。

4 文献

- 1) 福岡県：人と動物の共通感染症を知っていますか (<https://www.pref.fukuoka.lg.jp/contents/hitotodoubutu.html>)
- 2) 大石ら：共通感染症発生状況等調査事業（2019 年度-2020 年度調査分）－ コリネバクテリウム・ウルセランス感染症 －，福岡県保健環境研究所年報，第 48 号，88-89, 2021
- 3) Y. Seto et al. (2008) Jpn. J. Infect Dis, 61, 116-122

資料

2022年度性器クラミジア感染症及び淋菌感染症の抗原検査結果概要

江藤良樹・上田紗織・片宗千春・カール由起・重村洋明・芦塚由紀

2022年度に当所に検査依頼された性器クラミジア感染症及び淋菌感染症に係る抗原検査の検体数は、244 件（男性 176 件、女性 68 件）であり、2020年から3年連続で低水準を維持している。これは、新型コロナウイルス感染症の流行が継続したことによる窓口業務の縮小や、検査受診の自粛等の影響と考えられる。性器クラミジア抗原陽性検体は 244 件中 10 件（男性 4 件、女性 6 件）で、陽性率は 4.1% であった。一方、淋菌抗原陽性検体は 242 件中 1 件（男性 0 件、女性 1 件）で、陽性率は 0.4% であった。

[キーワード：性器クラミジア感染症、淋菌感染症、抗原検査]

1 はじめに

性器クラミジア感染症及び淋菌感染症は、性感染症の中でも患者数が多い疾患である。国が実施する感染症発生病動向調査によると、2021年は性器クラミジア感染症 30,003 件、淋菌感染症 10,399 件が報告されている。いずれの感染症も平成14年をピークに減少し、平成21年以降はほぼ横ばいとなっていたが、クラミジア感染症は平成28年の24,397件、淋菌感染症は平成29年の 8,107 件を境に、増加傾向である¹⁾。患者数が多い原因のひとつとして無症候性の感染者の存在が指摘されており、本人が感染していることに気づかないまま性交渉を行い相手に感染させ、新たな感染者も感染に気がつかずに、さらに感染を拡大させるという“無症候性感染の連鎖”によって、若者の間で感染が拡大することが懸念されている²⁾。

福岡県では性感染症予防対策の一環として、2004年3月から性器クラミジア感染症について抗体検査を開始した。2013年4月からは、尿を検体とする抗原検査に変更し、性器クラミジア感染症に加えて、淋菌感染症についても実施している。本稿では、2022年度に実施した検査の概要について報告する。

2 方法

2・1 検体

検査には、2022年4月から 2023年3月に県内 9 保健福祉（環境）事務所で採取した検査希望者の初尿 2 mL を用いた（性器クラミジア抗原検査 244 件；男性 176 件、女性 68 件、淋菌抗原検査 242 件；男性 175 件、女性 67 件）。

2・2 検査項目

初尿中の性器クラミジア抗原及び淋菌抗原について検査を実施した。

2・3 試薬及び機器

性器クラミジア抗原検査及び淋菌抗原検査の試薬は、アプティマ Combo2 クラミジア/ゴノレア（ホロジックジャパン株式会社）、機器はパンサーシステム（ホロジックジャパン株式会社）を用いた。

2・4 検査方法

尿検体 2 mL をアプティマ STD うがい液・尿採取セットの搬送用チューブに入れ、パンサーシステムを用いて測定した。

3 結果・考察

本事業における性器クラミジア抗原検査件数及び淋菌抗原検査件数を図1、図2 に示す。2018年、2019年には性器クラミジア抗原検査及び淋菌抗原検査ともに 1,000 件を越えていたが、2020年度に抗原検査件数は5分の1程度まで減少し、2021年度及び2022年度と同程度の検査数が続いた。これは、新型コロナウイルス感染症の流行が継続したことによる保健所の窓口業務の縮小や検査受診の自粛等の影響と考えられる。2022年度の性器クラミジア抗原検査及び淋菌抗原検査結果を表1 に示した。性器クラミジア及び淋菌抗原検査の搬入検体数は 20歳代が 71 件（男性 42 件、女性 29 件）と最も多く、次いで 30歳代が 66 件（男性 43 件、女性 23 件）であった。性器クラミジア抗原陽性は 244 件中 10 件（男性 4 件、女性 6 件）で、陽性率は、男性 2.3 %、女性 8.8 %であった。淋菌抗原陽性は 242 件中 1 件（男性 0 件、女性 1 件）で、陽性率は、男性 0.0%、女性 1.5%であった。

文献

1) 厚生労働省：感染症発生動向調査 性感染症報告数,

<https://www.mhlw.go.jp/topics/2005/04/tp0411-1.html>

(2023年4月21日アクセス)

2) 余田 敬子ら：口咽科 2011；24：2；171-177

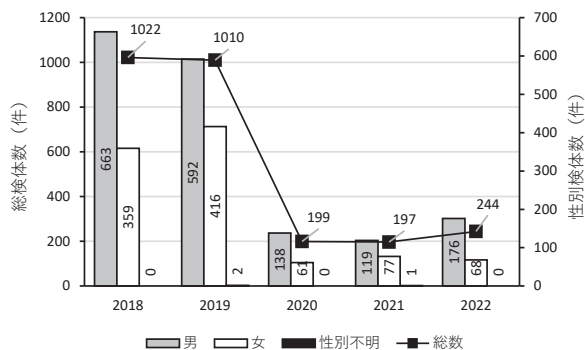


図1 性別性器クラミジア抗原検査数

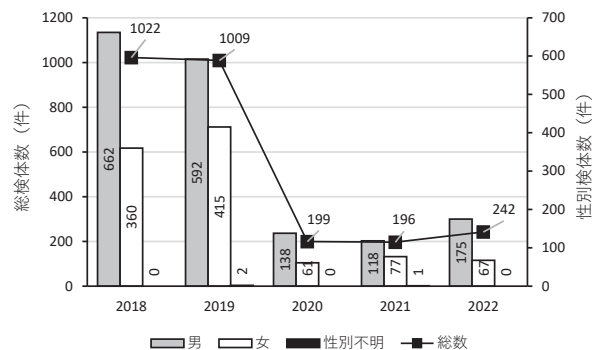


図2 性別淋菌抗原検査数

表1 年齢区分別検体搬入数及び抗原陽性数（陽性率）

性別	年齢区分	クラミジア			淋菌		
		検体数	陽性数(陽性率)		検体数	陽性数(陽性率)	
男性	～19歳	2	0	(0.0%)	2	0	(0.0%)
	20～29歳	42	2	(4.8%)	42	0	(0.0%)
	30～39歳	43	0	(0.0%)	43	0	(0.0%)
	40～49歳	39	0	(0.0%)	38	0	(0.0%)
	50～59歳	30	0	(0.0%)	30	0	(0.0%)
	60歳～	19	2	(10.5%)	19	0	(0.0%)
	不明	1	0	(0.0%)	1	0	(0.0%)
	小計	176	4	(2.3%)	175	0	(0.0%)
女性	～19歳	5	2	(40.0%)	5	1	(20.0%)
	20～29歳	29	2	(6.9%)	29	0	(0.0%)
	30～39歳	23	1	(4.3%)	23	0	(0.0%)
	40～49歳	6	0	(0.0%)	6	0	(0.0%)
	50～59歳	3	1	(33.3%)	2	0	(0.0%)
	60歳～	2	0	(0.0%)	2	0	(0.0%)
	小計	68	6	(8.8%)	67	1	(1.5%)
計		244	10	(4.1%)	242	1	(0.4%)

資料

2022年度感染症細菌検査概要

重村洋明・江藤良樹・上田紗織・片宗千春・カール由起・芦塚由紀

2022年度は、①ジフテリア、②劇症型溶血性レンサ球菌感染症、③カルバペネム耐性腸内細菌科細菌感染症、④侵襲性インフルエンザ菌感染症、⑤侵襲性肺炎球菌感染症、⑥エシェリキア・アルベルティ、⑦レプトスピラ症、⑧小児の原因不明の急性肝炎、⑨腸管出血性大腸菌感染症の検査を実施した。これらの検査結果について、その概要を報告する。

[キーワード：ジフテリア、劇症型溶血性レンサ球菌感染症、カルバペネム耐性腸内細菌科細菌感染症、侵襲性インフルエンザ菌感染症、侵襲性肺炎球菌感染症、エシェリキア・アルベルティ、レプトスピラ症、小児の原因不明の急性肝炎、腸管出血性大腸菌感染症]

1 はじめに

当所では県内で発生した感染症（疑いを含む。）に対して検査を実施している。本稿では2022年度に実施した①ジフテリア、②劇症型溶血性レンサ球菌感染症、③カルバペネム耐性腸内細菌科細菌（CRE）感染症、④侵襲性インフルエンザ菌感染症、⑤侵襲性肺炎球菌感染症、⑥エシェリキア・アルベルティ、⑦レプトスピラ症、⑧小児の原因不明の急性肝炎、⑨腸管出血性大腸菌（EHEC）感染症について検査の概要を報告する。

2 方法

①ジフテリア疑いで搬入された菌株 2 株について、菌株の菌種同定及びPCRによるジフテリア毒素遺伝子の確認を行った。

②劇症型溶血性レンサ球菌感染症と診断され、当所に搬入された菌株 5 株について、生化学的性状検査を実施し、同定を行った。溶血性レンサ球菌であることを確認した後、衛生微生物技術協議会溶血性レンサ球菌レファレンスセンターの九州ブロックセンターである大分県衛生環境研究センターを通じて、国立感染症研究所に当該菌株の血清型別等の詳細解析を依頼した。

③CRE感染症と診断され、搬入された菌株 47 株について、平成29年3月28日付け健感発0328第4号厚生労働省健康局結核感染症課長通知別添に記載されている耐性遺伝子の検出及びカルバペネマーゼ産生性の確認を実施した。

④成人の侵襲性インフルエンザ菌感染症と診断され、搬

入された菌株 2 株について、確認検査を実施した後、国立感染症研究所で血清型別等を実施した。

⑤成人の侵襲性肺炎球菌感染症と診断され、搬入された菌株 15 株について、確認検査を実施した後、国立感染症研究所で血清型別等を実施した。

⑥エシェリキア・アルベルティによる感染症を疑い当所に搬入された菌株について、PCRによる確定診断を実施した。

⑦レプトスピラ症を疑い当所に搬入された 3 名、計 14 検体（血液 3 検体、尿 3 検体、ペア血清（急性期血清、回復期血清）3 組 6 検体、髄液 2 検体）について、国立感染症研究所に検査を行政依頼した。

⑧小児の原因不明の急性肝炎患者に由来する 2 検体について、赤痢菌、病原性大腸菌、サルモネラ属菌及びカンピロバクター属菌の探索を実施した。

⑨EHEC感染症と診断され、当所に搬入された菌株 44 株について、生化学的性状検査、血清学的性状検査、毒素型別検査及びMLVA検査（O157、O26、O111）を実施した後、O157及びO26以外の菌株は国立感染症研究所に送付した。

3 結果

①ジフテリア疑いで搬入された菌株 2 株は、ジフテリア毒素遺伝子陰性であった。

②劇症型溶血性レンサ球菌感染症と診断され、搬入された菌株の内訳は表 1 のとおりだった。

③CRE感染症と診断され、搬入された菌株のうち 4 株は、カルバペネマーゼ産生腸内細菌科細菌（CPE）であり、全てIMP-1のカルバペネマーゼ遺伝子を保有していた（表2）。

④成人の侵襲性インフルエンザ菌感染症と診断され、搬入された菌株 の荚膜型は表 3 のとおりだった。

⑤成人の侵襲性肺炎球菌感染症と診断され、搬入された菌株の血清型は表 4 のとおりだった。

⑥エシェリキア・アルベルティを疑う菌株1株が搬入され、エシェリキア・アルベルティであることが確認された。

⑦ 3 名中 1 名の尿 1 検体から *Leptospira interrogans* の遺伝子が検出された。また、3 名のペア血清では有意な抗体価上昇がみられた。抗体検査では、2 名から血清型 Hebdomadisが検出され、1 名から血清型

Australisが検出された。

⑧小児の原因不明の急性肝炎患者に由来する2検体のうち 1 検体から腸管病原性大腸菌が検出された。

⑨EHEC感染症と診断され、当所に搬入された菌株の0群血清型別の内訳は、0157が 29 株、026が 2 株、0121が 2 株、0115が 1 株及び0血清群不明(OUT)が 8 株の計 42 株であった(表5)。

表1 2022年度 福岡県での劇症型溶血性レンサ球菌検査結果
(福岡市、北九州市、久留米市は除く)

地域	診断月	患者の 年齢	搬入 菌株数	検査結果	
				Lancefield 群別	<i>emm</i> 遺伝子型 または血清型別*
筑豊	2022年8月	83歳	1	G群	<i>stG6792. 3</i>
福岡	2023年2月	66歳	1	G群	<i>stG6792. 3</i>
筑後	2023年3月	90歳	1	A群	<i>emm81. 0</i>
筑豊	2023年3月	87歳	1	G群	<i>stG652. 1</i>
福岡	2023年3月	73歳	1	B群	V型

* A群及びG群は *emm* 遺伝子型、B群は血清型別を示す。

表2 2022年度 福岡県でのCRE届出数および月別CPE検出状況
(福岡市、北九州市、久留米市は除く)

地域	CRE 発生届出数	搬入 菌株数	計	CPE 検出件数											
				診断月											
				4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3
北九州	0	0	0												
福岡	34	32	2									2 (IMP-1)			
筑豊	1	1	1			1 (IMP-1)									
筑後	14	14	1					1 (IMP-1)							
合計	49	47	4			1		1				2			

表3 2022年度 福岡県での成人の侵襲性インフルエンザ菌検査結果
(福岡市、北九州市、久留米市は除く)

地域	診断月	患者の年齢	Hibワクチンの 接種状況	搬入菌株数	莢膜型別
筑後	2022年11月	81歳	なし	1	無莢膜型
筑後	2022年12月	86歳	不明	1	f型

表4 2022年度 福岡県での月別成人の侵襲性肺炎球菌検査結果
(福岡市、北九州市、久留米市は除く)

地域	搬入 菌株数	診断月別件数（検出された血清型）*											
		4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3
北九州													
福岡	1 (23A型)		1 (35B型)						1 (15A型)	2 (11A/E型、 34型)	1 (6C型)	1 (3型)	
筑豊				1 (7C型)	1 (23A型)		1 (19A型)					1 (6B型)	
筑後			1 (10A型)					1 (19F型)	1 (19A型)				
合計	1	0	2	1	1	0	1	1	2	2	1	2	

*2022年度に搬入された菌株15株のうち1株の診断月は2022年3月であり、福岡地域から搬入された。また、当該菌株の血清型は3型であった。

表5 2022年度 福岡県でのEHEC検査結果
(福岡市、北九州市、久留米市は除く)

O群 血清型	菌株名	症状の 有無	保健福祉（環境） 事務所	発生届出日	毒素型	MLVA*型	MLVA-complex	備考
0157	22EC002	有	粕屋	2022/4/22	Stx2	20m0445	21 c 004	
	22EC007	無	糸島	2022/4/28	Stx2	22m0105		
	22EC008	有	筑紫	2022/6/8	Stx1 + Stx2	22m0106		
	22EC010	有	粕屋	2022/6/24	Stx2	22m0107		
	22EC011	有	糸島	2022/6/28	Stx1 + Stx2	22m0118		
	22EC013	有	筑紫	2022/7/12	Stx2	20m0148		
	22EC015	有	嘉穂・鞍手	2022/8/15	Stx2	21m0172		
	22EC016	無	田川	2022/9/2	Stx2	18m0585	22c067	17領域中 1 領域が異なる
	22EC017	無	田川	2022/9/2	Stx2	18m0222	22c067	
	22EC018	有	筑紫	2022/8/24	Stx1 + Stx2	22m0027	22c025	
	22EC019	有	嘉穂・鞍手	2022/8/22	Stx2	22m0358		
	22EC020	有	粕屋	2022/09/12	Stx1 + Stx2	20m0169	22c021	
	22EC021	無	粕屋	2022/9/12	Stx1 + Stx2	20m0169	22c021	
	22EC022	無	粕屋	2022/9/12	Stx1 + Stx2	20m0169	22c021	
	22EC023	無	粕屋	2022/9/12	Stx1 + Stx2	20m0169	22c021	
	22EC024	無	粕屋	2022/9/12	Stx1 + Stx2	20m0169	22c021	
	22EC025	無	粕屋	2022/9/12	Stx1 + Stx2	20m0169	22c021	
	22EC029	有	筑紫	2022/9/12	Stx1 + Stx2	20m0169	22c021	
	22EC030	有	筑紫	2022/9/13	Stx1 + Stx2	20m0169	22c021	
	22EC032	有	粕屋	2022/9/5	Stx1 + Stx2	20m0169	22c021	
	22EC033	有	粕屋	2022/9/8	Stx1 + Stx2	20m0169	22c021	
	22EC034	有	粕屋	2022/9/12	Stx1 + Stx2	20m0169	22c021	
	22EC026	有	田川	2022/8/29	Stx2	18m0222	22c067	
	22EC027	有	田川	2022/9/1	Stx2	18m0222	22c067	
	22EC028	有	筑紫	2022/8/24	Stx1 + Stx2	19m0513		
	22EC035	有	粕屋	2022/8/31	Stx1 + Stx2	22m0272		
	22EC036	有	筑紫	2022/9/20	Stx1 + Stx2	17m0135		
	22EC037	有	福岡市中央保健所	2022/10/4	Stx1 + Stx2	22m0435	22 c 058	
	22EC038	有	嘉穂・鞍手	2022/10/19	Stx1 + Stx2	22m0495		
026	22EC003	有	宗像・遠賀	2022/4/23	Stx1	22m2030		
	22EC004	無	宗像・遠賀	2022/4/26	Stx1	22m2030		
0121	22EC009	有	北筑後	2022/6/2	Stx2	22m5006		
	22EC014	有	北筑後	2022/7/13	Stx2	22m5003	22 c 501	
0115	22EC006	有	宗像・遠賀	2022/5/31	Stx2			
	22EC005	有	北筑後	2022/4/23	Stx2			
	22EC012	有	筑紫	2022/6/30	Stx1			
OUT	22EC031	無	南筑後	2022/9/14	Stx2			
	22EC039	無	糸島（西保健所）	2022/12/2	Stx1			
	22EC040	無	嘉穂・鞍手	2023/2/28	Stx2			
	22EC041	無	嘉穂・鞍手	2023/2/28	Stx2			
	22EC042	無	嘉穂・鞍手	2023/3/4	Stx2			
	22EC043	有	筑紫	2023/2/28	Stx2			

* MLVA : Multiple-locus variable number of tandem repeat analysis

資料

2022年度の食中毒（疑い）事例について

重村洋明・片宗千春・上田紗織・カール由起・江藤良樹・芦塚由紀
堀内康孝・小林孝行・中村麻子・金藤有里・濱崎光宏

福岡県において2022年度に発生した細菌性・寄生虫性・ウイルス性食中毒（疑い）事例は 29 事例であり、病理細菌課とウイルス課で検査した検体は延べ 429 検体であった。検出された食中毒細菌及びウイルスはカンピロバクター属菌、腸管出血性大腸菌、サルモネラ属菌、ウェルシュ菌及びノロウイルスであった。病因物質（病因物質と疑われる物質）が検出された事例は 29 事例中 23 事例（79.3%）であった。

[キーワード：食中毒、カンピロバクター属菌、サルモネラ属菌、ウェルシュ菌、腸管出血性大腸菌、ノロウイルス]

1 はじめに

福岡県（北九州市、福岡市、久留米市を除く）における過去5年間の年間食中毒（疑い）事例での検査依頼数は、2017年度が 23 件、2018年度が 31 件、2019 年度が 18 件、2020年度が 13 件、2021年度が 10 件と推移している。今回、福岡県における食中毒予防対策に資することを目的とし、2022 年度に福岡県内で発生、または、県民が他の都道府県で罹患し当所に検査依頼のあった食中毒（疑い）事例について、主として病因物質の観点から資料としてまとめた。

2 検査方法

2022年度は、29 事例について、患者便、従事者便、食品、拭き取り、菌株などを対象に食中毒細菌・寄生虫検査及びウイルス検査を実施した。各検査の処理検体数は、細菌検査が 267 検体、寄生虫検査が 6 検体、ウイルス検査が 156 検体であった。細菌・寄生虫・ウイルス検査を実施したもの 5 検体、細菌・ウイルス検査を実施したもの 118 検体、細菌検査のみ実施したもの 144 検体、寄生虫検査のみ実施したもの 1 検体、ウイルス検査のみ実施したもの 33 検体であった。患者の症状などから細菌性食中毒が疑われる場合は、まず搬入された検体から食中毒細菌を検出するため、SS 寒天培地、TCBS 寒天培地、エッグヨーク食塩寒天培地、スキロー改良寒天培地、クロモアガーサルモネラ寒天培地などで直接分離培養するとともに、アルカリペプトン水、7.0% 塩化ナトリウム加トリプチケースソイブイオン、カンピロバクター選択増菌培地（プレストン組成）、ラパポート・バシリアディス培地などを用いて増菌培養し、直接培養と同様な培地で分離培養した。寒

天平板培地に疑わしい集落が発育した場合は、釣菌して、TSI、LIM 寒天培地などを用いた生化学性状試験、血清型別、毒素型別、PCR を用いた病原遺伝子の検出などの試験検査により、食中毒細菌の同定を行った。また、分離されたEHECは、「腸管出血性大腸菌MLVAハンドブック（0157、026、0111編 第一版 地研協議会 保健情報疫学部会マニュアル作成ワーキンググループ編）」に従って遺伝子型別を行った。寄生虫が疑われる場合には、平成28年4月27日付け生食監発0427第3号「*Kudoa septempunctata* の検査法について」及び平成26年5月26日付け事務連絡「食中毒患者便からの*Kudoa septempunctata* 遺伝子検出法（参考）について」に基づき検査を行った。

ウイルス検査は、糞便（数グラム程度）をリン酸緩衝液（pH 7.5）で約 10% 乳剤とし、10,000 rpm で 20 分間遠心した。この上清から RNA を抽出し、逆転写酵素を用いて相補的な DNA を合成した。さらに、ノロウイルス等の遺伝子に特異的なプライマーを用いて PCR を実施し、増幅産物を電気泳動で確認した。増幅産物が確認された検体については、さらにシーケンスを行ない、その増幅産物の塩基配列を決定し、ノロウイルス等の確認及び遺伝子型の決定を行なった。また、一部の検体について、イムノクロマトキットを用いてロタウイルス及びアデノウイルスの抗原検出を行った。

3 結果

2022 年度の食中毒（疑い）事例において病因物質として疑われる病原微生物が検出された事例、若しくは病因物質が特定された事例は 29 事例中 23 事例（79.3%）であった（表 1）。

病因物質別では、カンピロバクター属菌によるものが

12 事例（41.4%）、サルモネラ属菌によるものが 2 事例（6.9%）、ウェルシュ菌によるものが 1 事例（3.4%）、腸管出血性大腸菌によるものが 1 事例（3.4%）、ノロウイルスによるものが 8 事例（27.6%）であった。なお、1 事例は、カンピロバクター属菌とノロウイルスが検出された。

8 事例から検出されたノロウイルスの遺伝子型の内訳は、GII.2（2 事例）、GII.17（2 事例）、GII.3（1 事例）、GII.4（1 事例）、GII.6（1 事例）及び GII 型別不明（1 事例）であった。病因物質が検出されなかった、若しくは、特定されなかった事例は 29 事例中 6 事例（20.7%）であった。

表 1 2022 年度食中毒（疑い）事例で搬入された検体と検出された病因物質

番号	所轄保健福祉 環境事務所	初回検体 搬入日	細菌検査分					寄生虫検査分		ウイルス検査分					主な病因物質	
			喫食者便	従事者便	ふき取り	食品	菌株	計	喫食者便	計	喫食者便	従事者便	ふき取り	食品		計
1	糸島保健福祉事務所	4月16日	2					2		0	2				2	カンピロバクター・ジェジュニ
2	北筑後保健福祉環境事務所	4月23日	1	3	6			10		0	1	3			4	カンピロバクター・ジェジュニ
3	嘉穂鞍手保健福祉環境事務所	5月25日	1					1		0	1				1	カンピロバクター・ジェジュニ
4	宗像遠賀保健福祉環境事務所	5月26日	2					2		0	2				2	カンピロバクター・ジェジュニ
5	宗像遠賀保健福祉環境事務所	7月1日	1					1		0	1				1	カンピロバクター・ジェジュニ
6	粕屋保健福祉事務所	7月6日	2					2		0	2				2	カンピロバクター・ジェジュニ
7	嘉穂鞍手保健福祉環境事務所	7月7日	1					1		0					0	カンピロバクター・ジェジュニ
8	南筑後保健福祉環境事務所	7月27日	3	3	7	5	1	19		0	3	3			6	サルモネラ属菌（血清型 Oranienburg）
9	宗像・遠賀、嘉穂・鞍手保健福祉環境事務所	7月28日	4	2				6		0	4	2			6	カンピロバクター・ジェジュニ、 カンピロバクター・コリ
10	田川保健福祉環境事務所	9月4日		8	5		1	14		0					0	腸管出血性大腸菌O157:H7 VT2
11	粕屋保健福祉事務所	9月10日				21		21		0					0	不明
12	宗像・遠賀、京築保健福祉環境事務所	9月16日	1	12	16	26		55		0					0	不明
13	宗像・遠賀、北筑後保健福祉環境事務所	9月30日	2					2		0					0	サルモネラ属菌（血清型 Enteritidis）
14	筑紫保健福祉環境事務所	10月2日	1					1		0	1				1	カンピロバクター・ジェジュニ
15	田川保健福祉環境事務所	11月30日	3	3				6		0	2	1			3	カンピロバクター・ジェジュニ
16	粕屋保健福祉事務所	12月13日	5					5	5	5	5				5	不明
17	粕屋、宗像・遠賀保健福祉（環境）事務所	1月5日	3	5				8		0	3	5			8	不明
18	宗像・遠賀保健福祉環境事務所	1月10日	1					1		0	1				1	カンピロバクター・ジェジュニ
19	南筑後保健福祉環境事務所	1月23日						0		0	2				2	ノロウイルスGⅡ.17
20	京築保健福祉環境事務所	1月24日	9	3	7			19		0	21	4	7	4	36	ノロウイルスGⅡ.3
21	嘉穂・鞍手、南筑後保健福祉環境事務所	2月9日	6					6		0	6				6	ノロウイルスGⅡ.2
22	田川保健福祉事務所	2月9日	10	10				20		0	10	10		5	25	ノロウイルスGⅡ.2
23	筑紫保健福祉環境事務所	2月13日						0		0	8				8	ノロウイルスGⅡ.4
24	北筑後保健福祉環境事務所	2月24日	6	5	10			21		0	6	9			15	ノロウイルスGⅡ.6
25	宗像・遠賀保健福祉環境事務所	3月1日						0	1	1					0	不明
26	京築保健福祉環境事務所	3月3日	11	6	7	6		30		0	10	6			16	ウェルシュ菌
27	宗像・遠賀保健福祉環境事務所	3月3日		2	7			9		0		2			2	不明
28	筑紫保健福祉環境事務所	3月3日	1	2	2			5		0	1	2			3	カンピロバクター・ジェジュニ、 ノロウイルスGⅡ
29	筑紫保健福祉環境事務所	3月23日						0		0	1				1	ノロウイルスGⅡ.17
合計			76	64	67	58	2	267	6	6	93	47	7	9	156	

資料

2022 年度食品の食中毒菌汚染実態調査

上田紗織・カール由起・片宗千春・重村洋明・江藤良樹・芦塚由紀

食中毒発生の未然防止対策及び流通食品の細菌汚染実態を把握するために、県内で市販されている生食用等野菜、浅漬、肉類等の計 72 検体を対象に調査を行った。検査項目ごとの検体数は、腸管出血性大腸菌（O26、O103、O111、O121、O145 及び O157）（以下「腸管出血性大腸菌」という。）が生食用等野菜 27 検体、浅漬 18 検体及び肉類（鶏肉）27 検体の計 72 検体、サルモネラ属菌及びカンピロバクター・ジェジュニ／コリが肉類（鶏肉及び生食用鶏肉等）27 検体であった。検査の結果、腸管出血性大腸菌はすべての検体が陰性であった。サルモネラ属菌は鶏肉及び生食用鶏肉等から 11 検体（40.7%）から検出され、一番多く分離された血清型は Schwarzengrund であった。カンピロバクター・ジェジュニ／コリは 5 検体（18.5%）から検出され、すべての検体からカンピロバクター・ジェジュニが検出された。

[キーワード：食品検査、食中毒菌、汚染実態調査]

1 はじめに

本調査は、汚染食品の排除及び食中毒発生の未然防止等を図るため、流通食品の細菌汚染実態を把握することを目的として、国の委託事業として 2018 年度まで実施されていた。2019 年度は、国の事業として実施されなかったことから、県単独の事業として、県内で流通している市販食品について腸管出血性大腸菌、サルモネラ属菌、カンピロバクター・ジェジュニ／コリの調査を行った。

検査は、令和 4 年 9 月 1 日付け 4 生衛第 1191 号保健医療介護部生活衛生課長通知別添「令和 4 年度福岡県食品の食中毒菌汚染実態調査実施要領」に従って実施した。

2 方法

2・1 検体

2022 年 10 月から 11 月に福岡県内 9 保健福祉（環境）事務所で買い上げた食品を対象とした。事務所別の検体数は表 1 に、対象食品等は表 2 に示した。

2・2 検査項目

腸管出血性大腸菌は生食用等野菜 27 検体、浅漬 18 検体及び肉類（鶏肉）27 検体の計 72 検体を対象に、サルモネラ属菌及びカンピロバクター・ジェジュニ／コリは肉類（鶏肉及び生食用食肉等）27 検体を対象に検査を行った。

2・3 検査方法

腸管出血性大腸菌の検査は、平成 26 年 11 月 20 日付け

食安監発第 1120 第 1 号「腸管出血性大腸菌 O26、O103、O111、O121、O145 及び O157 の検査法について」に従って実施した。検体 25 g に mEC 培地を 225 mL 加え、ストマッカー処理した。培養後、アルカリ熱抽出法にて DNA を抽出し、リアルタイム PCR によりベロ毒素遺伝子の増幅及び検出を行った。ベロ毒素遺伝子が検出された場合には、通知法で指定されている DNA 抽出キットにより抽出した DNA を用いて、リアルタイム PCR により O 抗原遺伝子（O26、O103、O111、O121、O145 及び O157）の増幅及び検出を行った。O 抗原遺伝子が検出された場合には、当該 O 抗原遺伝子に対応する血清群の免疫磁気ビーズにより培養液を濃縮した。分離培養には DHL 寒天培地及びクロモアガーSTEC 寒天培地を使用するとともに、O26 免疫磁気ビーズ濃縮液には CT-RMAC 寒天培地、O111 免疫磁気ビーズ濃縮液には CT-SBMAC 寒天培地、それ以外の血清群の免疫磁気ビーズ濃縮液には CT-SMAC を使用した。

サルモネラ属菌の検査は、平成 27 年 7 月 29 日付け食安発 0729 第 4 号「食品、添加物等の規格基準に定めるサルモネラ属菌及び黄色ブドウ球菌の試験法の改正について」に従い実施した。検体 25 g に BPW 225 mL を加えてストマッキングし、37℃で 22±2 時間、前増菌培養した。その後、その培養液の 0.1 mL 及び 1 mL をそれぞれ Rappaport – Vassiliadis 培地及びテトラチオン酸塩培地 10 mL に接種し、42℃で 22±2 時間培養した。それぞれの培地をよく混和後、1 白金耳量を DHL 寒天培地及びクロモアガーサルモネラ寒天培地に画線塗抹し、37

℃で22±2時間培養した。培養後、各分離培地に発育した定型的コロニーを4個ずつ釣菌して、TSI寒天培地及びLIM寒天培地等に接種し、37℃で22±2時間培養した。培養後、生化学性状を確認し、血清型別試験、必要に応じてその他の細菌学的検査を行い同定した。

カンピロバクター・ジェジュニ／コリの検査は、“食品からの微生物標準試験法検討委員会”が定めたカンピロバクター・ジェジュニ／コリ標準試験法に従い行った。検体25gにカンピロバクター選択増菌培地（プレストン組成）を100mL加えストマッキングし、42±1℃で48時間、微好気条件下で増菌培養した。24時間後と48時間後の培養液1白金耳量をスキロー培地及びmCCDA培地に画線塗抹し、42±1℃で48時間、微好気培養した。培養後、各分離平板培地の発育した定型的コロニーを2-

4個ずつ釣菌し、生化学性状を確認して同定した。

3 結果

検査結果を表2に示す。腸管出血性大腸菌は72検体すべてが陰性であった。サルモネラ属菌は、27検体中11検体（40.7%）から検出され、血清型は、鶏肉8検体からSchwarzengrund、鶏肉1検体ずつからそれぞれManhattan、Eppendorf、鶏タタキ1検体からEnteritidisが検出された。また、カンピロバクター・ジェジュニ／コリは27検体中5検体（18.5%）が検出され、鶏肉5検体からカンピロバクター・ジェジュニが検出された。

表1 各保健福祉（環境）事務所の搬入検体数

搬入日	搬入事務所									総計
	筑紫	粕屋	糸島	宗像・遠賀	嘉穂・鞍手	田川	北筑後	南筑後	京築	
2022/10/17					8	8			8	24
2022/11/14				8			8	8		24
2022/11/28	8	8	8							24
総計	8	8	8	8	8	8	8	8	8	72

表2 検体種別ごと検査項目別の陽性検体数及び検査対象検体数

検体の種類と種別		検体数	陽性検体数／検査対象検体数		
			サルモネラ属菌	カンピロバクター・ジェジュニ／コリ	腸管出血性大腸菌*
生食用等野菜	カイワレ	6	-	-	0
	キャベツ	1	-	-	0
	グリーンリーフ	1	-	-	0
	レタス	4	-	-	0
	みつば	1	-	-	0
	キュウリ	1	-	-	0
	なす	1	-	-	0
	ブロッコリースプラウト	2	-	-	0
	豆苗	4	-	-	0
	水菜	4	-	-	0
	小松菜	1	-	-	0
	カット野菜	1	-	-	0
	浅漬	18	-	-	0
浅漬	浅漬	18	-	-	0
食肉	鶏肉	14	10	5	0
	（生食用の食肉等） 生食用鶏肉（たたき等）	13	1	0	0
計		72	11	5	0

* 6血清群（O26、O103、O111、O121、O145、O157）を対象とした

資料

2022年度収去食品の細菌学的検査及び残留抗生物質モニタリング検査

片宗千春・カール由起・上田紗織・重村洋明・江藤良樹・芦塚由紀

福岡県食品衛生監視指導計画及び食品検査実施計画に基づき、保健福祉(環境)事務所等から搬入された食品について、食中毒の予防、流通食品の汚染実態の把握等を目的とした収去検査を行った。鶏肉、豚肉、牛肉、生食用鮮魚介類等の合計 88 検体について細菌学的検査を実施した(延べ 1022 項目)。生食用牛肉 2 検体を除く 86 検体について、汚染指標菌及び食中毒菌の検査を行った結果、大腸菌群が 66 検体、黄色ブドウ球菌が 11 検体、サルモネラ属菌が 18 検体、カンピロバクター・ジェジュニ／コリが 18 検体、ウェルシュ菌が 4 検体及びセレウス菌が 2 検体から検出された。鶏肉、牛肉、豚肉、生食用鮮魚介類など 50 検体について残留抗生物質モニタリング検査も併せて行ったが、いずれの検体からも残留抗生物質は検出されなかった。

[キーワード: 収去検査、食品検査、食中毒菌、残留抗生物質]

1 はじめに

厚生労働省食中毒統計資料¹⁾によると、2022年の食中毒は962事例発生しており、細菌性食中毒は 258 事例(26.8%)であった。細菌性食中毒のうち、カンピロバクター・ジェジュニ／コリによるものは 185 事例(71.7%)、ウェルシュ菌によるものは 22 事例(8.5%)、サルモネラ属菌によるものは 22 事例(8.5%)、黄色ブドウ球菌によるものは 15 事例(5.8%)、腸管出血性大腸菌によるものは 8 事例(3.1%)、セレウス菌によるもの 3 事例(1.2%)であった。これらの食中毒細菌は、調理又は加工を行う前の食品や原材料(食肉、野菜など)等に存在しているため、不適切な調理(加熱不足、調理器具の汚染など)や温度管理、あるいは食肉の生食などが行われると、食中毒を引き起こす原因となる。

当所では、食中毒発生の未然防止を目的とし、令和 4 年度福岡県食品衛生監視指導計画に基づき収去食品の食中毒細菌検査及び規格基準等の検査を行った。また、鶏肉、豚肉、牛肉及び生食用鮮魚介類等については、残留抗生物質のモニタリング検査を併せて行ったことから、これらの結果について報告する。

2 方法

2・1 検体

2022年 5 月、7 月、12 月に県内 9 保健福祉(環境)事務所及び食肉衛生検査所から搬入された鶏肉 31 検体、豚肉 20 検体、牛肉 15 検体、生食用鮮魚介類 10 検体、生食用馬肉 4 検体、生食用かき 4 検体、生食用牛肉 2 検体、液卵(未殺菌) 2 検体の合計 88 検体を対象とした。

2・2 検査項目

検査項目は、汚染指標細菌(一般細菌数、大腸菌群[馬肉は糞便系大腸菌群]、推定嫌気性菌数)及び食中毒細菌(黄色ブドウ球菌、サルモネラ属菌、腸管出血性大腸菌026、0103、0111、0121、0145及び0157(以下「腸管出血性大腸菌」という。))、カンピロバクター・ジェジュニ／コリ、エルシニア・エンテロコリチカ、ウェルシュ菌、セレウス菌、腸炎ビブリオ、ナグビブリオ、ビブリオ・ミミカス及びビブリオ・フルビアリス)の 19 項目について検査した。このうち、エルシニア・エンテロコリチカについては豚肉 20 検体を対象とし、腸炎ビブリオ(腸炎ビブリオ最確数を含む。)、ナグビブリオ、ビブリオ・ミミカス及びビブリオ・フルビアリスについては生食用鮮魚介類 10 検体を対象とし検査を実施した。そのほか、生食用牛肉 2 検体については腸内細菌科菌群の検査を行った。また、50 検体(鶏肉 15 検体、牛肉 13 検体、豚肉 12 検体、生食用鮮魚介類 10 検体)については、残留抗生物質(ペニシリン系、アミノグリコシド系、マクロライド系及びテトラサイクリン系)のモニタリング検査を併せて行った。

2・3 細菌検査

各項目の検査は、成分規格が設定されている食品については、食品、添加物等の規格基準及び各関連通知に示された方法に従い、それ以外の食品については、食品衛生検査指針及び平成26年11月20日付食安監発1120第1号厚生労働省医薬食品局食品安全部監視安全課長通知による「腸管出血性大腸菌026、0103、0111、0121、0145及び0157の検査法について」に従って実施した。

黄色ブドウ球菌、エルシニア・エンテロコリチカ、セレ

ウス菌、腸炎ビブリオ、ナグビブリオ、ビブリオ・ミミカス及びビブリオ・フルビアリスの具体的な検査方法は、検体 25 g に滅菌リン酸緩衝生理食塩水 225 mL を加えストマッカー処理し、7.0%塩化ナトリウム加トリプトンソーヤブイオン、ITC エルシニア増菌培地、食塩ポリミキシンブイオン及びアルカリペプトン水で増菌培養した後、エッグヨーク寒天培地、クロモアガーエルシニア寒天培地、NGKG 寒天培地、TCBS 寒天培地及びクロモアガービブリオ寒天培地で分離培養を行った。当該菌が疑われるコロニーについて生化学性状等の確認試験を行った。

カンピロバクター・ジェジュニ／コリについては、検体 25 g にカンピロバクター選択増菌培地（プレストン組成）を 100 mL 加え、ストマッカー処理し微好気条件で培養した後に、スキロー改良培地、mCCDA 寒天培地で分離培養を行った。当該菌が疑われるコロニーについて、生化学的性状等の確認試験を行った。必要に応じてPCRで遺伝子検出を行い同定した。

腸管出血性大腸菌の検査は、mEC 培地で増菌培養後、アルカリ熱抽出法にて菌体DNAを抽出し、リアルタイムPCRでベロ毒素遺伝子の検出を行い、ベロ毒素遺伝子陽性であった検体については、O抗原遺伝子検査を行った。さらにO抗原遺伝子陽性であった検体については、免疫磁気ビーズにより当該O血清群の腸管出血性大腸菌を集菌し、CT-クロモアガーSTEC 寒天培地（全6種のO血清群分離用）のほか、CT-SMAC 寒天培地（0103、0121、0145及び0157分離用）、CT-RMAC 寒天培地（026分離用）、CT-SBMAC 寒天培地（0111分離用）を用いて分離培養した。当該菌が疑われるコロニーについては、TSI寒天培地、LIM寒天培地及びC-LIG培地を用いて生化学性状等の確認試験を行った。その他必要に応じて、血清型別試験やベロ毒素確認試験を行い同定した。

サルモネラ属菌の検査は、検体 25 g に緩衝ペプトン水を 225 mL 加え、ストマッキングし培養した後、この一部を Rappaport-Vassiliadis 増菌培地及びテトラチオン酸塩培地で培養し、クロモアガーサルモネラ寒天培地及びDHL 寒天培地で分離培養した。なお、成分規格が設定されていない食品については DHL 寒天培地に替えて XLT4 寒天培地を用いた。当該菌が疑われるコロニーについては、生化学性状等の確認試験を行った後、血清型別試験、必要に応じて、その他の細菌学的検査を行い同定した。

2・4 畜水産食品中の残留抗生物質検査

残留抗生物質検査は、平成6年7月1日衛乳第107号厚生省生活衛生局肉肉衛生課長通知に基づき、検体中の残留抗生物質（ペニシリン系、アミノグリコシド系、マクロライド系及びテトラサイクリン系）について検査を行った。

3 結果

3・1 細菌検査結果

各食品の一般細菌数は、鶏肉では 1.2×10^3 から 1.2×10^7 /g、豚肉では 9.5×10^2 から 4.4×10^7 /g、牛肉では 1.4×10^3 から 2.7×10^7 /g、生食用鮮魚介類では 3.1×10^2 から 8.6×10^3 /g の範囲であった。

汚染指標菌及び食中毒菌の細菌検査結果を表1に示した。大腸菌群（糞便系大腸菌群を含む）は 66 検体が陽性を示した。食中毒菌の結果については以下のとおりであった。サルモネラ属菌は鶏肉 18 検体から検出された。血清型は Schwarzengrund が 16 検体、Minnesota が 1 検体及び Infantis が 1 検体が検出された。黄色ブドウ球菌は鶏肉 11 検体から検出された。カンピロバクター・ジェジュニ／コリは鶏肉 18 検体から検出され、鶏肉 17 検体からはカンピロバクター・ジェジュニが、鶏肉 1 検体からはカンピロバクター・コリが検出された。ウェルシュ菌は鶏肉 4 検体から検出された。セレウス菌は牛肉 1 検体及び生食用魚介類 1 検体から検出された。

腸管出血性大腸菌、エルシニア・エンテロコリチカ、腸炎ビブリオ、ナグビブリオ、ビブリオ・ミミカス及びビブリオ・フルビアリスはいずれの検体からも検出されなかった。また、生食用牛肉 2 検体については、腸内細菌科菌群は検出されず、規格基準に違反する検体はなかった。

3・2 畜水産食品中の残留抗生物質検査結果

検査した 50 検体については、いずれの検体からも残留抗生物質（ペニシリン系、アミノグリコシド系、マクロライド系及びテトラサイクリン系）は検出されなかった。

4 文献

- 1) 厚生労働省食中毒統計資料 (https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/kenkou_iryuu/shokuhin/syokuchu/04.html)

表 1 汚染指標菌または食中毒菌の陽性検体数

食 品 種 別	検体数	検 査 項 目 別 の 陽 性 検 体 数										
		大腸菌群	糞便系 大腸菌群	腸内 細菌科 菌群	黄色 ブドウ球菌	サル モネラ 属菌	腸管 出血性 大腸菌	カンピロ バクター・ ジェジユニ ／コロリ	エルシニア ・エンテロ コリチカ	ウェルシュ菌	セレウス菌	腸炎 ビブリオ
鶏 肉	31	31	-	-	11	18	0	18	-	4	0	-
豚 肉	20	16	-	-	0	0	0	0	0	0	0	-
牛 肉	15	11	-	-	0	0	0	0	-	0	1	-
生食用牛肉	2	0	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-
生食用馬肉	4	0	0	-	0	0	0	0	-	0	0	-
生食用鮮魚介類	10	8	-	-	0	0	0	0	-	0	1	0*
生食用かき	4	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0*
未殺菌液卵 (鶏卵)	2	0	-	-	0	0	0	0	-	0	0	-
計	88	66	0	0	11	18	0	18	0	4	2	0

- : 検査対象外

* 腸炎ビブリオ定性試験及び腸炎ビブリオ最確数は陰性並びに3/g未満であった。

福岡県保健環境研究所年報投稿規定

1 投稿資格

本誌への投稿者は、福岡県保健環境研究所に所属する職員（職員であった者及び職員と共同研究を行った者を含む）に限る。

2 原稿の種類

投稿原稿は総説、原著、短報、及び資料とする。

- (1) 総説：保健・環境分野の既発表の研究成果・今日的課題点・将来の展望を文献などにより総括し、解析したものをいう。
- (2) 原著：独創的な内容で、保健・環境分野に関する価値ある結論及び新事実並びに新技術を含むものをいう。
- (3) 短報：断片的あるいは萌芽的研究であるが、独創的な内容で保健・環境分野に関する価値ある結論及び新事実並びに新技術を含むものをいう。
- (4) 資料：調査、試験検査の結果または統計等をまとめたものとし、原著や短報のような独創性を重視するのではなく、調査結果自体の有用性を重んじた内容のものをいう。

3 原稿の書き方

- (1) 原稿はできるだけ簡潔に、わかり易く作成し、印刷ページにして（図、表を含め）、総説及び原著は6頁以内、短報及び資料は4頁以内を原則とする。
- (2) 原稿は「年報原稿作成要領」に従って作成する。ただし、資料については英文の要旨は省くものとする。
- (3) ヒトを対象とした研究で、倫理的配慮を必要とする場合は、必ず「方法」の項に研究対象者に対する倫理的配慮を記載する。

4 原稿の提出、査読及び掲載の可否

- (1) 原稿は「調査・研究発表同い」により決裁を受けた後、編集委員会に提出する。その形式は別に定める「年報原稿作成要領」に従うこと。
- (2) 編集委員会は、複数の査読員に査読を依頼する。ただし、資料についての査読は行わない。
編集委員会は査読員の意見を著者に伝え、必要に応じ修正を求める。
- (3) 修正を求められた著者は、2週間以内に修正原稿を再提出する。この期間に修正原稿の提出がなく、かつ編集委員会まで連絡がない場合は撤回したものとする。
- (4) 編集委員会は、査読結果に基づき掲載の可否及び掲載区分を決定する。

5 校正

印刷時の著者校正は、1回とする。

校正は、誤植のみとし、校正時の文字、文章、図表等の追加、添削及び変更は原則として認めない。

6 その他

その他編集上必要な事項は、編集委員会で協議する。

附 則

この規定は昭和54年4月10日より施行する。

平成16年5月10日一部改正

平成19年10月1日一部改正

平成25年4月1日一部改正

研究分野：保健

調 査 研 究 名	ワンヘルスの視点を取り入れた共通感染症のリスク分析および対策のための研究
研究者名（所属） ※ 〇印：研究代表者	〇芦塚由紀、上田紗織、重村洋明、江藤良樹(病理細菌課) 小林孝行、中村麻子(ウイルス課)
本 庁 関 係 部 ・ 課	保健医療介護部 がん感染症疾病対策課、生活衛生課
調 査 研 究 期 間	令和2年度 ― 令和4年度 （3年間）
調 査 研 究 種 目	1. ☒ 行政研究 ☐ 課題研究 ☒ 共同研究（共同機関名：九州大学大学院システム情報科学研究院） ☐ 受託研究（委託機関名： ） 2. ☐ 基礎研究 ☐ 応用研究 ☐ 開発研究 3. ☐ 重点研究 ☐ 推奨研究
福岡県総合計画	基本方向：世界を視野に、未来を見据えて成長し、発展する 中項目：ワンヘルスの推進 小項目：人獣共通感染症対策、薬剤耐性菌対策、環境保護
ワンヘルス実践6つの柱	柱1 「人獣共通感染症対策」
福岡県環境総合ビジョン（第五 次福岡県環境総合基本計 画）※環境関係のみ	柱： テーマ：
外部研究資金	☒ 採択（大同生命研究助成金） ☐ 申請予定（ ） ☐ 予定なし
キ ー ワ ー ド	①ワンヘルス ②共通感染症 ③マダニ ④吸血源動物 ⑤人口知能
研 究 の 概 要	
1）調査研究の目的及び必要性 マダニ媒介感染症である重症熱性血小板減少症候群(SFTS)は国内では2013年に初めて患者が確認されてから毎年約50～60例報告されている。福岡県では2015年度に初発例があり、2022年までに26名の患者が報告されている。また、同じマダニ媒介感染症である日本紅斑熱も近年は国内で150例以上、県内においてもほぼ毎年報告が続いている。 マダニ媒介感染症は人獣共通感染症であり、環境や動物との関連が深い、媒介種のマダニと吸血源となる動物との関係等については、まだ不明な点が多い。今後の温暖化による環境の変化により、疾病の増加等の影響も懸念されている。対策への知見を得るために、マダニが付着する動物やその生育環境との関係等のさらなる解明が課題であり、今後の感染症への予防対策に繋がる調査研究を推進していく必要がある。本研究では、継続的にマダニの調査を実施するとともに、マダニの吸血源動物およびその生息分布、気候等の環境要因に関して解析をすすめ、対策検討への知見を得ることを目的とする。	
2）調査研究の概要 当所では平成29年度から、県内におけるマダニの生息状況や病原体保有状況を調査し、その分布や季節消長、病原体保有率を明らかにしてきた。さらに対策に有効なリスク分析をするためにはマダニの吸血源となる動物や、その生育環境についての解析が必要である。マダニ媒介感染症の啓発を効果的に行うための有用な根拠資料やツールの構築が課題である。 本研究では、マダニの吸血源動物を調べる手法として、動物を捕獲することなく、採取した植生マダニから遺伝子検出によって吸血源動物を推定する手法を検討し、県内のマダニの吸血源動物を調査する。また、マダニ採取調査で得られたマダニ相のデータを活用し、地域の環境要因（気象データ、標高等）、疾病の発生状況との関連性を解析する。さらに、マダニの判別を支援するため、AI(人工知能)を活用し、調査で採取したマダニ画像等を用いた機械学習によるマダニ判別支援ツールの開発を目指す。	
3）調査研究の達成度及び得られた成果（できるだけ数値化してください。） ① マダニの吸血源動物の推定：Wodeckaら(2014)のプライマーセットを用い、nested PCRの検出系について動物遺伝子を効率よく検出するための検討を行い、採集したマダニから動物遺伝子の検出を行った。152検体のうち、65検体のマダニから動物遺伝子が検出され、検出率は42.8%であった。動物遺伝子は11種類検出され、8種類の哺乳類(シカ、イヌ、テン、アナグマ、イタチ、タヌキ、イノシシ、モグラ)、1種類の鳥類(マガン)、1種類の爬虫類(カナヘビ)、1種類の両生類(アカガエル)と多様な動物種を検出することができた。最も多く検出された動物遺伝子はシカであり、キチマダニ、フタゲチマダニ、ヒゲナガチマダニ、タカサゴキラマダニ、オオトゲチマダニの5種類(計35検体)で検出されたことから、県内で主要なマダニの吸血源と考えられた。シカ等の有害鳥獣対策はマダニ媒介感染症対策のためにも重要であると考えられた。 ② 県内のマダニ相と環境要因等の関連性解析：非計量多次元尺度法(NMDS)解析等により、気温および標高はマダニ相に影響があると考えられた。また、SFTSの発生地は、シカ捕獲数と相関が見られ、フタゲチマダニの割合が高い傾向であった。日本紅斑熱の発生地は、ヤマアラシチマダニ、タカサゴキラマダニの割合が高い傾向であった。3～8月の地域別のマダニ相を調査し解析することで、リスク評価に繋がると考えられた。 ③ マダニ判別支援ツールの開発：九州大学大学院システム情報科学研究院の協力を得てAIによるマダニ判別を検討した。当所でマダニおよびマダニ以外の虫(クモ、カメムシ等)の画像の収集を行い、九州大学大学院システム情報科学研究院でモデルの検討およびアンドロイド版アプリ、Webアプリケーションの構築を行った。物体検出手法であるYOLOv7により、適合率84%、再現率94%のモデルを構築した。	

4) 県民の健康の保持又は環境の保全への貢献

本研究により、県内におけるマダニの分布や動物との関係、リスク要因等が明らかとなり、患者発生の多い保健所や高リスクな関係者に情報提供することにより、効果的な県民への情報提供や啓発が可能となる。また、患者発生に繋がる要因を推定することで、今後の対策に繋がる。

5) 調査研究結果の独創性、新規性

当県ではこれまで、マダニ類の生息状況および病原体の保有状況調査等の調査は実施しているが、対策に向けた研究は行っていない。本研究ではマダニ媒介感染症と媒介生物、環境および動物との関係を考慮したワンヘルスの視点を取り入れた点に新規性がある。また、これまでの調査で蓄積したマダニ画像を活用し、AIによる画像認識を取り入れ、独自性のある研究テーマに発展させた。

6) 成果の活用状況（技術移転・活用の可能性）

- ・県内のマダニの分布状況やリスクについて、本庁および保健所へ情報提供が可能
- ・マダニ媒介感染症が発生した際、保健所職員と推定感染地におけるマダニ調査を行い、リスク分析が可能、また、マダニ採取方法および防除方法、判別方法の実技研修が可能

7) 当該調査研究課題に関する発表等

① 行政に対する情報提供

- ・保健部門研修会で保健所職員等へ情報提供を行う予定であったが、新型コロナウイルス感染症流行のため中止

② 県民への情報提供（保環研ニュース・年報・新聞報道等）

- ・保育園、猟友会（有害鳥獣捕獲者講習会等）への啓発資料を作成
- ・県民からのマダニに関する相談対応、情報提供
- ・福岡県保健環境研究所年報（トピックス）に人獣共通感染症についての記事を掲載
- ・ワンヘルスフェスティバルにおいてパネルおよびマダニ標本展示による啓発

③ 学会誌掲載、学会発表

●論文

- ・芦塚由紀，小林孝行，中村麻子，上田紗織，吉富秀亮，福岡県内の動物における重症熱性血小板減少症候群ウイルスの抗体保有状況について，福岡県保健環境研究所年報第47号，57－61，2020.
- ・小林孝行，芦塚由紀，中村麻子，上田紗織，吉富秀亮，錦谷まりこ，福岡県内のマダニ分布調査とSFTS患者発生要因の検討，衛生動物第72巻，75－79，2021.
- ・宋 閻徳嘉，細谷 忠嗣，安田 章人，芦塚 由紀，小林 孝行，西村 直人，錦谷 まりこ，九州大学伊都キャンパス周辺におけるマダニ類及びマダニが媒介する重症熱性血小板減少症候群に関する調査，日本野生動物医学会誌第27巻 119－125，2022.

●学会発表

- ・芦塚由紀，小林孝行，中村麻子，吉富秀亮，福岡県内の愛玩動物におけるSFTSウイルスの感染状況について，第67回福岡県公衆衛生学会，福岡市.
- ・芦塚由紀，福岡県におけるマダニ媒介感染症に関する病原体及び媒介生物についての調査研究，第47回九州衛生環境技術協議会特別講演.

●講師派遣

- ・有害鳥獣捕獲従事者安全研修会（猟友会）
- ・志免町立保育園職員研修会
- ・森林管理署職員マダニ媒介感染症研修会
- ・ヒトと動物の関係学会九州シンポジウム

●その他

- ・R2、R3、R4年度九州大学ADS育成室 データ解析PBL 成果報告シンポジウム

④ その他（学会賞の受賞，特許出願） なし

研究分野：保健

調 査 研 究 名	LC/Q-TOF/MSを用いた規制薬物等の精密分析法の開発
研究者名（所属） ※ O印：研究代表者	○新谷依子、小木曾俊孝（計測技術課）、中西加奈子、吉富秀亮、古谷貴志、重富敬太、佐藤環、飛石和大、堀就英（生活化学課）
本庁関係部・課	保健医療介護部薬務課
調 査 研 究 期 間	令和2年度 — 4年度 （3年間）
調 査 研 究 種 目	1. ☒ 行政研究 ☐ 課題研究 ☐ 共同研究（共同機関名： ） ☐ 受託研究（委託機関名： ） 2. ☒ 基礎研究 ☐ 応用研究 ☐ 開発研究 3. ☐ 重点研究 ☐ 推奨研究
福岡県総合計画	基本方向：誰もが住み慣れたところで働き、長く元気に暮らし、子どもを安心して産み育てることができる 中項目：安全で安心して暮らせる地域づくり 小項目：暮らし・食品の安全の推進
ワンヘルス実践6つの柱	柱5 「健康づくり」
福岡県環境総合ビジョン（第 五次福岡県環境総合基本計 画）※環境関係のみ	柱： テーマ：
外部研究資金	☐ 採択（ ） ☐ 申請予定（ ） ☒ 予定なし
キ ー ワ ー ド	①危険ドラッグ ②いわゆる健康食品 ③LC/Q-TOF/MS ④異性体分析
研 究 の 概 要	
1）調査研究の目的及び必要性 危険ドラッグによる深刻な事故等の多発が社会問題となり、取締りが強化されたことによって一定の成果が得られたが、未だに国内でも摘発事例が報告されている。規制薬物数は増え続け、測定対象となる薬物の化学構造は複雑・巧妙化し、機器分析に求められる技術水準は上昇している。加えて、乱用される薬物は市販薬や処方薬、個人輸入される海外医薬品やサプリメント、医薬品成分を含む「いわゆる健康食品」等、さらなる広がりを見せている。当所ではこれまでLC/Q-TOF/MSを用い、規制薬物及び「いわゆる健康食品」に含まれる医薬品類似成分の分析法開発を行ってきた。本研究では、増え続ける規制薬物に対応し、巧妙化・複雑化する化合物を精密に同定するため、LC/Q-TOF/MSをメインツールとして用い、規制薬物等の精密・網羅的・迅速な分析法を開発することを目的とした。	
2）調査研究の概要 (1) 規制薬物同定法の確立 構造異性体・位置異性体の識別分析法開発、データベース作成 (2) 新規化合物の精密分析法開発 新規化合物解析法の検討、各種分光分析装置を活用した構造決定法の開発 (3) 多種多様な薬物の網羅的分析法の開発 分析対象を広げた網羅的分析法の開発、健康被害発生時に備えた迅速分析法の開発	
3）調査研究の達成度及び得られた成果（できるだけ数値化してください。） 新たに指定された指定薬物及び類似物質50成分の標準品を入手して測定を行い、測定データを既存のデータベースに追加することで充実化させた。作成したデータベースにより、違法薬物疑似製品の検査を令和2年度に26検体、3年度に26検体、4年度に3検体実施し、測定結果を県薬務課に報告した。この危険ドラッグ検査において指定薬物5成分（N-Ethylheptedrone、bk-EBDB（Eutylone）、3,4-Methylenedioxy PV8、4F-MDMB-BINACA及び5F-MDMB-PICA）を迅速に同定することができた。分析結果は薬務課を通じて販売店舗を管轄する都道府県に情報提供され、警察当局に調査に係る資料を提供し捜査に協力した。 令和3年10月に更新・整備されたLC/Q-TOF/MS装置において測定条件の最適化や化合物リストの整備を行い、行政検査（危険ドラッグ・健康食品買上げ検査）の迅速化を実現した。 いわゆる健康食品を対象とした検査において、複雑なマトリックスである食品試料（飴、はちみつ）に含まれる医薬品成分の分析法を検討し、定量可能であることを確認した。本方法を用いて健康食品の買上げ検査を令和3年度に3検体、4年度に2検体実施し、医薬品3成分（シルデナフィル、タダラフィル及びクロロブプレタダラフィル）を検出した。	
4）県民の健康の保持又は環境の保全への貢献 本研究により、福岡県における危険ドラッグ中の違法薬物検査及び健康食品中の医薬品成分検査の実施体制が整備され、速やかに分析することが可能となった。これにより、違法な製品の流通を早期に阻止することが可能となり、県民の健康と生活の安全の確保及び健康被害の未然防止に貢献した。	

5) 調査研究結果の独創性、新規性

本研究により作成したデータベースを用いた解析は報告例が少なく有用性が高い。
本県で流通する危険ドラッグ等の検査は当研究所のみが担っており、検査体制の確立には独自性がある。

6) 成果の活用状況（技術移転・活用の可能性）

本研究を通して確立された検査体制により、毎年実施している危険ドラッグ疑い製品及び無承認無許可医薬品疑い製品の分析に活用することができる。また、本研究で培われたデータ解析技術により、危険ドラッグ・健康食品に限らず食中毒事例等の健康被害発生時の緊急対応においても迅速な原因究明への活用が期待できる。

7) 当該調査研究課題に関する発表等

① 行政に対する情報提供

- ・危険ドラッグ疑い製品の鑑定依頼に対する結果の報告
- ・無承認無許可医薬品疑い製品の成分分析依頼に対する結果の報告
- ・医院廃止時に発見された結晶粉末中の麻薬（モルヒネ）分析結果の報告

② 県民への情報提供（保環研ニュース・年報・新聞報道等）

- ・保健環境トピックス「危険ドラッグ分析の高精度化と迅速化」，福岡県保健環境研究所年報第47号，2020.
- ・中西加奈子，小木曾俊孝，飛石和大，堀就英，輸入ダイエット用製品からの医薬品成分の検出，福岡県保健環境研究所年報第48号，107-108，2021.

③ 学会誌掲載、学会発表

[学会発表]

- ・中西加奈子，小木曾俊孝，飛石和大，堀就英，輸入ダイエット用製品からの医薬品成分の検出，第47回九州衛生環境技術協議会

④ その他（学会賞の受賞，特許出願）

なし

研究分野：保健

調 査 研 究 名	食品中の残留農薬や環境汚染物質の安全性評価に関する研究
研究者名（所属） ※ 0印：研究代表者	○飛石和大、重富敬太、古谷貴志、佐藤環、中西加奈子、吉富秀亮、堀就英（生活化学課） 堤智昭（国立医薬品食品衛生研究所）
本庁関係部・課	保健医療介護部生活衛生課
調 査 研 究 期 間	令和 2 年度 — 4 年度 （3 年間）
調 査 研 究 種 目	1. ☐ 行政研究 ☐ 課題研究 ■共同研究（共同機関名：国立医薬品食品衛生研究所） ■受託研究（委託機関名：厚生労働省 ） 2. ☐ 基礎研究 ☐ 応用研究 ☐ 開発研究 3. ☐ 重点研究 ☐ 推奨研究
福岡県総合計画	基本方向：誰もが住み慣れたところで働き、長く元気に暮らし、子どもを安心して産み育てることができる 中項目：安全で安心して暮らせる地域づくり 小項目：暮らし・食品の安全の推進
ワンヘルス実践6つの柱	柱6 「環境と人と動物のより良い関係づくり」
福岡県環境総合ビジョン（第五次福岡県環境総合基本計画）※環境関係のみ	柱： テーマ：
外部研究資金	■採択（厚生労働行政推進調査事業費補助金） ☐ 申請予定（ ） ☐ 予定なし
キ ー ワ ー ド	①難燃剤 ②残留性有機化合物 ③残留農薬 ④摂取量 ⑤
研 究 の 概 要	
1）調査研究の目的及び必要性 消費者の食の安全に対する関心は高く、食品中の残留農薬や環境汚染物質に関する情報には特に敏感になっている。人への影響が懸念されている化学物質として、農薬や難燃剤等が挙げられ、これらの化学物質は、主に食品を介して生物濃縮の影響により人体への蓄積の可能性も指摘されている。これらの化学物質に関する科学的な裏付けとなる情報を得るために、食品中の実態調査を通して、食品の安全・安心確保に貢献することを目的とする。	
2）調査研究の概要 これまで、マーケットバスケット方式による平均的な食事からの摂取量調査を通じて食の安全性を確認してきたが、魚介類における生物濃縮を考慮し、魚介類を主菜とした一食分試料に限定したハロゲン系難燃剤（デクロラン類、ポリ臭素化ジフェニルエーテル、ヘキサブロモシクロドデカン）の摂取量を調査した。	
3）調査研究の達成度及び得られた成果（できるだけ数値化してください。） 本研究では、国内で購入した一食分試料（弁当類）及び健康食品の分析を通じて、塩素系難燃剤であるデクロラン類及び臭素系難燃剤であるヘキサブロモシクロドデカン（HBCDs）、ポリ臭素化ジフェニルエーテル（PBDEs）の摂取量調査を行った。デクロラン類はDechlorane 602、Dechlorane 603、Dechlorane 604、Dechlorane Plus（syn-、anti-）、Chlordene Plus及びDechloraneの7種類、HBCDsは α 、 β 及び γ の3種類、PBDEsは3～10臭素化体の35種類を調査対象とした。 一食分試料（弁当類）として、生食用魚介類を含む弁当類25種類（にぎり寿司 17種類、巻き寿司 1種類、ちらし寿司 4種類、海鮮丼 3種類）、主菜に魚介類を含む弁当類25種類（白身フライ、サバ、サケ、ウナギ、サンマ）を購入し調査を行った。また、健康食品として、魚油（精製魚油や鮫肝油）を原料とする健康食品計37製品を購入し調査を行った。それぞれ、一食（一日）分の重量から、ハロゲン系難燃剤の一食（一日）当たりの摂取量を求めた。	
4）県民の健康の保持又は環境の保全への貢献 本研究における成果は報告書としてまとめ、行政の食品衛生部門に提供した。食の安全・安心に関する行政施策に活用できる。また、専門家および県民に食品中の化学物質濃度の実態や食品からの摂取量に関する正しい知見を提供できた。	
5）調査研究結果の独創性、新規性 当所における残留性有機化合物の分析に関しては、カネミ油症事件以降、長年の技術の蓄積から一定の評価を受けており、本研究「食品によるハロゲン系難燃剤の摂取量調査」は国立医薬品食品衛生研究所との共同研究として実施された。ハロゲン系難燃剤は魚介類からの摂取量が比較的多いと考えられるが、一般的な調査では国民健康・栄養調査の食品消費量の平均に基づいた摂取量推定となっていることから、個人の嗜好を反映した摂取量は把握できていない。そこで本研究では、魚介類に着目した一食分試料や健康食品からのハロゲン系難燃剤の摂取量調査を行った。個別の弁当類や健康食品に着目した摂取量調査は、独創的で新規的である。	

6) 成果の活用状況（技術移転・活用の可能性）

食品中の残留農薬や難燃剤等の分析法開発や実態調査には高度な技術が必要とされる。本研究の成果は、実態調査結果や分析手法の獲得と技術の蓄積に寄与した。また、得られた知見については、報告書や学会発表を通じて広く社会に還元した。今後本県において食品の汚染事例発生時等に活用することが出来る。

7) 当該調査研究課題に関する発表等

① 行政に対する情報提供

- ・令和2年度、3年度及び4年度：厚生労働行政推進調査事業費補助金（食品の安全確保推進研究事業）「食品を介したダイオキシン類等有害物質摂取量の評価とその手法開発のための研究」
分担研究報告書・総合研究報告書「魚介類を主菜とする一食分試料（弁当類）及び魚油を原料とする健康食品からのハロゲン系難燃剤の摂取量調査」

② 県民への情報提供（保環研ニュース・年報・新聞報道等）

なし

③ 学会誌掲載、学会発表

【学会誌掲載】

- ・Sato T, Tobiishi K, Hori T, Tsutsumi T, Matsui T, Akiyama H: Exposure to hexabromocyclododecanes from boxed sushi, Organohalogen Compounds, 82, 121 (2021).
- ・Tobiishi K, Sato T, Hori T, Tsutsumi T, Akiyama H: Exposure to polybrominated diphenyl ethers through boxed sushi, Organohalogen Compounds, 82, 117 (2021).
- ・Sato T, Tobiishi K, Hori T, Tsutsumi T, Matsui T, Akiyama H: Exposure to Halogenated Flame Retardants from Fish Oil Supplements, Organohalogen Compounds, 83, 195 (2022).

【学会発表】

- ・飛石 和大, 佐藤 環, 堀 就英, 堤 智昭, 穂山 浩: 食品中のハロゲン系難燃剤の一斉分析法の検討, 第29回環境化学討論会 (2021.6)
- ・Sato T, Tobiishi K, Hori T, Tsutsumi T, Matsui T, Akiyama H: Exposure to hexabromocyclododecanes from boxed sushi, 41st International Symposium on Halogenated Persistent Organic Pollutants (2021.11)
- ・Tobiishi K, Sato T, Hori T, Tsutsumi T, Akiyama H: Exposure to polybrominated diphenyl ethers through boxed sushi, 41st International Symposium on Halogenated Persistent Organic Pollutants (2021.11)
- ・佐藤 環, 飛石和大, 堀 就英, 松井利郎, 堤 智昭, 穂山 浩: 市販の調理済み食品（寿司弁当類）からの塩素系難燃剤デクロラン類の摂取量調査, 第117回食品衛生学会学術講演会 (2021.10) .
- ・飛石 和大, 佐藤 環, 堀 就英, 堤 智昭, 穂山 浩: 食品中のハロゲン系難燃剤の一斉分析法の検討（2）, 第30回環境化学討論会 (2022.6)
- ・佐藤 環, 飛石和大, 堀 就英, 堤 智昭, 穂山 浩, 松井利郎: 市販の調理済み食品（弁当類）からの臭素系難燃剤ヘキサブロモシクロドデカンの摂取量調査, 第30回環境化学討論会 (2022.6)
- ・Sato T, Tobiishi K, Hori T, Tsutsumi T, Matsui T, Akiyama H: Exposure to Halogenated Flame Retardants from Fish Oil Supplements, 42nd International Symposium on Halogenated Persistent Organic Pollutants (2022.10)
- ・佐藤 環, 飛石和大, 堀 就英, 松井利郎, 堤 智昭, 穂山 浩: 魚介類を主菜とする市販の調理済み食品（弁当類）からの塩素系難燃剤デクロラン類の摂取量調査, 第118回食品衛生学会学術講演会 (2022.11)

④ その他（学会賞の受賞、特許出願）

なし

研究分野：環境

調 査 研 究 名	環境DNAを用いた侵略的外来種検出法に関する研究
研究者名（所属） ※ ○印：研究代表者	○中島 淳、金子洋平、石間妙子、須田隆一（環境生物課）、平川周作（水質課）
本庁関係部・課	環境部・自然環境課
調 査 研 究 期 間	令和2年度 ～ 4年度 （3年間）
調 査 研 究 種 目	1. ■行政研究 □課題研究 □共同研究（共同機関名： ） □受託研究（委託機関名： ） 2. □基礎研究 ■応用研究 □開発研究 3. □重点研究 □推奨研究
福岡県総合計画	基本方向：誰もが住み慣れたところで働き、長く元気に暮らし、子どもを安心して産み育てることができる 中項目：快適な環境の維持、保全 小項目：自然との共生と快適な生活環境の形成
ワンヘルス実践6つの柱	柱3 「環境保護」
福岡県環境総合ビジョン（第五次福岡県環境総合基本計画）※環境関係のみ	柱 ：自然共生社会の推進 テーマ：生物多様性の保全と自然再生の推進
外部研究資金	□採択（ ） □申請予定（ ） ■予定なし
キ ー ワ ー ド	①侵略的外来種 ②環境DNA ③外来種対策 ④生物多様性保全 ⑤防除手法
研 究 の 概 要	
1）調査研究の目的及び必要性 福岡県では生物多様性戦略第2期行動計画において、侵略的外来種リスト2018を活用した予防的かつ総合的な対策の推進に取り組んでいる。本戦略においては侵略的外来種の予防的かつ総合的な対策や、生息・生育状況の確認、市町村と連携した防除支援の進展が挙げられていることから、そのための具体的かつ効率的な新手法の早急な開発が求められている。このためには、早期の侵入・定着の把握、定期的なモニタリング調査、また多様な主体による取組が不可欠であるが、特に水生種についてはその捕獲や同定に高い専門的技術が必要であることから課題が多い。本研究では近年注目されている技術である環境DNAを用いた侵略的外来種の検出法の開発を行う。具体的には水生の侵略的外来種の遺伝子データベースの構築と、いくつかの種を対象とした検証実験に基づく具体的な調査手法の確立に取り組む。	
2）調査研究の概要 福岡県侵略的外来種リストに掲載されている水生の外来種のうち、種同定可能な塩基配列が明らかになっているものを既存データベース上から調査する。あわせて適宜採集を行い遺伝子解析用標本の作製を行う。次に取得した標本の遺伝子解析を行い、種同定に必要な塩基配列を確定する。あわせて侵略的外来種の種同定に必要な遺伝子データベースを整備する。最終的には淡水魚類から1～2種、水生植物から1～2種を選定して野外と室内における採水と環境DNA法による解析を行い、適切に検出・同定できるかを確認する。また、具体的な手法を整理する。	
3）調査研究の達成度及び得られた成果（できるだけ数値化してください。） ○ 国外外来魚13種（スポッテッドガー、ニシキゴイ、キンギョ、ククチヒナモロコ、ソウギョ、カラドジョウ、タウナギ、カダヤシ、グッピー、ブルーギル、オオクチバス、ナイルティラピア、カムルチー）、国内外来魚6種（ゲンゴロウブナ、ワタカ、ハス、ビワヒガイ、タモロコ、コウライモロコ）について、標本に紐づいたcytb領域と12S領域の塩基配列のデータセットを作成した。これは福岡県侵略的外来種リストに掲載されている外来魚16種類を含む。 ○ ダム湖（油木ダム及び力丸ダム）における4季の環境DNA調査を実施し、前者からは4種、後者からは2種の県侵略的外来種リスト掲載種を検出することができた。実際の魚類相データとも整合的であったが、季節ごとのばらつきも大きいことから、河川と比べて検出力に違いがあり採水地点を工夫する必要があることがわかった。 ○ 那珂川の4地点と矢部川水系二ツ川の3地点における4季の環境DNA調査を実施し、同時に同地点での精度の高い魚類相リストを作成し比較した。その結果、前者からは3種、後者からは6種の外來種を検出することができた。実際の魚類相データときわめて整合的で、今回の採水・分析手法で正確に検出できることがわかった。	

○ 県内で外来集団の侵入・定着が確認されている5種類（フナ属、ツチフキ、ゼゼラ、モツゴ、ドジョウ属）について、標本に紐づいたcytb領域と12S領域の塩基配列データセットを作成した。

○ 外来種タイリクバラタナゴの交雑集団と、在来種ニッポンバラタナゴ純系集団のそれぞれについて採水・分析を行ったが、タイリクバラタナゴの検出ができなかった。

4) 県民の健康の保持又は環境の保全への貢献

外来魚類の侵入・定着状況を早期に把握することが可能となり、健康被害や産業被害を効果的に解決することに貢献する。また、県侵略的外来種リスト掲載種を対象とした調査も円滑に進めることで環境保全にも貢献する。

5) 調査研究結果の独創性、新規性

種レベルの検出手法の確立を行うと同時に、一部の種については外来集団の検出に必要な塩基配列データを整備することができた。これにより遺伝的攪乱の現状把握のための調査を進めることが可能となった。

6) 成果の活用状況（技術移転・活用の可能性）

県ワンヘルス推進行動計画に明記された「生物多様性に配慮した公共工事の進展」を円滑に進める上で、環境アセスメント調査手法としての活用が行われた。

7) 当該調査研究課題に関する発表等

① 行政に対する情報提供

- ・福岡県筑後農林事務所が実施する水路改修に伴う希少淡水魚類保全を目的とした環境DNA調査において、その調査地点選定や採水手法について助言を行った。
- ・大分県日田土木事務所が実施する河川改修に伴う希少淡水魚類保全を目的とした環境DNA調査において、その調査地点選定や採水手法について助言を行った。
- ・環境省が実施する国内希少野生動植物種セポジビラの分布把握を目的とした環境DNA調査において、その調査地点選定や採水手法について助言を行った。

② 県民への情報提供（保環研ニュース・年報・新聞報道等）

- ・平川周作・中島 淳（2020）河川水を対象とした環境DNA分析による魚類相調査の可能性．福岡県保健環境研究所年報，47：62-66．
- ・保健環境研究所公式ツイッター（@Fihes_Fukuoka）における環境DNA調査手法や調査風景の紹介（2021年11月30日、2021年12月10日、2022年8月3日）．

③ 学会誌掲載、学会発表

- ・平川周作・中島 淳・松木昌也・古賀敬興・秦 弘一郎・柏原 学・古閑豊和・石間妙子・金子洋平・宮脇 崇・志水信弘・松本源生・石橋融子（2022）水生生物の保全に係る水質環境基準の指標となる魚種の生息状況調査における環境DNA分析の可能性．全国環境研会誌，47：19-24．
- ・中島 淳・平川周作（2021）環境DNAを用いた河川魚類相調査について．第47回九州衛生環境技術協議会（オンライン）．
- ・平川周作・中島 淳・大井和之（2020）九州に生息する純淡水魚を対象とした個体標本にトレーサブルなDNAデータベースの構築 —MiFish領域—．第3回環境DNA学会・第36回個体群生態学会大会合同大会（オンライン）．

④ その他（学会賞の受賞、特許出願）

日本環境化学会 第30回環境化学技術賞