

## 2 研究概要報告

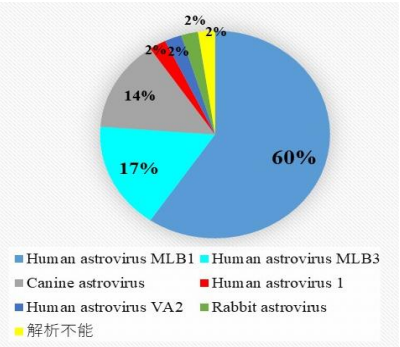
## 研究成果報告書（１）

研究課題名	環境水サーベイランスにおける病原ウイルスアセスメント
担 当	保健科学部 専門研究員 梶田弘子
<p><b>1 目的</b></p> <p>当センターでは、感染症流行予測調査事業のポリオウイルス感染源調査（令和５年度まで毎月実施）及び新型コロナウイルス感染源調査（令和６年度から毎週実施）に参加し、環境水（流入下水）調査を実施している。流入下水中には腸管系病原ウイルスや呼吸器系病原ウイルスが含まれるため、感染症発生動向調査における病原体サーベイランスの一助となっている。また、顕性、不顕性を問わず多くの病原ウイルスを検出できることから、患者発生の状況を把握するだけでなく感染症の早期探知や流行を予測することが期待される。</p> <p>６年度は、５年度調査で検出頻度が高かったアストロウイルスの遺伝子解析を実施するとともに、新たにインフルエンザウイルスについて、流入下水中の実態調査及び情報発信を行い、感染症発生動向調査事業の充実に資することを目的に実施した。</p> <p><b>2 方法</b></p> <p>（１）アストロウイルス（AstV）の遺伝子解析</p> <p>令和元～５年度において、毎月採水した 60 検体（下水濃縮法；陰電荷膜濃縮法、RNA 抽出法；QIAamp Viral RNA Mini Kit）について、２種類のプライマー条件（Mon244/82b、ORF1b SF0073/SF0076）で RT-PCR 法を実施した。両プライマー条件で陽性となった 42 検体について、ダイレクトシーケンスを実施し塩基配列を決定した。</p> <p>（２）インフルエンザウイルス（A、B）</p> <p>インフルエンザウイルス A 及び B について、2024/2025 シーズンは令和 6 年 10 月（第 40 週）から翌年 3 月まで調査を行った（n=4、欠測週：第 1 週）。さらに、過去検体のうち、2023/2024 シーズンの第 43 週～翌年第 18 週の RNA 検体について、遡り調査を行った（第 11 週までは月 1 回採水）。下水濃縮・RNA 抽出は Promega「Wizard Enviro Total Nucleic Acid kit」、RNA 定量はタカラバイオ「Influenza virus Detection RT-qPCR Kit for Wastewater」を用いて実施した。</p> <p><b>3 結果及び考察</b></p> <p>（１）アストロウイルスの遺伝子解析</p> <p>42 検体中 41 検体の塩基配列が決定し、Human AstV MLB1 が 25 検体、Human AstV MLB3 が 7 検体であった（図 1）。感染性胃腸炎事例で検出されることが多い Human astrovirus 1 は 1 例のみであった。</p> <p>（２）インフルエンザウイルス</p> <p>①2024/2025 シーズンは、第 42 週の下水検体から A が検出され、第 45 週からウイルス RNA 量が増加し、定点あたり患者数と正の相関が認められた（図 2）（ピアソン相関係数 0.812、<math>p&lt;0.01</math>）。2024/2025 シーズンの流行入りは第 46 週であったことから、下水調査は流行の早期探知に活用できることが示された。なお、B は、単発的に検出され、3 月末頃から RNA 量の増加が認められた。</p> <p>②第 49 週の下水検体から AH1pdm2009 が検出され、同時期のインフルエンザ患者検体から検出された亜型と同じであったことから、下水調査によりシーズンの流行型を把握できると思われた。</p> <p>③2024/2025 シーズンにおける下水中のインフルエンザウイルス調査結果については、10 月から岩手県感染症情報センターで情報提供を開始した。</p> <p>④2023/2024 シーズンは、A 型の流行に続き B 型が流行し 2 峰性を示し、遡り調査の結果、下水に検出された期間の RNA 量と患者数には A・B とも相関が認められた（図 3）（ピアソン相関係数 A:0.62、<math>p&lt;0.05</math>、B:0.69、<math>p&lt;0.05</math>）。</p> <p>⑤２シーズンにわたるインフルエンザウイルス調査の結果、下水調査は、地域流行の情報源として活用できるこ</p>	

とが示されたが、流行状況は毎シーズンごとに異なり、感染者数の推移は流行のピーク時期やウイルスの種類によって影響を受けるため、流行把握・流行予測を検討する上で継続して調査する必要があると考えられた。

#### 4 今後の研究方向等

インフルエンザウイルス調査の継続に加え、令和7年4月から急性呼吸器感染症が5類感染症に追加されることから、RSウイルス等呼吸器ウイルスの下水検査体制を検討し、感染症発生動向調査事業の充実を図る。



Human astrovirus MLB1	25
Human astrovirus MLB3	7
Canine astrovirus	6
Human astrovirus 1	1
Human astrovirus VA2	1
Rabbit astrovirus	1
解析不能	1
計	42

図1 アストロウイルスの遺伝子解析の結果

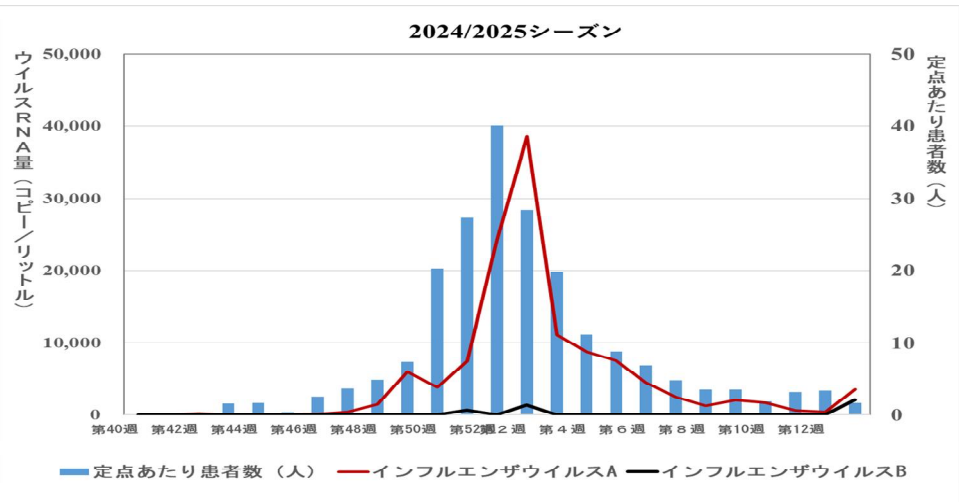


図2 流域医療圏におけるインフルエンザ定点あたり患者数とウイルス RNA 量の推移（2024 年第 40 週～2025 年第 13 週）

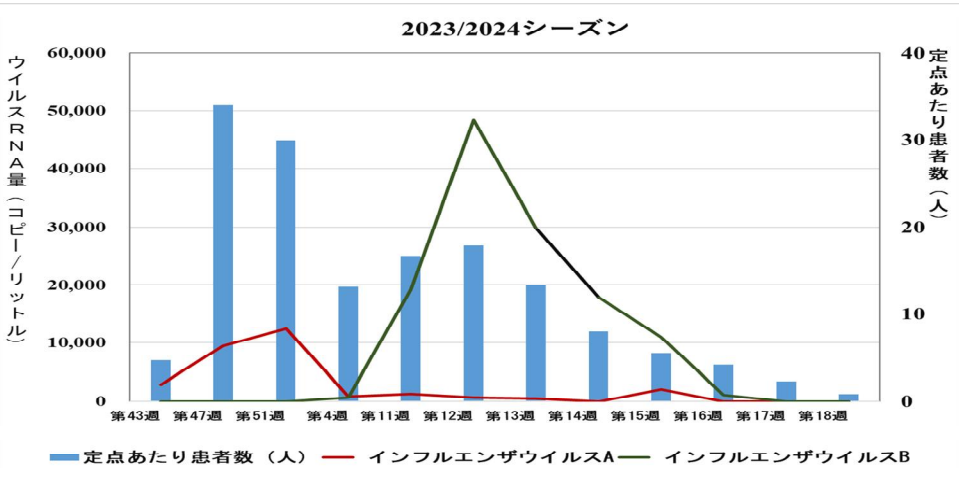


図3 流域医療圏におけるインフルエンザ定点あたり患者数とウイルス RNA 量の推移（2023 年第 43 週～2024 年第 18 週）

## 研究成果報告書（２）

研究課題名	地域の健康課題解決を目的とした保健情報の効果的活用に向けた基礎的研究
担 当	保健科学部 主任専門研究員 並岡 亜希子、主査専門研究員 平野 春菜、 上席専門研究員 三浦 紀恵

### 1 目的

当センターの保健情報について、より効果的な情報還元を進めるため、情報還元内容及び地域の特徴的な健康課題等を抽出するための新たなデータ解析法の確立を目指す。

また、県民の栄養・食生活について、新たな視点からのデータ解析法を検討し、現状把握を進める。

これにより、県民の健康・生活習慣の実態に関するより多角的な情報還元を進め、地域における生活習慣病予防対策の充実強化に資するものである。

### 2 方法

#### (1) 情報還元内容及び新たなデータ解析法等の確立

ア 関係機関を対象に実施した「効果的な情報還元の推進に向けた保健情報の活用に関する調査」（令和５年度実施。以下「保健情報の活用に関する調査」という。）の結果を分析。分析結果を基に、当センターの保健情報について評価・検討を行った。

イ 上記アを踏まえ、保健情報の各種データについて、還元内容や解析法等の検討及び見直しを行った。

#### (2) 栄養・食生活の状況に関する分析

ア 他自治体における取組の情報収集、及び栄養摂取状況調査から得られる情報について整理し、解析項目・解析法等について検討を進めた。

### 3 結果

#### (1) 情報還元内容及び新たなデータ解析法等の確立

ア 保健情報の活用に関する調査の分析結果（抜粋）

##### 保健情報の活用に関する調査

〔調 査 期 間〕 令和５年７月３日～７月２８日

〔調査対象機関〕 433 機関（県関係室課、市町村（保健衛生担当課、国保担当課、教育委員会）、小中高等学校、医療保険者等、大学（保健師・管理栄養士養成施設））

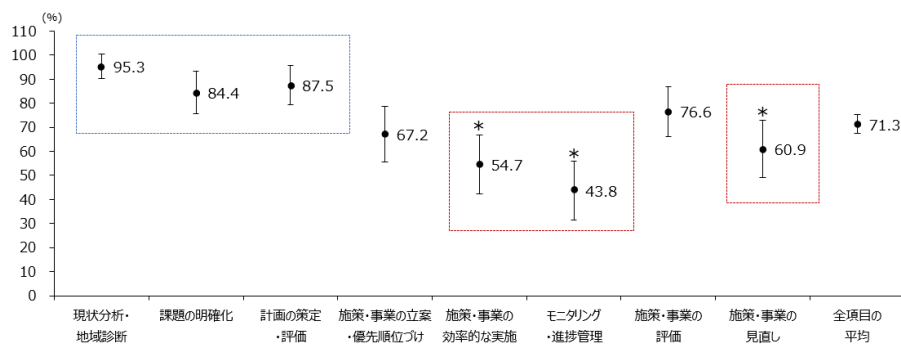
〔回 答 率〕 75.5%（回答数 327／433 機関）

〔各種施策等を実施する際の統計データの活用状況〕

統計データを活用している目的として、活用の割合が高い「現状分析・地域診断」、「課題の明確化」、「計画の策定・評価」に対して、「施策・事業の効率的な実施」、「モニタリング・進捗管理」、「施策・事業の見直し」は有意に低かった（図１）。

図１ 統計データを活用している目的

〔集計対象〕 県、市町村保健衛生担当課、市町村国保担当課（n=64）



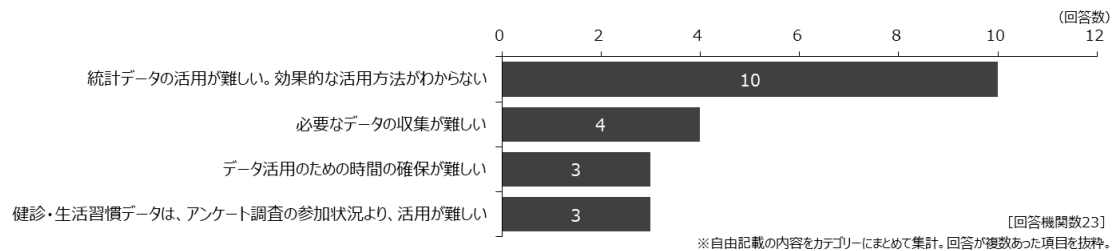
\* : 活用している割合の高い「現状分析・地域診断」、「課題の明確化」、「計画の策定・評価」に比べて、有意に低いことを示す。  
— : 95%信頼区間（母比率の推定）

### [データ活用の課題]

回答のあった 23 機関のうち、およそ半数が「統計データの活用が難しい。効果的な活用方法がわからない。」と回答していた (図 2)。

図 2 各種計画や施策、事業の立案・評価等にデータを活用するに当たっての課題

[集計対象] 県、市町村保健担当課、医療保険者等、教育関係機関



- ※ 分析結果及び保健情報の評価・検討結果は、報告書として取りまとめた。  
また、概要版をホームページに掲載し、関係機関へ情報提供した。

### イ 保健情報の還元内容や解析法等の検討

当センターが提供する保健情報の還元内容・解析法等について、次のとおり検討を進めた。

項目		主な内容
人口動態	出生・死亡・婚姻・離婚・死産	・情報提供内容、情報提供様式の見直し (A) ・解析法の見直し (B)
	妊婦	・情報提供内容の見直し (A) ・集計テンプレートの見直し (B)
健診・生活習慣	乳幼児	・情報提供内容の見直し (A) ・集計テンプレートの作成 (B)
	児童・生徒	・ニーズに合わせた情報提供内容の見直し (A) ・集計結果の構成の見直し (A)(B)
	特定健診・特定保健指導	・SMR 算出、オープンデータ等各種データの集計テンプレートの作成 (A)(B)
	人口・人工妊娠中絶・脳卒中・自殺	・情報提供内容、情報提供様式の見直し (A) ・解析法の見直し (B)
ホームページ「保健情報の広場」		・掲載情報を見直し (A)

(A)：還元内容 (B)：解析法・作業の効率化

### (2) 栄養・食生活の状況に関する分析

県の健康課題である肥満及び高血圧に関連すると考えられる項目を選定した。

[主な解析項目]

①料理・食品選択の傾向 ②食塩摂取量と料理、食品の関連 ③野菜摂取量と料理、食品の関連 等

[集計単位] 県全体、地域別、性別、年代別

## 4 今後の研究方向等

本研究は、令和 7 年度にかけての 2 年計画としている。保健情報の活用に関する調査の分析から、求められる保健情報のあり方及びデータ活用の支援等について示唆が得られたことから、今年度検討した内容をもとに、次年度は以下について取り組む。

なお、当センターでは、地域の健康状態を把握する上での上位指標である死亡に関する情報（人口動態）の他、リスク因子の指標となるライフステージ別の健診・生活習慣に関する情報を収集している。国が公表するオープンデータ等も活用し、「健康日本 21（第 3 次）」や「健康いわた 21 プラン（第 3 次）」において示されている、ライフコースアプローチを踏まえた健康づくりの取組に資する情報提供を視野に入れて検討を進める。

### (1) 情報還元内容及び新たなデータ解析法等の確立

還元内容・解析法等の検討及びデータ解析を進める。なお、解析法の検討に当たっては、作業の効率化も考慮する。得られた結果は情報還元反映させていく。

### (2) 栄養・食生活の状況に関する分析

解析項目・解析法等の検討及びデータ解析を進める。得られた結果は関係機関へ還元する。

# 研究成果報告書（3）

研究課題名	残留農薬検査における GC-MS/MS 分析の水素キャリアガス使用の検討	
担 当	衛生科学部 主任専門研究員 涌井 玲、上席専門研究員 宮手 公輔	
1 目的	<p>当センターでは、食品衛生法に基づく収去検査により、年間 100 検体程度の野菜及び果実等の残留農薬検査を実施しており、当該検査で使用する機器は、GC-MS/MS 及び LC-MS/MS である。</p> <p>このうち、GC-MS/MS 分析で使用するキャリアガスについては、測定感度の高いヘリウムを使用していたが、近年、日本国内へのヘリウム供給が不安定化し、価格の高騰等の問題が発生しており、当センターへのヘリウムの供給について不透明な状況となっている。</p> <p>今年度、GC-MS/MS 装置について水素発生装置によるキャリアガスの水素化を図るとともに水素による分析感度の低下対策として大量注入方式 LVI を付属した装置へ機器更新し、妥当性評価を行ったことからその結果について報告する。</p>	
2 方法	<p>前処理方法は、株式会社アイスティサイエンスが開発した STQ 法（GC-B 法）により行った。</p> <p>品目毎に試験対象である農薬を含まない試料に試験対象の農薬を 2 濃度（0.01ppm 及び 0.04ppm）添加した試料を調製し、1 日（1 回）2 併行、5 日間の枝分かれ試験を行った。</p> <p>評価対象品目は、ほうれんそう、きゃべつ、えだまめ、とまと、きゅうり、りんご、ぶどう、玄米及びオレンジの 9 品目とし、試験対象農薬は、270 成分とした。</p> <p>GC-MS/MS の測定条件は、表 1 のとおりである。</p> <p>測定結果について、「妥当性評価ガイドライン」に基づき、選択性、回収率、精度及び定量限界を求め、目標値に適合しているか確認した。</p>	
	表 1 GC-MS/MS 測定条件	
	機器	GC : Agilent社製 8890 MS/MS : Agilent社製 7000E
	キャリアガス	水素
	注入口温度	290 °C
	オープン温度	60 °C (4 min) - 25 °C/min - 150 °C - 3 °C/min - 200 °C - 8 °C/min - 310 °C (5 min) → 310 °C (ポストラン5 min)
	トランスファーライン温度	290 °C
	カラム	Agilent社製 VF-5MS (0.25 mm × 30 m , 0.25 µm)
	注入モード	大量注入LVI
	試料注入量	10 µL
	イオン化方式	EI (70 eV)
	イオン源温度	300 °C
	測定モード	MRM
3 結果	<p>妥当性評価の結果について、表 2 に妥当性評価項目毎の適合数を、図 1 に品目別の添加濃度 0.01ppm の回収率の分布を示した。</p> <p>水素キャリアガスによる分析において、多くの農薬成分の定量が可能であることを確認した。特に玄米の回収率については、他品目より全体的に高い傾向であることが分かった。</p> <p>また、オレンジは、以前にもキャリアガスがヘリウムの際に妥当性評価を行ったが、他の品目に比べて低回収率で精度も低く、妥当性評価不適合となる成分が多くあり、良好な結果は得られていなかった。今回、大量注入方式 LVI で評価したところ、各評価項目の数値の著しい悪化は見られず、他の品目と同様、妥当性評価結果に問題がないことを確認した。</p>	
4 今後の研究方向等	<p>本検討により、水素キャリアガス分析による残留農薬検査実施標準作業書を逐次、改訂したことにより、収去検査を維持継続することが可能となった。今後は、収去検査対象品目を拡充するため、今回、妥当性評価を実施した代表農産物に類似する食品についても添加回収試験を実施し、試験検査体制の充実強化を図りたい。</p>	

表2 妥当性評価項目毎の適合数（対象農薬 270 成分中）

品目	選択性	0.01 ppm			0.04 ppm			定量下限	全評価項目 適合数
		回収率	併行精度	室内精度	回収率	併行精度	室内精度		
ほうれんそう	253	225	266	257	215	265	243	270	198
きゃべつ	256	221	262	250	225	267	254	270	201
えだまめ	252	207	265	243	217	261	248	270	193
とまと	259	218	262	238	224	265	255	270	210
きゅうり	254	213	261	244	223	257	253	270	199
りんご	253	221	262	244	223	258	250	270	204
ぶどう	249	213	262	247	224	266	263	270	194
玄米	251	214	262	254	217	266	256	270	194
オレンジ	247	183	259	251	188	261	259	270	164

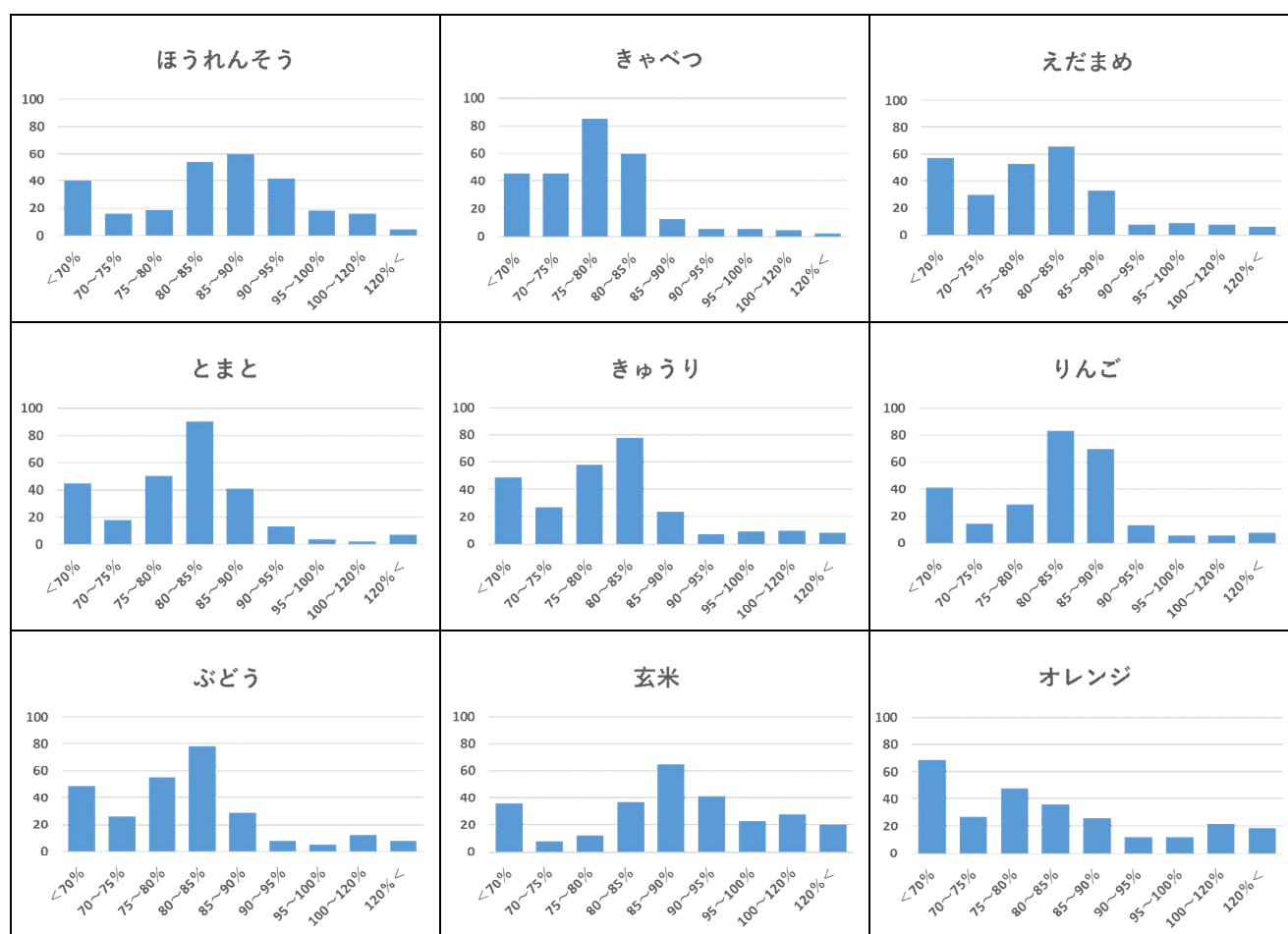


図1 品目別の添加濃度 0.01ppm の回収率分布

グラフ縦軸：成分数

グラフ横軸：回収率

# 研究成果報告書（４）

研究課題名	ヒスタミン分析法の検討
担 当	衛生科学部 主任専門研究員 後藤吉乃

## 1 目的

ヒスタミン食中毒を疑う事案が発生した場合に、速やかに対応できる検査体制を整備することを目的とする。

## 2 方法

食品試料として、さばの水煮・さばの味噌煮・ツナ（まぐろ油漬）の3品目を選定し、ヒスタミンを代表とする不揮発性アミン類6種類について、ブランク試料 n=1、添加試料 n=5 の添加回収試験を実施した。試料中濃度は100 ppmとした。

抽出は、北海道立衛生研究所が開発した方法を参考に、若干の改変を加えた方法とした（Fig. 1）。得られた抽出液は0.01N 塩酸で1,000倍希釈し、3つの精製方法を試した。すなわち、Whatman Anotop（0.02 μm）、コスモスピンフィルター（0.45 μm）及びUltrafree-MC（5,000 NMWL）の3種類のフィルターろ過処理を比較した。各方法で得られたろ液は、LC-MS/MSにて分析した。機器はSciex社のExionLC AE及びQTRAP4500を使用し、分析条件はTable. 1のとおりとした。

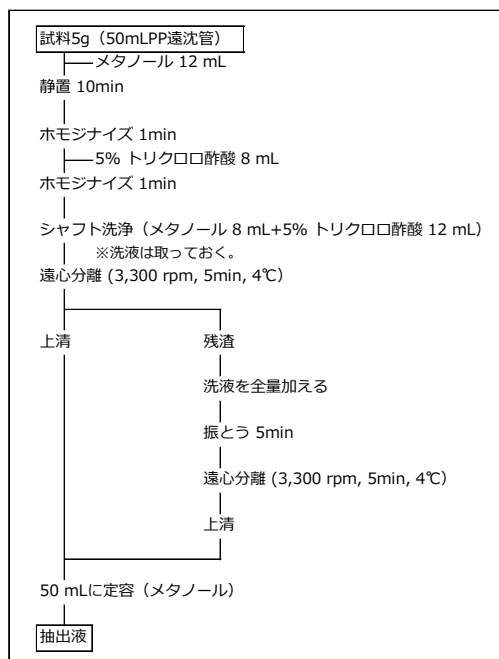


Fig.1 抽出方法

Table.1 不揮発性アミン類7種のLC-MS/MS分析条件

Parameter	Setting																																																		
LC Conditions																																																			
LC column	Imtakt Scherzo SM-C18 (150 mm×2 mm i.d. 3 μm)																																																		
Mobile phase	A: 5 mM ammonium formate B: methanol/water/formic acid = 80 / 20 / 0.5																																																		
Gradient (B%)	0% (0 min) → 70% (10.00 min) → 100% (10.01 min) → 100% (15.00 min) → 0% (15.01 min) → 0% (20.00 min)																																																		
Colmun temperature	40℃																																																		
Flow rate	0.3 mL/min																																																		
Injection Volume	5 μL																																																		
MS Conditions																																																			
Ionization mode	ESI (positive)																																																		
Ion-spray voltage	4,500 V																																																		
Turbo gas temperature	300℃																																																		
Ion Souece Gas (GS1)	30 psi																																																		
Ion Souece Gas (GS2)	70 psi																																																		
Transition																																																			
	<table><tr><th></th><th>Precursor ion (m/z)</th><th>Product ion Quantifier (m/z) Qualifier (m/z)</th><th>Declustering potential (V)</th><th>Collision energy (V)</th></tr><tr><td rowspan="2">Histamine (His)</td><td rowspan="2">112</td><td>95.1</td><td rowspan="2">41</td><td>19</td></tr><tr><td>68.3</td><td>31</td></tr><tr><td>Cadaverine (Cad)</td><td>103</td><td>86.2</td><td>16</td><td>13</td></tr><tr><td rowspan="2">Tyramine (Tyr)</td><td rowspan="2">138</td><td>121.1</td><td rowspan="2">26</td><td>13</td></tr><tr><td>77.2</td><td>37</td></tr><tr><td>Putrescine (Put)</td><td>89</td><td>72.3</td><td>26</td><td>13</td></tr><tr><td rowspan="2">Tryptamine (Try)</td><td rowspan="2">161</td><td>144.1</td><td rowspan="2">36</td><td>15</td></tr><tr><td>117</td><td>33</td></tr><tr><td rowspan="2">2-phenylethyl amine (Phm)</td><td rowspan="2">122</td><td>105</td><td rowspan="2">31</td><td>17</td></tr><tr><td>77.1</td><td>39</td></tr><tr><td rowspan="2">Agmatine (Agm)</td><td rowspan="2">131</td><td>72.2</td><td rowspan="2">36</td><td>19</td></tr><tr><td>114.2</td><td>15</td></tr></table>		Precursor ion (m/z)	Product ion Quantifier (m/z) Qualifier (m/z)	Declustering potential (V)	Collision energy (V)	Histamine (His)	112	95.1	41	19	68.3	31	Cadaverine (Cad)	103	86.2	16	13	Tyramine (Tyr)	138	121.1	26	13	77.2	37	Putrescine (Put)	89	72.3	26	13	Tryptamine (Try)	161	144.1	36	15	117	33	2-phenylethyl amine (Phm)	122	105	31	17	77.1	39	Agmatine (Agm)	131	72.2	36	19	114.2	15
	Precursor ion (m/z)	Product ion Quantifier (m/z) Qualifier (m/z)	Declustering potential (V)	Collision energy (V)																																															
Histamine (His)	112	95.1	41	19																																															
		68.3		31																																															
Cadaverine (Cad)	103	86.2	16	13																																															
Tyramine (Tyr)	138	121.1	26	13																																															
		77.2		37																																															
Putrescine (Put)	89	72.3	26	13																																															
Tryptamine (Try)	161	144.1	36	15																																															
		117		33																																															
2-phenylethyl amine (Phm)	122	105	31	17																																															
		77.1		39																																															
Agmatine (Agm)	131	72.2	36	19																																															
		114.2		15																																															



### 3 結果

3種類のフィルター過法について、添加回収試験で得られた平均回収率をFig. 2に示す。加工食品3品目、不揮発性アミン類7成分すべてにおいて回収率70～120%を満たすフィルター処理はなかった。

しかし、実際にヒスタミン食中毒疑いの事案が発生した場合、まずはヒスタミンを正確に定量できる方法が第一選択肢となる。この点において、Anotopによる処理が適当と考えられた。ただし、Anotop処理では、ツナのRSD%が23.1%と高く、ばらつきが大きくなった。

以上のことから、食中毒疑いに係る食品検査を実施する際には、未知試料についてn=5で検査し、その平均値を検査結果とすることが妥当と考える。

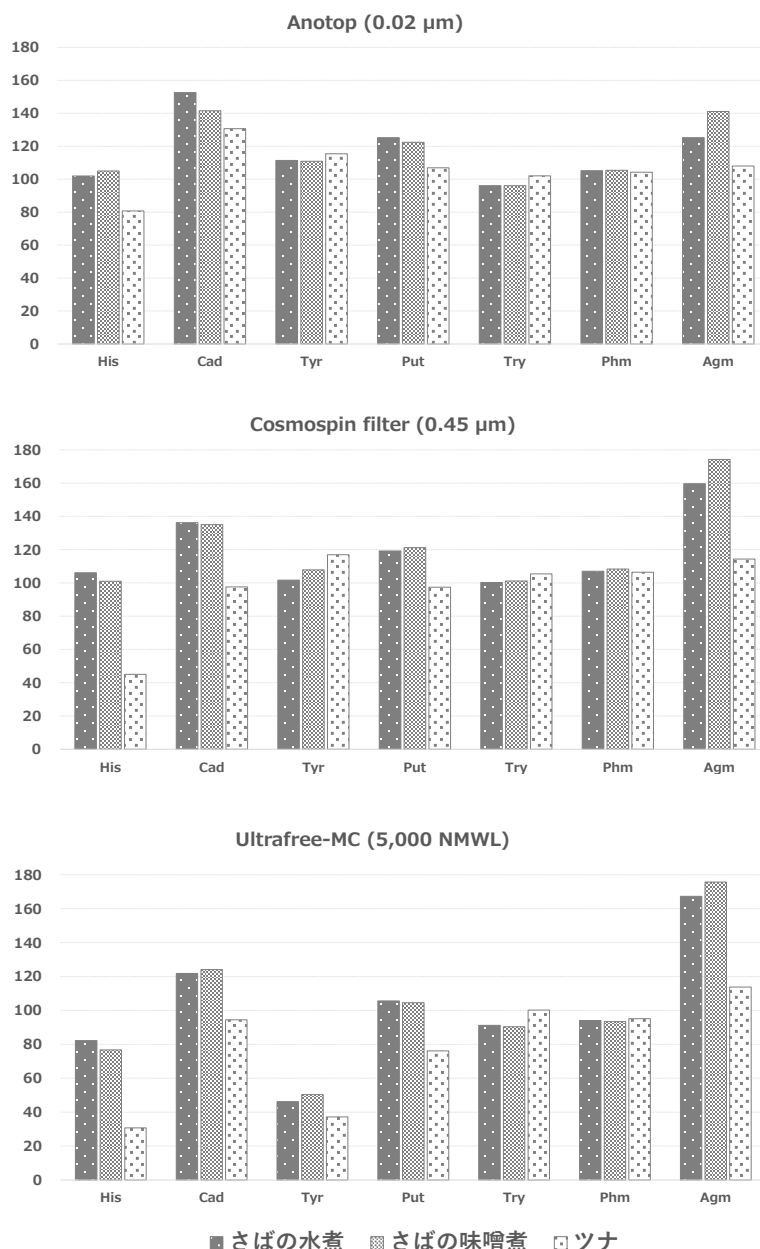


Fig.2 不揮発性アミン類7成分の添加回収試験 (n=5) における回収率

### 4 今後の研究方向等

この前処理法は迅速簡便であり、使用する HPLC カラムも HILIC カラムに比べて平衡化時間が短く、扱いが容易で再現性も高い。このことから、食中毒疑いの対応時には、本分析法を活用したい。

## 研究成果報告書（５）

研究課題名	麻痺性貝毒の推移把握と傾向分析に関する研究
担 当	衛生科学部 上席専門研究員 宮手 公輔、主任専門研究員 後藤 吉乃、技師 藤田 涼斗
1 目的	<p>麻痺性貝毒(Paralytic shellfish toxins) (以下、「PSTs」という。)は、C-toxin 群、GTX 群の総称であり、これらを保有する Alexandrium 属等の有毒なプランクトンをホタテガイが捕食し毒化する。加賀ら<sup>1)</sup>の報告によれば、毒化したホタテガイ可食部の毒量減衰率は <math>1.96 \pm 0.23</math> %/day であり、一度毒化すると毒量減衰には長期間を要する。近年、岩手県沿岸のホタテガイの高毒化が頻繁に観測され、春先に毒化してから半年以上継続して出荷規制となる地域が複数見られる。</p> <p>PSTs 減衰の傾向は年ごとに異なり減衰度合いを予測することは非常に困難であるが、その要因の一つにホタテガイ中の PSTs の分布や減衰傾向が不明であることが挙げられる。</p> <p>本研究では、LC-MS/MS を用いて部位別の PSTs を測定し、ホタテガイの部位別・毒成分別減衰傾向を分析したのでその概要を報告する。</p>
2 方法	<p>ホタテガイ分析試料は、2024 年 4 月 22 日、5 月 8 日、5 月 23 日及び 6 月 3 日に岩手県沿岸の定点において採取したものを用いた。可食部全体測定用として各採取日毎にホタテガイ可食部として 200 g 以上を採取し、ペースト状になるまで粉碎混合した。また、これとは別に各採取日毎にホタテガイ 2 枚を採取し、中腸腺、貝柱、腎臓、外套膜（ヒモ）、生殖腺及び鰓を採取し、2 枚分の同部位を混合細切したものを試料とした。可食部及び各部位の粉碎試料 5 g（腎臓は 5 g 未満のため全量を使用）を採取し、既報<sup>2)</sup>により前処理を行い、LC-MS/MS を用いて C1、C2、GTX1、GTX2、GTX3、GTX4、GTX5、dcGTX2 及び dcGTX3 の濃度を測定した。</p> <p>測定された PSTs 濃度に基づき、以下の解析を行った。</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>① 部位別・毒成分濃度推移の確認：各採取日・各部位における毒成分別の濃度変化を確認した。</li> <li>② 部位別 PSTs 経時変化の評価：各部位における PSTs 濃度の経時的な推移を、4 月 22 日の濃度を 100% とした相対値で評価した。</li> <li>③ PSTs 部位別存在比率の算出：各部位の毒成分濃度に当該部位の重量を乗じて絶対量を算出し、各部位における PSTs 存在比率を算出した。</li> <li>④ 毒性寄与率の算出：部位別および毒成分別の絶対量に大島ら<sup>3)</sup>の比毒係数を乗じてマウスユニット (MU) 値を算出し、各部位-各毒成分が全可食部の毒性に寄与する割合（百分率）を算出した。</li> </ol> <p>これらの解析により、ホタテガイにおける貝毒の分布と減衰傾向を詳細に把握することを試みた。なお、③及び④の解析においては、エピマー平衡による変動の影響を排除するため、C1 と C2、GTX1 と GTX4、GTX2 と GTX3、dcGTX2 と dcGTX3 の各濃度を合算して評価を行った。</p>
3 結果	<p>部位別の PSTs 濃度推移を Fig. 1 に示す。中腸腺で特に高濃度であり、C1&amp;2 および GTX1～4 が顕著であった。外套膜と腎臓では GTX2 が高濃度で検出された。</p> <p>部位別の PSTs 濃度変化状況（4/22 濃度を 100% とした相対値）を Fig. 2 に示す。中腸腺では 5 月 23 日までにすべての濃度が大幅に減少した（2～18%）。腎臓では更に速い減衰を示した（5 月 8 日までに 10～23%）。一方、外套膜と生殖腺では減衰が緩やかで、一部成分（外套膜 GTX2、生殖腺 GTX1/2）は一時的に増加した。</p> <p>PSTs の部位別存在比率を Fig. 3 に示す。いずれの成分も主に中腸腺に存在し、特に C1/2 は 90% 以上が中腸腺に存在した。GTX 群は外套膜にも比較的多く分布し、GTX2/3 は 30～40%、GTX1/4 は 20～25% が外套膜に存在した。</p> <p>部位-毒成分ごとの全可食部に対する毒性寄与率を Fig. 4 に示す。全毒性の約 95% は中腸腺と外套膜由来であり、その内訳は中腸腺が 7～8 割、外套膜が約 2 割であった。毒性成分別に見ると、GTX1～4 が全体の 93% 程度を占めた。</p>

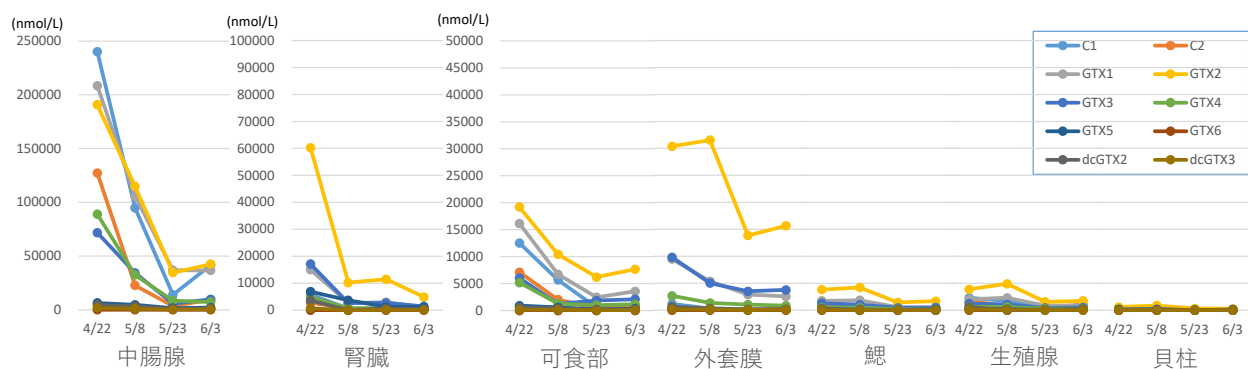


Fig. 1. 各測定試料における麻痺性貝毒濃度の推移

#### 4 考察・まとめ

部位別の毒減衰を評価した結果、腎臓と主要蓄積部位である中腸腺では2～4週間で毒濃度が初期値の約20%まで速やかに低下した。対照的に、外套膜など一部組織では減衰が遅く、特に GTX1～4 は4週間後も30～46%が残存し、外套膜や生殖腺の GTX2 は難減衰性を示した。この傾向は毒性寄与率にも現れ、外套膜の GTX2/3 の寄与率は初期の約10%から4週間後には約16%に増加した。一方、中腸腺の寄与率は初期の約78%から4週間後には約69%に低下した。この傾向が続けば、外套膜の毒性寄与率がさらに増大する可能性が示唆された。

#### 5 今後の方針

今年度は試料不足のため長期的な減衰と毒性寄与率の変動を十分に把握できなかった。一般的にホタテガイの麻痺性貝毒は中腸腺に偏在するとされるが、食の安全性の観点から外套膜も重要な監視対象であることが示唆されたことから、今後、調査を継続し、長期的な評価を実施する予定である。

#### 6 参考文献

- 1) 加賀 新之助ら, 令和2年度岩手県水産技術センター年報, 2021, 21-27.
- 2) 渡邊 龍一, 麻痺性貝毒とテトロドトキシン測定のための超高速液体クロマトグラフィー 質量分析法 (UHPLC/MS/MS) マニュアル version 1.0.1, <https://x.gd/VzVX8>, 2022.
- 3) Ohshima. Y., *J. AOAC Int.*, 1995, 78, 528.

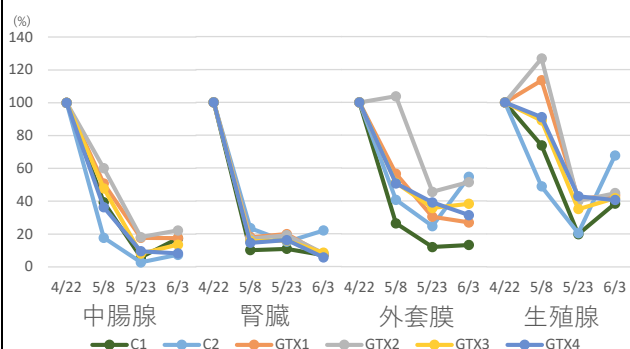


Fig. 2. 部位別の PSTs 経時推移 (4/22 を 100% とした濃度比)

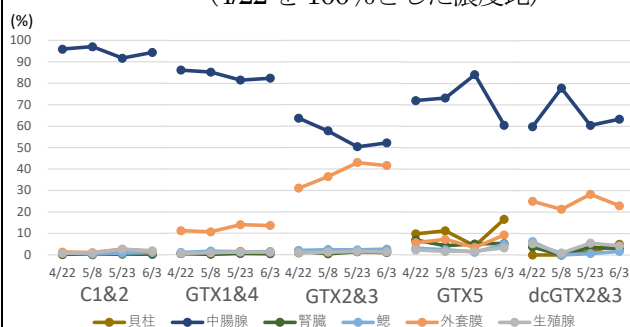


Fig. 3. PSTs 別部位存在比の経時変化

採取日	測定部位	麻痺性貝毒 寄与率 (%)					各部位合算
		C1&2	GTX1&4	GTX2&3	GTX5	dcGTX2&3	
4/22	中腸腺	2.7	52.7	22.1	0.1	0.8	78.4
	外套膜	0.0	7.0	10.6	0.0	0.3	18.0
	貝柱	0.0	0.3	0.2	0.0	0.0	0.6
	腎臓	0.0	0.3	0.6	0.0	0.0	0.9
	鰓	0.0	0.6	0.7	0.0	0.1	1.4
	生殖腺	0.0	0.4	0.3	0.0	0.1	0.8
	可食部換算	2.8	61.3	34.5	0.1	1.3	100.0
5/8	中腸腺	1.0	48.6	23.8	0.1	1.1	74.6
	外套膜	0.0	6.1	14.1	0.0	0.3	20.6
	貝柱	0.0	0.8	0.8	0.0	0.0	1.6
	腎臓	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.2
	鰓	0.0	0.9	0.9	0.0	0.0	1.9
	生殖腺	0.0	0.5	0.5	0.0	0.0	1.0
	可食部換算	1.1	57.1	40.3	0.2	1.4	100.0
5/23	中腸腺	0.5	49.5	18.6	0.1	0.7	69.4
	外套膜	0.0	8.3	16.5	0.0	0.3	25.2
	貝柱	0.0	0.9	0.5	0.0	0.0	1.5
	腎臓	0.0	0.3	0.5	0.0	0.0	0.9
	鰓	0.0	0.7	0.9	0.0	0.0	1.6
	生殖腺	0.0	0.8	0.6	0.0	0.1	1.4
	可食部換算	0.6	60.5	37.7	0.1	1.1	100.0
6/3	中腸腺	1.2	43.9	22.6	0.1	1.1	68.9
	外套膜	0.1	7.1	18.1	0.0	0.4	25.7
	貝柱	0.0	0.5	0.7	0.0	0.1	1.4
	腎臓	0.0	0.2	0.4	0.0	0.0	0.7
	鰓	0.0	0.8	1.1	0.0	0.0	2.0
	生殖腺	0.1	0.6	0.5	0.0	0.1	1.3
	可食部換算	1.4	53.1	43.5	0.2	1.7	100.0

Fig. 4. MU 換算値による毒性寄与状況

# 研究成果報告書（6）

研究課題名	化学物質による環境リスクの把握・低減化に向けたスクリーニング分析法の開発
担 当	環境科学部 上席専門研究員 伊藤 朋子

## 【研究①】LC-QTOFMS Data independent acquisition (DIA) による化学物質スクリーニング手法の検討

### 1-1 目的

LC-QTOFMS 用自動同定・定量システム (AIQS-LC) <sup>1)</sup> は、QTOFMS による精密質量測定と、MS スペクトル、保持時間 (RT) 及び検量線データを統合したデータベースを基盤とし、標準物質を用いることなく、約 540 種の化学物質ターゲットスクリーニングを可能とする。前年度の研究においては、異なる実験室間における RT の変動要因を排除するため、リテンションインデックス (RI) による補正手法を検討し、物質同定の信頼性向上を図った。今年度は、データベース未登録物質のサスペクトスクリーニングやノンターゲット分析への応用を視野に入れ、AIQS-LC データベースを教師データとして活用した機械学習による RI 予測モデルの構築を試みた。

### 1-2 結果と考察

表 1 に機械学習の実施環境を、表 2 に構築した各予測モデルの性能指標を示す。機械学習による予測モデルの構築においては、RI が付番された AIQS-LC 登録物質を教師データ (Train) として用いた。目的変数を RI、説明変数を各物質の分子記述子 (SLogP 等、モデルへの寄与率が高いと判断された 73 個を選抜) とした。11 種類の機械学習アルゴリズムを適用し、5 分割交差検定により予測モデルを構築した。その結果、最も高い予測性能を示した Gradient Boosting について、全 Train データを用いて再学習を行い、最終的な予測モデルとした。外部検証データセット (実測 RI 付番済み) である Test1 および Test2 を用いた最終モデルの予測精度を図 1 に示す。Test1 に対する予測結果は RMSE が高く、予測値が広範囲に分布する傾向が認められた。一方、Test2 に対する予測精度は比較的良好であった。各データセットにおける分子記述子を主成分分析 (PCA) により次元削減し、ケミカルスペース上にプロットした結果、Test1 (黄色) は Test2 (紫色) と比較して、Train データ (緑色) の分布密度が低い領域に多く分布していることが確認された。Test1 における予測誤差の増大は、Train データセット内に構造的に類似した物質が少ないことに起因すると考えられる。今後は、教師データの密度が低い領域に属する物質群を拡充し、学習モデルの汎化性能向上を目指すとともに、AIQS-LC で測定可能な未登録物質に対するサスペクトスクリーニングおよびノンターゲット分析への応用について検討を進める予定である。

表 1 機械学習の実施環境

実施環境
Google Colaboratory
Python 3.10
Libraly
RDKit,Mordret (分子記述子取得)
Scikit-learn (機械学習)
ChemPlot (ケミカルスペース描画)
データセット
Train (AIQS-LC DBより464物質選抜)
Test1 (農薬、医薬品、工業用薬品等30物質)
Test2 (農薬類90物質)

表 2 各モデルの推定精度

model name	R <sup>2</sup>	RMSE	MAE
LinearRegression	0.707	176.9	132.1
Ridge	0.717	173.9	129.9
Lasso	0.704	177.9	140.4
DecisionTree	0.542	221.2	169.2
RandomForest	0.767	157.6	120.2
<b>GradientBoosting</b>	<b>0.812</b>	<b>141.9</b>	<b>110.3</b>
AdaBoost	0.762	159.4	125.7
SVR	0.703	178.3	122.2
KNeighbors	0.648	193.8	148.2
XGBoost	0.775	155.0	117.9
PLSRegression	0.717	173.9	129.7

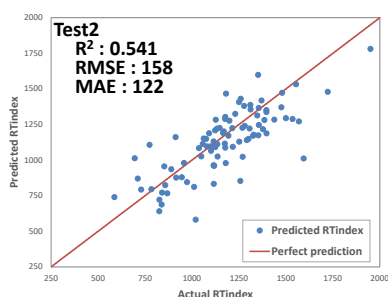
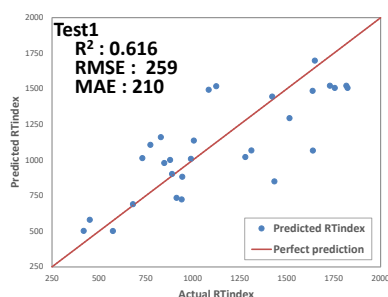


図 1 Gradient Boosting モデルによる Test data の RI 予測結果

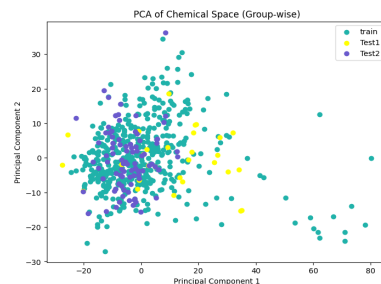


図 2 各 Data set の Chemical space





# 研究成果報告書（7）

研究課題名	地下水中の鉛起源推定手法の確立
担 当	環境科学部 主任専門研究員 長澤敦

## 1 目的

地下水の常時監視において発生源不明のまま継続監視を行っている鉛汚染井戸等について、地下水中の共存元素や鉛同位体比等から鉛起源を推定するとともに、同推定手法を検証、確立し、汚染井戸周辺地区調査や継続監視調査の実施に係る統一的な調査方法及び判断基準の策定に繋げることを目的とする。

## 2 方法

調査対象は、鉛を対象として継続監視調査を実施している地点の井戸等とし、通水量に伴う鉛と共存元素の濃度変化及び鉛同位体比を調査した。その調査結果を用いて、当センターの先行研究<sup>1)</sup>で開発した鉛起源推定フロー（概要は図1のとおり）を評価・検証するとともに、発生源判定用チェックシートの検討を行った。

## 3 調査結果

### (1) 鉛及び共存元素濃度変化

表1に通水量ごとの鉛及び銅の濃度を示す。調査した13地点のうち、40L通水時に汚染井戸周辺地区調査実施基準超過（鉛3 $\mu$ g/L以上）の井戸は5地点、うち銅34 $\mu$ g/L超過は3地点であった。一方、蛇口開栓直後（0L）では鉛3 $\mu$ g/L以上は11地点、うち銅34 $\mu$ g/L超過は10地点であった。また、図2に示すとおり、通水により給水用具に関連する銅、鉛、亜鉛の濃度は低下する一方、関連しないほう素、砒素の濃度はほぼ一定であることが確認された。

表1及び図2が示唆するとおり、給水用具の影響を排除するためには、滞留水を十分排出する必要がある、その量を40Lとしていた。しかし、多くの地点でこの通水量が適切なのかが検証されていなかった。今回、過去の調査も含めた20地点について、100L通水時の鉛濃度を1とした時の通水量ごとの鉛濃度比の変化を確認し、図3に示した。検討した全地点で通水に伴い濃度比が1に向け収束し、地点間のばらつきも小さくなることが確認できる。鉛濃度比は100L通水まで漸減を続けるが、40L通水時点で、75%の井戸が100L比+30%未満に低下することから、運用を考えた場合、妥当な排出量であると考えられる。

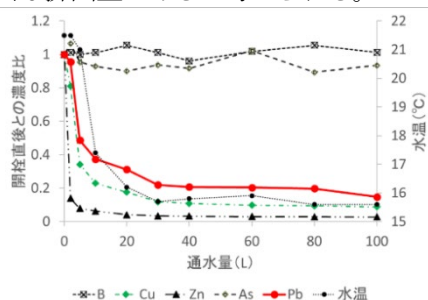


図2. 通水量ごとの鉛及び共存元素の濃度変化（地点7）

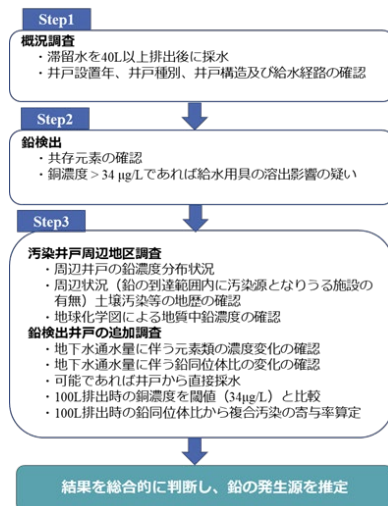


図1. 鉛起源推定フロー

地点	鉛濃度 (µg/L)			銅濃度 (µg/L)		
	0L	40L	100L	0L	40L	100L
1	1.3	1.4	1.2	30	27	21
2	110	1.9	1.4	1900	18	14
3	23	4.7	3.4	1000	110	70
4	14	1.0	1.0	300	11	9
5	2.7	1.1	0.9	80	36	33
6	6.5	3.0	2.5	83	22	17
7	13	2.8	2.0	230	25	20
8	13	1.6	1.4	180	27	22
9	11	7.9	6.2	16	24	19
10	15	3.0	2.5	4000	490	330
11	3.9	3.1	2.9	510	55	42
12	6.7	1.6	1.3	600	110	90
13	8.5	0.7	0.7	200	14	14

表1. 通水量ごとの鉛及び銅の濃度

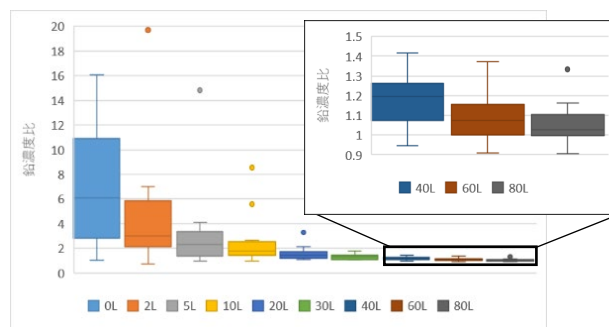


図3 100L 通水時を1とした時の通水量ごとの鉛濃度比(n=20)

\* (外れ値)  $<Q1-1.5 \times IQR, >Q3+1.5 \times IQR$

## (2) 鉛同位体比の測定

海外の鉱床鉛は国内の鉛と異なる同位体比を持つため、海外鉱石を使用する工業製品は、日本固有の鉛同位体比と異なる分布を示すことが知られている。このため、鉛同位体比 ( $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ ) を測定することで、鉛汚染の由来が自然又は人工物のいずれによるものであるか推定することができる。

いずれの地点、通水量とも自然由来 ( $0.844 \pm 0.007$ ) とは大きく異なる結果 ( $0.863 \sim 0.876$ ) となった。また、先行研究で示した算出式を用いて自然由来汚染の寄与率算定を行ったが、先行研究で自然由来の寄与を無視できないとした値 (自然由来の寄与 30%以上) は確認できなかった。

## (3) 推定フローにおける測定値以外の情報

調査対象井戸のいずれも人為的な汚染の地歴はなく、地質中の鉛濃度が高い地域には存在していない。また、井戸から直接採水可能な地点はなかった。

# 4 評価・検証

## (1) 鉛起源推定フローの評価

給水用具関連元素の濃度は通水により低下するため、40L 通水後の試料では、給水用具からの溶出影響が疑われる場合でも、フローで給水用具からの溶出影響を疑う閾値としている銅濃度  $34\mu\text{g/L}$  を超過しない場合もあった。一方、蛇口開栓直後試料では 13 地点中 11 地点で銅濃度  $34\mu\text{g/L}$  を超過したことから、鉛起源の推定を行う場合は、追加調査を行い、蛇口開栓直後試料の採取が必要と考える。

## (2) 鉛起源判定シートの作成

鉛起源判定シート (表 2) を作成し、評価を行った。先行研究の推定フローの項目及び本研究で得られた知見によりチェック項目とスコアを設定した。採水地点ごとに該当する項目をチェックし、起源別にスコアを合計することで判定を行うものである。本シートは試作品の段階であるが、今回の 13 地点に適用すると、いずれも給水用具由来という判定となった。

表 2. 鉛起源判定シート (例)

チェック項目		給水	人為的	自然	給・自	給・人	自・人
地歴	人為的な汚染の地歴あり	×	○	×	×	○	○
	人為的な汚染の地歴なし	○	×	○	○	×	×
	地質中鉛濃度が高値 (地球化学図・休廃止鉱山付近など)	×	×	○	○	×	○
測定結果	40L 排出時の鉛濃度 $2\mu\text{g/L}$ 以上かつ銅濃度 $34\mu\text{g/L}$ 以上	○	?	?	○	○	×
	開栓直後と 40L 排出時で鉛の濃度差がある	○	×	×	○	○	×
	開栓直後と 40L 排出時で鉛の濃度差がない	×	○	○	×	×	○
	鉛同位体比が自然比の範囲内	×	×	○	×	×	×
	鉛同位体比が自然比の範囲外	○	○	×	?	○	?
	40L 以上排出時の鉛同位体比について自然鉛の寄与率が 30% 以上	×	×	○	○	×	○
	同一帯水層に鉛汚染の影響が観察されない (周辺調査 (半径 80m))	○	×	×	×	×	×
スコア	給水	5	1	1	3	3	0
	人為汚染	1	3	1	0	2	2
	自然	1	1	5	3	0	3
	給・自	3	0	3	5	2	2
	給・人	3	2	0	2	4	1
	自・人	0	2	3	2	1	4

# 5 今後の研究方向等

今後は、鉛汚染のない地下水を市販の給水用具に通水する試験等を行い、推定フローの検証を行う他、鉛起源判定シートについて、さらに検討を行いたい。また、研究成果を活用し、地下水常時監視の適切かつ効率的な実施のための細目改正に向けた提案につなげていきたいと考えている。

参考文献 1)伊藤橋本,全国環境研会誌,48 巻 2 号,27-32,(2023)

## 研究成果報告書（８）

研究課題名	岩手県における絶滅危惧植物を対象にした種の存続の技術開発に関する研究
担 当	地球科学部 上席専門研究員 小山田智彰

### １ 目的

岩手県は豊かな自然環境に恵まれているが、近年は希少植物が絶滅する危機も生じている。そこで、いわてレッドデータブックに搭載されている希少植物から保護の手立てが必要な絶滅危惧植物を対象に、種を存続させるための技術の開発を行う。また、希少植物の資源としての活用を模索し希少植物の保護 PR への活用を図る。その上で他機関からの高度な要求に対応できる技術・実績を獲得するように取り組む。

#### 【研究対象とした絶滅危惧植物 6 種】

研究分類	対象植物名	いわてRDB	生息地確認状況
I	アツモリソウ	Aランク	2 箇所
I	ムラサキ	Aランク	1 箇所
I	ナツエビネ	Aランク	1 箇所
II	ハマナデシコ	Aランク	1 箇所
II	スナビキンソウ	Aランク	3 箇所
II	エゾツルキンバイ	Aランク	2 箇所
II	オオアカバナ	Aランク	2 箇所

### ２ 実施内容

- (1) 自生地の調査及び周辺環境の状況確認、保護対策への取り組み、先進地の活動状況についての調査を行う。
- (2) 種を存続させるための科学的な技術開発とその活用の評価を行う。
- (3) 国、県、市町村等の依頼に対応した技術支援を行う。（地域資源の活用等を含む）

### ３ 主な成果

- (1) 東日本大震災発生年から継続している岩手県沿岸部の海浜性希少植物調査を実施し、県内における研究対象種の現状等を明らかにした。特に消失の危険性が高い植物について、「岩手方式」と命名した種の存続の取り組みを学会で発表した。この方法は、独自の「消失リスク評価」による消失の危険性を予測し、その上で種子保存、発芽・育苗、そして苗移植による野生復帰を行うものである。今後は、来年度の調査結果を含めて学会誌への論文投稿を進める。
- (2) 花巻市依頼のアツモリソウについて、保全措置と野生復帰のための苗生産を進めた。また、自生地で採種した種子の一部を国の種子保存機関である環境省新宿御苑管理事務所に提出した。
- (3) アツモリソウの地域遺伝資源の活用策として、国内外の希少なアツモリソウ属を材料にした交配を重ねて新品種の開発を進め、開花中に花色が変化する新品種の開発に成功した。これを「モリオカ」という種名で国際登録機関である英国王立園芸協会国際登録を行った結果、新品種として認められた。
- (4) ムラサキの種子回収と苗生産試験に取り組み、発芽・育苗させた苗を用いて野生復帰試験に取り組んだ。この根を収穫し、色素を抽出して「紫根染」を実施した。
- (5) ナツエビネの種子回収と苗生産試験に取り組み、発芽・育苗させた苗を用いて野生復帰試験に取り組んだ。

### ４ 今後の取り組み

- (1) 内陸に自生する希少植物 3 種（I）の種子保存と野生復帰を目的にした苗生産技術の開発を進める。特に、紫根染の原料となるムラサキについては、生育適地の選択を行って野生復帰に取り組む予定である。
- (2) 東日本大震災後から継続してきた沿岸部の希少植物調査の結果を取りまとめて学会誌への投稿を進める。海浜性希少植物 4 種（II）の種子保存と野生復帰に取り組むが、エゾツルキンバイについては採種が困難であることから、開発等による自生地の消失がないようにモニタリング調査を継続する。



## 〈主な発表〉

№	主催団体	掲載雑誌名・号	発表年月日	カテゴリー	タイトル名	発表者	査読審査
1	自然環境復元学会	第25回自然環境復元学会研究発表会要旨	2025/2/21	口頭発表	消失リスク評価を用いた海浜性希少植物の動態把握と野生復帰に関する取り組み～『岩手方式』の実践報告～	小山田智彰・飯野重和	無

## 〈第25回自然環境復元学会全国大会の発表スライドより〉

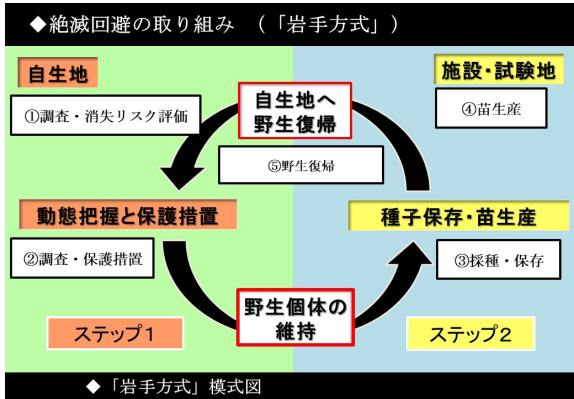


図1 「岩手方式」による絶滅回避の取り組み

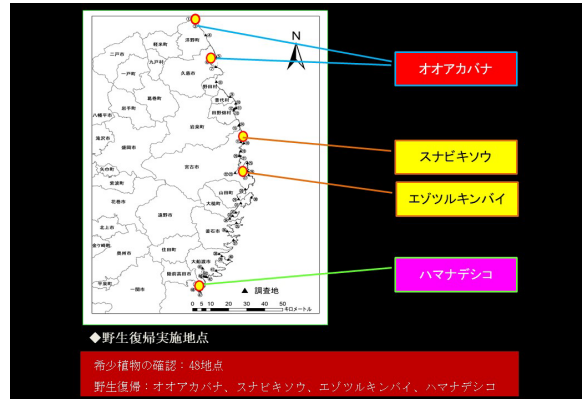


図2 対象4種の野生復帰の実施地点

◆採種適期の調査（希少植物4種）

オオアカバナ スナビキソウ エゾツルキンバイ ハマナデシコ

表4 採種適期の調査結果（2024年）

種名	100ランタ	開花 はじめ	5月	6月	7月	8月	9月	10月	メモ
オオアカバナ	絶滅危惧Ⅰ類	7月			開花	なし	なし	10月と11月に採種の実績あり	
スナビキソウ	絶滅危惧Ⅰ類	5月	開花	採種	採種	採種	採種	6月から10月が採種適期	
エゾツルキンバイ	絶滅危惧Ⅰ類	5月	開花	なし	なし	なし	なし	6月に採種の実績あり	
ハマナデシコ	絶滅危惧Ⅰ類	7月			開花	採種	採種	9月から10月が採種適期	

図3 自生地における採種適期の確認



図4 種子保存の流れ

## 〈地域遺伝資源を用いたアツモリソウ新品種の開発と国際登録〉



図1 国際登録種「Morioka（モリオカ）」



図2 国際登録書

*Cyp. reginae*（レギナエ）× *Cyp. iwate*（アツモリソウ×ホテイアツモリソウ×ファスキオラーツム）の4種のワシントン条約指定種を交配して作出した

# 研究成果報告書（9）

研究課題名	ツキノワグマの個体数推定精度の向上ならびに 生息密度がツキノワグマの出没に及ぼす影響
担 当	地球科学部 主査専門専門研究員 鞍懸 重和
1 目的	<p>国内のツキノワグマ（以下、クマ）の個体数推定について、2012 年の環境省環境研究総合推進費による研究をとりまとめた手引き書が自然環境研究センターより発刊されている（自然環境研究センター 2012）。本手引き書では調査地面積 100 km<sup>2</sup>以上に 80～100 基程度のトラップを等間隔で設置し、空間明示標識再捕獲法（Gardner et al. 2009; Borchers and Efford 2008）（以下、SECR 法）によりクマの個体数を推定することが推奨されている。しかし、このトラップデザインでは 15,280 km<sup>2</sup>の森林面積を有する岩手県において、各地域のクマの生息密度を反映させるような調査を検討した場合、多大なコストが発生することが予想されるため、岩手県では調査地面積及び設置トラップ数を縮小したトラップの小集団を多数設けるクラスター状トラップ配置を採用している。</p> <p>クラスター状トラップ配置は広域な調査を可能とする一方、トラップ数の減少によるクラスターごとの推定精度の低下が見られる（鞍懸・山内 2024）ことや、トラップの配置によっては 20km 以上移動するクマの長距離移動個体の観測をしやすくする傾向がある。特に長距離移動個体の観測は、SECR 法がクマの行動圏距離を前提とした手法であるため、行動圏距離の推定に影響し推定精度及び正確度に影響すると考えられるが、このことが SECR 法によるクマの個体数推定結果に与える影響について検討した研究はない。</p> <p>そこで本研究では、クマの長距離移動個体の観測が SECR 法によるクマの推定結果にどの程度影響するかをシミュレーションにより示し、その影響を軽減する手法について検討することを目的とした。</p>
2 方法	<p>試行する生息密度は 0.25 頭/km<sup>2</sup>、0.50 頭/km<sup>2</sup>、0.75 頭/km<sup>2</sup>及び 1.00 頭/km<sup>2</sup>の 4 試験区とした。また設置トラップは 2010 年に実施した北上山地北部地域に設置したトラップ配置を想定した（図 1）。トラップの最東端、最西端、最北端、最南端から 5 km 加えた長方形の範囲である対象地域と各生息密度から、仮想のクマの個体数を算出し、対象地域内の x 座標と y 座標からそれぞれクマの個体数分だけ一様分布によりランダムに座標を抽出しクマの行動圏の中心とした。</p> <p>仮想データの生成に用いたパラメーターは、検出率を 0.023、行動圏距離を 1.481km と設定した。検出関数は Half-Normal Model とし、設定した検出率と行動圏距離を検出関数のパラメーターとした上で、各クマの行動圏の中心と各トラップの距離ごとの捕獲率を算出した。それらの捕獲率を用いて 2 項分布により、10 セッション分の捕獲の成否を生成し、捕獲履歴データを試験区ごとに 1000 データ作成した。</p> <p>長距離移動個体の観測が個体数推定に与える影響を明らかにするため、長距離移動個体が捕獲されたことを想定し、作成した 4 試験区の捕獲履歴データの末端 2 データを、それぞれ移動距離 0km、5km、10km、15km、20km、25km 及び 30km の捕獲データに置換し R 用パッケージ secr（Efford et al. 2004; Borchers and Efford 2008）で生息密度を推定した。</p>

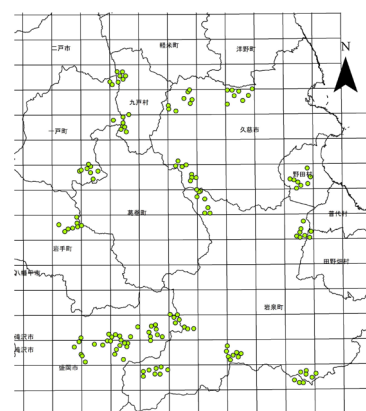


図 1 シミュレーションで想定したトラップ位置

置換した捕獲データから推定した生息密度の推定値群の中央値の傾向から、長距離移動個体を想定した捕獲データが個体数推定の正確度に与える影響について検討した。また長距離移動個体の影響を軽減する手法を検討するため、生息密度を 0.5 頭/km<sup>2</sup>に想定したデータから、移動距離 20 km のデータを 1 データ置換し推定した後、長距離移動個体の影響を説明変数に組み込んだモデルにより改めて推定した。

### 3 結果

0.25 頭/km<sup>2</sup>、0.50 頭/km<sup>2</sup>、0.75 頭/km<sup>2</sup>及び 1.00 頭/km<sup>2</sup>試験区のデータを置換しなかった場合の推定生息密度は、それぞれ 0.26、0.51、0.76 及び 1.01 頭/km<sup>2</sup>であった。一方 30km 移動した個体を観測したと想定したデータを 1 データ置換した場合、それぞれ 0.09、0.22、0.38 及び 0.56 頭/km<sup>2</sup>であった。

0.50 頭/km<sup>2</sup>を想定したデータの置換をしなかった場合の推定値は 0.50 頭/km<sup>2</sup>、20km 移動した個体を観測したと想定したデータを 1 データ置換した場合は 0.19 頭/km<sup>2</sup>、長距離移動個体を説明変数として取り扱った場合は 0.53 頭/km<sup>2</sup>であった。

### 4 考察

長距離移動個体の観測が推定生息密度に与える影響は、想定した生息密度により異なるものの、30km の長距離移動個体を観測した場合、推定生息密度を 44%以上減少した。これは長距離移動個体が観測されることにより、推定される行動圏距離が長くなり、検出関数のファットテイル化により、クマの行動圏から遠く検出されにくいトラップにおいても検出率が高まったことが影響したものと考えられた。

長距離移動個体の有無を説明変数としデータを分離した場合、長距離移動の観測データは全体の推定に影響することがなくなったため、想定した生息密度に近い推定生息密度が得られたものと考えられた。

今後は複数の長距離移動個体の影響や、それらに対応するデータ処理やモデルを検討する必要がある。

### 5 引用文献

- Borchers, D. L. and Efford, M. G. 2008. Spatially explicit maximum likelihood methods for capture-recapture studies. *Biometrics* 64: 377-385.
- Efford, M. G., Dawson, D. K. and Robbins, C. S. 2004. DENSITY: software for analysing capture-recapture data from passive detector arrays. *Animal Biodiversity and Conservation* 27: 217-228.
- Gardner, B., Royle, J. A. and Wegan, M. T. 2009 Hierarchical models for estimating density from DNA mark-recapture studies. *Ecology* 90: 1106-1115.
- 鞍懸重和・千崎則正・山内貴義. 2024. クラスター状トラップ配置下におけるツキノワグマの空間明示型個体数推定にトラップ数と長距離移動個体が及ぼす影響, 哺乳類学会 2024 年度大会要旨集. 85pp.
- 財団法人自然環境研究センター編. 2012. クマ類の個体数を調べる ヘアトラップ法とカメラトラップ法の手引き. 6pp.

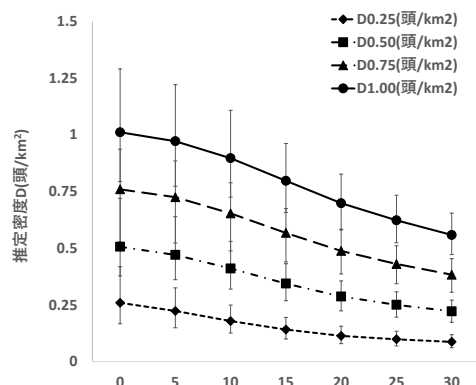


図 2 推定密度と移動距離の関係

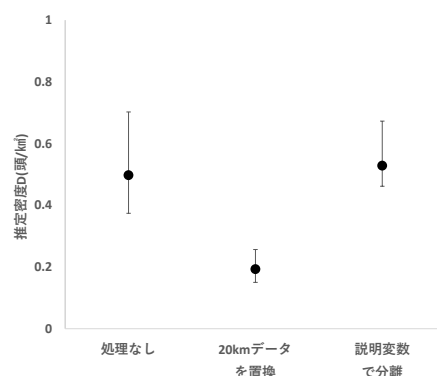


図 3 説明変数化による推定密度の変化

## 研究成果報告書（10）

研究課題名	イヌワシの繁殖力回復のための保全生物学的研究
担 当	地球科学部 上席専門研究員 前田 琢
<p><b>1 目的</b></p> <p>イヌワシ生息数の減少はかつて西日本で顕著であったが、2010 年代以降岩手県内でも目立ち始め、2025 年までに約 3 割のつがいが消失したと推定されている。このような急激な減少傾向の背景には、10%を下回る繁殖成功率の悪化があり、繁殖成績を少しでも向上復させることが急務である。</p> <p>過去約 20 年間に県内で観察された繁殖（産卵）事例の解析により、標高や周辺環境、個体の年齢などが繁殖成功（巣立ち）と関係していることが明らかになってきた。しかし、近年は例外的な経過を示すつがいも多く、従来の関係性に変化が生じている可能性がある。また、定着していたつがいが突然不在になる事例も増えており、その理由は十分に解明されていない。</p> <p>本研究では、巣内ビデオの解析を含めた繁殖状況モニタリングや映像を用いた個体識別調査を行ない、最新の繁殖状況の把握と事例収集を進めるとともに、行動圏内の環境の変化、巣の構造、DNA から予想する近縁度などの情報も踏まえて、繁殖に影響する要因の探索的検討を行なう。</p> <p>6 年度（2024 年）には次に挙げる 4 項目に関して調査研究を行なった。（1）つがいの動向および繁殖状況のモニタリング調査、（2）ビデオを用いた繁殖行動調査、（3）映像を用いた個体識別による移動分散調査、（4）野生および飼育下における繁殖成績の比較。</p> <p><b>2 方法</b></p> <p>（1）つがいの動向および繁殖状況のモニタリング調査</p> <p>県内で確認されている全つがいを対象に、繁殖期全般にわたる行動、巣の状態、ひなの生育状況等を調査し、繁殖経過を明らかにした。また、これまでに生息が確認されていない地域やつがいが消失した地域で、新たなつがいや営巣地を発見するための探索調査も実施した。調査したつがいは可能な限り個体識別を行ない、個体の入れ替わり等を検討した。</p> <p>（2）ビデオを用いた繁殖行動調査</p> <p>巣に設置されたビデオカメラおよびインターバル撮影のできるスチルカメラによって、イヌワシの繁殖行動を長期的に撮影し、その映像に基づいて、親鳥の出入り頻度、抱卵・抱雛時間、雛の成長、給餌頻度、食餌率、餌内容などを定量的に分析した。</p> <p>（3）映像を用いた個体識別による移動分散調査</p> <p>県内外で観察されたイヌワシを可能な限り写真撮影するとともに、各地の観察者が撮影した個体の映像を収集、整理し、特徴の比較を行なった。そして同一個体を判別することにより、個体の行動圏、移動分散、つがい関係等を明らかにした。</p> <p>（4）野生および飼育下における繁殖成績の比較</p> <p>国内の 8 飼育施設にいる 18 つがいのイヌワシを対象に、2010～22 年の 88 繁殖事例について聞き取りおよび文献調査を行なった。また、同期間に岩手県北上高地で調査した野生 34 つがいの繁殖事例をまとめ、飼育下と比較した。</p>	

### 3 結果

#### (1) つがいの動向および繁殖状況の調査

2024 年には県全体で 24 つがいの生息が確認され、このうち 8 つがいで抱卵が確認された。しかし、雛が誕生したつがいは 1 つがいにとどまり、その雛も巣立ち直前に餌不足により死亡したため、県内の繁殖成功率は記録のあるなかで初めて 0%となった。新規に発見された営巣地は 1 か所あったが、抱卵期に繁殖が中止したため、巣場所の特定はできなかった。巣材がほとんど崩落していた樹上巣を人為的に補修、整備した結果、再び産卵が確認されたことから、営巣地改良事業の重要性が示された。

#### (2) ビデオを用いた繁殖行動調査

撮影されたビデオ映像を元に、育雛期の食物供給について解析したところ、80 日齢近くまで成長したひなが 9 日間食物の供給を受けられず、87 日齢で死亡した事例が明らかになった。若齢のひなでは約 5 日間の絶食で死亡することが知られていたが、高日齢でも 9 日間が限界であることが示唆された。餌不足はヘビ類が主要な餌動物となる 6 月に起きたことから、ノウサギを主体としたこれまでの採餌環境整備だけでは十分な対策とならない可能性が示唆された。2011 年から記録されている、魚類を餌としての持ち込む行動も引き続き確認されたが、継続的な供給はなく、餌不足の解決に貢献するものにはならなかった。

#### (3) 映像を用いた個体識別による移動分散調査

写真に基づく個体識別の結果、一関市のつがい約 6 キロ離れた場所に営巣地を移していたことが明らかになった。さらに、このつがいの雌が、約 20 キロ離れた陸前高田市の伐採地まで遠出していた事例も明らかになった。また、奥州市のつがいの雄成鳥が、約 50 キロ離れた宮古市の別なつがいの営巣地に飛来した珍しい事例も確認された。

#### (4) 野生および飼育下における繁殖成績の比較

野生では 148 例の産卵（抱卵）事例が得られ、このうち 100 例（68%）で雛の孵化が確認された。一方、飼育下では、高齢の雄や繁殖制限をした事例を除く 46 産卵事例のうち、1 羽以上の雛が孵化したのは 23 事例（50%）と野生よりも低率だった。飼育下で孵化に失敗する原因としては、無精卵（27%）や卵の行方不明（24%）が目立っていた。誕生した雛が 1 羽以上巣立ちする割合は、野生では 41%であったのに対し、飼育下では 87%と極めて高く、餌不足や捕食リスクの違いが影響していると考えられた。詳細は 9 月の日本鳥学会大会で発表した。

### 4 今後の研究方向等

各営巣地における繁殖状況や失敗原因の詳細な把握を進めるとともに、未確認つがいや消失つがいが予想される地域を中心に、引き続き情報収集および探索調査を行なう。個体映像を集めて識別事例を増やし、広域的な移動分散の実態やつがい関係の知見を拡充する。良好な採餌場所とされる伐採地や草地で、糞調査によりノウサギの生息数の簡易評価を行なう。飼育下での繁殖状況についての様々な情報を収集、解析し、野生個体の生態解明や保全方法に役立たせる。



# 研究成果報告書（11）

研究課題名	微小粒子状物質（PM2.5）濃度の地域的な特性に関する研究
担 当	地球科学部 西家 弘真

1 目的

大気中に浮遊する微小粒子状物質（以下「PM2.5」という。）はイオン成分、炭素成分及び無機元素成分などから構成されており、成分組成を解析することはPM2.5による大気汚染の地域的な特性を明らかにする手がかりとなる。本研究では、令和6年度に実施した県内2地点のPM2.5成分分析結果について、地点及び成分の相関等による解析を行い、各地点におけるPM2.5の起源等についての知見を得ることを目的とした。

2 方法

滝沢市菓子局及び久慈市八日町局の2地点を調査地点とした。試料採取はシーケンシャルサンプラー(Thermo 社製 FRM2025i)を使用し、表1の期間、毎日午前0時から24時間採取した。PTFE及び石英フィルターに捕集した試料は「大気中微小粒子状物質（PM2.5）成分測定マニュアル」（環境省）<sup>1)</sup>に準拠して分析し、質量濃度、イオン成分（Cl<sup>-</sup>、NO<sub>3</sub><sup>-</sup>、SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>、NH<sub>4</sub><sup>+</sup>、Na<sup>+</sup>、K<sup>+</sup>、Ca<sup>2+</sup>及びMg<sup>2+</sup>）、炭素成分（有機炭素（OC）及び元素炭素（EC））及び無機元素成分（Na、Al、K、Ca、Sc、V、Cr、Fe、Ni、Zn、As、Sb 及びPb）を測定した。

3 結果

(1) 概要

令和6年度のPM2.5の季節毎の質量濃度の平均値及び成分組成比を図1に示す。質量濃度は八日町で1.75～14.56 μg/m<sup>3</sup>、菓子で2.58～20.1 μg/m<sup>3</sup>の範囲であり、2地点で強い相関（r=0.71）が見られた。季節ごとの質量濃度の平均値は両地点ともに夏秋は低く、春と冬に高い値を示した。

2地点における季節ごとの平均成分組成を見ると、OCが21%～55%を占めており、全ての季節で最も高い割合を占めていた。SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>は17%～25%を占めており、菓子の冬季を除いて二番目に多い成分であった。また、菓子の冬季についてはNO<sub>3</sub><sup>-</sup>が18%と高い割合を占めた。NO<sub>3</sub><sup>-</sup>は低温環境下でNH<sub>4</sub><sup>+</sup>と硝酸アンモニウムの形で微小粒子を形成することが知られているため<sup>2)</sup>、菓子の地域条件下における季節的な変動によるものと考えられる。その他の成分についても、2地点において大きな差異はなかった。

(2) イオン成分及び炭素成分

イオン成分及び炭素成分について、地点間の相関の強さを見ると、SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>、NH<sub>4</sub><sup>+</sup>、K<sup>+</sup>、OC、EC、の5成分においてr>0.7、また、Cl<sup>-</sup>、NO<sub>3</sub><sup>-</sup>、Na<sup>+</sup>、Ca<sup>2+</sup>及びMg<sup>2+</sup>の5成分についても、0.5<r<0.7の相関が見られ、共通の発生源の影響をうけているものと推測される（表2）。

特に強い相関がみられたSO<sub>4</sub><sup>2-</sup>とNH<sub>4</sub><sup>+</sup>については、前述のNO<sub>3</sub><sup>-</sup>と同様、大気中で反応し、硫酸アンモニウム等の塩として存在しているもの<sup>2)</sup>と考えられる。

また、今回相関の見られたこれらの成分について、発生源の指標とされているものは表2のとおりである。

表1 令和6年度の調査期間

春季	夏季	秋季	冬季
5/9～5/22	7/19～8/1	10/18～10/31	1/15～1/28

図1: 地点、季節別の平均質量濃度に占める各成分の割合

表2：各成分濃度の相関（&gt;0.5）

成 分	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	OC	EC	Cl <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Na <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>
相関係数	0.87	0.81	0.73	0.74	0.76	0.68	0.63	0.65	0.60	0.60
発生源の指標 <sup>1)、5)</sup>	石油 燃焼		廃棄物 焼却		ディーゼル 排気		物質の 燃焼	海塩	土壌	海塩

### （3）無機元素成分

無機元素成分は、PM2.5 質量濃度への寄与が僅かな成分であっても発生源の情報を多く含んでいることがあり、発生源の推定に有効である。

有鉛ガソリンを用いている地域では、一般的な汚染元素である Zn に対して相対的に Pb 濃度が高くなる傾向があることから、大陸からの長距離輸送の指標として Pb/Zn 比が用いられており、国内起源の場合 0.2～0.3 程度、大陸起源の場合は 0.5～0.6 程度と推定されている<sup>4)</sup>。本年度の結果は 0.14～0.36 であり、大陸からの長距離輸送による汚染の影響は大きくなかったと考えられる。

八日町及び巣子の2地点における各成分について比較すると、K 及び As の2成分で  $r > 0.7$  の強い相関が見られた。K は前述のとおり廃棄物焼却やバイオマス燃料の指標とされており、As は廃棄物焼却の指標とされている。また、V（石油燃焼由来）、Zn（タイヤ粉じん由来等）及び Pb（ガソリン燃焼由来等）の3成分について  $0.5 < r < 0.7$  の相関関係が見られた（表3）。

表3：各成分濃度の相関（&gt;0.5）

成 分	K	As	V	Zn	Pb
相関係数	0.70	0.71	0.55	0.62	0.53
発生源の指標 <sup>1)、5)</sup>	廃棄物焼却 バイオマス燃焼	廃棄物焼却	石油燃焼	タイヤ粉じん 廃棄物焼却 鉄鋼工業	ガソリン燃焼 ブレーキ粉じん タイヤ粉じん

## 4 まとめと今後の研究方向等

本年度の PM2.5 成分分析結果をもとに、2 地点の成分組成について比較したところ、主成分の組成に大きな差異はなく、複数の成分において相関があることが確認された。無機元素成分では、Pb/Zn 比の結果では、今年度は大陸からの長距離輸送の影響は大きくないと考えられた。

当部では、八日町において、PM2.5 成分分析を令和4年度～6年度の三年間実施した。今後、三年間の結果について、地点、成分、季節毎に比較するとともに、知見の収集及びその他解析手法との組み合わせによって地域の特性や発生源の解明を進めていく。

### <参考文献>

- 1) 環境省：”大気中微小粒子状物質（PM2.5）成分測定マニュアル 無機元素測定法 第2版”，2019年5月
- 2) 米持真一ほか：埼玉県北部のPM2.5濃度と化学組成の5年間の観測結果，大気環境学会誌，42，2：129-142（2007）
- 3) 中沢暦ほか：琵琶湖北部の森林流域から流出する硫酸イオンの動態と起源解析，陸水学雑誌，76：11-23（2015）
- 4) 日置正ほか：松山，大阪，つくばで観測した浮遊粉じん中金属元素濃度比による長距離輸送と地域汚染特性の解析，大気環境学会誌，44，91-101（2009）
- 5) 後藤謙治ほか：大気中微粒子による生体応答の解明，生化学，第95巻，第2号，151-156，（2023）