

整理番号	21-水-01	研究課題名	富山湾の二酸化炭素吸収量の評価に関する研究			
研究期間及び所要見込額	令和5年度～6年度	初年度	次年度	次々年度以降	全体所要額	
		400千円	400千円	0千円	800千円	
研究概要	<b>1 研究背景・目的</b>					
	<p>海草、海藻類は陸上植物に比べて炭素固定能力が高いと知られており、漁場環境の保全や食糧資源としての利用だけでなく、地球温暖化対策（ブルーカーボン）としても注目されている。富山湾の氷見周辺にはアマモ場が広がっており、CO<sub>2</sub>吸収源としても期待できる。また、水産研究所では漁業振興として試験的にガゴメコンブ、クロモの海藻養殖と、岩牡蠣のシングルシード養殖を実施しており、これらも沿岸海域での新たなCO<sub>2</sub>吸収源として期待できる。</p> <p>そこで本研究では、富山湾のアマモ場や養殖漁業によるブルーカーボン量及び牡蠣養殖による炭素固定量を算定し、富山湾の炭素吸収量を試算することを目的とする。そして、養殖事業を実用化した際の地球温暖化対策効果を推計し、将来的に富山湾でのCO<sub>2</sub>の吸収源と位置づけ、養殖漁業への付加価値創出を目指す。</p>					
	<b>2 研究内容</b>					
	(1) 海面養殖事業による炭素・窒素の吸収効果の評価					
	① 海面養殖の炭素・窒素吸収量の評価					
	<ul style="list-style-type: none"> <li>・現地調査（海藻採取、水質調査、河川調査）</li> <li>・海藻養殖による炭素及び窒素含有量の測定、吸収量の推計</li> <li>・海藻養殖における水質と成熟具合の関連性の検証</li> </ul>					
	② 新 海藻養殖によるブルーカーボンの算定					
	<ul style="list-style-type: none"> <li>・海藻及びヌメリ成分のブルーカーボン測定、収穫量あたりのブルーカーボンの原単位算出</li> <li>・海藻養殖によるブルーカーボンの推計</li> </ul>					
	③ 新 岩牡蠣養殖による炭素固定量の評価					
	<ul style="list-style-type: none"> <li>・牡蠣殻に含まれる無機炭素の定量及び固定量の算定</li> </ul>					
(2) 新 アマモ場におけるブルーカーボンの評価						
① アマモ場におけるブルーカーボンの算定						
<ul style="list-style-type: none"> <li>・現地調査（アマモ、底質の採取）氷見沖、魚津沖</li> <li>・アマモと底質に含まれる難分解性有機物の分解試験</li> </ul>						
② 富山湾のアマモ場におけるブルーカーボンの推計						
<b>3 研究成果の活用</b>						
① 新 カーボンニュートラルの実現に向けた新たな炭素吸収源対策の検討						
② 環境教育での活用（エコ・ラボ、子供科学研究室、出前授業での環境啓発）						

### 3 研究年次計画

実施項目	年度	R4	R5	R6
<b>1. 海面養殖事業による炭素・窒素の吸収効果の評価</b>				
(1) 海藻養殖の炭素・窒素吸収量の評価		現地調査(3,4,5月) CN測定・推計	調査(12,1,3,4,5月) 水温センサー設置(12月～)	調査(10～5月) 水温センサー設置(5月～) BC試算
(2) 海藻養殖によるブルーカーボンの算定			分解試験(200日)	
(3) 岩牡蠣養殖による炭素固定量の評価		分析方法検討(12～3月)	現地調査(5月) 牡蠣殻のC測定	現地調査 牡蠣殻のC測定(5月)
<b>2. アマモ場におけるブルーカーボンの評価</b>				
(1) アマモ場におけるブルーカーボンの定量		関係機関との調整(水産研究所、NPEC)	現地調査(氷見・魚津 6,7月) 分解試験(200日,氷見)	分解試験(200日,魚津)
(2) アマモ場におけるブルーカーボンの推計			BC推計(氷見)	BC推計(魚津)
<b>3. 研究成果の活用</b>				
(1) カーボンニュートラルの実現に向けた新たな炭素吸収源対策の検討				吸収見込算定
(2) 環境教育での活用			教材作製	子供科学教室(7,8月) 環境フェア(秋頃)

#### 1 期待される成果

「富山県カーボンニュートラル戦略」においてブルーカーボンは吸収源対策の推進施策に位置付けられており、本研究の目的である海面養殖による炭素吸収・固定は更なる吸収源として期待できる。また、カーボンクレジットとしての活用の検討により、海面養殖の新たな付加価値化と漁業振興につながる事が期待できる。

#### 2 実現の可能性

水産研究所と環日本海環境協力センターが衛星画像を利用して富山湾の藻場の面積を調査しており、アマモ場の底質の炭素貯留量の原単位が明らかになれば富山湾における炭素貯留量を推計できる。また、ブルーカーボンの定量に使用する機器は、環境科学センターと県試験研究機関で保有しており、分析条件は検証済みである。

#### 3 成果の活用策

- (1) カーボンニュートラルの実現に向けた新たな炭素吸収源対策の検討
- (2) 環境教育での活用（エコ・ラボ、子供科学教室、事前授業での環境啓発）

研究の成果と活用策

評価項目	内部評価委員会			外部評価委員会		
	a	b	c	a	b	c
① 必要性	a	b	c	a	b	c
② 新規性・独創性	a	b	c	a	b	c
③ 年次計画の適切性	a	b	c	a	b	c
④ 実現の可能性	a	b	c	a	b	c
⑤ 成果の活用性	a	b	c	a	b	c
総合評価	A	B	C	A	B	C
(参考) 評価基準	a: 極めて高い、適切である b: 高い、概ね適切である c: 低い、改善の余地がある			A: 重要な研究課題であり、優先的に取組む必要がある B: 有用な研究課題であり、できる限り早期に取組む必要がある C: 解決すべき問題等があり、なお検討していく必要がある		

- (内部評価委員会)
- ① 富山湾全体の二酸化炭素吸収量の推定は、既に行っているクロモを対象とした研究において行うことになっていたと思いますが、その研究との関係を明らかにしてください。
  - ② クロモを対象とした研究においては、海中での二酸化炭素の固定という本来のブルーカーボンの算出について、富山湾で海中に残る炭素分どのように推定するかが課題

意見等

になっていたと思います。今回の研究計画では、アマモ場の底質の難分解性有機物の測定もされるようですが、それにより得られる結果とクロモ、ガゴメコンブなどの固定量（ヌメリ成分以外のもの）の評価手法の関係を明らかにしてください。

- ③ 研究成果の活用について、「新たな吸収源対策の検討」とされていますが、アマモやガゴメコンブなどについて、将来的な養殖の動きなど、本研究の成果から期待される具体的な吸収源対策の見込みを明らかにしてください。また、「環境教育への活用」とされていますが、この成果を見た方にどのような行動を期待しているのか明らかにしてください。
- ④ 研究期間中に県水産研究所や（公財）環日本海環境協力センターなど他の機関との連携を深め、環境科学センターの研究活動の活性化を図っていただきたい。
- ⑤ 対象種により炭素の賦存状況が異なる（ガゴメコンブ等：本体・ヌメリ、牡蠣：殻の無機炭素等、アマモ：本体・底質の難分解性有機物）ことから、サンプリングや分析等が非常に複雑となっており、計画の進行には注意を要する。先行論文などを十分に研究し、また必要に応じて専門家にヒアリングするなど、効率的に進めてほしい。
- ⑥ 水産研究所、NPECなど他機関と連携する部分もあり、富山湾でのブルーカーボン原単位などの成果を互いに共有・活用してもらいたい。
- ⑦ 水産研究所や環日本海環境協力センターと連携協力、情報共有を図りながら、効率的にフィールド調査を実施していただきたい。

(外部評価委員会)

- ① 地球温暖化対策に貢献できる研究であり、養殖実験が進められている水産試験所との連携研究は意義があると思いますので、結果を期待しています。
- ② これまで正確に把握されてこなかった富山湾のブルーカーボンの一端を定量的に評価する試みとして期待できる。また、先行したクロモの研究の成果を踏まえ、海藻から分泌される難分解性有機物の挙動解析、岩牡蠣養殖の炭素固定量評価など新たな課題も含めた発展研究として、海面養殖のブルーカーボンを評価できる成果を期待したい。しかし、実際の富山湾内の炭素循環は鉛直方向での移動など様々な生物的・非生物的過程を含んでおり、長期的には、こうした炭素循環過程を踏まえたブルーカーボンを評価する研究につなげていただきたい。
- ③ 富山湾の特性を科学的に理解する取組の一環として、海藻のCO<sub>2</sub>固定に着目してその定量化および海藻や岩牡蠣の養殖による水質、炭素固定効果をもって養殖漁業の付加価値化につなげることを目指すものである。
  - 1) 海藻の炭素固定については画像処理による炭素固定量評価を行う取組などもあることから、これらも取り入れてデータの価値を高めてもらいたい
  - 2) 収穫物や貝殻のLCAから地域の脱炭素化などの評価が進めば、より踏み込んだ提言ができるのではないかと考えられる
  - 3) 昆布の分泌物への炭素固定量評価は興味深い観点であるが、分泌物が海洋中でどのように炭素固定されるのか、それによつての海洋環境への影響についても検討されておかれるとよいと考えられる
- ④ タイトルにある「富山湾の二酸化炭素吸収量の評価…」というのは、実際の研究内容と照らし合わせると、広すぎるように思います。「富山湾沿岸域…」あるいは「富山湾沿岸域藻場…」等に修正した方がよいように思いました。また、沿岸生態系の炭素固定量を評価するためには、藻類の成長に伴う吸収量だけでなく、枯死体の分解に伴う炭素放出量や海底への貯留量も重要になってくると思うので、藻場生態系の炭素循環のうち、どの過程に着目しているのかを明確に示した方がよいと思います。
- ⑤ 二酸化炭素の吸収も重要であるが、窒素循環にも関心が高まっていることから本研究の意義は大きいと考える。

海藻や牡蠣殻の炭素及び窒素の測定結果から、吸収量や固定量を推計する手法の信頼性向上に努めていただきたい。

吸収量の見込みを算定したうえで、将来的にブルーカーボン量を増やすためのシナリオが検討できるとさらに良いと思う。

- ⑥ ブルーカーボン量の算定に加えて、中間評価でコメントさせていただきました自生のクロモと養殖の比較調査を通して今後養殖を増やしていけるような結果の活用(水産資源の付加価値を向上)をうまく両立して頂けたらと思います。  
(1)と(2)の関係をもう少し明確にして頂けたらと思います。また、限定された3種から算定されるブルーカーボン量がその他にも含めたトータルカーボン量の中でどのくらいの割合を占めるのかを明らかにして頂けたらと思います。
- ⑦ 計画表のシートに関しては、計画のラインと実績のラインを区別して、記載されたほうが、どこまで終わったか、予定通りなのかということが見えやすいと思うので、次回以降の説明の際に検討してみたい。
- ⑧ 富山湾における漁業・養殖について、炭素吸収源としての付加価値化(カーボンクレジットとしての活用)が可能となれば、地域の産業振興にもつながることが期待されることから、富山県環境科学センターの研究の着眼点として大変素晴らしいと思料されます。  
事前評価のやり取りにおいては「富山県全体の把握はできない」とされていますが、本研究において評価対象としている、岩牡蠣・クロモ・ガゴメコンブ・アマモ等が富山湾におけるブルーカーボン全体に対して、どのくらいのウェイトを占めているのか、各々の割合を推計ベースでも整理いただくと、本研究の背景や全体像が県民に対して分かり易くなるのではないかと思料されます。また漁業への展開・連携の方向性・考え方について、水産研究所との連携のみならず、本研究成果の活用方策としてお示しいただければ幸いです。

(内部評価委員会)

- ① 「21-水-01クロモ養殖による二酸化炭素と窒素の回収効果に関する研究」をさらに一歩進んだものとするため、ブルーカーボンの評価を追加し、新規研究課題としたところです。今回、ブルーカーボン算定のために、難分解性有機物の定量を追加しました。
- ② 本研究では、富山県全体の把握はできないため、富山湾のアマモ場と海面養殖のブルーカーボンをそれぞれ明らかにしていきます。
- ③ 本研究では養殖による吸収量の原単位の見込みを明らかにすることを目的としています。海藻養殖の手法は水産研究所で検証中であり、その結果(養殖による収穫量)を活用して吸収源対策としての効果を明らかにします。炭素の貯留(地球温暖化の緩和策)や漁場としてのアマモ場の役割を県民や漁業関係者に伝えることで、海洋環境保全への理解が深まり具体的な活動(海岸清掃への参加やポイ捨てをしない等)につながることを期待しています。
- ④ 令和5年度の前線研究に採用され水産研究所と共同研究を実施することとなったほか、(公財)環日本海環境協力センターと(富山湾PJ)の情報共有や、国環研・地環研とのⅡ型共同研究を実施し、連携していきます。
- ⑤ サンプルングや分析等の方法について、Ⅱ型共同研究においてブルーカーボンに関する共同研究を行っている国環研や先行地環研に指導を仰ぎながら研究を進めていきます。
- ⑥ 令和5年度の前線研究に採用され水産研究所と共同研究を実施することとなったほか、(公財)環日本海環境協力センターと(富山湾PJ)の情報共有や、国環研・地環研とのⅡ型共同研究を実施し、連携していきます。
- ⑦ 令和5年度の前線研究に採用され水産研究所と共同研究を実施することとなったほか、(公財)環日本海環境協力センターと(富山湾PJ)の情報共有や、国環研・地環研とのⅡ型共同研究を実施し、連携していきます。

(外部評価委員会)

- ① ブルーカーボンの環境教育への活用方法についても検討していきます。
- ② 本研究で調査や分析の知見を集積し一定の成果が得られれば、ご提案頂いた富山湾内の炭素循環過程についても今後検討していきます。

措置

③

- 1) 水産研究所と NPEC が衛星画像と潜水調査で求めた海草藻場面積のデータに、本研究で求める底質の炭素量のデータを加えることで、富山湾の海草藻場での炭素固定量を評価できると考えています。
- 2) 今後の養殖の実用化に向けて、コンブの可食部以外の部分や貝殻の利用方法について検討を行います。
- 3) 分泌物であるフコイダンの海洋環境への影響については、情報収集に努めます。

④ 課題名と内容に乖離があったため「富山湾沿岸海域の海草藻場における二酸化炭素吸収量の評価に関する研究(仮)」に修正します。  
藻類は養殖により生育している期間での炭素吸収量と固定量を想定しています。管理された環境であるため枯死の分は収穫分と比較して微量と考えられますが、分解に伴う炭素放出量は分解試験により求め、海底への貯蔵量については文献値を用いることを考えています。

⑤ 炭素固定量の推計手法については、地環研のⅡ型共同研究など先行して調査されている機関と情報交換をしつつ信頼性の向上に努めます。

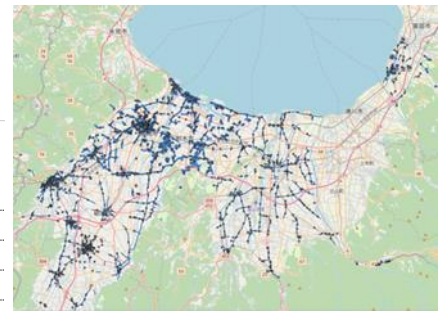
⑥

- 1) 農林水産部局と連携して成果の活用についても検討します。
- 2) 人為的な要因として養殖を対象とした(1)と富山湾でのブルーカーボンの割合を占めると想定したアマモ場を対象とした(2)という区分で実施します。他地域の知見を用いた概算をもとに、富山湾全体のブルーカーボン量を推定し、本研究の割合を推計します。

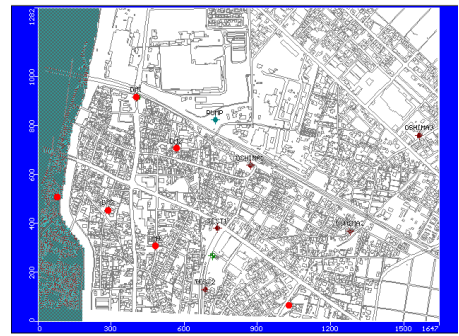
⑦ わかりやすくお示しできるよう、検討します。

⑧ 富山湾全体のブルーカーボン算定については、他地域の知見を用いた概算にはなりますが、現在実施している研究と合わせて推計します。ガゴメコンブの養殖におけるブルーカーボンの算定方法については、新しい知見になりうるため、他県の養殖地での算定に活用できるよう研究を進めていきます。

整理番号	21-生-01	研究課題名	消雪設備による地下水位低下リスク評価										
研究期間及び所要見込額	令和4年度～令和6年度	前年度以前	400千円	当年度	400千円	翌年度以降	400千円	全体所要額	1,200千円				
		研究概要	<p><b>1 研究背景・目的</b></p> <p>富山県内では、地下水の塩水化などを防止するため、地下水の採取に関する条例に基づき地域を指定して採取規制が行われている。現在は、塩水化の進行は見られないが、条例対象地域内での地下水揚水設備（消雪設備）の設置が進み、設置数は条例が施行された昭和52年当時と比較して約40倍に増加している。降雪時には、これらの設備の一斉稼働に伴い、一部の市街地では地下水位の大幅な低下等がみられており、地下水保全の観点から設備の適正な利用が求められている。また、こうした状況は条例対象外地域でも同様と見られる。</p> <p>本研究では、県内の消雪設備の集中エリアを把握するとともに、当該エリアの新たな消雪設備設置に伴う地下水位低下のリスク評価を行う。</p>										
<p><b>2 研究内容</b></p> <p>(1) 消雪設備に関する情報収集及びGIS化による集中エリアの把握</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>消雪設備の位置（座標）、能力、ストレーナ位置のGISデータ化</li> <li>各地域における消雪集中エリアの選定</li> </ul> <p>(2) 地下水流動モデルを用いたリスク評価</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>集中エリア周辺の地下水位観測井や揚水試験データから簡易的な地下水流動モデルを作成し、そのモデルの評価（仮想の地下水観測井戸を設置し、初期水位、揚水時の地下水位低下状況の確認）</li> <li>集中エリア周辺消雪設備の稼働に伴う地下水低下量を算出し、そのリスク評価</li> </ul>													
<p><b>3 研究年次計画</b></p> <p>(1) 令和4年度</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>地下水条例対象地域のデータ収集及びGISデータ化</li> <li>集中エリアの選定及び地下水流動モデルの作成</li> </ul> <p>(2) 令和5年度</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>集中エリアの地下水流動モデルの評価及び地下水位低下リスク評価</li> <li>条例対象外地域のデータ収集及びGISデータ化</li> <li>条例対象外地域の選定及び地下水流動モデル作成</li> </ul> <p>(3) 令和6年度</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>条例対象外地域の地下水流動モデルの評価及び地下水位低下リスク評価</li> <li>地下水位低下リスクマップの作成・公開</li> </ul>													
研究の進捗状況	<p><b>1 研究計画に照らした進捗状況</b></p> <p>(1) 地下水条例対象地域及び対象外地域のデータを収集し、GISデータ化を行った（約700地点）。</p>												
	県消雪道路	富山	高岡	射水	砺波	小矢部	氷見	新川	入善	立山			
	データ収集	○	○	○	○	○							
	マップ化	○	○	○	○	○							
	市消雪道路	富山	高岡	射水	砺波	小矢部	南砺	滑川	魚津	黒部	入善	朝日	立山
データ収集		○	○		○	○		○					
マップ化		○	○		○	○		○					



(2) GIS化が終了した射水市において、土質柱状図や透水係数等の水理データが得られた大門駅周辺は7つの消雪道路が存在していることから、この地域を集中エリアとして選定し、地下水流動モデル（横164メッシュ×128メッシュ、1メッシュ：10m、9層）の構築を行った。自然水位がわかっている消雪設備の平均値を初期水頭とし、揚水設備の能力を入力した。1日稼働させた際の地下水位低下と揚水試験で得られた地下水位低下を比較しモデルの検証を行った。



## 2 年次別実績

上記1 (1)、(2)のとおり。

### 1 今後の研究方針

構築したモデルで新たに消雪道路を設置すると仮定した際の地下水位低下リスクを評価する。また、引き続きデータの収集及びGIS化を行い、条例対象外の地域におけるモデルの作成を行う。

### 2 研究の実現可能性

研究計画どおりに進んでおり、実現可能と考える。

今後の見直し

評価項目	内部評価委員会			外部評価委員会		
	a	b	c	a	b	c
① 進捗度	a	b	c	a	b	c
② 期間の妥当性	a	b	c	a	b	c
③ 経費の妥当性	a	b	c	a	b	c
④ 実現の可能性	a	b	c	a	b	c
総合評価	A	B	C	A	B	C
(参考) 評価基準	a: 極めて高い、適切である b: 高い、概ね適切である c: 低い、改善の余地がある			A: 今後十分な研究成果が期待でき、優先的に取り組む必要がある B: 今後一定の研究成果が期待でき、継続して取り組む必要がある C: 今後の見直し等に問題があり、中止を含めた抜本的な見直しが必要である		

- (内部評価委員会)
- ① モデルの正確さも重要だと思いますが、まずは県内全体の目安ができることがより重要だと思いますので、今後の進捗によっては、研究の比重配分にご配慮ください。
  - ② 1～2kmメッシュでのGISマップ化が実現でき、設備新增設等に伴う具体的なリスク評価が可能になることから、有効性が高い。一方で、設備設置場所や能力の検討、揚程計算への反映など対策につなげるためには鑿井業者への普及が必要であることから、研究後の成果の啓発方法を検討してもらいたい。
  - ③ 地下水条例対象外地域を含め、県内全域の地下水低下リスク対策に資することから、今年度改定を予定する地下水指針に研究成果を盛り込めるよう検討してほしい。
  - ④ 調査計画どおりに進んでおり、引き続き、大門駅周辺以外の条例対象外の地域におけるモデル評価、リスク評価に取り組まれない。
  - ⑤ リスク評価結果をマップ化（見える化）し、県民への啓発を進めていただきたい。
- (外部評価委員会)
- ① 気候変動に伴う近年の降雪量は年によってばらつきがありますが、一旦降ると豪雪になりかねないことや高齢化が進む街中で、消雪装置の設置が求められています。一方、地下水位が低下する懸念から適切な利用や適正な設置基準が必要です。本研究はその基礎データとなるものと思いますので、今後幅広く富山県内の地域で進めていただければと思います。
  - ② データ収集、マップ化も順調に進捗しており、地下水流動モデルの検証も精度等には課題が残るものの、再現性のある結果が得られている。すでにある地下水指針では

意見等

警戒水位を設定し、地下水利用者に注意喚起を促すものであるが、本研究の成果は事前にリスクの高い地域を特定し、地域に応じた対策の提言できる可能性がある。研究成果の活用（還元）を念頭に、今後の研究を進めていただきたい。

③

- 1) 消雪装置のマッピング、地下水水位変化の予測は順調に進んでいると判断するが、得られたデータはどのような地域社会では意味をもつのか、得られたリスクをどのように克服・活用ができるのかが希薄な印象を感じた。
- 2) あらたな消雪設備の設置による地下水水位変化のリスクの予測はできることが理解できたが、それをもって地域の消雪・地下水管理にどのように活かすことを考えているのか、得られた結果の地域への活用法についても検討されるとよいかと考える。
- 3) 当該研究とは直接関係しないとコメントであるが、消雪の効率化など技術的な側面にも目を向ける必要性を感じた。

④ モデルの精度向上に努め、予測を行った上で対策に繋げて頂ければと思います。

⑤ リスク評価は順調に進んでいると思います。得られた評価をどう今後の消雪道路の方針に利活用するかを検討が大事だと思います。（利活用自体は研究外ではありますが、どう使われるかによって、行うべき評価の方法と結果表示の方法が少し変わってくる可能性があるという意味で。）

⑥ 本研究の成果をどのように活用するかが今後重要になると考えられるため、消雪設備を設置することの妥当性の判断や、揚水量の適切な管理・運用等が図られるように関係機関と連携して取り組んでいただきたい。

⑦

- 1) 地下水流動モデルを用いる集中エリアでの評価を用いて、どのように空間的に条例対象地域や対象外地域へ拡張してリスク評価やマップ評価を行うのかについて、もう少し具体的に方針を練って頂けたらと思います。
- 2) 地下水の非定常計算が行われる際には、地質や透水係数に加えて比貯留率や比算出率など他のパラメータについても出来る範囲で検討して頂けたらと思います。
- 3) 過度な地下水位の低下を防ぐための対策についてもリスク評価と併せて検討して頂けたらと思います。

⑧ 融雪に使用された地下水は、溶けた雪とともに側溝などを經由して捨てられてしまっている。3Rの観点から、集めてる過ぎて、新たな地下水の代わりに使用するような検討も今後のテーマとされたらどうでしょうか？  
(温度が地下水より低くなるといった問題点は説明いただいたが、地盤沈下などの影響を減らすということも考え合わせてほしい)

⑨ 事前配布資料における研究の背景・目的では「一部の市街地では地下水位の大幅な低下等がみられており、地下水保全の観点からも設備の適正な利用が求められている」、当日説明資料でも「消雪設備の設置に伴い、冬季の地下水位が低下し、取水障害が報告されている」とされていますが、研究目的が「県内の消雪設備集中地域での新たな設備設置に伴う地下水低下リスク評価を行う。」と非常に絞り込んだ内容となっています。  
かなりの手間と費用をかけて地下水流動モデルを作成されるのであれば、もっと地下水の保全と利用の全体に対するインパクトが大きく、行政としても活用可能な内容（「富山県地下水指針」の改訂へのインプットを含め）としていただきたく、担当課ともご相談いただきながら進めていただければ幸いです。

(内部評価委員会)

措置

- ① データ収集、モデル構築、リスク評価の時間配分を考えながら実施していきます。
- ② メッシュごとに揚水設備の混雑度を表示することで、その範囲で新たに井戸を掘る際は注意が必要などのマップの見える化を進めていきます。
- ③ 地下水指針に盛り込むためにはどのようなデータが必要なのか環境保全課と協議しながら柔軟に対応していきます。



④ データ入力終了した条例対象外地域においてもモデル構築を進めていきます。

⑤ GISソフトを用いることで、わかりやすいマップを作成していきます。

(外部評価委員会)

① 環境保全課へ消雪設備のポンプ位置のデジタルデータ（現在は紙データ）を提供することで、新設に対する周辺のポンプ位置、距離を簡便に把握でき、管理運用への一助となるよう進めていきます。

② 環境保全課へ消雪設備のポンプ位置のデジタルデータ（現在は紙データ）を提供することで、新設に対する周辺のポンプ位置、距離を簡便に把握でき、管理運用への一助となるよう進めていきます。

③ (1, 2 併せて) 環境保全課へ消雪設備のポンプ位置のデジタルデータ（現在は紙データ）を提供することで、新設に対する周辺のポンプ位置、距離を簡便に把握でき、管理運用への一助となるよう進めていきます。

3) 県内の設備情報を一元化し、機械除雪の最適ルートの作成について関係機（土木部）に検討出来ないか環境保全課に相談をしていきます。

④ 設備の密集地域内で新たな設備の設置におけるリスク管理ができるよう環境保全課と協力して進めていきます。

⑤ 設備が密集しており井戸枯れのリスクが高いという地域で新たに設備を設置する際、最適な設置場所（設備能力を反映した最も遠い場所）を提案するなど活用を検討していきたいと思えます。

⑥ 環境保全課へ消雪設備のポンプ位置のデジタルデータ（現在は紙データ）を提供することで、新設に対する周辺のポンプ位置、距離を簡便に把握でき、管理運用への一助となるよう進めていきます。

⑦

1) 地下水障害の発生が一部の地域である現状から、富山県全域のモデルを作成するというわけではなく、集中地域の隣の地域で新たに設置される場合は、連続性を持たせるために2つの地域の共通の境界条件を用いることを考えています。

2) 土壌柱状図や揚水試験のデータがある地域において地質にあった比貯留率や比算出率のパラメータを入力することを検討していきたいと思えます。

3) 地下水位低下の対策としては、消雪センサーの設定を見直すことや、地下水温に着目することで揚水量を減らすことが可能と考えており、以前の研究においてその効果を検証済ですが、周知はされていないため環境保全課と協力して進めていきます。

⑧ 使用した地下水を再利用するために、どこに集水設備を設置すべきかを検討することは可能であると考えますが、新たに設置する設備（集水設備、ろ過設備等）の費用対効果の面で不明な点がありますので今後の検討課題とさせていただきます。

⑨ 条例対象外の地域の消雪ポンプの位置情報は、保全課も把握していないため、マップ化した結果、集中地域があるのかどうかをデジタルデータとして保全課に提供していきます。また、冬季の取水障害防止のために降雪センサー更新時に節水機能を持つものを推奨すること、センサーの設定を見直すことなど環境保全課と協力して地下水の保全を考えていきます。

整理番号	19-水-01	研究課題名	LC-MS/MS を用いた化学物質の一斉分析法の開発	
研究期間及び所要額	令和 2 年度 ~ 令和 4 年度	全体所要額 (千円)	1,050 千円	
研究概要	<p><b>1 研究背景・目的</b></p> <p>・東日本大震災や熊本地震、そして平成 30 年 7 月の豪雨など、近年、大規模な災害が頻発しており、災害時には化学物質の製造や貯蔵などの施設から、有害物質等化学物質の流出が懸念されるため、迅速な環境モニタリング調査が必要とされている。</p> <p>また、河川の汚濁や魚のへい死などの水質汚濁事故が発生した場合、原因物質や発生源の速やかな究明が必要である。</p> <p>・水質分析において、LC-MS/MS は、分子量が大きく極性が高いものでも分析可能であるなど、分析対象物質の範囲が広い。LC-MS/MS を所有している県内の分析機関が少ないなか、同機器でしか測定できない物質の一斉分析技術を確立し、GC/MS の一斉分析と併用することで、県の分析体制・災害時の危機管理体制の強化を図ることができると考えられる。</p> <p>以上を踏まえ、本研究では、県内で使用実績又は使用用途が多いと考えられる化学物質を対象に、LC-MS/MS を用いた一斉分析法を開発する。</p>			
	<p><b>2 研究内容</b></p> <p>(1) 測定対象物質の選定</p> <p>以下の 2 つに当てはまる物質を選定する。</p> <p>①県内で使用実績又は使用用途が多いと考えられる PRTR 対象物質、全国に比べ排出量の多い PRTR 対象物質、環境省が実施している化学物質環境実態調査（黒本調査・白本調査）において全国で測定実績のある物質</p> <p>②LC-MS/MS で分析可能である物質 ※ 標準物質の入手が可能な物質をターゲットとする。</p> <p>(2) 分析条件の検討</p> <p>選定した物質について、まずは①標準物質を用いて物質単独での分析法を確立する。次いで②各物質の分析法を統合、体系化し、一斉分析法を確立したものをマニュアル化・データベース化する。また、検討した分析条件における各物質の定量下限値を算出する。</p> <p>(i) 前処理方法の検討</p> <p>(ii) LC-MS/MS 分析法の検討</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・分離カラム：カラム種類、移動相の種類・比率</li> <li>・イオン化条件：イオン化電圧、マトリックス効果の影響</li> </ul> <p>(iii) 添加回収試験</p>			
	<p><b>3 研究実績</b></p> <p>PRTR 制度のデータベースより富山県内で排出・移動実績（平成 30 年度）のある 10 物質を選定した。LC-MS/MS の移動相の種類・比率、イオン化条件などを検討し、選定した 10 物質（アクリルアミド、2-アミノエタノール、エチレンチオ尿素、EPN、チオベンカルブ、N,N-ジシクロヘキシルアミン、チオファネートメチル、チオ尿素、ピペラジン、りん酸トリフェニル）を一斉に測定する分析法を確立した。</p> <p>また、実試料（県内河川水）を用いて添加回収試験を実施し、河川水中のマトリックスの影響をほとんど受けない物質や多大に影響を受ける物質を確認した。</p> <p>確立した一斉分析法は、災害時等において化学物質が公共用水域へ流出し、高濃度で存在するか否かのスクリーニング手法として有用であり、選定 10 物質中の EPN 以外は一斉分析が可能となった。特に、県内全域の下水処理場や廃棄物最終処分場などで広く届出されているチオベンカルブについては、県内における導電率の低い河川から高い河川</p>			

まで適用でき、この一斉分析法が特に有効である。

ただし、りん酸トリフェニルは、低濃度における回収率が低いため、必要に応じて個別分析での確認が必要である。また、2-アミノエタノールとピペラジンは、導電率が高い河川では回収率が低いことから、河口付近においては個別分析で対応する必要がある。検討した一斉分析法の留意点として、PRTR 制度データベースでの排出・移動量が多いが届出事業所数が少ない物質（エチレンチオ尿素、N,N-ジシクロヘキシルアミン、チオファネートメチルなど）は、事故などの状況によっては一斉分析法を活用するのではなく、すぐに個別分析法を活用する方が有効な場合もある。

### 1 研究目的の達成状況

10 物質中の EPN 以外は一斉分析が可能となったことから研究目的をおおむね達成できたと考えられる。

### 2 研究期間・経費の妥当性

予定の研究期間及び経費で研究目的をおおむね達成することができ、妥当であると考えられる。

### 3 成果の有益性

事故や災害時等において有害化学物質が流出し、公共用水域において高濃度で存在するか否かのスクリーニング手法として、この一斉分析法は有効であり、迅速に環境モニタリング調査を実施できる。

### 4 活用の可能性

EPN を除く 9 物質が、事故や災害時等において公共用水域に流出した際には、この一斉分析法は有効であると考えられる。

### 5 成果の普及

この一斉分析法は、富山県内で排出・移動実績のある 10 物質の組み合わせであるため、県内での事故等発生時の緊急対応に利用することを第一に考えている。成果をそのまま他の地環研において活用することは難しいが、考え方は参考になることから、全国環境研協議会などへ情報提供を行うほか、富山県環境科学センター年報、研究成果発表会などの機会において、県内大学の環境関係研究室、環境計量証明事業所へ情報提供を行うこととする。

研究の成果と活用策

評価結果

評価項目	内部評価委員会			外部評価委員会		
① 目的の達成度	a	b	c	a	b	c
② 期間・経費の妥当性	a	b	c	a	b	c
③ 成果の有益性	a	b	c	a	b	c
④ 活用の可能性	a	b	c	a	b	c
⑤ 成果の普及	a	b	c	a	b	c
総合評価	A	B	C	A	B	C
(参考) 評価基準	a: 極めて高い、適切である b: 高い、概ね適切である c: 低い、改善の余地がある			A: 目的を達成し、十分な研究成果が得られている B: 目的を概ね達成し、一定の研究成果が得られている C: 目的の達成度が低く、十分な研究成果が得られていない		

意見等

- (内部評価委員会)
- ① 分析手法の開発という技術的な面では、一斉分析できない物質が残ってしまったが、実際には、水域の特性や流域で使用されている化学物質の情報も踏まえて、用いる分析法を選択すべきなので、大きな問題にはならないと考えます。
  - ② 当初の目的である分析法が確立されている。今後得られた成果を事故時等において適切に活用するため、測定手法の組織内での継承に努めるとともに、広く広報に取り組んでいただきたい。
  - ③ 物質によっては、採取場所（導電率）の影響や低濃度での回収率低下などの課題もあり、利用に際しては留意する必要がある。
  - ④ この技術の汎用性を高めるため、排出事業者が限定的な物質だけでなく、少量であっても幅広い業種で利用されている等の物質の追加を検討することが望まれる。

⑤ 県内での事故等発生時の緊急対応に活用できるよう、先行して実施した GC-MS/MS と今回の LC-MS/MS の一斉分析法を合わせて整理し、県内及び県外の関係機関に情報提供されることを期待します。

(追跡評価の必要性 有・)

(外部評価の必要性 ・無)

(外部評価委員会)

① 最近の異常気象によって土砂災害や洪水災害が多発しており、急流河川が多い富山県での発生の際に、化学物質流失対策の一つとして、今回の研究テーマ、河川や海域の水質環境をできるだけ、簡易で瞬時に測定できる手法の開発は重要だと思います。今後は今回対象となっていない化学物質や微量でも分析が可能となるよう、さらなる研究開発を進められるよう期待しています。

② 非常時のスクリーニング調査の一斉分析法として有用であり、定期的に本県の河川の通常時のデータを蓄積し、事故時の回復状況の判断、意図せぬ漏出事故の把握などに活用すべきである。また、塩分濃度の影響により、今回の手法では回収率の低い物質に関しても、個別分析などにより、通常時のデータを蓄積する必要がある。この研究では PRTR の排出量の多い物質を選定したが、今後は、本県で環境リスクの高い物質を選定し、一斉分析法を検討する必要がある。

③ 目的に即した成果が得られていると判断されるが、得られた成果の公表・公開についてはどのように進められるのか、学術論文や県民への説明など、得られた成果の活用を検討されたい。

④ 2-アミノエタノールのように河口付近のマトリクスの影響が大きい場合は個別分析が必要なことなどのように、今後作成されるマニュアルには分析手順のほか、運用上の注意点などを明記して、広く情報の共有が図られることを望む。

⑤ 今回の対象物質では関係ありませんが、今後、LC-MS/MS と GC/MS の併用による実河川での分析方法の確立をさらに目指して頂けたらと思います。PRTR 対象物質限らず、環境リスクが高い物質を対象にさらなる開発を進めて頂けたらと思います。

⑥ 研究成果の普及を行うにあたっては、一般の方々へも分かり易いように、他の調査手法を含め、研究の背景や意義や内容や他の物質への展開方法等を整理いただいた上で、情報発信いただければ幸いです。

また今後、この手法を用いて、他の物質へ展開する際には、物質の毒性と利用の両方の観点からの選定されることと思料されますが、一斉分析が困難な物質が存在する場合には対応策も含めてご検討いただければ幸いです。

(追跡評価の必要性 有・)

(内部評価委員会)

① 今回の結果で得られた結果から、水域の特性や流域で使用されている化学物質の情報整理を行い、対象物質によって適切な分析法を選択していきます。

② 分析マニュアル等を作成し測定手法の技術伝承に努めます。また、年報などを通じて全環研などへの情報提供を行います。

③ 災害時のスクリーニング手法としては有効であるが、水域の特性や物質の濃度によっては必ずしも適切な分析法とはならないので、利用に関しては注意していきます。

④ 少量で幅広い業種で利用されている物質の追加に関しては、毒性等の情報や当センターで所有する機器で分析可能であるかなどの情報を収集した上で検討していきます。

⑤ 分析マニュアル等を作成し測定手法の技術伝承に努めるほか、県内外の関係機関への情報提供に努めます。

(外部評価委員会)

① 今回対象となっていない環境リスクが高い物質については、当センターの所有する機器で一斉分析法が可能であるか情報収集から始めていきます。

② 塩分濃度の影響により、今回の手法では回収率の低い物質もあるため、運用上の注意点などを明記したマニュアルを作成し、本県の河川の通常時のデータを蓄積することで、分析技術の伝承を行います。

本県で環境リスクの高い物質については、当センターの所有する機器で一斉分析法

措置

が可能であるか情報収集から始めていきます。

- ③ 年報などを通じて、得られた成果について情報提供していきます。
- ④ 運用上の注意点などを明記したマニュアルを作成し、分析技術の伝承を行います。  
また、年報などを通じて、情報の共有を行っていきます。
- ⑤ GC/MS との併用により、非常時におけるスクリーニング調査の一斉分析法を強化していきます。  
環境リスクが高い物質については、当センターの所有する機器で一斉分析法が可能であるか情報収集から始めていきます。
- ⑥ 年報などを通じて得られた成果について情報提供していきます。  
環境リスクが高い物質については、当センターの所有する機器で一斉分析法が可能であるか情報収集から始めていきます。

整理番号	19-水-02	研究課題名	富山県における温暖化に伴う水質変動に関する研究	
研究期間及び所要額	令和2年度～4年度	全体所要額(千円)	0千円	
研究概要	<p><b>1 研究背景・目的</b></p> <p>近年、真夏日や大雨の頻度の増加など気候変動の影響が全国各地で現れており、今後、地球温暖化の進行に伴い、このようなリスクはさらに高まることが予測されている。国の「気候変動適応計画」では、水環境への影響として、水温や水質、流域からの栄養塩類等の流出特性の変化が想定され、基本的な施策として水質のモニタリングや将来予測に関する調査研究の推進が掲げられている。</p> <p>こうした中、県内でも年平均気温が上昇しており、河川をはじめとする公共用水域の水温を含む水質の変化が懸念されることから、県内の河川等における水質変動に関する研究を進め、今後の気候変動適応策に寄与することを目的とする。</p>			
	<p><b>2 研究内容</b></p> <p>(1) 公共用水域の過去のモニタリング結果の解析</p> <p>(2) 温暖化に伴う水質変動の将来予測・水質変動の水環境への影響予測</p>			
<p><b>3 研究実績</b></p> <p>(1) 公共用水域の過去のモニタリング結果の解析</p> <p>①年平均値のトレンド解析</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>水温や pH、DO などの水質項目について年平均値の変化傾向の有意差検定を行った結果、河川の水温については、西部3河川6地点のうち5地点、中部4河川9地点のうち5地点、東部7河川8地点のうち1地点で有意な上昇傾向がみられた。流域面積が大きく、勾配が小さい河川で水温の上昇傾向がある一方、急流河川である片貝川でも上昇傾向が見られた。</li> <li>pH については、東部の河川で若干の上昇が見られ、DO は、一部の河川で変動が見られたが明確な傾向は見られなかった。</li> </ul> <p>②月別のトレンド解析及び相関分析</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>水温及び水質項目の月別の変化傾向並びに気温、水温及び水質項目の相関を調べたところ、河川においては、水温上昇が夏季に顕著であること、東部河川で気温との相関が強いことなどの特徴が見られた。</li> <li>一方、この傾向や相関には気温以外にも日照や降水、河川流量、生活・工場排水など多くの要素が複雑に関係しており、また、月別の解析ではデータ数が少ないため、水質項目の変動要因を特定することは難しい。</li> <li>海域では、多くの地点で4～12月頃に気温と水温に相関が見られ、9月頃が最も相関が強いが、水温の上昇傾向は春先(3,4月)及び初夏(7月)に顕著であった。また、DOは10～3月頃に水温と相関が強い結果であった。</li> <li>湖沼については、夏季のDOと水温に相関は見られたが、湖沼ごとの特性による違いが大きく、一定の傾向は見られなかった。</li> </ul> <p>③年間を通じた相関分析</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>河川において、季節トレンドを除いたうえで気温、水温及び水質項目の年相関を調べ、有意差検定を行った結果、すべての河川において、気温と水温、水温とDOに有意な相関が見られた。一方で、他の項目(pH、BOD、SS、流量)と気温、他の項目と水温に有意な相関がある地点は少ない結果であった。このことから、気温と水温、水温とDOには明確な関連があり温暖化の影響を受けやすい一方、その他の水質項目については、温暖化以外の要素の影響を強く受けている可能性が示唆された。</li> </ul> <p>(2) 温暖化に伴う水質変動の将来予測・水質変動の水環境への影響予測</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>河川について、横軸を気温、縦軸を水温とし、全データをプロットすると良好な直線関係が得られ、その傾きは0.52～0.69であった。</li> </ul>				

- 水温の変動について気温が支配的な要因であると仮定し、線形外挿により水温を予測すると、気温が2℃上昇すると水温は1~1.5℃程度上昇し、県内の多くの地点で漁業権が設定されているアユをはじめとした冷水性の魚類の生態に影響を与える可能性がある一方、予測の確度は低い。

**1 研究目的の達成状況**  
データの精度等の問題により将来予測については達成できなかったが、県内河川の気温に対する感受性や、河川・海域ごとの特徴についての知見が得られたことから、一定の成果は得られたと考える。

**2 研究期間・経費の妥当性**  
予定の研究期間及び経費で河川・海域ごとの特徴についての知見など、一定の成果が得られたことから妥当と考える。

**3 成果の有益性、活用の可能性**

- 限定的なデータではあるが、月別の水温・水質の解析から河川・海域ごとの傾向がある程度把握できたことから、他の研究機関等と連携し、更なる影響調査が必要な流域や生物などの抽出・検証に活用できる。
- 今後実施する公共用水域調査について、今回の検定・解析手法のノウハウを活用し、データを追加解析することで知見の充実が見込まれる。

**4 成果の普及**

- 富山県環境科学センター研究成果発表会や年報などにおいて発表を行うほか、エコ・ラボとやまでの展示に活用する。

評価項目	内部評価委員会			外部評価委員会		
	a	b	c	a	b	c
① 目的の達成度	a	b	c	a	b	c
② 期間・経費の妥当性	a	b	c	a	b	c
③ 成果の有益性	a	b	c	a	b	c
④ 活用の可能性	a	b	c	a	b	c
⑤ 成果の普及	a	b	c	a	b	c
総合評価	A	B	C	A	B	C

(参考) 評価基準

a: 極めて高い、適切である	A: 目的を達成し、十分な研究成果が得られている
b: 高い、概ね適切である	B: 目的を概ね達成し、一定の研究成果が得られている
c: 低い、改善の余地がある	C: 目的の達成度が低く、十分な研究成果が得られていない

**(内部評価委員会)**

① 今後、温暖化による気温上昇は数℃程度と予想されていますが、一方で気温の季節変動、日変動、地点変動などはそれよりも大きく、また、考察にもあったとおり工場排水の影響なども受けるため、今後の研究計画の検討に当たっては、そうした要素にも配慮願います。

② 今回の成果を広く広報していただきたい。また、今回の成果を活用した将来予測に関する研究について、引き続き検討いただきたい。

③ 河川などでは気温と水温・DOとの相関をデータからはっきりと示すことができ、県内の状況をグラフなどで「見える化」もできることから、エコ・ラボとやまでの地球温暖化問題の啓発等に役立ててもらいたい。

④ 温暖化に伴う降水状況の変化（降雪、雪解け時期等）と水質の関係など、今後も水環境の変化をとらえる幅広い研究に取り組んでいただきたい。

⑤ 今回の成果は限定的なものであったが、日射、降水など他の物理的要因との相関やクロロフィル a、栄養塩等他の測定結果の解析など、将来的な発展に期待する。

(追跡評価の必要性 有・)  
(外部評価の必要性 ・無)

**(外部評価委員会)**

① 水環境の変化について、過去と近年のデータの統計的处理から将来の予測した結果を、漁業事業者等にフィードバックしていただきたいと思います。ただ、未来予測のための新規な発見が無かったことはちょっと残念です。

② 水域の過去のモニタリングデータを解析して、トレンド解析、温暖化による水質予測を行うという目的はほぼ達成されている。ただ、今回の解析に用いられていない気象、流域特性などが、交絡要因となり、水域ごとの変動特性に影響を与えている可能性がある。

本研究を通じて整理されたビッグデータは今後の研究にとっても貴重な財産であり、適切な方法で公開し、新たな共同研究の契機として活用されたい。また、過去のデータを活用しているため、研究資金が計上されていなかったが、今後は必要な研究資金を得て、研究体制を整えていただきたい。

③

- 1) これまでの富山湾および河川に関するビッグデータの活用価値を示したものとして高く評価できる。他の研究者に対してもこの種のビッグデータを提供するなどの工夫にも繋がると期待したい。
- 2) 温暖化の効果が水温上昇と関連するデータ以外は予想ほど大きく影響していないことが示されたことは、この事例についてはよい結果とは言えるが、それは他の県の河川でも同様なのか？富山県の特徴といえるのか？というのは議論すべきではないかと思われる。
- 3) これまでの30年と比べて、ここ最近の変化でどうなっているのかなどの関心などもあることから、どのようにこの成果を県民へ還元するかや、今後データを継続的にウォッチしていくことなど課題となると思われる。

④ 水質変動に大きな影響を与えている人間活動、とりわけ農業における化学肥料の使用量等の時系列データも併せて解析することを希望します。

⑤ 河川や海域ごとにトレンドに特徴があることが把握できたことなど重要な知見が得られているので、本研究の成果の活用が広く図られるように、県内の関連機関とも連携して取り組んでいただきたい。

⑥ 既存データがあるから予算を使用しなくても良い研究ではなくて、データ処理の高度化や新たなデータを調査や入手するなど、もう少し研究計画を練って進めて頂いた方が良いと思います。

気温と水温、水温とDOなど以外にはそんなに優位な関係が見られなかった原因として、過去30年程度でのダム管理や取水量などの人為的影響や、河川の地域特性や規模などを考慮していないことが原因と考えられませんか？

気温と水温の直線関係の傾きは、河川スケールや水深などの違いによる混合度合いに応じて変わってくると思われます。一律の傾きではなくて、もっと細分化して評価して頂けたらと思います。

日射量、融雪出水、藻類の発生、自濁作用など、その他の要因についてもご検討頂けたらと思います。

⑦ 得られた情報を富山県の農業にフィードバックするといったことは、今後の活動の中で考えられませんか？

(漁業へのフィードバックの話は出ていたので、農業県でもある当県で、農業にフィードバックすることは検討してみしてほしい)

⑧ まずは、全体所要額ゼロ円でこれだけの成果を出される研究チームメンバーの皆様方のご尽力に敬意を表させていただきたいと思います。

世界的な情勢を踏まえた研究目的・内容と史料され、蓄積されたデータの分析による、気候変動による影響と適応策等の検討は大変重要な課題と史料されます。今後、本研究成果を一般の方々にも分かり易いように取りまとめた上で情報発信いただき、また更に発展させた研究などの次なる展開を大変楽しみにしております。

水質へ影響を及ぼす可能性のある他の因子としては、例えば、流量・流速や汚染物質の流入の量と時期、河川の自浄作用（生物の生息状況含む）の他、気候変動による降水状況の変化（短時間に集中した降雨の増加）等も挙げられると史料されますので、またご検討いただければ幸いです。

(内部評価委員会)

措置

① 今後、今回の結果を他の試験研究機関と共有し、研究ニーズを把握したうえで、研究計画の検討を行っていく予定ですが、その際には、季節変動や工場排水等の影響についても留意していきます。

② 今回傾向がはっきりと表れた、気温と水温・DOの相関については、県民に分かりやすく伝えられるよう見える化し、普及啓発に役立てていきます。

将来予測を行うためには、より多くの項目のデータや連続データの取得が不可欠であり、さらなる現地調査が必要となると考えます。マンパワーの観点から、まずは今



回の結果を他の試験研究機関等と共有し、研究ニーズを把握したうえで、モデル地域・事業の選定、将来予測に必要なデータ収集の検討を行っていきます。

- ③ 今回傾向がはっきりと表れた、気温と水温・D0の相関については、県民に分かりやすく伝えられるよう見える化し、普及啓発に役立てていきます。
- ④ 今回詳細な解析が行えなかった降水や降雪、雪解けなど河川流量に関係する項目等について、引き続きデータの正確性にも留意しながら、解析を行っていきます。
- ⑤ 今回詳細な解析が行えなかった物理的要因・測定結果についても、引き続きデータの正確性にも留意しながら、解析を行っていきます。

(外部評価委員会)

- ① 得られた結果については、出前講座やエコ・ラボとやまでの展示などを通じて、漁業者等の関係者にフィードバックしていきます。また、漁業者等のニーズを踏まえながら、追加調査・解析を実施し、将来予測についても検討していきます。
- ② 今後、本研究で解析できなかった気象等の要因についても引き続き解析を実施し、水域ごとの特性を明らかにしていきます。  
得られた結果については、出前講座やエコ・ラボとやまでの展示などを通じて公表するとともに、県試験研究機関などとも共有し、新たな研究ニーズについても探っていきます。また、新たな研究を実施する際には、所内の研究資金や外部資金の獲得についても併せて検討していきます。
- ③
  - 1) 本研究で使用したデータをはじめ、当センターが所有する過去からの測定データについては、他の研究者にも提供できるよう、所として体制を整えていきます。
  - 2) 他県の類似研究の調査や、公表されている他県のデータの解析を実施し、本研究で得られた結果が、特徴的なものであるかどうか確認していきます。
  - 3) 得られた結果については、出前講座やエコ・ラボとやまでの展示などを通じて公表するとともに、今後もデータが蓄積されていくことから、定期的に解析を実施し、アップデートしていきます。
- ④ 今後、具体的な研究ニーズを探りながら、農業における化学肥料の使用量など、本研究で解析の対象としなかった要因との関係性を調査していきます。
- ⑤ 得られた結果については、出前講座やエコ・ラボとやまでの展示などを通じて公表するとともに、県試験研究機関などとも共有し、新たな研究ニーズについても探っていきます。
- ⑥ 本研究では、まずは広く県全域の河川及び海域における変化傾向を把握することを目的として実施した。今後、これらのデータの細分化について検討するとともに、具体的な研究ニーズ（農業、漁業等）を収集し、より高度なデータ処理や追加調査について検討していきます。  
また、引き続き、本研究で解析の対象としなかった要因の解析を進め、有意な関係が見られなかった項目の原因究明なども行っていきます。
- ⑦ 漁業へのフィードバックは、成果の活用の一例として紹介したものあり、農業についても検討していきます。
- ⑧ 得られた結果については、出前講座やエコ・ラボとやまでの展示などを通じて公表するとともに、関係機関を通じて、農業者や漁業者等にも公表し、新たな研究ニーズを探っていきます。  
また、流量・流速や汚染物質の流入の量と時期など、本研究で解析の対象としなかった要因との関係性を調査していきます。

整理番号	19-生-01	研究課題名	マイクロプラスチック等の流出・漂流実態に関する研究	
研究期間及び所要額	令和 2 年度 ~ 令和 4 年度	全体所要額 (千円)	1,617 千円	
研究概要	<p><b>1 研究背景・目的</b></p> <p>直径 5 mm 以下の微細プラスチック片 (マイクロプラスチック、MPs) は、海洋汚染や生態系への影響が懸念されており、G20 大阪サミットの主要議題として議論されるなど国際的な問題となっているが、県内における流出・漂流の実態は十分に分かっていない。</p> <p>県内河川や富山湾における流出・漂流の実態や、プラスチックの成分や分布の実態を把握し、分布状況を可視化することにより、県民への MPs の削減の啓発を行う。</p>			
	<p><b>2 研究内容</b></p> <p>(1) 河川、海域 (富山湾) における MPs の実態調査</p> <p>(2) GPS フロートを活用したプラスチックの漂流状況調査</p>			
<p><b>3 研究実績</b></p> <p>(1) 河川、海域 (富山湾) における MPs の実態調査</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>令和 2 年度は 7 河川の 13 地点、令和 3 年度は 24 河川等の 24 地点において調査を実施した。MPs の個数密度<sup>*</sup>は秋季より春季の方が高い傾向にあった。形状は肥料カプセルが特に多く、他に破片状や繊維状、シート状のものが確認された。素材はポリエチレン (PE) とポリプロピレン (PP) のものが多かった。</li> <li>※個数密度 (個/m<sup>3</sup>): 各河川において採取された MPs の個数を、採取用ネットを通過した水量で除して求めたもの。</li> <li>県東部の海域 3 地点、西部の海域 3 地点で調査を実施した。形状は破片状のものが多く、繊維状、シート状のものも確認された。素材は PE、PP のものがほとんどであった。</li> <li>河川の利用用途ごとの MPs の実態を調査するため、神通川流域の 7 地点及び小矢部川流域の 9 地点で追加調査を実施した。12 地点で肥料カプセルが確認され、水田の多い本県では、河川の利用用途によらず水田の影響を受ける傾向にあることが分かった。肥料カプセルを除く MPs の個数密度と採取地点の流域背景との関係をみたところ、森林率とは負の相関が、人口密度、農地率及び都市率とは正の相関があることが分かった。人間の活動がさかんな地域ほど MPs の個数密度が多いことを裏付ける結果が得られた。</li> <li>河川以外の流出経路として下水道処理施設 1 か所にて調査を実施した。個数密度は春季の河川の結果の範囲内であり、形状は全て破片状であった。また、素材は PE 系、PP、PE と PP の複合材等が確認された。</li> <li>MPs の堆積状況を調査するため、小矢部川流域の 4 地点及び新湊沖の 3 地点の底質を調査した。小矢部川流域の 1 地点を除く地点で MPs が確認された。形状は破片状、肥料カプセル、繊維状、シート状のもの、また、素材はアクリル樹脂、エポキシ樹脂、ポリエチレンテレフタレート (PET) といった比重が大きいもののほか、比重の小さい PE 系のもものも確認された。</li> </ul> <p>(2) GPS フロートを活用したプラスチックの漂流状況調査</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>小矢部川流域の上流域 3 か所から GPS を放流したところ、2 つは放流場所からほとんど進まず止まり、1 つは約 5 km 下流域で止まった。小矢部川河口域から GPS を 2 つ流したところ、1 つはほどなく六渡寺海岸に漂着し、1 つは放流場所から西部の雨晴海岸付近を通過した後、進行方向を変え東部の入善沖へ進んだ。</li> </ul>				

## 1 研究目的の達成状況

### (1) 河川、海域（富山湾）における MPs の実態調査

- ・ 県内全域の河川等において調査を行い、MPs の個数密度、形状及び素材などの実態を把握することができた。また、春季に肥料カプセルが多く確認されたことから、田植えの時期に肥料カプセルが多く流出すると考えられるため、田植え時期の流出防止策が重要であることが分かるなど、当初の目的を達成した。
- ・ 土地の利用用途と MPs の個数密度の関係を調査し、人の活動がさかんな都市部及び農用地では肥料カプセル以外のプラスチックごみの発生抑制が重要であることが分かった。

### (2) GPS フロートを活用したプラスチックの漂流状況調査

- ・ 今回の調査では、GPS のバッテリー稼働時間が短かったことや回収が困難な地点で停止してしまったことにより、計画より断片的な調査となった。一方で、河川上流域から河口まで到達するにはある程度の時間がかかることや、河口から流れ出たものは富山湾から離れず、海岸に漂着することを改めて確認できた。

## 2 研究期間・経費の妥当性

当初の計画期間及び経費で、当初の目的である県内河川における MPs の実態を広く調査することができたほか、河川の利用用途ごとの調査や下水道処理施設での調査等、当初の計画になかった追加調査も実施することができた。

## 3 成果の有益性

過去に一部の河川で実施された調査はあるものの、今回の調査で県内全域の MPs の実態を初めて把握することができた。今回の調査の結果、春季に肥料カプセルが多く排出されるという特徴や、都市部及び農用地で MPs が多く排出されるということが分かった。これらのことから、河川から流出する MPs の削減のため、今回の結果を基に、より説得力のある啓発が可能になると考えられる。

## 4 活用の可能性

今回の結果から以下のことが考えられ、今後 MPs の削減に向けた啓発に活用できると考えている。

- ・ 肥料カプセルについては、崩壊性が高く水に沈むため水田から流出しにくい被膜を用いた肥料への転換やプラスチックフリーの肥料の開発が進められている。一方で、過去に使用された肥料カプセルは今後も排出される可能性があるため、プラスチックフリーの肥料が実用化されるまでは排水口に捕集ネットを設置する等の対策が必要である。
- ・ 肥料カプセル以外の MPs については、発生源は特定できないものの都市部及び農用地から多く排出されている。捨てられたプラスチック製品や屋外で使用されるプラスチック製品から発生している可能性があるため、ごみの適正管理等の対策が必要である。

## 5 成果の普及

- ・ 調査結果をパネルにまとめエコ・ラボとやまに展示し、見学者への啓発を行う。
- ・ 施設見学者への講義や出前講座で調査結果を紹介し、MPs 削減の啓発を行う。

評価項目	内部評価委員会			外部評価委員会		
	a	b	c	a	b	c
① 目的の達成度	a	b	c	a	b	c
② 期間・経費の妥当性	a	b	c	a	b	c
③ 成果の有益性	a	b	c	a	b	c
④ 活用の可能性	a	b	c	a	b	c
⑤ 成果の普及	a	b	c	a	b	c
総合評価	A	B	C	A	B	C
(参考) 評価基準	a: 極めて高い、適切である b: 高い、概ね適切である c: 低い、改善の余地がある			A: 目的を達成し、十分な研究成果が得られている B: 目的を概ね達成し、一定の研究成果が得られている C: 目的の達成度が低く、十分な研究成果が得られていない		
意	(内部評価委員会)					

- ① 研究成果の活用について、エコ・ラボとやまへの展示や見学者への啓発、出前講座での紹介が、マイクロプラスチック削減のために最も効果的な方法なのではないでしょうか。身の回りのものが結果的にマイクロプラスチックになることや、マイクロプラスチックになるものを捨てないこと、早期に回収すべきことは既に啓発していると思いますので、それ以外の活用法についても検討をお願いします。
- ② 肥料カプセルについては、関係の業界等で対策が検討されており、今後対策の効果検証に関する調査についても検討いただきたい。
- ③ 調査は、MPsの素材や形態別に行われているが、MPsの原因となりうるプラスチックごみ・製品等を推測するなど、もう一歩先の解析が行われるとさらに良いと考える。他県では色情報の把握を、民間では形状から人工芝の同定を行うなどしており、応用できるのではないかな。
- ④ 底質中のMPsについては、比重の軽いPEが多いこと、下流より上流の地点での密度が高かったことなど疑問に感じる点が多くあり、解析が必要である。
- ⑤ 他県では、人為影響のない最上流の地点でもMPsが確認されており、大気由来も疑われている。こうした点にも配慮されたい。
- ⑥ 可能であれば、定期的の実態把握をしていただきたい。
- ⑦ 得られた成果を県民がイメージしやすい形でまとめ、積極的に啓発していただきたい。

(追跡評価の必要性 有・無)

(外部評価の必要性 有・無)

## (外部評価委員会)

- ① 富山湾海域周辺に集まるプラスチックなどごみは、県内から多くが排出されていることは、大分県民に周知されるようになってきたと思いますが、今回の調査結果から、プラスチックの種類や量などが明らかになったことは成果です。
- 1) 川底や海底からも存在したとの報告は、底の表面だと思いますが、さらに深い部分ではどんな状態なのではないでしょうか。(どれくらい蓄積しているか気になりました)
  - 2) プラスチックの排出量と周辺環境との関係についてもある程度明らかになり、今後はこの結果を有効に活用し、プラスチックの廃棄削減が進むよう関係事業への啓発もお願いします。
  - 3) 今回明確とならなかった、GPSフロートによる漂流調査については、何を調べようとするのか、もう少し目的を明確にして、今後も検討を続けられるといいのではないのでしょうか。
- ② 社会的に関心の高いマイクロプラスチックの河川、海域での挙動を本県で初めて明らかにした研究として意義がある。今回は県内を網羅的に調査を行ったため、降雨時、上下流など流域レベルでの挙動などの課題が残った。野外調査、採取試料の処理・計測は、労力を要するため、県内学術機関等との共同研究も視野に入れて研究を継続していただきたい。
- ③
- 1) 研究期間の間にマイクロプラスチックに関する関心や研究が加速度的に進んでいると思われる。本成果をその内容を再度読み直すことにより、より踏み込んだ検討ができると思われる。
  - 2) 農業資材以外のマイクロプラの問題を指摘しているが、具体的な対策として何が考えられるのか、ライフスタイル改革を含めて議論されるべき内容であると考えられる。
- ④ 今後も継続した調査を希望します。河川や海洋だけでなく、立山の高山帯においても断片化したブルーシートの繊維が道路から植生帯に飛ばされてくることがあり、その後の強い紫外線を浴びてマイクロプラスチック化されていることが懸念されます。
- ⑤ 成果発信として、もう少し県民の皆さんの視覚に訴える図等にして頂くことは可能かと思えます。
- ⑥ マイクロプラスチックに限らず、プラスチックの流出削減対策は今後さらに重要性を増すため、本研究で実施した実態把握は継続的に行う必要があると考える。得られたデータを経年的にとりまとめ広く発信するなど、県民への啓発の工夫や、その効果の検証にも、今後も積極的にとりこんでいただきたい。

⑦

- 1) (1)のMPs調査と(2)のプラスチックの漂流状況調査の関係をもう少し詰めた上で研究を進めて頂けたらと思います。
- 2) 肥料カプセルは大半が海岸や河口域に堆積していると考えられるため、対象とした海域3地点だけではなくもう少し広い範囲の調査を行うことによって、河川と海域で見られるプラのギャップを解明して頂けたらと思います。
- 3) 中間評価で対応コメントに記載されていましたが、洪水時や底質の調査、沈降性のプラスチックを対象とした室内実験などは結局行わなかったのでしょうか？行わなかった理由について具体的に説明して頂けたらと思います。
- 4) プラスチックによる環境問題は年々深刻さを増しており、様々なアプローチや共同研究で今後も引き続き継続して頂けたらと思います。

⑧ 全国レベルでの評価結果と当県の評価結果を比較して、当県は多いのか少ないのかといった評価をされたらどうでしょうか？

⑨ 世界的な情勢を踏まえた研究目的・内容であり、大変重要な課題と思料されます。一般の方々も身近に感じやすいテーマと思料されますし、普及啓発効果を高める上でも、研究成果はビジュアルも活用いただきつつ、今後の検討課題も含めて、分かり易く整理いただき、情報発信いただければ幸いです。  
なお別途質問させていただきたいので、分かれば教えていただければ幸いです。肥料カプセルについて「排水口に捕集ネットを設置する等の対策が必要」とありますが、具体的にどの場所（田畑の排水路の最後の排水口？）を想定されていて、実現可能性はどの程度あるのでしょうか？（微細化してしまうと捕集ネットでも回収できないようにも思料されます。）

(追跡評価の必要性 有・無)

(内部評価委員会)

- ① 本研究を通じて、マイクロプラスチックを抽出するノウハウが得られたので、環境試料等に含まれるマイクロプラスチック量の測定について外部機関から共同研究等の依頼があれば参画するなど研究成果の活用に努めていきます。
- ② 環境試料中のマイクロプラスチック、特にカプセル状マイクロプラスチック量の調査結果を関係の業界等に共有するとともに、現在の取組み状況を把握したうえで再度調査を検討していきます。
- ③ 人工芝やブルーシート由来のマイクロプラスチック等、特徴的な形状や色が残っている場合は、発生源となっているごみや製品の推測が可能と考えられるので、素材や形態以外の分類方法についても検討していきます。
- ④ 底質の調査については、河川の調査と比べてサンプル数が少なく、実態を反映していない可能性も考えられるので、今後サンプリングする機会があれば底質の試料数を増やしてより有効なデータが得られるよう努めます。
- ⑤ 当センターにおいて、R5から新たに大気由来マイクロプラスチックの研究を実施しており、ご指摘の点についても配慮していきます。
- ⑥ 定期的な実態調査については、国の動向等を踏まえつつ、業務ウェイト等を考慮しながら検討していきます。
- ⑦ 研究成果は図表を用いて見える化するなど、県民がイメージしやすい形でとりまとめ、情報発信していきます。

措置

(外部評価委員会)

- ①
- 1) 川底であれば底質深部の試料採取も比較的容易と考えられることから、国の動向等も踏まえつつ、業務ウェイト等を考慮しながら検討していきます。
- 2) 研究成果は図表を用いて見える化するなど、県民がイメージしやすい形でとりまとめ、情報発信していきます。
- 3) 今回の調査では、GPSのバッテリー稼働時間が短いことや回収が困難な地点で停止してしまうといった課題が見つかったので、これらの課題を解決できればより有効なデータが収集可能になると考えています。

- ② 環境試料採取は他の県内学術機関等に依頼し、環境試料からのマイクロプラスチック抽出や計測は当センターで行うなど、役割を分担することが可能か検討していきます。
- ③
- 1) マイクロプラスチックについて、新しい情報を入手し、本研究の成果に活かすことができるか確認していきます。
  - 2) プラスチック資源循環法の施行など、農業資材に限らずライフスタイルに広く影響する変化も見られることから、国や県の動向を注視し、マイクロプラスチックの排出抑制対策につなげられるか確認していきます。
- ④ 定期的な実態調査については、国の動向等を踏まえつつ、業務ウェイト等を考慮しながら検討していきます。立山でのマイクロプラスチックについては、環境科学センター大気課において、大気由来マイクロプラスチックの研究が行われるところなので、情報共有等していきます。
- ⑤ 研究成果は図表を用いて見える化するなど、県民がイメージしやすい形でとりまとめ、情報発信していきます。
- ⑥ 研究成果は図表を用いて見える化するなど、県民がイメージしやすい形でとりまとめ、情報発信していきます。
- ⑦
- 1) (2)のプラスチックの漂流状況調査について、今回の調査では、GPSのバッテリー稼働時間が短いことや回収が困難な地点で停止してしまうといった課題が見つかったので、これらの課題を解決できればより有効なデータが収集可能になると考えています。
  - 2) 追加の実態調査については、労力を要するため、環境試料採取は外部に依頼し、マイクロプラスチックの抽出～計測は当センターで行うといったように、役割を分担するなど工夫できるか検討していきます。
  - 3) 洪水時と沈降性（河川の低層）での調査に関しては、検討はしたが実施が難しいという判断になりました。その理由は下記のとおりです。
    - ・ 洪水時の調査は河川の流量・流速が上がり、ネットを下ろしてしばらく置いておくのは危険である。
    - ・ 洪水時ではないが、成子大橋や早月川など流速の早いところではネットが安定せずあまりうまく採取できていないという感覚があり、環境省のガイドラインに沿った方法では難しいという判断になった。
    - ・ 沈降性のものに関しては、ある程度水量を確保できる程度の流速のある河川の低層にネットを固定するのが難しく、棒で固定も考えたが、その長さの棒を運べない（そもそもない）などから見送った。
  - 4) 定期的な実態調査については、国の動向等を踏まえつつ、業務ウェイト等を考慮しながら検討していきます。
- ⑧ 公的に出されているもので、全国の調査データをとりまとめたものはないと思われ、比較が難しいです。なお、令和3年度版の環境科学センター年報では、論文等を探して見つけた各機関が公表しているデータ（全国のデータを網羅しているわけではありません）を掲載しています。
- ⑨ ・研究成果は図表を用いて見える化するなど、県民がイメージしやすい形でとりまとめ、情報発信していきます。  
農地由来のマイクロプラスチックは、現在使用されているものではなく、主に地中に埋まっているものが代掻きなどで排水と一緒に流出していると考えられることから、農地の最終排水口、あるいは、農地用排水路と河川等の合流地点に捕集ネットを設置することが有効と言えますが、すぐに流草等で溢れるため管理が大変であること等、普及に向けたハードルは高いと予想されます。  
捕集ネットの目合いよりも小さく微細化したプラスチックは通り抜けてしまうので、流出を防ぐことはできませんが、マイクロプラスチック全体の流出量を抑えるという点では、対策の重要性を農家の皆さんにも認識してほしいと考えている。