

事前評価調書

富山県環境科学センター

整理番号	25-生-01	研究課題名	長期再解析データを用いた気候変動に関する研究(Ⅱ)																															
研究期間及び所要見込額	8年度～10年度	初年度	600千円	次年度	100千円	次々年度以降	100千円	全体所要額	800千円																									
		研究概要	<p>1 研究背景・目的 現行の研究では、本県における過去の災害に関する気象の中から、特に県内の地域別の過去の大雪に特化して当日の地上付近や上空の気象場について自己組織化マップ(SOM)をもちいて解析するとともに、温暖化後や数日スケールの予測を行っている。一方で、外部評価委員等からの意見にあるように、近年、本県でも災害が多発しつつある大雨についての解析のニーズが高まっている。このことから、パート2では、大雪の解析に活用できる状態にあるSOM解析を大雨に適用することで、県内各地域での特徴的な大気場の抽出及び将来変化について研究を行う。</p> <p>2 研究内容 (1) 大雨に対する解析手法の検討 現行の大雪の解析と異なり、局所的な発生が想定される大雨に対して、SOM解析の活用可能性を探るとともに、テスト計算を重ねることにより計算条件や必要な入力データを検討する。現時点では、雨量データとして、Aphrodite(総合地球環境学研究所他、1900年～2016年)、全国版d4PDFダウンスケーリングデータのバイアス補正データ(国土技術政策総合研究所、1981年～2110年)等、大気場データとしてJRA-3Q(気象庁、1947年から現在まで)の使用を想定している。</p> (2) 過去の地域別大雨に対する分類 (1)の手法を用いて大雨を分類し、特徴的な大気場を抽出する。また、現状再現データ(全国5kmメッシュアンサンブル気候予測データ(気象庁))を想定するが、最新の公開データを精査して活用)の雨量と解析雨量との比較により、モデルで表現される雨量の特徴を解析し、将来予測データ(同)の解析準備を行う。 (3) 将来の大雨に対する分類 (2)で得られた現状再現モデルで表現される雨量をもとに、将来予測データに対してSOM解析を実施することにより大雨のパターンごとに特徴的な大気場を抽出する。 <p>3 研究年次計画及び経費</p> <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2">令和8年度</th> <th colspan="2">令和9年度</th> <th colspan="2">令和10年度</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2">解析手法の検討</td> <td colspan="2">SOM解析(過去事例)</td> <td colspan="2">SOM解析(現状再現、将来予測)</td> </tr> <tr> <td colspan="2">取得データの検討・整理 データの取得</td> <td colspan="4">現状再現、将来予測データの収集・整理</td> <td>とりまとめ</td> </tr> <tr> <td colspan="4">過去から現在の大雨の評価</td> <td colspan="2">将来の大雨の評価</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>令和8年度：60万円(データ収集用ドライブ群、出張費) 令和9年度：10万円(消耗品、出張費) 令和10年度：10万円(消耗品、出張費)</p>								令和8年度		令和9年度		令和10年度		解析手法の検討		SOM解析(過去事例)		SOM解析(現状再現、将来予測)		取得データの検討・整理 データの取得		現状再現、将来予測データの収集・整理				とりまとめ	過去から現在の大雨の評価				将来の大雨の評価
令和8年度			令和9年度		令和10年度																													
解析手法の検討			SOM解析(過去事例)		SOM解析(現状再現、将来予測)																													
取得データの検討・整理 データの取得			現状再現、将来予測データの収集・整理				とりまとめ																											
過去から現在の大雨の評価				将来の大雨の評価																														
研究の成果と実現の可能性	<p>1 期待される成果 ・県内各地域における過去から現在の大雨発生時の気象条件及びその温暖化に伴う変化についての知見が得られる。</p> <p>2 実現の可能性 ・大気場データ、雨量データはDIASサーバ上で公開されており、入手が可能。 ・大雨に関する解析は、京都大学等で先行事例があり、相談できる状況は構築済み。</p> <p>3 成果の活用策 ・研究成果発表会、年報、適応センターのニュースレター等により、県民や関係機関に成果を公表する。 ・気象台等との勉強会等を通じて情報共有や連携を図り、今後の気候変動適応策の検討に役立てる。</p>																																	
	評価結果	評価項目	内部評価委員会			外部評価委員会																												
		① 必要性	4.8			4.9																												
		② 新規性・独創性	4.4			4.0																												
③ 年次計画の適切性		4.5			4.3																													
④ 経費の妥当性		4.5			4.3																													
⑤ 期待される成果		4.4			4.7																													
⑥ 実現の可能性	4.1			4.3																														
	総合評価 (個別評価平均値)	4.4			4.4																													
結果	(参考) 個別評価基準	5：良好 4：概ね良好 3：普通 2：一部見直し 1：全面見直し																																
	総合評価基準	4-5：良好(計画とおり実施) 3-4：概ね良好(計画とおり実施) 2-3：普通(計画とおり実施) 1-2：不良(一部見直し) 1：不良(全面見直し)																																

(内部評価委員会)

- (1) 今回の研究は、現行の大雪に関する研究の成果を踏まえたものだと思いますので、例えば、
- ①現行の研究における「大雪」の予測について、どのような成果や課題があるのか。
 - ②今回の研究における「大雨」の予測に、現行の研究の成果を応用しようとした場合、どのような課題があるのか。また、現行の研究で課題になっていることは、今回の研究にどのような影響を及ぼすのか。
 - ③Aphrodite 等の高解像度データは、上記の課題の解決にどのような効果があるのか。などをわかりやすく整理し、外部評価委員会の説明資料に反映されたほうがよいと思います。
- (2) 今回の研究の成果は、地元の行政機関や地域住民に活かされるように配慮する必要があり、研究の当初から実用化を意識して進めていただきたい。
- (3) 期待される「大雨」の大気場と予測に関する研究であり、本県での適応策を考えるうえで、大変重要と考える。現行研究の成果（大雪時 SOM）を活用し、また先行事例を持つ研究者への相談体制も確保されていることから、実現可能性は高いと思われるが、日進月歩の分野でもあることから、必要な情報収集やこまめな計画チェックを行ってほしい。これまでの大雪時の研究成果について、気象台等との勉強会の開催や、全環協などで他地域にも応用可能な旨を情報提供するなど、適応策の推進に貢献していることを評価する。今後は、本研究成果を含め、県内での活用や周知の一層の拡大のため、県立大学との連携やニュースレター等を通じた県民周知に努めてほしい。
- (4) 大雪に引き続き、大雨の解析に取り組むとのことで、一貫的、合理的な研究であり、成果に期待する。SOM などのデータ解析手法については、環境科学センターの強み（武器）と成り得るよう、ノウハウを蓄積・継承していただきたい。
- (5) 大雪の解析に比べ、より解像度の高いデータが必要になり、難易度も高くなることが想定されるが、実現に向け解析方法等を工夫していただきたい。
- (6) 県内の細かい地域ごとの雨の解析はあまり行われていないため、今後の県での適応策を検討する上で必要性の高い研究と考えられる。データの収集や連携協力、相談体制も確立されていることから、計画的どおりに研究を進めることができると思われる。将来の大雨による災害への影響等に関して、本研究の成果から富山大学や県立大学などとの一層の研究連携が図られることを期待する。
- (7) 大雨に関する予測は、適応策を検討するうえでとても重要である。大雨の大気場のパターン化ができることを期待する。結果の公表にあたっては、わかりやすいものとなるよう期待する。

(外部評価委員会)

意見等

- (1) 近年、線状降水帯発生により局所的な豪雨・災害が頻発しており、本研究はこうした大雨に関する社会的な関心の高まりに応える研究として期待される。SOM 解析には既の実績があり、成果が期待されるが、従来の気象庁の予測にさらにどのような情報を付加できるか、成果の還元法について検討していただきたい。
- (2) 大雨による被害は全国で頻発していることから、この研究によって新たな知見が得られることによって、安全対策の一助となっていくことを期待しています。
- (3) 富山県の気温が日本一になるニュースが複数みられ、大規模な降雨災害も毎年のように発生するなど、気候変動の影響については県民にとってもリアルな課題である。これまでの研究において一定の成果を得た大雪発生に関する研究にもとづいた内容であると拝察する。気象台、富山大との連携など体制も整備されていると解釈されるが、富山県の「特殊性」に着眼されているとするならば、それを全面に押し出されたうえで、県民の関心に寄り添った研究として進めて行かれることを期待する。
- (4) 自己組織化マップ (SOM) を活用した気候変動パターンの解析と予測に関連する研究 (https://www.metsoc.jp/tenki/pdf/2011/2011_09_0037.pdf) として高く評価できると思います。今回は大雨発生に関連する解析を中心に行う計画とのことでしたが、これまでの大雪の解析について成果が得られているので、並行して大雪についての課題も継続して行い、予測の検証を行なって欲しいと思います。夏季と冬季の気圧配置を対象とした SOM 解析を実施することで、その課題とその改善を行うことが、研究を発展させる上で効果的かなと思う。
- (5) 挑戦的かつ必要である研究である。後継研究では実際の予測に繋げることが期待されていることを念頭に本研究の成果のまとめ方を考えていただきたい。
- (6-1) 気候変動に伴う豪雨災害が全国各地で発生している現在において、富山県内の地域別に大雨の発生確率を示すことは市民の安心・安全の面からも極めて重要性が高く、本研究の成果が期待される。県内において、大雨災害に脆弱な地域、ハザードマップ等と突き合わせることで、本研究が災害の予防、対策に寄与することは可能か。
- (6-2) 現在は天気予報の予測精度が向上しており、スマートフォンのアプリも普及している。天気予報の研究、精緻化との違いをわかりやすく説明する必要はないか。
- (7) 昨年度にコメントさせて頂いたように、新規研究として大雨の解析を開始されるようで、今後期待しています。現行の研究で得られた大雪での SOM 解析を拡張して、局所的な発生が想定される大雨に対して SOM 解析の活用可能性を探る際に、両者の相違点（解析の拡張時の困難な点）をよりクリアにして研究を進めて頂ければと思います。富山県内の細かい地域ごとの雨の解析はあまり行われていないようですので、今後期待します。
- (8) 大雨の数日スケールの予測は、ニーズが多く、是非とも実現できるよう研究を進めて欲しい。内部評価委員会での意見にもあったが、結果の公表をわかりやすく、なるようお願いしたい。また予測結果情報にアクセスしやすくする工夫も検討ください。現状予測できている大雪に関する結果公表や予測結果情報について、広く認知してもらうこともお願いします。

(環境科学センターの対応)

(内部評価委員会)

- (1) 現行の研究では、自己組織化マップを用いた解析を導入することにより、県内各地域で大雪が発生した際に特徴的な、地上や上空の天気図を分類することができるようになりました。一方で、限られた地点数しかない降雪の観測とモデル計算による降雪量は乖離があることから、大雪の頻度で補正する手法を用いて調整しています。大雪と比較して大雨はさらに局所的に発生する現象であり、降水をもたらす気圧配置や水蒸気の供給源も異なると考えられるため、地域の詳細な降水データを使用する必要があるとともに、解析領域を南方に広げ、自己組織化マップに取り込み気象要素を選びなおす必要があります。このうち、地域詳細なデータについては、気象学会等で使用実績の高い Aphrodite の高解像度データを用いて地域の大雨を捉えることが解決策と考えています。これらの説明を外部評価時に盛り込むこととします。
- (2) 研究成果を分かりやすく取りまとめ、効果的な情報提供方法を早い段階から探っていきます。
- (3) 学会活動における情報収集や国研、大学等の研究者との情報交換により研究の方向性を修正していくこととします。また、研究成果は県民に分かりやすく取りまとめ、周知に努めます。
- (4) データ解析手法等を所内で活用できるよう今後とも整理していきます。
- (5) 大雨は大雪と比較してより局所的であり、特徴となる気圧場も異なると考えられるので、外部の研究者と情報交換を行い、解析方法を検討していきます。
- (6) 富山大学の研究者とは大雨のメカニズムについて情報交換を始めています。研究成果の活用段階では、県立大学との連携も検討していきます。
- (7) 研究成果を分かりやすく取りまとめ、効果的な情報提供方法を探っていきます。

(外部評価委員会)

措置

- (1) 社会的なニーズがある中で、成果を出せるよう研究を推進します。また、地方気象台や県内大学等と情報交換を進めることで間接的に予報業務への貢献を目指すとともに、県民に分かりやすい成果の還元法についても検討します。
- (2) 局所的な大雨は本県においても頻発するようになっていることから、少しでも安全対策に資する知見が得られるよう研究を推進します。
- (3) 本県においても大雨による災害が多発しており、富山大学等とのいっそうの連携を図ることで富山県の大雨発生状況の地域的な特性を理解し、県民の関心に応える成果を出せるよう努めます。
- (4) 大雪については、現在、近年の降雪情報と気象庁の JCDAS (JRA3Q の継続計算) を用いた解析を検討しており、準備でき次第、実施する予定です。委員ご指摘のとおり、SOM で用いるパラメータや対象とする領域などが異なるなかで、夏季と冬季それぞれの課題を抽出し相互補完することは有益と考えます。その際は、SOM 解析の仕様を変更した大雪についての再計算も検討します。
- (5) 既存のデータにおける空間解像度の限度がある中で地域特性を踏まえた研究の可能性を探るとともに、予測精度の向上に役立つ成果を出せるよう、解析結果の見せ方を検討したいと思います。
- (6-1) 大雨が発生しやすい地域及びその将来変化がうまく解析できれば、大雨に脆弱な地域との位置関係を示したいと考えています。
- (6-2) また、本研究はルーチンで大雨や大雪を予測するものではなく、新しい知見が得られた場合に地域の予測に利用するガイダンスへの情報提供を目指すものとなります。
- (7) 委員ご指摘のとおり、大雪と比較して大雨の範囲は狭く観測データも限られるため、細かい地域へ適用は難しいと考えられます。一方で、県域をいくつかに分けて、その中で大雨が発生する可能性と置き換えることで大雪とおなじように台風による湿舌の入り込みや高低気圧の位置関係など総観規模擾乱を対象とした解析が可能と考えています。
- (8) 大雨の数日スケールの予測ができるよう研究を推進します。ルーチンで予測結果を公表することは構想外ですが、県民にも分かりやすくアクセスしやすい情報提供の方法を検討します。

様式第1号

事前評価調書

富山県環境科学センター

整理番号	25-生-02	研究課題名	富山県におけるマイクロプラスチックの年代特定及び地域特性把握						
研究期間及び所要見込額	8年度～10年度	初年度	200千円	次年度	200千円	次々年度以降	200千円	全体所要額	600千円
		研究概要	<p>1 研究背景・目的 世界中の海で直径5mm以下の微細なプラスチック片（マイクロプラスチック、以下「MPs」）が多量に確認され、海洋環境及び生態系への影響が懸念されている。それらは県内の海岸や河川においても多数確認されており、発生源対策や削減対策の検討が求められている。 県内で確認されるMPsについて、プラスチックとして環境中に流出してからの年齢を推定できれば、県内の環境中におけるプラスチックの滞留期間を把握することができるほか、MPsの環境影響リスクの把握等に資することができる。 また、MPsに係る研究は各地で行われており、地方公共団体環境研究機関等と国立環境研究所との共同研究課題として、プラスチックの地域特性に基づく発生抑制効果等の評価法の検討がなされている。 上述の年齢推定に係る研究を行うとともに、共同研究課題に参画し、インベントリの作成を行うことで、本県におけるMPsの地域特性を把握することを目的とする。</p> <p>2 研究内容</p> <p>(1) MPs年齢推定手法の検討及び各調査地点のMPsの年齢推定 年齢既知のプラスチック素材等を用いて推定手法の検討を行い、それにより最適化された手法を用いて、県内の海岸でサンプリングされたMPsの年齢を推定し、傾向を解析する。 既存文献では、ポリエチレン（PE）のMPsについて、IRスペクトル（赤外分光光度計（FT-IR）により測定）から導出されるカルボニルインデックスとUVインデックス、周辺温度により年齢を推定する方法が提案されている。 推定方法の検討に際しては、既存文献をもとに、以下の検証を実施。 ① プラスチックの紫外線照射による加速暴露実験により、ポリエチレンの定式の再現性を確認するとともにポリエチレン以外の素材において定式化が可能か検証を行う。 ② 屋上に設置し自然暴露したプラスチック（R6.7.18～）について、既存文献及び①の式が適用できるか検証する。</p> <p>(2) 海洋流出プラスチックの地域特性把握及び抑制対策効果の検証法の検討 環境省のプラスチックの海洋流出インベントリを参考に、物質フロー分析を行って、県内のプラスチックの排出量や移動量の実態の把握を試み、富山県版のインベントリを作成する。それにより把握した地域特性に応じて、重点的に取り組むべき実態調査内容を検討すると共に、抑制効果の評価法を検討する。</p> <p>3 研究年次計画及び経費</p> <p>(1) MPs年齢推定手法の検討及び各調査地点のMPsの年齢推定 令和8～10年度：MPs年齢手法の検討、各調査地点のMPsの年齢推定 令和10年度：得られた結果から県内のMPsの挙動を解析</p> <p>(2) 海洋流出プラスチックの地域特性把握および抑制対策効果の検証法の検討 令和8～9年度：富山県版インベントリの作成、地域特性の把握 令和10年度：重点的に取り組むべき実態調査内容検討、抑制効果の評価法検討</p> <p>【経費】 令和8年度：200千円（消耗品費、出張費） 令和9年度：200千円（消耗品費、出張費） 令和10年度：200千円（消耗品費、出張費）</p>						
研究の成果と実現の可能性	<p>1 期待される成果 ・プラスチック及びMPsの県内環境における挙動が把握できる。</p> <p>2 実現の可能性 ・(1)について、カルボニルインデックスによる年齢推定は自然環境中での再現性は検証されておらず、推定年齢の正確性は不明瞭。 ・環境科学センターは、FT-IRや紫外線照射機（超促進耐候性試験機等）を所有していないが、薬総研、産技研から借用可能。</p> <p>3 成果の活用策 ・県内のMPsの環境中での挙動や影響リスクを把握することで、県民への啓発等に活用できる。</p>								
	評価結果		評価項目	内部評価委員会			外部評価委員会		
			① 必要性	3.8			4.0		
② 新規性・独創性		3.5			3.8				
③ 年次計画の適切性		3.9			3.8				
④ 経費の妥当性		3.9			4.1				
⑤ 期待される成果		3.5			3.7				
⑥ 実現の可能性	3.4			3.6					
総合評価 (個別評価平均値)		3.6			3.8				
(参考) 個別評価基準		5：良好 4：概ね良好 3：普通 2：一部見直し 1：全面見直し							
総合評価基準		4-5：良好（計画とおり実施） 3-4：概ね良好（計画とおり実施） 2-3：普通（計画とおり実施） 1-2：不良（一部見直し） 1：不良（全面見直し）							

(内部評価委員会)

- (1) 今回の研究は「紫外線」や「温度」がMPsの生成にどのような影響を及ぼすかの検討がポイントの一つですが、実際には同一素材・同一形状のプラスチックであっても存在する環境は様々（例えば日なたと日かげ、地上と地中・水中など、無限のパターンが考えられる。素材や形状、大きさが異なればなおさら。）であり、得られたデータから環境中での挙動を予測するのは困難なように思います。この点も踏まえ、研究の目的や成果の活用に問題がないか、ご検討願います。
- (2) PE以外の素材に対象を拡大する場合は、適用性を検証しながら進めていただきたい。
- (3-1) Mpsの年齢測定にカルボニルインデックス等を活用する予定となっているが、対象のプラスチックの選定はどうなっているのか。検出状況や汎用性等を考えて選定される(た)ものと思料するが、様々な素材の研究情報を収集して効率的に取り組んでほしい。
- (3-2) 海洋流出インベントリの基礎情報として、例えば、鹿児島大学(加古教授)・NPEC等、県立大学(久加准教授)の小矢部川流域での調査研究成果があると思われる。活用を検討されたい。
- (3-3) 経費について、有識者との相談なども必要経費として盛り込むべき。
- (4) マイクロプラスチックの年齢推定は非常に興味深い研究であり、成果を期待する。FT-IRの借用については、所有機関としっかり調整していただきたい。
- (5) 年代測定の知見をもつ大学や国立環境研究所の共同研究に参加している地方環境研究所等との情報交換を図りながら研究を進めていただきたい。
- (6) 年齢推定から発生源を探るという独創性のある研究であると思われる。最終的に発生源対策につながる成果が出ることを期待する。すべての種類のプラスチックについて年齢推定を検証する調査にはかなり手間がかかると思われるため、研究を進めて行く中で優先度をつけて実施することも検討してはどうか。
- (7) MPsの年代を特定することにより、MPsの発生源の特定に至るかは疑問であるが、陸域でのMPsの実態把握や環境中の挙動の解明に資すると考えられる。九州大学や鹿児島大学などの先行事例について情報収集しながら進めていただきたい。

(外部評価委員会)

- (1) MPsの年代測定は環境中での挙動(滞留時間)を明らかにする上で重要な手法であり、カルボニルインデックスを用いた先行研究はすでに多数あるので、そうした情報を活用して研究を進めていただきたい。海岸漂着物のみを試料と想定しているが、海域に排出されるまでの時間を把握するために、河川、陸域でのMPs試料の分析も必要ではないか。研究2「海洋流出プラスチックの地域特性把握及び抑制対策効果の検証法の検討」は(マイクロプラスチックを含むため)MPsとは直接関連はないが、それ自体として重要な課題である。将来、「陸域から富山湾に流入するプラスチックの〇〇%削減」のベースとなるインベントリ作成と総排出量の算出を期待したい。
- (2) ポリスチレン由来のスチレンオリゴマーが海水中から検出されたことが報告されており、魚類等への内分泌攪乱作用が心配されています。ポリエチレン以外のプラスチックについて検討される際には、検討のしやすさのほか、生態系への影響についても考慮に入れて選定されるとよいと思います。MPsの挙動について、さらに明らかになっていくことを期待しています。
- (3) 富山湾におけるマイクロプラスチックの問題については、貴センターが率先して行うべき重要な課題であると言える。年代推定については最近発表されているポリエチレン(PE)におけるカルボニルインデックスを活用されることとなるが、すでに先行研究で日本海でのデータもでてるので、今回の課題でやる「意義」を(学術的 and/or 地域性の観点で)明確にされたい。また、PE以外(たぶんPP)の劣化による年代測定についてはプラスチック劣化に関する研究を十分にレビューいただいて、研究課題の設定および成果の精度をたかめられることを期待する。
- (4) 富山県内におけるマイクロプラスチックの分布状況については、これまでの研究により、すでに傾向を把握されていることと思います。肥料カプセルの他に破片状のマイクロプラスチック(MP)が多くを占めていますが、後者の破片状MPがどのような人間活動により発生しているのかを特定することが重要だと思います。年代特定がその破片状MPの特定に貢献できるのであれば良いのですが、年代特定以外の方法によっても、破片状MPの特定が可能かもしれません。破片状MPの中で肥料カプセルに由来するものがどれくらいあるのかを明らかにすることも重要かと思しますので、この点も同時にご検討ください。
- (5) 重要な研究だと思います。地域特性の結果がサンプル採取のタイミング等の影響を受けにくいよう、採取方法、推定法、検証法等を検討ください。
- (6-1) 海洋プラスチックごみの年代特定が可能になれば、滞留時間の推定、移流シミュレーションとの組み合わせにより流出地域の推定につながり、排出抑制対策につなげることが期待できる。海洋のプラスチックは、陸上のプラスチックごみが流出したものも含まれる。陸上のプラスチックは必ずしも「フレッシュ」なプラスチックではないので、陸上のプラスチックごみの年代特定も測定する必要はないか。
- (6-2) 「バージンプラスチック」や「再生プラスチック」では、劣化の速度やカルボニルインデックスの特性の違いを検証する必要はないか。
- (7-1) 限られた予算での非常に野心的で興味深い研究であると思います。ポリエチレンに限ったとしても、様々な環境条件の中でマイクロプラスチックの年代を特定するのは困難なように思います。対象物質や現象をある程度特定した上で、結果が発散してしまわないように研究を進めて頂ければと思います。
- (7-2) カルボニルインデックスはプラスチックの劣化や年齢推定に用いられます。ただし、加速暴露実験は現実の現象をかなり過大にしたパラメータ操作によって行われる場合が多く(そうしないと実験に時間がかかりすぎる)、現実現象(自然暴露)との関係を注意深く評価する必要があるかと思料します。
- (7-3) 年齢推定から発生源を探ることは果たして可能かどうか(プラスチックは劣化に加えて環境中を移動します)とすると、発生源対策にまではなかなか到達できないような気がします。コメントさせて頂きましたように、上流側と下流側での挙動の違いを明確にして研究を進めて頂ければと思います。
- (8) 年代推計を行うことは研究の一つとして考えられる内容と思われそうですが、その結果をどのようにプラスチックの排出削減につなげていくのかということも考えながら研究を進めていただければと考えます。
- (9-1) プラごみ及びMPsの県内環境における挙動が把握できることを成果としているが、成果の活用先が乏しいと考える。
- (9-2) 実現の可能性については、MPsの生成について、晒されてきた環境により大きく影響されると推測されるなかで、紫外線影響を主とした調査ではごく限られた条件下での知見となり、「挙動把握」には至らないのではないかと。

(環境科学センターの対応)
(内部評価委員会)

- (1) ご指摘のとおり、プラスチックの劣化は周囲の環境条件に大きく左右され、進行にはばらつきが生じます。本研究ではその点を踏まえ、標準化された条件下で得られた劣化モデルを用いて、マイクロプラスチックが少なくともこれだけの期間に環境中に存在していたという相対的な年代や挙動傾向を把握することを目的としています。絶対的な生成時期の特定は困難ですが、傾向分析は可能と考えており、それらの結果を県民への啓発に活用するなど検討してまいります。
- (2) PE 以外の素材を年代推定する際は、既存のモデルと同様にカルボニル指数による評価が可能か暴露試験などを通して検証しながら進めてまいります。
- (3-1) 本研究では、主に先行研究があり、検出割合が高く、汎用性も高い PE を対象として進めていく予定ですが、それ以外の種類の MPs についても、検出状況や汎用性などを考慮して検討して参ります。また、先行研究を行っている機関や国立環境研究所、地方環境研究所等とも情報交換しながら進めてまいります。
- (3-2) ご提案の各機関の調査研究成果についても、インベントリ作成に資する情報として積極的に連携を検討してまいります。
- (3-3) ご指摘のとおり、有識者との意見交換や関係機関への訪問等にかかる費用についても、必要経費として適切に計上します。
- (4) 研究に使用する機器を借用する所有機関とは綿密に調整を進めて参ります。
- (5) 先行研究を行っている機関や国立環境研究所、地方環境研究所等とも情報交換しながら連携して研究を進めてまいります。
- (6) 本研究の対象とする MPs の素材については、検出状況や汎用性などを考慮して検討してまいります。
- (7) 先行研究について情報収集しながら進めてまいります。

(外部評価委員会)

- (1) ご指摘の河川・陸域での調査については、海域に排出されるまでの時間や劣化過程を把握するために有用となりますが、期間的・時期的制約もありますので、本研究では、まずは屋外暴露試験と加速暴露試験による年代推定の検証を行うこととし、その知見を踏まえ、次期研究課題として検討してまいりたいと思います。また、インベントリの作成及び総排出量の算出にあたっては、「陸域から富山湾へのプラスチック流出削減目標」のベースとして活用できるよう進めてまいります。
- (2) ご指摘のとおり、ポリエチレン以外のプラスチックについては、検出状況や汎用性のほか、生態系への影響を考慮して検討してまいります。
- (3) ご指摘のとおり、ポリエチレンのカルボニルインデックスを用いた年代推定については、日本海においても先行研究が蓄積されています。一方で、年代推定方法について年齢既知のサンプルで検証した結果はなく、本研究において、当センター屋上に設置した年齢既知のサンプルを用いて検証を行うことに新規性があると考えています。また、富山湾沿岸という限られた地域に焦点をあててデータを取得し、地域特性を踏まえた解析を行う点に学術的・実務的意義があると考えています。また、ポリエチレン以外のプラスチックについて、劣化に関する研究を十分に検討したうえで、進めてまいります。
- (4) ご指摘のとおり、破片状マイクロプラスチックの発生源特定は、県内の対策を検討する上で重要な課題と認識しております。本研究では、マイクロプラスチックの相対的な年代や挙動傾向を把握することを目的としており、破片状マイクロプラスチックの具体的な発生源特定までは難しいと考えておりますが、発生源特定のための間接的手がかりを得られる可能性があると考えています。実サンプルの解析も行いますので、材質同定や形態分類など年代以外の情報も組み合わせることで、破片状マイクロプラスチックの発生源解明について検討しながら進めてまいります。
- (5) ご指摘のとおり、サンプル採取のタイミング等のはばらつきがでないよう、採取方法、推定法、検証法などを検討し、再現性を確保しながらすすめてまいります。
- (6-1) ご指摘のとおり、海洋に流出するプラスチックには陸上で長期間滞留したものも含まれており、必ずしも新しいプラスチックとは限らないので、河川・陸域での調査が有用となりますが、本研究では、まずは屋外暴露試験と加速暴露試験による年代推定の検証を行うこととし、その知見を踏まえ、次期研究課題として検討してまいりたいと思います。
- (6-2) ご指摘のとおり、バージン・再生プラスチックや組成により違いがあると考えられ、その違いを検証することとします。
- (7-1) 対象プラスチック及び主要劣化要因を絞り、標準条件下で検証を行い、結果が発散しないよう再現性を確保しつつ相対的な年代や挙動傾向を把握できるよう進めてまいります。
- (7-2) ご指摘のとおり、加速暴露試験による推定方法が、自然環境下に曝露した既知年齢の試料において適用できるか、慎重に比較検証を行い、定式化の妥当性や限界を整理したいと思います。
- (7-3) 具体的な発生源はこの研究ではわからないと思われませんが、年代が違うものが地域差があるということがわかれば、発生源の可能性を狭めたり、継続的な流出の有無を推定する、もしくは、海流・漂流シミュレーション等と組み合わせることで推定の手掛かりになるなどある程度の成果になると想定しています。上流側と下流側の挙動の違いについては、期間的・時期的制約から、年代推定の検証結果を踏まえ、次期研究課題として検討してまいりたいと思います。
- (8) マイクロプラスチックの年代推定にあたっては、マイクロプラスチックの相対的な年代や挙動傾向を把握することを目的としておりますが、得られた結果を環境教育・普及啓発や発生源対策に具体的にどのように活用するかを念頭において進めてまいります。
- (9-1) 年代推定及びインベントリの作成により、マイクロプラスチックが蓄積している場所や新しいものが流出している場所等が推定でき、その結果を環境教育・普及啓発や各地域でのマイクロプラスチック対策方法の検討につなげることを想定しています。このほかの活用先についても検討してまいります。
- (9-2) ご指摘のとおり、プラスチックの劣化は周囲の環境条件に大きく左右され、進行にはばらつきが生じます。一方で、紫外線影響は劣化過程の主要因の一つとされており、まずは標準化した条件下で紫外線と温度の影響を把握し、劣化の進行度を定量化することは、相対的な年代推定や滞留傾向の把握に有用と考えます。実環境での適用性を検証し、得られた結果が挙動把握により近づくよう努めます。

事後評価調書

富山県環境科学センター

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	令和4年度～令和6年度	全体所要額(千円)	100千円	
研究概要	<p>1 研究背景・目的 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。 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>2 研究内容 (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 ・消雪設備の位置(座標)のGISデータ化 ・各地域における消雪集中エリアの選定 (2) 地下水流動モデルを用いたリスク評価 ・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(仮定の地下水位観測井戸を設置し、初期水位、揚水時の地下水位低下状況の確認) ・集中エリア周辺消雪設備の稼働に伴う地下水位低下量を算出し、そのリスク評価</p>			
	<p>3 研究実績 ・富山県内の地下水条例対象地域及び対象外地域の消雪設備についてGISデータ化を実施 ・条例対象地域(2地域)及び対象外地域(1地域)の地下水流動モデルの構築及び地下水位低下リスク評価の実施 ・設備を中心に100m半径の影響円及び最近隣設備がわかるボロノイ図からなるリスクマップの作成 ・GISを用いた情報付加(簡易水道のある場所、道路勾配5%以上の地域)によるリスク管理 ・環境保全課PCにGISソフトの導入及びデータの提供、操作マニュアルの提供 ・令和7年2月の降雪時の道路状況の解析</p>			
研究の成果と活用策	<p>1 研究目的の達成状況 県内全域の設備のGISデータ化を行い、シミュレーションを用いた地下水位リスク評価の実施及び影響円を用いたリスクマップの作成、所管する環境保全課にデータ及び操作方法のマニュアル提供を行うことで担当者が周辺状況を素早く把握できるようになったため、目的を達成したと考える。</p>			
	<p>2 成果の有用性 ・地下水保全と雪対策の両立に向けた資料 ・どの地域で地下水位低下リスクが高まるのかをGISで見える化したことによる新設設備周辺の状況把握方法の簡素化</p>			
	<p>3 成果の活用策 ・県環境保全課において、新設設備設置者への情報提供(最も近い既設設備の情報) ・所管が異なる設備管理者との情報共有化</p>			
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	4.6		4.9
	② 成果の有用性	4.5		4.9
	③ 成果の活用策	4.6		4.8
	総合評価(個別評価平均値)	4.6		4.9
(参考) 個別評価基準	5: 十分な成果 4: 成果あり 3: 普通 2: 成果不十分 1: 成果なし			
総合評価基準	4-5: 十分な成果 3-4: 成果あり 2-3: 普通 1-2: 成果不十分 1: 成果なし			

(内部評価委員会)

- (1) 地下水を保全するとともに、合理的に利用していくうえで重要なデータであり、今後はこのデータをどのように施策に反映していくかが重要だと思います。今後も消雪設備の設置は拡大するものと思いますが、せっかく整備した施設が地下水位の低下で必要ときに機能しないことがないよう、関係者への研究成果の提供を行い、施策への反映を促してください。
- (2) 地下水位低下リスクについて GIS により分かりやすく図示されており、有効な成果が得られている。行政機関としては、消雪井戸が密集している地域に対する重点的な対策や冬期間の地下水位低下対策の検討に活用してまいりたい。
- (3) マップ評価など従来とは異なる解析法でのアプローチを試み、意欲的で、新たな成果が得られている。行政窓口課への GIS 情報等の提供、土木部局や鑿井業者に向けたデータ公開、さらには道路事情に応じた政策提案など、成果の利活用、貢献は高く評価できる。
- (4) データの更新を継続して実施していただきたい。(効率的にデータ収集できる仕組み作りが必要ではないか)
- (5) 行政(地下水保全担当等)が活用できるシステム(マップ、DB)が構築されており十分な成果が得られたと思われる。今後もシステム利用者等で随時データ更新され、最新状態が維持されることを期待したい。
- (6) 分かり易く使いやすいマップが作成され、担当者による迅速なデータの把握や情報提供ができる有益な成果が得られたと思われる。状況の把握、提供が簡易にできるシステムが作成され、既に運用されているとのことで、今後の活用に期待したい。
- (7) 研究成果が行政側にも活用できるようなシステムとなったことは高く評価できる。地下水を利用する様々なステークホルダーにマップが今後活用され続けるよう、データの更新をきちんと行っていただきたい。

(追跡評価の必要性 有・無) 有 無
 (外部評価の必要性 有 無)

(外部評価委員会)

- (1) GIS を用いることにより消雪井戸の設置状況が可視化され、地下水位低下リスクの予測・評価が容易に実施できるようになり研究の目的は達成されたと考えられる。さらに、既にデータが公開され、活用されており高く評価される。今後は、データの更新を続けると同時に、シミュレーションによるリスク評価については様々な場面に適用可能なので、さらに活用の場を広げていただきたい。
- (2) 得られた研究成果を関係者だけでなく、何らかのかたちで県民にも共有していただき、県民の地下水保全意識のために役立てていただけるとよいと思います。
- (3) 本事業前後で観測井の地下水位の逐次公開が県の部会などの議論を通して実現し、大雪による地下水位の低下発生が県民で共有できるようになるなど、本研究の意義は研究開始前より高まっていると思われる。揚水による地下水位変動モデルの構築、それを活用した揚水設備と地下水位の相関の開発、新規揚水設備設置による井戸枯れリスクの予測などの開発にくわえ、揚水設備設置への助言や交通障害への影響とその対策など県の行政の現場での活用までつなげることができている。報告においても説明されているが、揚水設備の「場所と数」だけでなく、「適正な消雪揚水の利用」が地下水位対策において大きな課題として残っていると思われる。より少ない水の量で効果的な消雪ができる技術や地域社会との合意形成など、学術的にも技術的にも発展性があると思われる。種々の競争的研究資金の獲得を含めてさらなる研究をすすめていかれることを期待する。
- (4) 得られた知見をすでに行政の現場で活用できるようにシステム化されている点は高く評価できると思います。運用しながら課題点が浮かび上がった時点で改善を重ねて頂ければと思います。
- (5) わかりやすい説明でした。県民の役に立つと思います。データが今後も適宜更新されると望ましい。
- (6) 本研究の成果により膨大な消雪設備のデータベースが整備され、新規井戸の設置やくみ上げ量の管理等において行政にも活用され点で優れていると判断できる。実績を定量的に評価することは可能か。例えば本研究の成果により新規設置のための状況把握に要する時間が従来に比べて●%短縮された、あるいは地下水の低下によるリスクが●%低下した、降雪時の交通渋滞が●%緩和されたなど。
- (7-1) 限られた材料を用いてより工夫して進めており、素晴らしいと思いました。空間的な解析やリスクマップの作成は非常に有効であると思います。一方で、時間的なタイミング等の解析は必要ないでしょうか？
- (7-2) ボロノイ図の作成において、標高差(地形勾配)の影響も考慮しなくて良いかどうか気になりました。
- (7-3) 得られた成果は非常に有用だと思います。今後さらに研究を進めて頂いて、最適な地下水利用量の評価まで行って頂けると良いと思います。
- (8) 研究成果を今後の行政施策に活用していただければと思います。
- (9) 地下水を適正に利用するために、地下水位低下をシミュレーションで予測できることは、追加対策・規制や、新たな施設設置に対して非常に有用な調査結果と考えます。この研究成果の継続的な利用のため、しっかりとデータ更新が行われるよう、データベースの存在および入力マニュアルの周知をお願いします。

(追跡評価の必要性 有・無) 有 無)

意見等

(環境科学センターの対応)
(内部評価委員会)

- (1) あまりに近すぎる位置に設置した場合、井戸枯れが起きますので、位置情報の提供で未然に防止することができると思います。また、地下水利用対策協議会などで地図の存在を周知していきたいと思います。
- (2) 行政機関で活用していただければ幸いです。
- (3) 設置予定場所から 100m あたりに井戸があるかと問い合わせがあることをヒントに解析を行ってみました。GIS ソフトには、いろいろな解析パッケージがありますので、より良いものに更新していきたいと思います。
- (4) 条例対象地域は、県環境保全課に情報が集まる仕組みになっていますが、対象外地域については、その仕組みがありません。そのため、今回作成した地図を見てもらい、便利さを感じていただくことで情報が集まってくるものと考えています。
- (5) データ入力マニュアルをお渡ししているので、どなたでも新規設備の入力、データの更新は可能です。一方、条例対象外の地域については、今回作成した地図を見てもらい、便利さを感じていただくことで情報が集まってくるものと考えています。
- (6) 今までの紙ベースとは違い、見やすく（把握しやすく）なっているので、使いやすくなったと思っています。
- (7) データ入力マニュアルをお渡ししているので、どなたでも新規設備の入力、データの更新は可能です。一方、条例対象外の地域については、今回作成した地図を見てもらい、便利さを感じていただくことで情報が集まってくるものと考えています。

(外部評価委員会)

- 措
- (1) 環境保全課担当者と情報交換を行いデータの更新に努め、他部局との連携を図り活用していければと思います。
- 置
- (2) 当センターの年報、研究成果発表会、地下水関係の会議などあらゆる機会を通じて成果の公表に努めてまいります。
 - (3) この研究については、一旦終了となりますが、委員のご意見のとおり効率的な消雪システムの構築ができるよう情報収集に努めてまいります。
 - (4) 環境保全課担当者が実際に運用するうえで必要な情報を地図上に付加していくことで、よりよい地図を作成していきたいと思えます。
 - (5) 環境保全課担当者と情報交換を行いデータの更新に努めてまいります。
 - (6) 新規設置のための状況把握に関する時間について大まかな算出は可能だと思います。従来、住宅地図から位置関係を把握していたものがデジタル化されたことで、直線距離、新規設備予定の地点を中心に半径 100m に何個の既設設備があるなど即座に把握することができるものと考えております。降雪時の交通渋滞については、一本の線として消雪道路が続いていない限り、ある場所で解消しても、その先で渋滞が始まり、結果的に消雪がある場所でも動かないことも考えられますので難しい問題だと考えております。
 - (7-1) 長時間の降雪に対する地下水位の挙動を把握するために時間的な解析は必要ですが、手持ちの PC では、大規模なシミュレーションを行う能力がありませんでした。そのため、単独設備の揚水試験と周辺にある設備の位置を用いた空間的な解析を行った次第です。
 - (7-2) 既設設備が新規設備の上流側にあるのか？下流側にあるのか？という点で標高差の情報は重要であると思います。そのため、リスクマップ上に標高データのコンター図と等高線データを付加してみたいと思います。
 - (7-3) この研究については一旦終了となりますが、消雪集中エリアでの新規設置の際に評価を行うことができればと思います。
 - (8) 環境保全課はもとより他部局とも連携を図りながら活用していければと思います。
 - (9) 環境保全課担当者と情報交換を行いデータの更新に努めるとともに、マニュアルの周知、更新も行っていきたいと思えます。

事後評価調書

富山県環境科学センター

整理番号	21-水-01	研究課題名	富山湾沿岸海域の藻場における二酸化炭素吸収量の評価		
研究期間	4年度～6年度	全体所要額(千円)	2,038千円		
研究概要	<p>1 研究背景・目的 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、海洋生態系に炭素を隔離・貯留する効果（ブルーカーボン）も地球温暖化対策として注目されている。水産研究所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によるバスケット養殖を令和元年から実施しており、これらは本県における新たな炭素吸収源対策として期待できる。また、富山湾沿岸には天然の海草（アマモ）や海藻が繁茂し、炭素吸収源として有効なブルーカーボン生態系が存在している。 そこで本研究では、海面養殖と天然藻場を対象に調査することで、それぞれの二酸化炭素吸収量と固定量（貯蔵量）を明らかにし、さらに将来的には、カーボンクレジットとしての活用など漁業への付加価値創出により、海藻や岩牡蠣養殖の開発・推進、沿岸漁場の保全につなげる。</p> <p>2 研究内容 (1) 海面養殖による炭素固定効果の評価 ① 海藻養殖によるブルーカーボンの推計 ・ 海藻養殖（ガゴメコンブ、クロモ、マコンブ）によるブルーカーボンの推計 ・ 難分解性有機物の分解試験 ② 岩牡蠣養殖による炭素固定量の推計 ・ 牡蠣殻に含まれる無機炭素の分析 (2) 天然藻場の炭素貯蔵量評価 ① 天然藻場のブルーカーボンの推計 ② アマモ場底質中の炭素貯蔵量の推計 ・ 現地での底質採取（氷見沖、魚津沖）、底質中の有機炭素量の測定</p> <p>3 研究実績 ・ 海藻養殖によるブルーカーボンを算定 ・ 海藻が海水中に溶出する難分解性有機炭素量を評価 ・ 岩牡蠣養殖での牡蠣殻への無機炭素固定量を算定 ・ 富山湾の天然藻場のブルーカーボン、アマモ場底質中の炭素貯蔵量を算定 ・ 結果の公表 令和6年度富山県環境科学センター年報第52号、富山湾沿岸海域の藻場における二酸化炭素吸収量の評価（概要） 第38回全国環境研協議会東海・近畿・北陸支部研究会、令和6年1月、大阪府堺市、富山湾沿岸海域の海藻藻場における二酸化炭素吸収量の評価 第59回日本水環境学会年会、令和7年3月、北海道札幌市、富山湾沿岸海域の藻場による炭素吸収量の評価 令和7年度環境科学センター一般公開、令和7年6月、ブルーカーボン啓発ブース設置</p>				
	研究の成果と活用策	<p>1 研究目的の達成状況 富山湾沿岸における養殖事業と天然藻場のブルーカーボンを明らかにした。また、令和7年度から漁業者による藻場の保全・養殖に関する研究に参画することになり、海面養殖への付加価値創出に寄与できることから目的を達成したと考える。</p> <p>2 成果の有用性 ・ 富山県カーボンニュートラル戦略で示された吸収源対策の推進に基づき、沿岸海域の海面養殖と天然藻場のブルーカーボンを推計した。 ・ 今後海面養殖を事業化する上で食用としての水産資源でなく、地球温暖化防止効果としての付加価値を示すことができる。</p> <p>3 成果の活用策 ・ 県環境関係計画への天然藻場のブルーカーボン量を反映 ・ 県東部の漁業者で実施する沿岸藻場保全及び養殖実証事業にアドバイザーとして参画（7～11年度） ・ 環境イベントにおけるブルーカーボンの啓発教材の作成</p>			
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	4.6		4.7	
	② 成果の有用性	4.1		4.1	
	③ 成果の活用策	4.1		4.2	
	総合評価 (個別評価平均値)	4.3		4.3	
(参考) 個別評価基準	5：十分な成果	4：成果あり	3：普通	2：成果不十分	1：成果なし
総合評価基準	4-5：十分な成果	3-4：成果あり	2-3：普通	1-2：成果不十分	1：成果なし

(内部評価委員会)

- (1) 当方の質問への回答のとおり、①天然藻場による二酸化炭素の吸収量の推計と②海面養殖による二酸化炭素の固定量の計算は、目的も研究成果の活用もそれぞれ異なるものなので、それぞれをきちんと区別して記述しておいたほうがよいと思います。
- (2) 海藻等の養殖の付加価値の定量化を示すことができています。今後、漁業者をはじめ広く啓発しながら、成果の具体的な活用方法等について検討していただきたい。
- (3) きめ細かなアプローチで、事例の少ないブルーカーボンの推計等に取り組んだもので、先進性に優れている。また、水産研究所など他研究機関と連携し、付加価値や産業化への提案につながる内容となったことから、今後の活用が期待できる。用いた算定式や面積調査方法など、多くが研究開発途上にあることから、他の調査研究成果等との比較には注意を要する。一方で、論文投稿などで積極的な情報発信に努め、推計や算定の精度向上に貢献してほしい。
- (4) 養殖事業の付加価値化や藻場保全事業の動機付けにつながるよう、関係者への説明に努めていただきたい。
- (5) 詳細な調査により富山湾の藻場での二酸化炭素吸収量・貯蔵量を定量化できており、貴重な知見が得られたと思う。今後、この科学的知見を活用した普及啓発にも期待したい。
- (6) 富山湾全体での藻場のブルーカーボンの独自推計を水産研究所と共同で行った意欲的、先進的な研究である。漁業者が取り組む藻場再生への付加価値が上がると思われることから、県民へのブルーカーボンに関する意識啓発を今後も続けていただきたい。
- (7-1) 水産研究所、NPEC など他機関と連携、情報共有しながら研究を進め、数値データとして結果が出たこと、また、漁業への付加価値創出に向け、漁業者が実施する新たな事業に研究成果が活用されることは、高く評価できる。ブルーカーボンの数値については、この年のサンプリングに基づく結果であるが、全国値とかなり乖離していることから、機会があれば数年間サンプルを得て評価するなど再解析も試みてほしい。
- (7-2) 研究成果を県民等にわかりやすく発信していただきたい。

(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)

意見等

- (1) 富山湾沿岸域海域の藻場のブルーカーボンについて他の機関との協同、連携によってはじめて定量的に明らかにした先進的な研究として評価できる。さらに、データを蓄積して、天然藻場・養殖等の役割をより正確に明らかにすることが期待される。また、ブルーカーボンは、単なる年間の炭素固定量ではなく、長期間、海洋中に貯留される炭素をさすので、成果の発信に当たっては、フローとストックを区別して説明するよう留意されたい。
- (2) 得られた知見が、カーボンニュートラル推進のために活用されることを期待しています。また、県民にもぜひアピールしてほしいと思います。
- (3) 海藻による炭素固定については、カーボンクレジットとしての活用など急速に関心が高まっているところであり、富山湾における藻場による炭素固定への展開を検討したものである。既往のガゴメコンブ、アマモの炭素固定量の測定と富山湾のポテンシャル算出までつなげることができていると評価される。富山県が大量に消費している羅臼昆布もどのような炭素固定効果が期待されるが、その産業の維持が現地の課題となっているという。第六次産業としてのガゴメコンブの価値向上と並行して、本成果をどのような「産業」として経済的にも維持させることができるかが課題であると思われるので今後の研究発展を期待したい。
- (4) 藻場が有する炭素貯留量等の生態系機能を解明する調査については、まだ手法面において改善の余地があると思われました。今後、本研究を継続・発展させる計画があるようであれば、調査や分析方法の見直しを行い、現在残っている試料を再分析してはどうかと思いました。
- (5-1) 本研究により富山湾のブルーカーボン量を推計できたほか、論文執筆にも取り組んでおり、良い成果をあげたものと考えます。発表の中では有機炭素に加えて無機炭素も測定し、両者を合わせた炭素量を推計しているが、無機炭素として固定された炭素はブルーカーボンにあてはめない考え方もあるので、公表の際には注意が必要かもしれない。
- (5-2) 本研究で得られたCO₂貯蔵量の推計値の規模感を把握、評価するためにも、類似の取組を行っている地域のCO₂固定原単位と比較すると、どのような評価になるかという考察は必要ないか。
- (6-1) 科学的にも非常に興味深い結果が出たと思います。一方で、本結果の妥当性を示すためにも、平均値のみではなくてばらつきや誤差の解析が追加出来ると良いと思いました。
上記に加えて、今後、炭素の年代測定も出来るとさらに良いと思います。
- (6-2) 天然藻場による二酸化炭素の吸収量の推計と海面養殖による二酸化炭素の固定量の計算は、目的も成果の活用方法も異なるため、区別して記述するべきだと思います。
- (6-3) データの確度を向上させることによって、将来の気候変動や異常気象による影響評価までを今後して頂けることを期待します。本研究で得られた定量値を考慮した付加価値創出の方法についても今後ご検討頂けたらと思います。
- (7-1) 今回の研究結果から算出された炭素固定量は県排出量と比較してどの程度の量になるのでしょうか(少ないから役に立たないというものではないですが、比率として把握しておきたいので)。
- (7-2) 研究に対する意見ではなく、ご教示いただきたいのですが、海藻が溶出する難分解性有機炭素はどのような形で海水中に存在しているのでしょうか。水中に大量に難分解性有機炭素が存在すると、水質基準(COD)との関係で水質悪化につながるということはないのでしょうか。
- (8) 海藻養殖による二酸化炭素固定効果が明確になったが、収穫量の1%とのことで、天然藻場の貯蔵量と比較すると、大きな差がある。今後の海面での海藻養殖事業化の際、過度な付加価値のアピールとならないよう、天然藻場の影響とその維持の重要性周知もあわせてお願いします。

(追跡評価の必要性 有・無)

(環境科学センターの対応)
(内部評価委員会)

- (1) 調書の目的と研究成果の表現を修正しました。また、研究の公表の際、表現に留意します。
- (2) 漁業者との共同研究で情報発信し、活用策のための情報収集に努めます。
- (3) 先進的な研究機関にも意見を頂きながら、論文執筆を進めます。
- (4) 漁業者との共同研究で積極的に情報発信し、藻場保全の事業化を進めます。
- (5) 漁業者だけでなく、県民への普及啓発も検討します。
- (6) 漁業者との共同研究の枠組みを利用した動画やイベントでの展示での意識啓発を検討します。
- (7-1) 天然藻場の調査は潜水作業が必要なためすぐには実施することはできませんが、調査の機会があれば実施し、再解析したいと考えています。
- (7-2) 漁業者との共同研究の枠組みを利用した動画やイベントでの展示で意識啓発を検討します。

(外部評価委員会)

- 措
置
- (1) 海藻による年間の炭素固定量（フロー）と、アマモ場の底質に蓄積された炭素貯蔵量（ストック）とが混同されないよう、成果の発信に際して明確に区別して表現するよう留意します。
 - (2) 当センターの年報、研究成果発表会などあらゆる機会を通じて成果の公表に努めてまいります。
 - (3) 今年度から県内漁業者と養殖に関する協議会に協力機関として参画しており、本研究の成果を付加価値として活用し事業の発展に貢献できるよう引き続き取り組んでまいります。
 - (4) この研究については一旦終了となりますが、現在残っている試料を活用し、アマモ場の底質を対象とした堆積年代測定および解析について今後検討してまいります。
 - (5-1) 今回の研究では、有機炭素に加えて無機炭素も測定し、両者を合わせた炭素量を推計しております。しかし、無機炭素はブルーカーボンの範疇に含めないため、公表や成果発信の際にはこの点に十分配慮し、適切に区別して説明するよう努めてまいります。
 - (5-2) 本研究での年間の炭素貯蔵量におけるCO₂固定量の原単位は、日本全体の平均の約半分となっております。富山湾のアマモ場には、草体が小さい単年生のものと大きい多年生のものがあり、今回の調査は単年生のアマモ場を対象としていたため、原単位が比較的小さい結果となりました。多年生のアマモ場では、原単位がより大きくなる可能性があり、今後の追加調査においてその点も考慮し、より詳細な評価を行いたいと考えております。
 - (6-1) 科学的な妥当性を高めるために、平均値に加えてばらつきや誤差の解析も重要と認識しております。今後の解析においては、これらの統計的指標を追加し、結果の信頼性向上に努めてまいります。また、現在残っている試料を活用し、アマモ場の底質を対象とした堆積年代測定および解析について今後検討してまいります。
 - (6-2) 海藻による年間の炭素固定量（フロー）と、アマモ場の底質に蓄積された炭素貯蔵量（ストック）とが混同されないよう、成果の発信に際して明確に区別して表現するよう留意します。
 - (6-3) 今年度から県内漁業者と養殖に関する協議会に協力機関として参画しており、本研究の成果を付加価値として活用し事業の発展に貢献できるよう引き続き取り組んでまいります。
 - (7-1) 県全体のCO₂排出量は2022年度で約880万tであり、ブルーカーボンによる炭素固定量は0.01%弱に相当します。
 - (7-2) 主に高分子の有機物として海水中に存在しており、微生物による分解が非常に遅いため長期間海中に留まる特徴があります。水質基準の一つである化学的酸素要求量（COD）は、主に分解が比較的容易な有機物の量を反映する指標であり、難分解性有機炭素はCODの測定値に大きく影響を与えにくいとされています。したがって、海藻由来の難分解性有機炭素が大量に存在しても、直ちにCODの増加や水質悪化につながる可能性は低いと考えられています。ただし、地域の環境条件や有機物の性質によっては影響が出る場合もあるため、継続的なモニタリングを実施する予定です。
 - (8) 海面での海藻養殖事業を推進する際には、過度な付加価値の強調を避けるとともに、天然藻場の炭素貯蔵機能やその維持の重要性についても、関係者や一般に向けて適切に周知していくことが重要と考えております。

事後評価調書

富山県環境科学センター

整理番号	20-大-02	研究課題名	光化学オキシダント常時監視データの総合的解析 ～日変動値の予測～	
研究期間	3年度～6年度	全体所要額(千円)	43千円	
研究概要	<p>1 研究背景・目的</p> <p>光化学オキシダント(Ox)については、原因物質である窒素酸化物(NOx)や揮発性有機化合物(VOCs)の環境濃度が低下しているにもかかわらず、過去から環境基準が達成していない状況が続いている。本研究では、過去の常時観測データを総合的に解析し、高濃度の原因の知見を得るとともに、オキシダント値の予測手法の開発を行うことを目的とする。</p> <p>2 研究内容</p> <ul style="list-style-type: none"> 本県のオキシダントの値を比較・検討するため、北陸三県(富山県、石川県、福井県)、隣接県(岐阜県、長野県、新潟県)、大都市(愛知県、京都府、大阪府、福岡県)における経年変化を調査する。 高濃度時(中部地方で120ppb以上や本県100ppb以上)における全国的な状況を踏まえた本県の状況(時間値の推移、気象条件)、移流の影響等を明らかにする。 オキシダント新指標値について他地域と比較検討する。 高濃度時及び日常的な事例(季節:春、天気:晴れ・雨、越境汚染の有・無等)を抽出し、大気汚染シミュレーションを用いて、事象の再現性を確認する。 当日の気象条件から、大気汚染シミュレーションを用いて日変動値の予測値を算出し、実測値と比較する。 <p>3 研究実績</p> <p>①大気汚染シミュレーションによる観測値の再現性確認</p> <ul style="list-style-type: none"> 大気汚染シミュレーション(CMAQ)をLinux端末にインストールするとともに、計算に使う入力データを国立環境研究所等から入手し、計算環境を構築した。 直近で高濃度のオキシダントが観測され注意報を発令した2017年の5/30の前後の期間(5/15～6/6)について、CMAQを用いて、県内のオキシダント濃度の計算を行い、観測値と比較した。結果、日最大値と最小値にややずれはあるものの、計算値は観測値の増減の傾向を概ね再現していることを確認した。 <p>②オキシダント高濃度事例の解析</p> <ul style="list-style-type: none"> 高濃度のオキシダントが多く観測された2017年4月～5月の期間について、富山市内にある岩瀬局を対象に、常時監視データ、気象データ、後方流跡線、CMAQ計算により解析を行い、高濃度の要因を調べた。 上記期間では、100ppb超の非常に高い濃度を観測した期間が2回(4/30、5/30-31)、80ppb超の高濃度を観測した期間が3回(4/14、5/12、5/20-22)あったが、CMAQ計算からいずれの期間も高濃度のオキシダントを含む大気が中国大陸から本県への移流が見られ、中国大陸からの越境汚染の影響が大きいことが示唆された。 <p>③オキシダント新指標値による評価</p> <ul style="list-style-type: none"> オキシダント新指標値を用いて、2000～2023年度の本県のオキシダント濃度の経年変化を評価し、都市部(東京都、大阪府)と比較した。結果、都市部では、過去約20年間にわたり指標値に減少傾向がみられたのに対し、本県では増減しながら概ね横ばいであり、2020年以降に大幅な減少がみられた。本県で2020年の前後で原因物質(窒素酸化物、非メタン炭化水素)の濃度や日照時間に大きな変化は見られなかった。 オキシダント新指標値は、年間のオキシダント濃度の最大値と関係する値であり、2020年以降の本県の新指標値の大幅な減少は、②の研究で示唆されたように本県の高濃度のオキシダントは中国大陸からの越境汚染の影響が大きく、2020年に発生した新型コロナウイルスによる経済停滞等によって越境汚染の影響が低下したためと考えられる。 <p>④大気汚染シミュレーションによるオキシダント濃度予測</p> <ul style="list-style-type: none"> 2024年の5/1から5/15までの期間について、CMAQを用いてオキシダント濃度の予測計算を行った。CMAQの入力データ(地理データ、気象データ、大気汚染物質排出量データ)のうち、気象データはNCEP(アメリカ国立気象局機関)の気象予報データを用い、大気汚染物質排出量データは2024年の排出量データを自作する必要があるが、技術的に作成ができなかったために国立環境研究所が公表している2018年のデータで代用した。 上記期間では、濃度変化があまりなかったために判断が難しいが、既存の濃度予測研究(国立環境研究所VENUS)と比較すると、観測値の予測精度が本研究の方が劣っており、その要因として排出量データの精度の違いにあると考えている。 			
	研究の成果と活用策	<p>1 研究目的の達成状況</p> <p>【高濃度オキシダントの原因解析】</p> <p>本県の複数のオキシダント高濃度事例について、大気汚染シミュレーション等により解析を行い、いずれも中国大陸から高濃度のオキシダントを含む大気が本県に移流しており、本県の高濃度事例は中国大陸からの越境汚染の影響が大きいことがわかった。高濃度の要因を明らかにすることができたため、研究目的を達成することができたと考えている。</p> <p>【オキシダントの濃度予測】</p> <p>大気汚染シミュレーションにより過去の観測値の増減の傾向を計算で再現することまではできたものの、未来の濃度予測については、最新の大気汚染物質排出量データを用意することができなかったために、既存の濃度予測研究(国立環境研究所VENUS)に比べ精度のよい予測計算を行うことはできなかった。</p> <p>2 成果の有効性</p> <ul style="list-style-type: none"> 県内のオキシダント高濃度事例は中国大陸からの越境汚染の影響が予想されていたが、本研究の実施により大気汚染シミュレーションを用い科学的にそれを明らかにすることができた。 大気汚染シミュレーションについては、複雑な事象である大気汚染の研究を実施するうえで有効な手法であるが、非常に難解で労力もかかるため、実施できる自治体は一部に限られている。本研究の実施により、富山県でシミュレーションを実施することが可能となり、必要なノウハウを習得することができた。 高濃度事例の解析結果についてはII型実施共同研究の会議の場で報告し、解析手法等を他の地方環境研究所と共有した。 <p>3 成果の活用策</p> <ul style="list-style-type: none"> 高濃度事例の解析結果により得られた高濃度要因に関する知見を今後のオキシダント対策検討の参考とする。 構築した大気汚染シミュレーション環境や解析ノウハウを今後のオキシダント濃度の原因調査等に使用する。 		
評価	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	3.3		3.9
	② 成果の有効性	3.3		3.7
	③ 成果の活用策	3.1		3.7
結果	総合評価 (個別評価平均値)	3.2		3.7

果	(参考) 個別評価基準	5 : 十分な成果	4 : 成果あり	3 : 普通	2 : 成果不十分	1 : 成果なし
	総合評価基準	4-5 : 十分な成果 2-3 : 普通 1 : 成果なし	3-4 : 成果あり 1-2 : 成果不十分			
意見等	(内部評価委員会)	<p>(1) 当方の質問への回答のとおり、本県における高濃度のオキシダントは越境汚染の影響が大きく、県内だけで原因物質の排出対策を実施しても改善させることが難しいと考えられるので、「3成果の活用策」の「今後のオキシダント低減対策検討の参考とする。」という記述は見直されたほうがよいと思います。そのうえで、この研究の成果をどのように活用するか検討をお願いします。(当初は、高濃度になりそうな場合、県民に速やかに注意喚起を行うことを目的の一つとしていたような気がします。)</p> <p>(2) 最新の大気汚染物質排出量のデータを用意することができず、濃度予測について精度不足とのなので、今後機会があれば精度向上に取り組んでいただきたい。</p> <p>(3) 本県でのオキシダント高濃度は中国大陸からの移流の影響であることが改めて示されたが、その結果活用や対策提案のための情報収集や解析がなされていない。事例解析等で終わっているのが残念。予測計算については、国システムとの役割分担や住み分けを考えた研究が望まれる。</p> <p>(4) 本県に適用できる精度の高い予測手法の開発には至らず、残念であったが、その原因を明らかにし、結論を出したことは評価します。</p> <p>(5) 過去の測定結果の再現精度は一定程度確保されており、今後も高濃度事例があった場合の要因分析などへの活用が期待できる。また、西日本など他県で問題意識がある自治体へのノウハウ提供などの貢献もできると思う。</p> <p>(6) この研究により、本県でのオキシダント高濃度事例について、大陸からの移流の影響を強く受けていることが明らかになった。また、シミュレーション解析により過去の増減傾向の再現を行うことはできたが、予測のためには高い精度での排出量データが必要であることが分かった。この研究結果をもとに、今後の対策についての考察が望まれる。</p> <p>(7) 高濃度要因は中国大陸からの影響が大きいとの結論は、従来からの解析結果を確認したものとなったが、県内での対策は必要ないととらわれないように、結果の公表にあたっては注意していただきたい。</p> <p style="text-align: right;">(追跡評価の必要性 有・無) (外部評価の必要性 有・無)</p>				
	(外部評価委員会)	<p>(1) 従来から県内のオキシダント高濃度事例が中国大陸からの越境汚染の影響が大きいといわれており、本研究は大気汚染シミュレーションを用い科学的に裏付ける結果を得たことは意義がある。過去の汚染事例の大気汚染シミュレーションの再現では、データ等の制約があり、十分な成果が得られなかったが、獲得したシミュレーションに関するノウハウは貴重であり、センターでしか取り組めない地域的な大気環境の課題に活用されることが期待される。</p> <p>(2) シミュレーションなので、最初のうちは正確な評価が難しいこともあると思います。利用する排出量データの精度を向上させることが可能であれば、取り組んでみるのもよいかと思えます。この研究によって修得したノウハウを次の研究にも活かしていただきたいと思います。</p> <p>(3) 富山県において環境基準をこえる高濃度が続く理由がわからなかった光化学オキシダント (Ox) の原因解析について、越境汚染の可能性を指摘するなど成果をあげている。西日本から Ox の濃度変化の相関もあることから、黄砂同様の追跡・予測が可能かなど、これまでの地環研の広域連携の実績を活かすなど、今後の研究の発展、県民生活への貢献などを強く期待したい。</p> <p>(4) 光化学オキシダントの濃度が高くなった時期が、月末等の特定の時期に生じていたと読み取れる傾向もあったので、例えば発生源と考えられる中国における人間活動・経済活動の周期性や季節性等の社会科学的データと付け合わせてみたらどうかと思いました。もし相関関係があれば、人間活動・経済活動から光化学オキシダントの濃度上昇の予測もできるかもしれません。</p> <p>(5) 地方環境研でシミュレーション環境を整えたことは高く評価される。</p> <p>(6-1) 外部評価委員会でのコメントにもあったとおり、地方公共団体において計算機による大気濃度予測の技術が導入されているところは限られており、十分な成果が得られていると考える。さらに取り組みを進め、計算の精度を向上させてほしい。</p> <p>(6-2) 本研究の目的が高濃度要因の解析であり、その結果として越境汚染の影響が大きいとされたが、現在、環境基準の見直しが議論されており、遠くないうちに国内対策の重要性も増してくると思われる。富山県においての対策を進めるためにも前駆物質の削減効果を検証することも必要ではないか。</p> <p>(6-3) シミュレーションだけでなく観測結果の活用も検討してほしい。たとえば昼間の光化学オキシダント生成量とこれまでの前駆物質削減量との関係を解析することも重要と考える。</p> <p>(7-1) オキシダント高濃度は中国大陸からの移流の影響であることが再認識できた意義は大きいと思います。さらにもう一步踏み込んで、今後、結果の活用方法や対策提案のための情報収集や解析を行って頂けたらと思います。</p> <p>(7-2) 2017年は良く再現出来ていたにも関わらず、2024年は排出量データが入手できなかったという理由で再現性が悪かったのは残念である。せっかく苦労して開発したシステムを今後無駄にしないためにも、精度の良いデータの作成や入手をより精力的に行うべきであると思います。上記が出来た段階ではじめて、国システム (VENUS) との役割分担やすみ分けを考えた研究展開が開けてくると思います。</p> <p>(8) 研究としては一定の成果があげられたと思います。越境汚染の影響が大きいとのことですが、仮にこれがなかったとすると環境基準が達成されるのか、また、難しいのであれば、どのような対策をとれば環境基準が達成されるのかなど、このシミュレーション結果を用いて検討できるのではないかと考えます。</p> <p>(9) 高濃度要因は中国大陸から流入していることを明確にしており、高濃度のオキシダント予想と注意喚起に活用していただきたい。今回の解析結果から、更なる原因物質の排出抑制規制は、改善に有効ではないという基本的な考えを共有いただければと思います。一方で、現状の規制が何に有効であるかを定量的に公表いただければ、理解が深まると思います。</p> <p style="text-align: right;">(追跡評価の必要性 有・無)</p>				

(環境科学センターの対応)
(内部評価委員会)

(1) ご指摘いただいた記述については、大陸からの越境汚染の影響が大きいとわかることによって、県内や国内での原因物質の排出抑制対策だけでは改善が難しいことや、対策として、低減対策は難しいために県民の健康被害防止の観点から高濃度時の情報提供を行うことが有効だといったことがわかるため、これが今後の施策の参考となると思いましたので記載しました。「低減対策」というように記載したために、おかしな記述になっていると考えており、「低減」を削除し、「今後のオキシダント対策検討の参考とする」に改めさせていただきます。

また、成果の活用策に新たに「構築した大気汚染シミュレーション環境や解析ノウハウを今後のオキシダント濃度の原因調査等に使用する」を追加し、所属内で知見を共有し、今後も環境科学センターで大気汚染シミュレーションに取り組めるようにしていきたいと思います。

当初の目的の1つである高濃度が予測される場合の県民への情報提供については、国の VENUS が最新のデータ等を使用した国内の最も優れた濃度予測手法であることがわかったため、これを活用することがよいと考えます。

(2) シミュレーションは大気汚染の研究を実施するうえで有効な手法であるため、今後も習熟等に取り組み、よりよい成果が得られるよう努めていきたいと思います。

(3) 委員ご指摘のとおり、解析結果を踏まえた対策についての考察が不足しておりました。県内や国内の原因物質の排出抑制対策だけでは改善は難しいと考えられるため、オキシダント対策としては、高濃度が予測される際の県民への情報提供を行うことが有効だと考えられます。外部評価委員会においては考えられる対策についての資料を追加いたします。

予測計算については、委員ご指摘のとおり国のシステムとの住み分けが必要ですが、研究を進めるなかで、国のシステムは最新のデータ等を使用し計算を行っており改良できる点はなく、また本県独自の要素を加えることも技術的に難しいことがわかり、国のシステムと同じこと実施しても意味があまりないため、予測計算を断念することといたしました。

(4) 予測手法が開発できなかったこと申し訳ありません。大気汚染シミュレーションについて今後も習熟等に努めていきたいと思います。

(5) 今後発生した高濃度事例について、本研究で得た知見を活用して原因調査等に取り組みたいと思います。また、II 型実施共同研究の場を活用して、解析手法を他の自治体と共有したいと思います。

(6) 委員ご指摘のとおり、今後の対策についての考察が不足しておりました。申し訳ありません。県内や国内の原因物質の排出抑制対策だけでは改善は難しいと考えられるため、オキシダント対策としては、高濃度が予測される際の県民への情報提供を行うことが有効だと考えられます。外部評価委員会においては今後の対策についての資料を追加いたします。

(7) 委員ご指摘のとおり、県内からの寄与も一定程度あると考えられるため、配慮して公表していきたいと思います。

(外部評価委員会)

(1) 本研究で得られたシミュレーション環境とノウハウを活用し、今後の大気環境の研究に活かしていきたいと思います。

(2) 排出量データの改善については今後も検討していきたいと思います。今回の研究で得られたノウハウを今後の研究に活かしていきたいと思います。

(3) ご提案のあった黄砂のように西日本の状況から富山県の高濃度を予測できるかについて今後調査を検討していきたいと思います。

(4) ご提案のあった中国における人間活動・経済活動などの社会科学的データとのオキシダント濃度については、相関がある可能性があり、今後調査を検討したいと思います。

(5) 構築したシミュレーション環境を活用し今後も研究を続けていきたいと思います。

(6-1) 今後も習熟に努め、計算精度の向上に取り組んでいきたいと思います。

(6-2) ご提案のあった前駆物質の削減効果の検証は有用なデータとなると考えておりますが、シミュレーションに更に習熟する必要があり、今後そのような計算ができるよう努めていきたいと思います。

(6-3) ご提案のあった富山県における昼間のオキシダント生成量と前駆物質削減量との関係について今後解析することを検討したいと思います。

(7-1) 今後も情報収取や解析などを行い、更なる対策提案ができないか検討していきたいと思います。

(7-2) 精度のよい排出量データの作成や外部からのデータの入手について今後検討していきたいと思います。

(8) ご指摘のとおり、シミュレーションを活用すれば、越境汚染がない場合の濃度や対策実施時の削減効果などを検証することが可能です。それらの計算を実施するには、シミュレーションに更に習熟する必要があり、今後それらの計算ができるよう努めていきたいと思います。

(9) 国内からの寄与も一定程度ある可能性があり、排出抑制規制が全く効果がないとは考えていないのですが、シミュレーションを活用すると原因物質の排出量削減時のオキシダント濃度減少量を計算することが可能です。実施にはシミュレーションに更に習熟する必要があり、今後そのような計算ができるよう努めていきたいと思います。