

公益財団法人富山第一銀行奨学財団

理事長 横田 格 殿

助成研究成果概要報告書

教育機関名 : 富山大学	助成金額 :	800 千円
研究代表者 : 張 勁	所属 : 学術研究部理学系	職位 : 教授
研究題目 : 少雪化をもたらす富山湾への影響		

研究概要

地球温暖化が急速に進行し、集中豪雨や大型台風の増加のように顕著な現象が目立つ中で、北陸地方では過去 40 年間で降雪量が約 5 割減少したことが報告されている（気象庁）。このような気候変化は水循環に大きな影響を与えると推測され、具体的には気温上昇に伴う融雪時期の早期化による (1) 陸から海への淡水流入時期の前倒し、(2) 地下浅層から深層への地下水涵養量の減少、(3) 河川水・地下水の水質や陸から海への栄養塩輸送量の変化などが懸念される。栄養塩供給の変化は、沿岸海洋における基礎生産に直結しており、水産生物の減少といった形で社会に大きな影響を及ぼす。例えば、海底湧水の栄養塩供給量が河川水の 16 倍超であった (Rodellas et al., 2015, PNAS) 地中海では、近年、貧栄養状態に陥っている (Azuy, 1991, Mar. Pollut. Bull.)。国内での 栄養塩減少については瀬戸内海がその代表例で、これまで実施されたリン削減により海水の水質は改善されたが (Yamamoto, 2003, Mar. Pollut. Bull.)、それは植物プランクトン等の基礎生産者の成長に不可欠な栄養素である溶存無機リンの減少を意味し、この施策は 基礎生産の低下やノリの色褪せなどの漁業に悪影響をもたらした。つまり、陸起源の栄養塩減少は、海洋生態系全体を支える植物プランクトンや付着藻類、海藻類などの基礎生産者を減少させ、食物網を通じて生態系へ大きな負のインパクトを与えられと考えられる。さらに、人間活動の変化も加わり、陸域の栄養塩動態は加速度的に変化することが懸念される。このような 陸域からの栄養塩供給の変化への対応が急務であるが、そのためには 現状把握のための科学的知見を増やして、予測精度を高めた具体的な管理手法の確立が必要である。そこで、本研究は、アジアモンスーン支配下の降雪地帯に位置する富山県において、状況が異なる東部・西部の 2 つの扇状地をモデル地域として設定し、現在の陸から海への水・栄養塩供給状況を把握し、過去の蓄積データとの比較から河川水・地下水の利用・管理方法の課題を明らかにすることを目的とした。

成果要約

富山県全域の陸から海への水・栄養塩供給状況を把握するために、2020 年度は (1) 県東部地下水 (黒部川扇状地・片貝川扇状地)、(2) 県西部地下水 (庄川扇状地)、(3) 富山県 5 大川 (黒部川、常願寺川、神通川、庄川、小矢部川)、(4) 富山湾沿岸海域を対象として試料採取を行い、採取した述べ 350 試料の溶存成分分析及び同位体比分析を行った。また、2020 年度の分析結果と富山県の長期モニタリングデータや当研究室で蓄積されている過去の分析値を比較することで、富山県の陸域から富山湾への水・栄養塩供給状況の長期変化を評価した。本研究の主な結論は、以下の通りである。

① 現在の陸域から富山湾への栄養塩供給状況と沿岸海域への影響評価

・県東部の地下水は、気候変化 (降雪量減少・降雨量増加) によって、栄養塩の希薄化と滞留時間 (地下水の年齢) の短縮が引き起こっていた。また、水田面積の減少に伴い、地下水中へ付加される栄養塩

の減少も確認された。一方で、県西部の地下水水質は、個別地点を除いて過去 30 年間で非常に安定していることが明らかとなった。

・河川を通して富山湾沿岸域へ輸送される栄養塩は、1990 年代以降で 5-6 割減少していた。これは、富山県の下水道普及率の上昇と一致していた。河川からの栄養塩供給量の減少は、富山湾沿岸の栄養制限を強化させていた。

・富山湾の沿岸漁業における重要な水産物を育む沿岸生態系の基礎生産者の同位体比分析から、それらの生物は、陸由来栄養塩を最大 4 割程度利用していることが示唆された。

【結論 1】

- 富山県陸域から富山湾への栄養塩供給は、気候変化や人間活動の変化の影響を受けて減少している。
- 陸由来栄養塩が減少すると沿岸海産生物の餌の減少に繋がり、沿岸海域の生物生産は減少する。

② 持続的地下水利用方法の提案に向けた地下水年齢の試算

・各扇状地扇端の塩水化や地盤沈下被害は、拡大している地域のあることが示されている（富山県）。また、地下水の水質・水量モニタリングから、県東部の深層地下水（地上から 100m 以深）の湧出量は、約 10 年間で最大 8 割減少していることが分かっている（片境ら、未発表）。

・各扇状地内の土地利用の長期変化について QGIS を用いて解析した結果、過去 50 年間に於いて、地下への主な浸透場所である水田面積が減少した分、宅地面積が増加していることが分かった（Liu et al., 2020）。これらの土地利用変化は、各扇状地の地下水量と水質変化の要因の一つと考えられる。

・地下水量の減少が確認されている県東部の深層地下水の地点にて、放射性同位体 (^{226}Ra , ^{228}Ra , ^{222}Rn) を組み合わせた深層地下水涵養数値モデルを構築した。この数値モデルから、現状の深層地下水利用量は、地下への平均的な年間地下水浸透量を上回っていることを示唆する結果を得た（Katagakai et al. in preparation）。

【結論 2】

- 富山県の地下水は人間活動の変化に伴って変化していることが分かり、今後は地下水浸透量の現状に合った使用方法・使用量へと見直す必要がある。

③ 地域特性に応じた海域保全のための管理方法の提案

①・②で明らかになった課題・状況（図 1）を解決するために必要な取り組みを、SDGs「Sustainable Development Goals（持続可能な開発目標）」に基づいて提案する。

1. 持続的な水産業の発展のために、地下水や河川水中の栄養塩を確保するように努める。

・河川水・地下水に含まれる栄養塩（窒素やリンなど）を増やす方策を考察する（SDGs14）

・「休耕田や耕作放棄地を活用した地下水涵養事業の実施」をはじめとする適切で効果的な土地管理を広域的に推進する（SDGs15）

2. 安定した地下水水質と地下水量を確保するための適切な管理方法について見直す。

・宅地・道路を建設する際に、地下水流路（旧河道等）を考慮して都市計画を行う（SDGs11、12）

・水源の涵養機能を持つ森林を保全しながら、さらに面積の拡大を行う（SDGs11）

・気候変化に適応し地下水の年齢を考慮した地下水使用量を設定する（SDGs6、13）

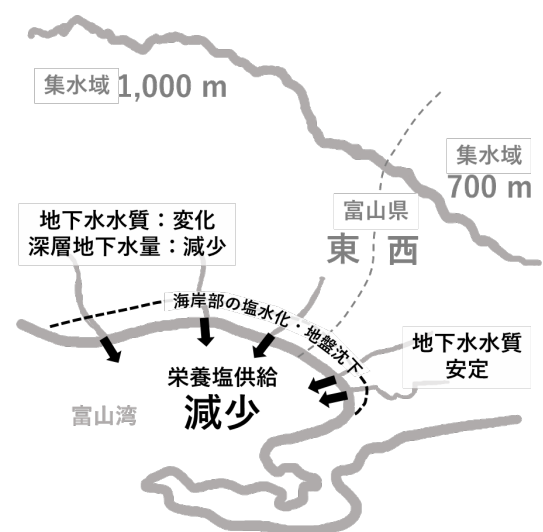


図 1. 本研究で明らかになった課題・状況

<p>研究成果 発表状況</p>	<p>【雑誌論文、学会発表、図書、新聞掲載、作成 Web ページ、特許権等の出願・取得状況】</p> <ol style="list-style-type: none"> 片境 紗希、張 勁、青野 辰雄 放射性核種を化学トレーサーに用いた海底湧水による陸域から沿岸海域への水・物質輸送状況の解明, 2020 年度放射能環境動態・影響評価ネットワーク共同研究拠点キックオフミーティング, ポスター. Liu Yunye, Zhang Jing, Katazakai, Saki, Nakayasu Yuhei, Ary Rezedan Groundwater recharge in the Kurobe River Alluvial Fan and the nutrient dynamics using chemical compositions, oxygen and hydrogen isotopes: influence by land-use and climate changes over the past 30 yeas, JpGU-AGU Joint Meeting 2020, Poster. 片境 紗希、張 勁、青野 辰雄 放射性核種を化学トレーサーに用いた海底湧水による陸域から沿岸海域への水・物質輸送状況の解明, 2020 年度放射能環境動態・影響評価ネットワーク共同研究拠点年次報告会, ポスター. 																																																																		
<p>経費の 執行状況</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="339 734 887 824">区 分</th> <th data-bbox="895 734 1062 824">執行額 (円)</th> <th data-bbox="1062 734 1437 824">備 考</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="3" data-bbox="339 824 1437 875">【物品費】</td> </tr> <tr> <td data-bbox="339 875 895 927">・ポリロート</td> <td data-bbox="895 875 1062 927">2,310</td> <td data-bbox="1062 875 1437 927"></td> </tr> <tr> <td data-bbox="339 927 895 978">・DISPOSABLE MEMBRANE FILTER</td> <td data-bbox="895 927 1062 978">8,316</td> <td data-bbox="1062 927 1437 978"></td> </tr> <tr> <td data-bbox="339 978 895 1030">・異径ホースニップル</td> <td data-bbox="895 978 1062 1030">438</td> <td data-bbox="1062 978 1437 1030"></td> </tr> <tr> <td data-bbox="339 1030 895 1081">・NOVA バッテリー</td> <td data-bbox="895 1030 1062 1081">3,980</td> <td data-bbox="1062 1030 1437 1081"></td> </tr> <tr> <td data-bbox="339 1081 895 1133">・バンセレーノ</td> <td data-bbox="895 1081 1062 1133">1,780</td> <td data-bbox="1062 1081 1437 1133"></td> </tr> <tr> <td data-bbox="339 1133 895 1184">・燃料ホース</td> <td data-bbox="895 1133 1062 1184">360</td> <td data-bbox="1062 1133 1437 1184"></td> </tr> <tr> <td data-bbox="339 1184 895 1236">・シリコンチューブ</td> <td data-bbox="895 1184 1062 1236">800</td> <td data-bbox="1062 1184 1437 1236"></td> </tr> <tr> <td data-bbox="339 1236 895 1288">・透明ホース TB</td> <td data-bbox="895 1236 1062 1288">130</td> <td data-bbox="1062 1236 1437 1288"></td> </tr> <tr> <td data-bbox="339 1288 895 1339">・油性ペン</td> <td data-bbox="895 1288 1062 1339">413</td> <td data-bbox="1062 1288 1437 1339"></td> </tr> <tr> <td colspan="3" data-bbox="339 1339 1437 1391">【旅費】</td> </tr> <tr> <td data-bbox="339 1391 895 1442">・外部実験施設への分析旅費 (4 名)</td> <td data-bbox="895 1391 1062 1442">10,100</td> <td data-bbox="1062 1391 1437 1442" rowspan="2">総合地球環境学研究所 魚津沖調査</td> </tr> <tr> <td data-bbox="339 1442 895 1494">・研究調査旅費 (5 名)</td> <td data-bbox="895 1442 1062 1494">138,860</td> </tr> <tr> <td colspan="3" data-bbox="339 1494 1437 1545">【謝金】</td> </tr> <tr> <td data-bbox="339 1545 895 1718">・試料採取, 試料分析の補助, データ整理に係る謝金 (時給 900 円×276 時間)</td> <td data-bbox="895 1545 1062 1718">248,400</td> <td data-bbox="1062 1545 1437 1718"></td> </tr> <tr> <td colspan="3" data-bbox="339 1718 1437 1769">【その他】</td> </tr> <tr> <td data-bbox="339 1769 895 1821">・外部実験施設分析費</td> <td data-bbox="895 1769 1062 1821">180,000</td> <td data-bbox="1062 1769 1437 1821" rowspan="7">総合地球環境学研究所</td> </tr> <tr> <td data-bbox="339 1821 895 1872">・JpGU-AGU Joint Meeting 2020</td> <td data-bbox="895 1821 1062 1872"></td> </tr> <tr> <td data-bbox="339 1872 895 1924">-要旨投稿料</td> <td data-bbox="895 1872 1062 1924">4,400</td> </tr> <tr> <td data-bbox="339 1924 895 1975">-参加費</td> <td data-bbox="895 1924 1062 1975">14,300</td> </tr> <tr> <td data-bbox="339 1975 895 2027">・魚津沖海上調査 備船費</td> <td data-bbox="895 1975 1062 2027">20,000</td> </tr> <tr> <td data-bbox="339 2027 895 2078">・英文校閲費</td> <td data-bbox="895 2027 1062 2078">15,840</td> </tr> <tr> <td data-bbox="339 2078 895 2098">・日本下水道協会下水道全国データベース</td> <td data-bbox="895 2078 1062 2098">20,330</td> </tr> </tbody> </table>	区 分	執行額 (円)	備 考	【物品費】			・ポリロート	2,310		・DISPOSABLE MEMBRANE FILTER	8,316		・異径ホースニップル	438		・NOVA バッテリー	3,980		・バンセレーノ	1,780		・燃料ホース	360		・シリコンチューブ	800		・透明ホース TB	130		・油性ペン	413		【旅費】			・外部実験施設への分析旅費 (4 名)	10,100	総合地球環境学研究所 魚津沖調査	・研究調査旅費 (5 名)	138,860	【謝金】			・試料採取, 試料分析の補助, データ整理に係る謝金 (時給 900 円×276 時間)	248,400		【その他】			・外部実験施設分析費	180,000	総合地球環境学研究所	・JpGU-AGU Joint Meeting 2020		-要旨投稿料	4,400	-参加費	14,300	・魚津沖海上調査 備船費	20,000	・英文校閲費	15,840	・日本下水道協会下水道全国データベース	20,330	
区 分	執行額 (円)	備 考																																																																	
【物品費】																																																																			
・ポリロート	2,310																																																																		
・DISPOSABLE MEMBRANE FILTER	8,316																																																																		
・異径ホースニップル	438																																																																		
・NOVA バッテリー	3,980																																																																		
・バンセレーノ	1,780																																																																		
・燃料ホース	360																																																																		
・シリコンチューブ	800																																																																		
・透明ホース TB	130																																																																		
・油性ペン	413																																																																		
【旅費】																																																																			
・外部実験施設への分析旅費 (4 名)	10,100	総合地球環境学研究所 魚津沖調査																																																																	
・研究調査旅費 (5 名)	138,860																																																																		
【謝金】																																																																			
・試料採取, 試料分析の補助, データ整理に係る謝金 (時給 900 円×276 時間)	248,400																																																																		
【その他】																																																																			
・外部実験施設分析費	180,000	総合地球環境学研究所																																																																	
・JpGU-AGU Joint Meeting 2020																																																																			
-要旨投稿料	4,400																																																																		
-参加費	14,300																																																																		
・魚津沖海上調査 備船費	20,000																																																																		
・英文校閲費	15,840																																																																		
・日本下水道協会下水道全国データベース	20,330																																																																		

	利用登録料		
	・みんなが知りたいシリーズ⑬「地下水・湧水の疑問 50」	1,780	
	・Oxford Academic Vocabulary Practice : Lower-Intermediate B1 with	2,002	
	・Oxford Academic Vocabulary Practice UPPER-INTERMEDIATE B2-C1 wit	2,002	
	・宅配便（富山大学-総合地球環境学研究所）	924	
	・技術補佐員給与（1名・3月分）	122,535	
	合計	800,000 円	