

研究 成 果 報 告 書

(国立情報学研究所の民間助成研究成果概要データベース・登録原稿)

研究テーマ (和文)	新規骨代謝アッセイ系の開発と骨代謝に対する有機フッ素化合物の影響解析		
研究テーマ (英文)	Development of novel bioassay system for bone metabolism and influence analysis of Perfluoroalkyl Substances on bone metabolism		
研究期間	2020 年 ~ 2022 年	研究機関名	金沢大学 環日本海域環境研究センター
研究代表者	氏名	(漢字)	本田 匡人
		(カタカナ)	ホンダ マサト
		(英文)	MASATO HONDA
	所属機関・職名		金沢大学 環日本海域環境研究センター・助教
共同研究者 (1名をこえる場合は、別紙追加用紙へ)	氏名	(漢字)	鈴木 信雄
		(カタカナ)	スズキ ノブオ
		(英文)	NOBUO SUZUKI
	所属機関・職名		金沢大学 環日本海域環境研究センター・教授

概要 (600字~800字程度にまとめてください。)

Per- and polyfluoroalkyl substances (PFAS) は、工業的に優れた特性により世界中で広く使用されている化学物質群であり、自然環境で汚染が広がっている。その特異的構造により PFAS 類は残留性、生物蓄積性、生物毒性を持っているが、PFAS 類の骨代謝に対する毒性学的影響の詳細は不明のままである。本研究では、脊椎動物の骨代謝に対する PFAS 類の毒性学的影響の調査を目的とし、金魚 *Carassius auratus* のウロコを用いた PFAS 類のバイオアッセイ系の開発と、影響評価を実施した。

実験 1 では金魚から採取したウロコを活用したバイオアッセイ系を用いて、5 種の PFAS (ペルフルオロオクタンスルホン酸: PFOS, ペルフルオロオクタノ酸: PFOA, ペルフルオロノナン酸: PFNA, ペルフルオロヘキサンスルホン酸: PFHxS, ペルフルオロヘキサノ酸: PFHxA) の骨代謝への影響を評価した。実験 2 では、魚の骨代謝に関連する内分泌系に対する 3 種の PFAS (PFNA, PFHxS, PFHxA) の毒性学的影響を調査するため、金魚に各 PFAS 溶液を腹腔内注射して飼育し、注射後 6・24 時間後に採血し血漿中の総カルシウムレベルおよび関連するバイオマーカーを分析した。

実験 1 では、骨代謝の指標である破骨細胞と骨芽細胞の酵素活性が、暴露濃度 10^{-4} M では 5 種の PFAS の全てで有意に減少した。また 3 種の PFAS (PFNA, PFHxS, PFHxA) を用いた反復実験では、両酵素の活性が低濃度 ($10^{-7} \sim 10^{-9}$ M) でも有意に減少した。実験 2 では、PFNA を曝露すると血漿 Ca および Na 濃度が有意に増加し、一方で血漿 K 濃度は有意に減少した。これらの結果は、PFNA が金魚の骨代謝だけでなく、腎機能にも影響を与えることを示唆すると考えられた。骨芽細胞と破骨細胞、および血中 Ca 濃度に対する PFAS の詳細な影響機構はまだ不明であり、PFAS の毒性影響に関する更なる研究が必要である。

発表文献（この研究を発表した雑誌・図書について記入してください。）						
雑誌	論文課題					
	著者名		雑誌名			
	ページ	～	発行年		巻号	
雑誌	論文課題					
	著者名		雑誌名			
	ページ	～	発行年		巻号	
雑誌	論文課題					
	著者名		雑誌名			
	ページ	～	発行年		巻号	
図書	書名					
	著者名					
	出版社		発行年		総ページ	
図書	書名					
	著者名					
	出版社		発行年		総ページ	

英文抄録（100語～200語程度にまとめてください。）

Per- and polyfluoroalkyl substances (PFAS) have been widely contaminated in the natural environment and have biotoxicity. However, the details of the toxicological effects of PFASs on bone metabolism remain unclear. In this study, we developed a bioassay system for PFASs using the scales of the goldfish *Carassius auratus* and evaluated the effects of PFASs for the purpose of investigating the toxicological effects of PFASs on bone metabolism in vertebrates.

In the result of fish scale bioassay test, osteoclast and osteoblast enzymatic activities, which are indicators of bone metabolism, were significantly decreased by all five PFASs at an exposure concentration of 10^{-4} M. Additionally, in the results of *in vivo* exposure test, PFNA exposure significantly increased plasma Ca and Na concentrations, while significantly decreasing plasma K concentrations. These results suggest that PFNA affects not only bone metabolism but also renal function in goldfish. The detailed toxic effect mechanism of PFAS is still unclear, and further studies are needed.