

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)	気候変動が山岳生態系の生物季節性に及ぼす影響評価手法の開発と将来予測		
研究テーマ (英文)	Development of the analysis methods of phenological responses of alpine plants to climate change and forecast on the future		
研究期間	2020年 ～ 2022年		研究機関名 北海道大学
研究代表者	氏名	(漢字)	工藤 岳
		(カタカナ)	クドウ ガク
		(英文)	KUDO, Gaku
	所属機関・職名		北海道大学大学院地球環境科学研究院・准教授
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)	和田 直也
		(カタカナ)	ワダ ナオヤ
		(英文)	WADA, Naoya
	所属機関・職名		富山大学・教授

概要 (600字～800字程度にまとめてください。)

環境省モニタリングサイト 1000 高山帯調査 (以下、モニ 1000 高山帯) で蓄積された画像データと立山連峰 (北アルプス) ・大雪山 (北海道) でのフィールド調査の結果を解析した。

1) モニ 1000 高山帯調査で実施されている定点観測カメラの撮影画像を用いて、高山植物の開花量の自動定量法の開発を行なった。立山と大雪山で 2011～2021 年の 11 年間に撮影された約 9 万枚の画像について、深層学習の一種である CNN による画像分類を用いて、悪天候等により解析に適さない画像を除外し 23,676 枚の画像を解析に用いた。深層学習による物体検出アルゴリズムを用いて、高山植物数種の開花を自動検出・定量化を行うモデルを作成した。解析結果は目視調査の結果とよく対応していることを確認できた。本解析手法は、高山帯のようにアクセスが困難な調査地におけるフェノロジー観測に有効な手段であることが示された。

2) 立山連峰の高山帯で、高山植物の開花状態及び開花数の季節推移を経年観測した。得られた観察データから、開花率の季節推移を予測するモデルを構築した。開花率の季節推移は、気温を用いた積算温度、推定消雪日からの日数、及び季節進行の 3 変数により予測可能であることが分かった。このモデルはカテゴリーデータとして記録されていた開花状態を示す観測値にも応用することができた。今後、モニ 1000 高山帯調査により取得済みの開花記録を用い、気温や消雪日の変化が開花状態に及ぼす影響を予測できる可能性が示された。

3) 大雪山系の高山帯で、高山植物の開花状況を経年観測した。気温・土壌温度・雪解け時期データを用い、気候変動に対する開花応答を予測するモデルを作成した。その結果、風衝地植物群落の開花期間は 5, 6 月の気温に応答し、1℃の気温上昇で開花期間は 3～5 日短縮されることが予測された。一方で雪田植物群落の開花期間は、8 月の気温が 1℃上昇することにより 3 日短縮され、開花ピーク日は 1℃の気温上昇と 10 日間の雪解け早期化により、約 10 日早まると予測された。高山植物群落の開花期間は、気温上昇と雪解けの早期化により大きく改変され、送粉昆虫との共生関係が攪乱を受ける可能性が示された。

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	Habitat-specific effects of flowering advance on fruit-set success of alpine plants: a long-term record of flowering phenology and fruit-set success of <i>Rhododendron aureum</i>				
	著者名	Kudo G.	雑誌名	Alpine Botany		
	ページ	53～62	発行年	2 0 2 1	巻号	131
雑誌	論文課題	Outcrossing syndrome in alpine plants: implications for flowering phenology and pollination success				
	著者名	Kudo G.	雑誌名	Ecological Research		
	ページ	288～300	発行年	2 0 2 2	巻号	37
雑誌	論文課題	The selective advantage of mast flowering in <i>Veratrum album</i> subsp. <i>oxysepalum</i> : implications of the predator satiation hypothesis				
	著者名	Ito Y., Kudo G.	雑誌名	American Journal of Botany		
	ページ	2082～2092	発行年	2 0 2 2	巻号	109
雑誌	書名	Spatiotemporal niche overlap, asymmetric reproductive interference, and population genetics between the sympatric species, <i>Rhododendron diversipilosum</i> and <i>Rhododendron subarcticum</i> , in alpine fellfield habitat				
	著者名	Shiotani Y., Kudo G.	雑誌名	Arctic, Antarctic and Alpine Research		
	ページ	未定	発行年	2 0 2 3	巻号	55 (印刷中)
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。）

This study aims to develop technical methods for the quantification of flowering phenology of alpine plants using automatic shooting cameras and to construct models predicting phenological modification by climate change based on empirical data obtained in the field. Major results are as follows:

(1) We developed the technical procedure that automatically selects available pictures from data sources and then detects and counts the flowers of the target species in the selected pictures using deep learning algorithms. Pictures taken in the Tateyama Mts. and the Taisetsu Mts. during the last 11 years were used for the analysis. It was confirmed that obtained results were available and useful for the quantification of phenological variations in alpine flowers.

(2) We conducted field surveys in the Tateyama Mts. and the Taisetsu Mts. to quantify the flowering patterns of alpine plants based on the actual observation. Then, we constructed the models to predict phenological modifications of alpine plants under global warming, i.e., increase in air temperature and acceleration of snowmelt time. These models predict that flowering time of plants inhabiting little-snow places depends on air temperature early in the season, while flowering time of plants inhabiting snowy places is strongly influenced by the time of snowmelt.

These results suggest that the phenological responses of alpine plants to climate change are highly species-specific and habitat-specific.

研究代表者名 工藤 岳

共同研究者	氏名	(漢字)	甲山 哲生	
		(カタカナ)	コウヤマ テツオ	
		(英文)	KOHYAMA, Tetsuo	
	所属機関・職名		東京大学大学院農学生命科学研究科・助教	
	氏名	(漢字)		
		(カタカナ)		
		(英文)		
	所属機関・職名			
	氏名	(漢字)		
		(カタカナ)		
		(英文)		
	所属機関・職名			
	氏名	(漢字)		
		(カタカナ)		
		(英文)		
	所属機関・職名			
	氏名	(漢字)		
		(カタカナ)		
		(英文)		
	所属機関・職名			
	氏名	(漢字)		
		(カタカナ)		
		(英文)		
	所属機関・職名			
氏名	(漢字)			
	(カタカナ)			
	(英文)			
所属機関・職名				
氏名	(漢字)			
	(カタカナ)			
	(英文)			
所属機関・職名				
氏名	(漢字)			
	(カタカナ)			
	(英文)			
所属機関・職名				