

Zofia Rączkowska, Paweł Prokop

Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania, Państwowa Akademia Nauk, Kraków



Rozwój gleb i rzeźby w obszarze proglacjalnym lodowca Pindari (Himalaje Centralne, Indie)

Recesja lodowców stwierdzana powszechnie na świecie (np. Oerlemans 2005) od czasu małej epoki lodowej skutkuje pojawianiem się na przedpolu wycofujących się lodowców obszarów eksponowanych m.in. na rozwój gleb. Badania inicjalnych etapów rozwoju gleb w ostatnich kilkuset latach prowadzono na wielu obszarach na świecie (np. Egli i in. 2006; Temme 2019).

Celem naszych badań było określenie czasowo-przestrzennej zmienności i głównych czynników rozwoju gleb na obszarze poddanym deglacjacji w ostatnich 170 latach, z uwzględnieniem ich relacji do form rzeźby i procesów geomorfologicznych.

Badania terenowe prowadzono w Dolinie Pindari, położonej w masywie Nanda Devi w Himalajach Centralnych. Obszar ten zbudowany jest z krystalicznych i węglanowych skał metamorficznych (Valdiya 1998). Dolina Pindari to żłób lodowcowy otoczony szczytami o wysokości do 7 000 m n.p.m. Lodowiec Pindari wycofuje się od połowy XIX wieku, obecnie jego czoło znajduje się na wysokości ok. 3 750 m n.p.m. (Rączkowska, Joshi 2016). Badany obszar znajduje się w strefie klimatu monsunowego. Pokrywa roślinna na obszarze proglacjalnym zmienia się od kęp pionierskich zbiorowisk piętra alpejskiego do zwartej pokrywy roślinności łąk i krzewów piętra alpejskiego.

Badania prowadzono w obszarze proglacialnym lodowca Pindari, w latach 2012 i 2014. Próbkę gleb zostały pobrane na czterech stanowiskach zlokalizowanych na wałach morenowych o znanej dacie powstania oraz na jednym referencyjnym położonym w lesie rododendronowym. Na każdym stanowisku pobierano próbki w sześciu profilach glebowych z głębokości 0–10 cm i 10–20 cm. W badaniach laboratoryjnych określono skład mechaniczny, gęstość objętościową, pH oraz zawartość węgla organicznego i azotu. Badania gleb uzupełniono szczegółowym kartowaniem geomorfologicznym w terenie i analizami GIS pokrywy roślinnej i rzeźby na podstawie zdjęć satelitarnych.

Osady pozostawione przez wycofujący się lodowiec pod wpływem czynników atmosferycznych podlegają dekarbonizacji, iluwiacji, zakwaszeniu i melanizacji. Stwierdzono, że skale czasoprzestrzenne przemian gleb w środowisku proglacialnym lodowca Pindari są znacznie większe niż w innych chronosekwencjach w środowisku alpejskim. Akumulacja węgla organicznego i azotu w glebach na najstarszej morenie jest wysoka, o czym świadczą wskaźniki akumulacji węgla i azotu wynoszące odpowiednio 52,6 g/m²/rok i 4,8 g/m²/rok w głębszej warstwie gleby (10–20 cm). Zawartości węgla i azotu w wierzchniej warstwie gleby (0–10 cm) w lesie rododendronowym (klimaksowym) i na najstarszej morenie (z roku 1845) są podobne, co wskazuje, że rozwój gleby na najstarszej morenie jest bliski osiągnięcia stanu pełnego wykształcenia. Do ustabilizowania pokrywy glebowej w obszarze proglacialnym Himalajów potrzeba co najmniej okresu 100 lat.

W wyniku analizy zróżnicowania rozwoju gleb w odniesieniu do rzeźby i procesów geomorfologicznych na obszarze proglacialnym wyróżniono trzy fragmenty o różnej strukturze pokrywy glebowej. W części położonej najbliżej lodowca gleby nie rozwijają się z powodu dużej aktywności procesów geomorfologicznych warunkowanych znacznym nachyleniem (do 55°) i wysokością względną stoków moren bocznych. W środkowym fragmencie pokrywa glebowa jest nieciągła, gdyż jej rozwój jest zaburzony głównie przez procesy kriogeniczne i erozję. W najniższym fragmencie obszaru proglacialnego wpływ procesów geomorfologicznych jest ograniczony do rynien spływów gruzowych i wąskiej strefy przykorytowej Potoku Pindari. Poza nimi występuje zwarta pokrywa roślinna wskazująca na obecność ciągłej pokrywy glebowej.

Wyniki naszych badań podkreślają znaczenie szybkiego cofania się lodowca, a także zahamowania wietrzenia z powodu sukcesji roślin w formowaniu się gleby.

Badania terenowe były realizowane w ramach projektu „Rzeźba glacialna i peryglacialna Centralnych Himalajów i Tatr. Badania porównawcze” do umowy o współpracy pomiędzy PAN i INSA.

- Egli M., Werbli M., Kneisel C., Haerberli W., 2006. Melting glaciers and soil development in the proglacial area Morteratsch (Swiss Alps): I. Soil type chronosequence. *Arctic, Antarctic and Alpine Research*, 38, 499–509.
- Oerlemans J., 2005. Extracting a climate signal from 169 Glacier records. *Science*, 308, 675–677. DOI: 10.1126/science.1107046.
- Rączkowska Z., Joshi R.Ch., 2016. Deglaciation and impact of extreme rainfalls on recent relief transformation of the Upper Pindari Valley: The Kumaun Himalaya, India, [in:] R.B. Sing, P. Prokop (eds), *Environmental Geography of South Asia*, Springer, Tokio, 67–82.
- Temme A.J.A.M., 2019. The uncalm development of proglacial soils in the European Alps since 1850, [in:] T. Heckman, D. Morche (eds), *Geomorphology of Proglacial Systems, Geography of the Physical Environment*, Springer Nature, Szwajcaria, 315–326.
- Valdiya K.S., 1998. *Dynamic Himalaya*, Universities Press (India) Limited, Hyderabad.