

WOJCIECH RĄCZKOWSKI (KRAKÓW)

LODOWCE GRUZOWE W DOLINIE MARTELLO (MASYW ORTLES-CEVEDALE, ALPY WŁOSKIE)

Pierwsze wiadomości o lodowcach gruzowych w masywie Ortles-Cevedale pochodzą z lat 50-ych tego wieku. Hollerman (1964, p. 127) podaje częściowo za Albertinim (1955) rozmieszczenie lodowców gruzowych, zaznaczając na obszarze doliny Martello tylko jedną formę. W ostatnich 10 latach lodowce gruzowe stały się przedmiotem systematycznych obserwacji w tej części Alp (Carton, Dramis, Smiraglia 1988), a w geomorfologii uzyskały status jednego z najważniejszych wskaźników dla wyznaczania aktywnej strefy permafrostu górskiego (Haerberli 1985, Barsch 1992). Według klasycznej definicji Cappsa oraz Wahrhaftiga i Coxa (vide Washburn 1979) — przyjętej w tym opracowaniu — lodowcem gruzowym (rockglacier) jest masa gruzu (różnokruchowego i słabowysortowanego) posiadająca wypukły kształt w formie jęzora lub lobu, oddzielona od otaczającego terenu stromym czołem oraz wyraźnymi stokami bocznymi. Nachylenie czoła nawiązuje do kąta naturalnego zsypu. Na powierzchni występuje mikrorelief wskazujący na plastyczny ruch masy gruzowej w postaci grzbietów, zagłębień i niekiedy lobów.

Aktywne lodowce gruzowe zawierają zwykle 40–50% gruzu pochodzącego ze stoków usypiskowych lub materiału morenowego i 50–60% lodu. Niekiedy osiągają one małe rozmiary (kilkaset m²), lecz nawet wtedy muszą przekroczyć krytyczną grubość około 15 m (Barsch 1988). Genezę lodowców gruzowych wiąże się z lodem pochodzącym z zamarzającej w szczelinach i porach międzyokruchowych wody, pochodzącej z opadów atmosferycznych, wody z topnienia śniegu lub też pochodzącej z topnienia wyżej w dolinie położonych lodowców. Stanowią one składnik strefy peryglacialnej (*periglacial realm*) (Barsch 1988).

Ze zjawiskiem tym spotkałem się prowadząc prace nad geomorfologią górnej części doliny Martello. Położona jest ona na NW stokach Masywu Ortles-Cevedale (Ryc. 1). Masyw posiada typową rzeźbę wysokogórską o genezie lodowcowej. Należy do obszarów najsilniej współcześnie zlodowaconych i najbardziej zasobnych w lodowce gruzowe w Alpach Włoskich (183 lodowców gruzowych, ze średnią 0.234 lodowca gruzowego/km² — Carton, Dramis, Smiraglia 1988; podają też literaturę na temat lodowców gruzowych w tej części Alp).



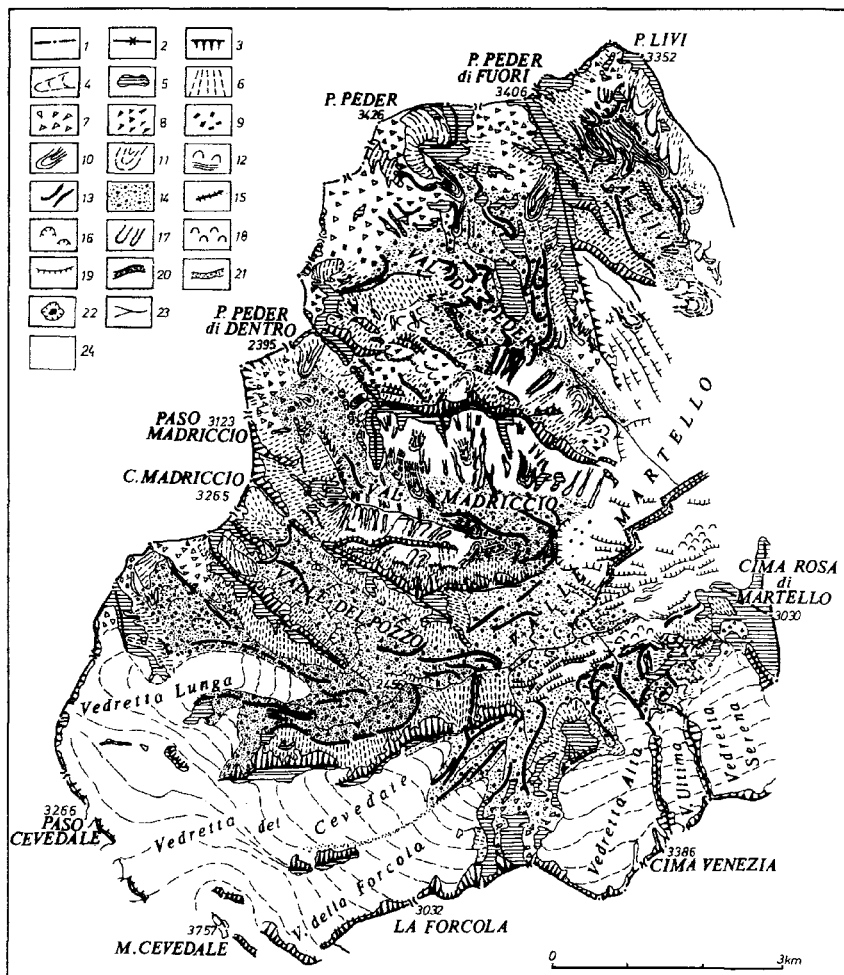
Ryc. 1. Położenie terenu badań

Fig. 1. Location of the study area

Występujące w górnej części doliny Martello lodowce gruzowe zgrupowane są na lewych orograficznie zboczach doliny, w dolinach bocznych: Madriccio, Peder i Livi (Ryc. 2), eksponowanych na S i SE. Na zboczach o ekspozycji N i NW w podobnych wysokościach występują jezory lodowców lodowych. Charakter deglacjacji, jaka zachodziła w okresie od małej epoki lodowej, a także struktura geologiczna obszaru nie pozwoliły na powstanie w tej części doliny lodowców gruzowych. Strefa peryglacialna zajmująca na stokach o ekspozycjach „ciepłych” (południowych) duże obszary, jest tutaj zwężona do kilkuset, a nawet kilkudziesięciu metrów.

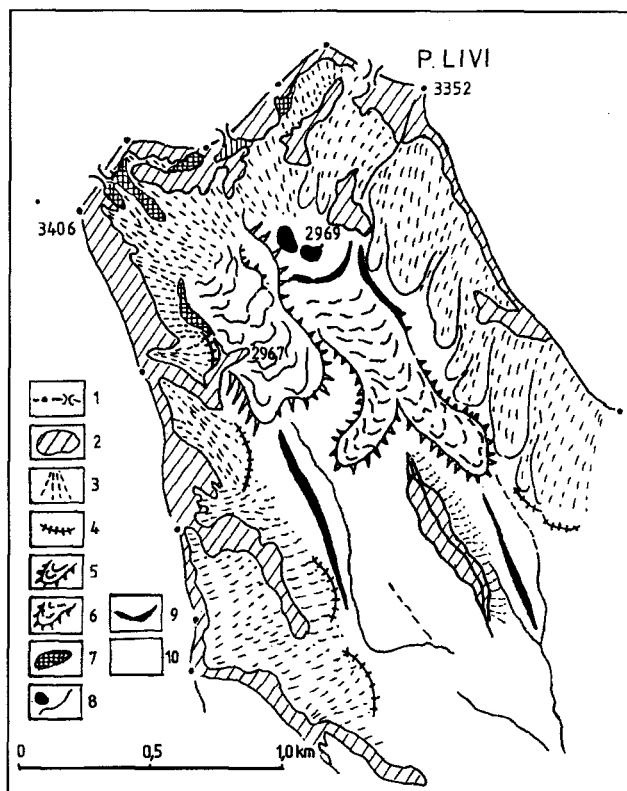
Wśród lodowców gruzowych występujących w dolinie Martello wyróżniam na podstawie wyglądu, stopnia pokrycia przez roślinność (m.in. plech, porostów) i zachowania następujące formy: 1. lodowce gruzowe reliktowe, 2. lodowce gruzowe nieaktywne, 3. lodowce gruzowe współcześnie aktywne.

Lodowce gruzowe reliktowe występują w dolnych partiach dolin Madriccio, Peder i Livi (Ryc. 2) w wysokościach 2 300 do 2 500 m n.p.m., z reguły u podnóża zboczy o ekspozycji N i NE, gdzie istniały korzystniejsze warunki do ich powstawania. Można je zaliczyć do form powstałych z gruzu stokowego (*talus rock glacier* wg Barscha 1992). Ponadto w dnie doliny Madriccio, kilkaset metrów powyżej progu doliny występuje silnie przekształcony już przez procesy denudacyjne reliktowy lodowiec gruzowy powstały z materiału morenowego (*debris rock glacier* — wg Barscha).



Ryc. 2. Szkic geomorfologiczny górnej części doliny Martello: 1 — wierzchołki i granie, 2 — przełęcze, 3 — grzbiety skalne nawiązujące do tektoniki obszaru, 4 — lodowce, 5 — stoki skalne, 6 — stoki usypiskowe aktywne, 7 — pola gruzu (blokowiska), 8 — stoki obrywowe, 9 — pełznące pola gruzu, 10 — lodowce gruzowe aktywne, 11 — lodowce gruzowe nieaktywne i reliktowe, 12 — wyglądy lodowcowe i podłogi skalne, 13 — wały moren, 14 — dna dolin wypełnionych osadami morenowymi, 15 — wały niwalne, 16 — nisze niwalne, 17 — loby soliflukcyjne, 18 — tufury, 19 — progi skalne, strukturalne, 20 — przełomy strukturalne, 21 — równiny aluwialne, 22 — zagłębienia bezodpływowe wypełnione wodą, 23 — potoki, 24 — stoki dojrzałe pokryte przez roślinność

Fig. 2. Geomorphological sketch of the upper part of the Martello Valley: 1 — summits and ridges, 2 — passes, 3 — rocky ridges corresponding to tectonics, 4 — glaciers, 5 — rocky slopes and rocky walls, 6 — talus slopes, 7 — block fields, 8 — rockfall talus slopes, 9 — creeping block fields, 10 — active rockglaciers, 11 — inactive and relict rockglaciers, 12 — roche moutonnees and rocky floors, 13 — moraine ridges, 14 — valley bottoms with glacial deposits, 15 — proatalus rampart, 16 — nivation niches, 17 — solifluction lobes, 18 — earth hummocks, 19 — structurally controlled rocky steps, 20 — gorges, 21 — aluvial plains, 22 — closed basins filled with water, 23 — streams, 24 — mature slopes covered with vegetation



Ryc. 3. Rozmieszczenie lodowców gruzowych w dolinie Livi: 1 — wierzchołki, granie i przełęcze, 2 — ściany i stoki skalne, 3 — stoki usypiskowe, 4 — wały niwalne, 5 — lodowce gruzowe aktywne, 6 — lodowce gruzowe nieaktywne, 7 — płyty śnieżne, 8 — potoki i jeziora, 9 — wały moren, 10 — dno doliny wypełnione osadami morenowymi

Fig. 3. Distribution of rockglaciers in the Livi Valley: 1 — summits, ridges and passes, 2 — rocky slopes and rocky walls, 3 — talus slopes, 4 — protalus ramparts, 5 — active rockglaciers, 6 — inactive rockglaciers, 7 — snow patches, 8 — streams and lakes, 9 — moraine ridges, 10 — valley bottoms with glacial deposits

W wysokościach 2 600 do 2 900 m n.p.m. występują nieaktywne (pasywne) współcześnie lodowce gruzowe. Niektóre z nich mają jądro lodowe, lecz w wyniku ocieplenia klimatu ulega ono stopniowemu wytapianiu, mniejsza jest też dostawa materiału gruzowego tak morenowego, jak i stokowego. Najniżej położone lodowce tego typu podlegają procesowi „fossylizacji”. Natomiast do form aktywnych współcześnie zaliczam lodowce gruzowe występujące powyżej 2 900–3 000 m n.p.m. Występują one w obrębie cyrków lodowcowych, pod zboczami eksponowanych ku S, SE i SW, tj. w miejscach, w pobliżu których jeszcze w latach 1960-ych występowały lodowce lodowe lub też resztkowe lodowce firmowe (Desio 1967 — mapa). Ta ostatnia granica wysokościowa podnosi się w miarę ocieplania się klimatu, szczególnie wzrostu temperatury w okresie miesięcy letnich.

W górnej części doliny Livi występują lodowce generowane w materiale morenowym i materiale dostarczanym ze stoków przez spełzywanie i so-liflukcję (Ryc. 3). W niedalekiej odległości od siebie występują formy aktywne współcześnie i nieaktywne, przy czym aktywność ta zamarła po stopnieniu lodowca w latach 1960-ych. Charakterystykę morfometryczną poszczególnych typów lodowców podaje Tabela 1.

Tabela 1

Charakterystyka lodowców gruzowych w górnej części doliny Martello
 Characteristics of the rockglaciers in the upper part of the Martello Valley

Typ lodowców gruzowych Type of rockglacier	Geneza wg D. Barsch (1988, 1992) Origin according to D. Barsch (1988, 1992)	Ekspozycja Exposition	Wysokość m n.p.m. Height in m a.s.l.	Śr. długość (m) Mean length (m)	Śr. szerokość (m) Mean width (m)
aktywne (active)	stokowe (talus)	S, SE, SW	> 2 900	350	200
nieaktywne (inactive)	stokowe (talus)	S, SE	2 600–2 900	300	150
reliktowe (relict)	stokowe (talus) morenowe (debris)	N, S, SE	2 300–2 500	300	200

Obserwacje terenowe i analiza literatury pozwalają sądzić, że stwierdzone zależności są typowe tylko dla masywu Ortles-Cevedale.

W porównaniu do innych obszarów Alp Włoskich (Carton, Dramis, Smiraglia 1988) dolinę Martello należy pod względem typu aktywności, miejsca występowania i genezy lodowców gruzowych zaliczyć do obszarów nie odbiegających od wartości średnich. Jednak ze względu na ekspozycję (dominuje tutaj sektor południowy, w przeciwieństwie do całych Alp Włoskich, gdzie przeważa sektor północny stanowiący 46% wszystkich form) omawiany rejon jest obszarem podobnym tylko do najbliższego sąsiedztwa — doliny de la Mare (GNGFEG 1986), doliny Zebrü i dolin Froni oraz Cadec (Catasta, Smiraglia 1984, 1991).

O rozmieszczeniu lodowców gruzowych w górnej części doliny Martello zdecydowały: klimat, budowa geologiczna (litologia — skały metamorficzne i struktura geologiczna, najbardziej widoczna w różnym nachyleniu zboczy doliny głównej i dolin bocznych) oraz postglacjalna historia obszaru.

Struktura geologiczna największą rolę odegrała w formowaniu zasadniczych rysów rzeźby, natomiast współczesne przekształcanie rzeźby bardziej zależy od ekspozycji, a więc klimatu lokalnego. Postglacjalna historia sięgająca co najmniej 9 000 lat BP (GNGFEG 1986), odmienna na zboczach ciepłych

(ekspozycje S, SE) od zboczy zimnych (ekspozycja N i NW), zdecydowała o zasięgu strefy peryglacialnej na tych zboczach, a więc wielkości strefy w obrębie której mogły tworzyć się lodowce gruzowe. Prawdopodobnie wygląd zboczy o ekspozycjach południowych zbliżony do dzisiejszego przetrwał od okresu wczesnego holocenu w stanie mało zmienionym.

Państwowy Instytut Geologiczny
Oddział Karpacki
31-560 Kraków
ul. Skrzatów 1

LITERATURA

- Albertini R., 1955. *Contributo alla conoscenza della morfologia crionivale del Gruppo Ortles-Cevedale*. [w:] *Studi sui fenomeni crionivali nelle Alpi italiane*. Fondazioni per i Problemi Montani dell' Arco Alpino, 11, 909 pp.
- Barsch D., 1988. *Rockglaciers*. [w:] Clark M. J. (ed.) *Advances in Periglacial Geomorphology*. Wiley, New York, 69-90
- Carton A., Dramis F., Smiraglia C., 1988. *A first approach to the systematic study of the rock glaciers in the Italian Alps*. [w:] *Proceedings Fifth International Conference on Permafrost*, vol. 1, Trondheim, 712-717
- Catasta G., Smiraglia C., 1991. *Le Valli dei Forni e di Cadec*, Ricerche geomorfologiche. Quaderni del Parco Nazionale dello Stelvio. 8, Bormino.
- Desio A. (współpr. Belloni S., Giorcelli A.), 1967. *I Ghiacciai del Gruppo Ortles-Cevedale*. Torino
- [GNGFeG] — GRUPPO NAZIONALE GEOGRAFIA FISICA E GEOMORFOLOGIA — CNR, 1986. *Ricerche geomorfologiche nell' Alta Val di Peio (Gruppo del Cevedale)*. Geogr. Fis. Dinam. Quatern., 9, 2.
- Hollerman P. W., 1964. *Rezente Verwitterung, Abtragung und Formenschatz in den Zentralalpen am Beispiel, des oberen Suldentales (Ortlergruppe)*. Zitsch. f. Geomorph., Suppl. 4.
- Pelfini M., Smiraglia C., 1992. *Valfurva/Valtellina (Italy)*, [w:] Haeblerli W., Evin M., Tenthonrey G., Kensen H. R., Hoeszle M., Keller F., Muhli D. V., Wagner S., Pelfini M., Smiraglia C., *Permafrost Research Sites in the Alps: Excursion of the International Workshop on Permafrost and Periglacial Environments in Mountain Areas. Permafrost and Periglacial Processes*, vol. 3, 189-202.
- Rączkowski W., Rączkowska Z., 1993. *Rzeźba glacialna doliny Martello (Masyw Ortles-Cevedale, Alpy Włoskie)*. Folia Geogr., 24-25, 47-59.
- Smiraglia C., Catasta G., 1984. *La valle dello Zebbru*. Quad. del Parco Naz. d. Stelvio, Geomorfologia 3, Bormio.

SUMMARY

W. Rączkowski

ROCKGLACIERS IN THE MARTELLO VALLEY (ORTLES-CEVEDALE MASSIF, ITALIAN ALPS)

The classic definition of rockglaciers as well as the division of Barsch (1988, 1992) are used throughout the paper. The field data have been collected during geomorphological studies in the upper part of the Martello Valley. The valley is located on the NW slopes of the Ortles-Cevedale Massif (Fig. 1). The relief of the massif is a typical high mountain relief of glacial origin. Moreover, that is one of the most strongly glaciated and simultaneously one of the richest in rockglacialers massif in the Italian Alp (Carton, Dramis, Smiraglia 1988).

The rockglaciers occurring in the upper part of the Martello Valley are clustered on the orographically left slopes of the valley, in the side valleys of Madriccio, Peder and Lyfi (Fig. 2) which are facing the S and SE. On the N- and NW-facing slopes tongues of ice glaciers occur at similar heights. The character of deglaciation, which was undergone since the Little Ice Age, and geological structure did not allow for the formation of rockglaciers in this part of the valley. A periglacial realm is found on a large area of the S-facing slopes while it is reduced to few hundred meters on the N-facing slopes. Regarding the general character, extent of the vegetation cover (i. a. lichen) and a stage of preservation of a given form the following rockglaciers have been distinguished: 1) relict rockglaciers, 2) inactive rockglaciers, and 3) presently active rockglaciers.

Relict rockglaciers occur in the lower parts of the valleys (Fig. 2) at the heights of 2 300 to 2 500 m a.s.l., usually at the foot of the N- and NE-facing slopes. Conditions favourable for the formation of rockglaciers existed there since the Early Holocene. These rockglaciers are assigned to the forms which have been formed of talus materials. There are also found debris rock glaciers (Barsch 1992). At the heights of 2 600 to 2 900 m a.s.l. contemporary inactive rockglaciers occur. Some of such glaciers have an ice core. Due to a climate warming the core is gradually melting, and input of talus and debris material is smaller. Such rockglaciers are subject to fossilization.

Rockglaciers found above 2 900–3 000 m a.s.l. are assigned presently active forms. These rockglaciers occur in cirques, below the S-, SE- and SW-facing slopes (Fig. 3). There, ice glaciers and relict firn glaciers were still found in the 1960s (Desio 1967 — map). The height limit mentioned above is moving up as climate becomes warmer, especially when temperature increases in summer seasons. The morfometric characteristics of particular types of glaciers is given in Table 1.

Field and literature studies lead to conclusion that the observed relationships are typical of the Ortles-Cevedale Massif only. When compared to other regions of the Italian Alps (Carton, Dramis, Smiraglia 1988) the Martello Valley can be assigned to the areas which do not deviate from the average. However, the exposition makes the valley unique. There the southern sector predominates in contrast to the overall Italian Alps, where the northern sector predominates and constitutes 46% of all forms. Thus, the Martello Valley is similar only to the areas in the nearest neighbourhood: Val de la Mare, Val dello Zebbru, Val dei Forni, and Val di Cadec valleys (GNGFeG 1986, Catasta, Smiraglia 1984, 1991).

Climate, lithology and geological structure as well as the postglacial history of the area are decisive in distribution of rockglaciers in the upper part of Martello Valley. Formation of the fundamental shapes of relief is mainly controlled by the geological structure, while the postglacial history is more dependent on the exposition, and thus on a local climate. The postglacial history is as old as at least 9 000 BP (GNGFeG 1986) and differs on the warm (S- and SE-facing) slopes from that on the cold (N- and NW-facing) slopes. That history is responsible for an extent of the periglacial realm on the slopes, i.e. for the size of the area where the rockglaciers could have formed. Probably, the appearance of the S-facing slopes, similar to that known at present, has lasted since the Early Holocene.

Translated by Teresa Mrozek