

Krystyna NAWARA

O wulkanach tarczowych na Marsie

Artykuł zawiera dane dotyczące niektórych wulkanów tarczowych Marsa, których poznanie i bliższe zbadanie stało się możliwe dzięki lotom stacji kosmicznych typu Mariner i Viking. Wulkany Marsa cechują się olbrzymimi rozmiarami, nie spotykanymi dotychczas wśród wulkanów tarczowych innych planet. Przyczyną tego jest trwająca od wielu milionów lat stabilizacja skorupy marsjańskiej.

WSTĘP

Liczne fotografie Marsa, uzyskane dzięki lotom amerykańskich stacji kosmicznych Mariner 9 i Viking-Orbiter 1, ujawniły obecność olbrzymich stożków wulkanicznych, przypominających budowę wulkanów tarczowych Hawajów we wczesnym stadium ich rozwoju. Analiza fotografii pozwoliła ustalić, że procesy wulkaniczne na Marsie przebiegały jeszcze stosunkowo niedawno. Najmłodsze wulkany tarczowe, imponujące swoimi olbrzymimi rozmiarami, występują na półkuli północnej Marsa. Wulkany tarczowe półkuli południowej różnią się od wulkanów półkuli północnej zarówno wiekiem, jak i budową oraz wielkością. Różnice te są zapewne wynikiem różnej historii termicznej, zróżnicowania składu chemicznego skał oraz, prawdopodobnie, różnej grubości skorupy obu półkul Marsa.

CHARAKTERYSTYKA WULKANÓW TARCZOWYCH NA ZIEMI

Jak wiadomo, wulkany tarczowe na Ziemi należą wraz z kopułami do typu wulkanów lawowych. Tworzą się głównie wówczas, gdy lawa jest bardzo płynna. Wypływając w ogromnych ilościach rozlewa się ona wokół, tworząc płaskie wzniesienia o łagodnych stokach, których kąt nachylenia nie przekracza zwykle 8° . Wyróżnia się dwa rodzaje wulkanów tarczowych: islandzkie i hawajskie. Na obszarze Islandii rozmiary wulkanów są

niewielkie, np. Skjalbreit i Kollota Dyngja (A. Rittmann, 1963). Wysokość przeważnie nie przekracza nawet 100 m, a tylko rzadko osiąga 1000 m, natomiast średnice podstawy są nawet dwudziestokrotnie większe od wysokości. Zbocza tych wulkanów są zbudowane głównie z lawy, wypływającej z krateru na szczycie stożka, gdzie średnica jego osiąga 100—2000 m.

W przeciwieństwie do wulkanów islandzkich wulkany hawajskie osiągają olbrzymie rozmiary, stając się właściwie największymi wulkanami Ziemi. Ponadto różnią się one od nich mniejszym nachyleniem stoków oraz obecnością platformy szczytowej. Występują głównie na dwóch wyspach: Hawaj i Maui (S. N. Coleman, 1946). Znajdujące się tam stożki są właściwie szczytami olbrzymich podmorskich wulkanów, których podstawy sięgają dna Oceanu Spokojnego.

Na Hawaj tylko niektóre wulkany są czynne, inne natomiast są drzemiące albo wygasłe. Wygasły wulkan Mauna Kea (Biała Góra) jest najwyższą górą na Ziemi. Jej wysokość osiąga ok. 10 000 m, z czego ok. 5500 m znajduje się pod powierzchnią Oceanu. W kalderze Mauna Kea występują liczne stożki, zbudowane z popiołów wulkanicznych. Mauna Loa (Długa Góra) — pod względem wysokości bliźniaczy wulkan Mauna Kea — to właściwie wielka kupała lawowa. Jest nie tylko największym, czynnym wulkanem na Ziemi, ale tworzy również największy masyw górski pochodzenia wulkanicznego. Jego średnica podstawy na dnie Oceanu Spokojnego osiąga ok. 400 km. Nachylenie stoków ponad powierzchnią wody jest bardzo małe i wynosi zaledwie 4—6°. Na szczycie stożka w kalderze (o wymiarach 4 × 5,6 km) z kilkoma głębokimi, pionowymi studniami znajduje się jezioro lawy. Mauna Loa wylewa największej lawy spośród wszystkich wulkanów na Ziemi. W odległości ok. 35 km od krateru Mauna Loa położony jest krater Kilauea. Choć leży on na zboczu Mauna Loa na wysokości 1250 m ponad poziomem oceanu, jest to wulkan niezależny. Na jego szczycie w głębokiej depresji znajduje się studnia Halemaumau (Dom Wiecznego Ognia) wypełniona gorącą lawą.

Na wyspie Maui usytuowany jest olbrzymi wulkan Haleakala (Dom Słońca), którego wysokość ponad poziomem Oceanu Spokojnego osiąga ok. 3000 m. Jest to wulkan drzemiący albo też w ogóle już wygasły, podobnie jak inny na tej wyspie wulkan Kukui.

Wszystkie wulkany tarczowe zbudowane są wyłącznie albo prawie wyłącznie z bazaltów oliwinowych. Na Hawajach spotyka się również trachity, fonolity i tefryty, będące produktami dyferencjacji magmy bazaltowej. Erupcjom centralnym z kraterów czy też kalder towarzyszą również erupcje szczelinowe. Wydobywająca się ze szczelin lava jest bardziej płynna niż lava z kraterów. Spływając po stokach wulkanów tworzy potoki niekiedy długości 50 km. Stosunkowo rzadko wybuchom tych wulkanów towarzyszą erupcje materiałów piroklastycznych, które skupiają się głównie wzdłuż radialnych szczelin w postaci stożków.

Olbrzymie ciśnienie hydrostatyczne, jakie wywiera magma w kominie wulkanicznym, powoduje powstanie dużej ilości szczelin. Na powierzchni stożka są to liczne pęknięcia radialne, mające niekiedy charakter rowów tektonicznych. W przypadku, gdy lava jest bardziej lepka i nie ma możliwości wypłynięcia poza wylot kanału powstaje kupała lawowa, np. Merapi na Jawie oraz Lassen Peak w USA.

WULKANY TARCZOWE NA MARSIE

Najliczniejsze wulkany tarczowe Marsa występują w regionie Tharsis, położonym w północno-zachodniej części wielkiego wyniesienia, zwanego Syria Planum. Wyniesienie to, usytuowane w pobliżu równika, ma średnicę ok. 5000 km i osiąga ok. 7000 m wysokości ponad otaczające obszary (fig. 1). Jest ono pokryte gęstą siecią spękań, rozchodzących się radialnie. Lokalnie spękania te zmieniają kierunek i mają tendencję do koncentrowania się w różnych regionach. Najsilniej strzaskany obszar leży na północny wschód od regionu Tharsis, natomiast słabiej rozwiniętą sieć spękań ma obszar położony na południowy zachód od tego regionu. Efektem spękań skorupy Marsa jest z pewnością olbrzymi kanion Valles Marineris, ciągnący się w kierunku wschodnim od centrum Syria Planum. Liczne odgałęzienia, upodabniające go do ziemskich dolin rzecznych, powstały prawdopodobnie w wyniku uskoków. Sieć spękań skorupy marsjańskiej wokół Syria Planum jest tak szeroko rozwinięta, że obejmuje prawie całą półkulę. Silne strzaskanie było przyczyną wyjątkowo intensywnego wulkanizmu. Dlatego też w regionie Tharsis występują najbardziej okazałe wulkany tarczowe. Wzdłuż linii tektonicznej, biegnącej z południowego zachodu na północny wschód usytuowane są trzy wielkie wulkany: Ascraeus Mons, Pavonis Mons i Arsia Mons (tabl. I, fig. 4). Średnice ich stożków osiągają 400 km, a wysokość dochodzi do 19 000 m.

W regionie Tharsis prócz wulkanów tarczowych występują kopuły wulkaniczne o średnicach do 150 km, na szczytach których znajdują się kaldery. Kopuła Ceraunius Tholus wyróżnia się obecnością licznych, drobnych kanałów zbiegających ze szczytu do podstawy. Jeden z nich o szerokości 2 km wiąże kalderę centralną z depresją otaczającą kopułę. Lawa wypływająca z kaldery utworzyła u podstawy kopuły jezioro, otoczone wałem utworów wulkanicznych. Podobne zjawisko obserwowano podczas erupcji Mauna Ulu na Hawajach w 1973 r. Kanały zbiegające po zboczach Ceraunius Tholus sugerują, że lawa tego wulkanu musiała być bardzo płynna.

Inne małe wulkany w regionie Tharsis mają kształty miseczkowatych zagłębień z kalderą centralną, której średnica stanowi $1/2$ średnicy całej formy.

W odległości ok. 1000 km na północny zachód od Syria Planum znajduje się największy wulkan Marsa — Olympus Mons, zwany dawniej Nix Olympica. Jego podstawa ma średnicę od 500 do 600 km, a wysokość olbrzymiego stożka ocenia się na 23 000 m. Na szczycie wulkanu znajduje się kaldera o średnicy ok. 50 km. Zbocza o typowej budowie dla zboczy wulkanicznych pokrywają liczne potoki lawy, które spływały kiedyś radialnie we wszystkich kierunkach. Obserwuje się tu również dużą ilość kanałów zbiegających do podstawy stożka. Olbrzymi stożek Olympus Mons podcięty jest u podstawy klifem, którego wysokość dochodzi do ok. 4000 m. Wokół wulkanu w promieniu 500 km rozciąga się aureola spękań (tabl. II, fig. 5). Strzaskany obszar składa się z licznych, odrębnych bloków, z których każdy nachylony jest w kierunku wulkanu i oddzielony od innych płaską równiną. Geneza aureoli nie jest jeszcze w pełni wyjaśniona, choć już dziś można określić ją z dużym prawdopodobieństwem. Przypuszczalnie głęboko strzaskany teren mógł być w przeszłości pokryty liczn-

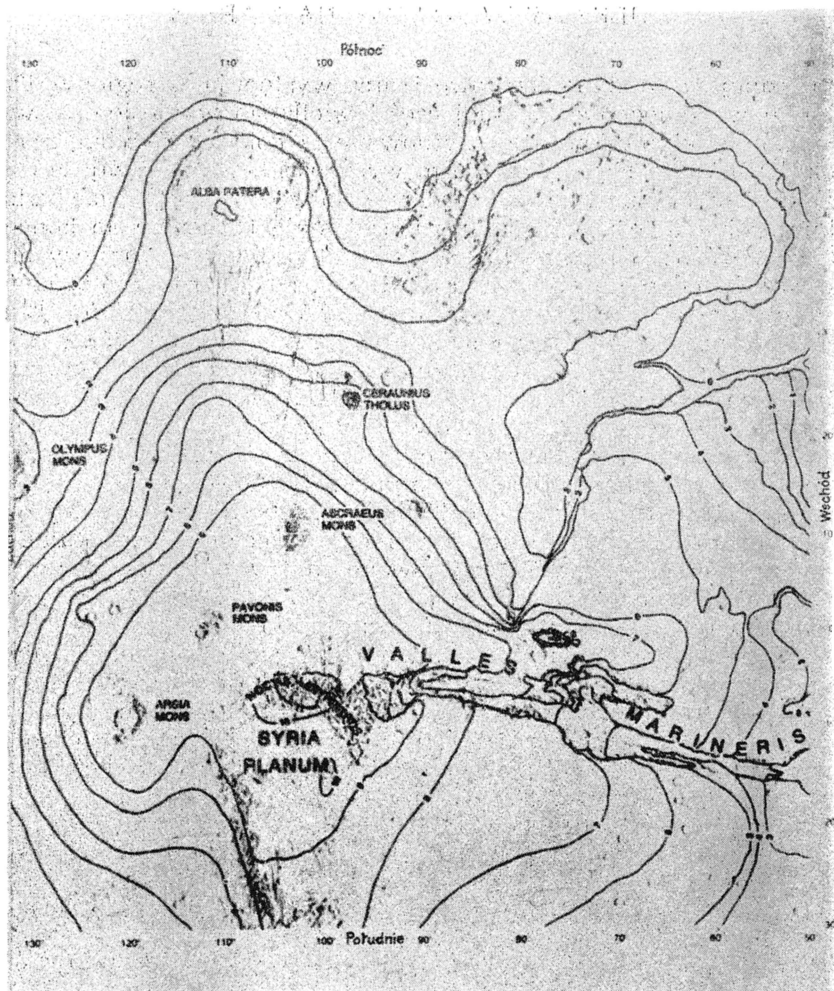


Fig. 1. Region Tharsis — region najliczniejszych wulkanów na Marsie (wg M. H. Carr, 1976)

The region Tharsis — the most predominant volcanic region on Mars (after M. H. Carr, 1976)

Poziomice — wysokości ponad poziom wyniesienia Syria Planum

The contour lines — elevations above a reference level Syria Planum

nyimi potokami lawy, których powierzchnia została następnie wymodelowana przez erozję. Można również sądzić, że Olympus Mons był kiedyś wulkanem o wiele większym, a występująca u jego podstawy forma klifowa jest ostańcem erozyjnym. Aureola spękań byłaby wówczas pozostałością po zniszczonej części stożka wulkanicznego. Mogła ona również powstać w wyniku nakładania się na siebie warstw popiołów wulkanicznych. Jakikolwiek jest pochodzenie aureoli, wiąże się ona jednak z Olympus Mons i jest jasne, że działalność wulkaniczna na tym obszarze miała niegdyś szerszy zasięg niż obecnie.

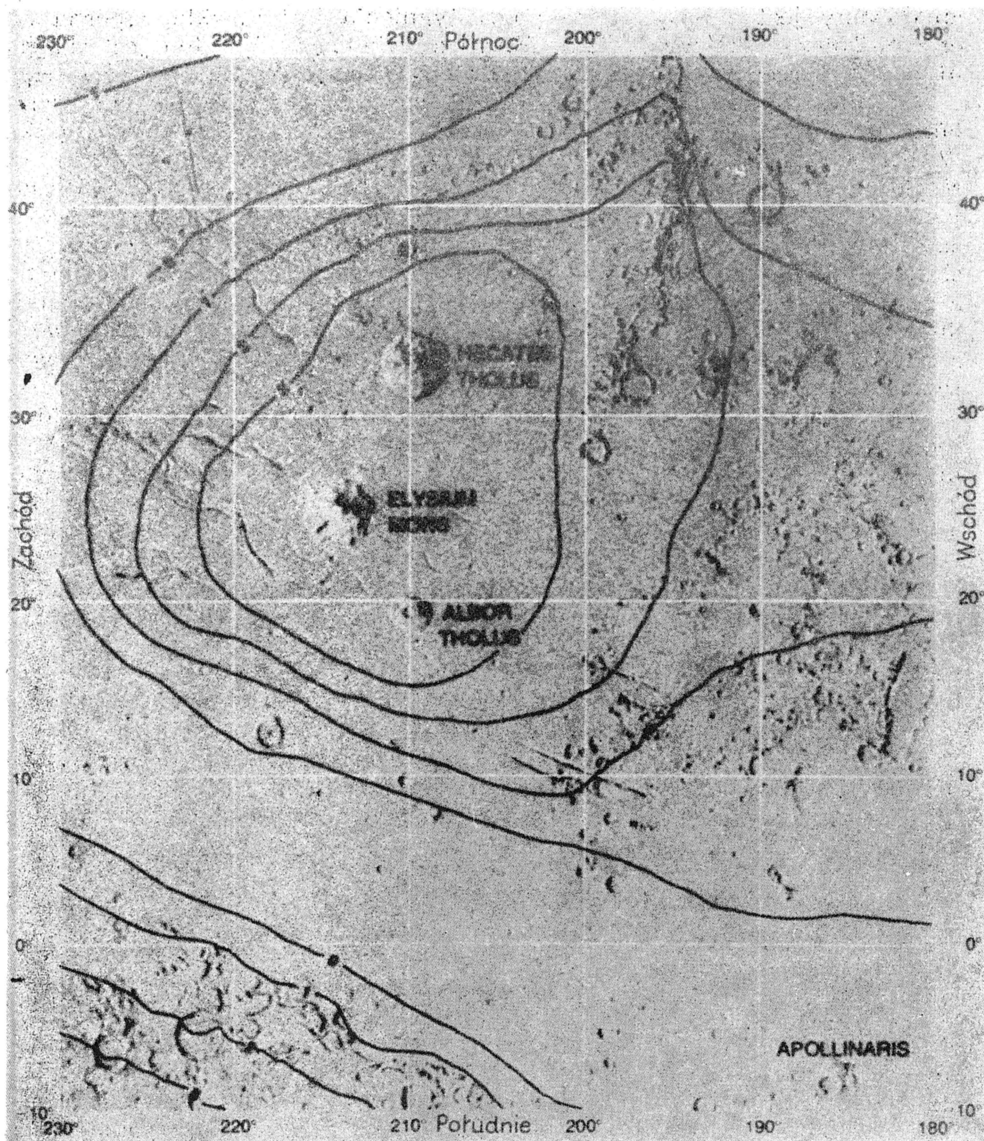


Fig. 2. Region Elysium — drugi pod względem ilości wulkanów region na Marsie — charakteryzujący się szerokim wyniesieniem skorupy marsjańskiej (wg M. H. Carr, 1976)

The region Elysium — the second the most predominant volcanic region on Mars — characterized by a broad bulge of the Martian crust (after M. H. Carr, 1976)

Nie wyjaśniono również dotychczas genezy klifu obrzeżającego stożek Olympus Mons. Na Ziemi tego typu formy tworzą się zwykle w wyniku erozji. Trudno się jednak zgodzić, że klif mógł być wyłącznie rezultatem działania tego procesu. Wszystkie cechy wulkanu sugerują, że jego stożek

zbudowany jest z lawy, która po zastygnięciu jest zwykle odporna na erozję. Toteż niektórzy badacze Marsa są zdania, że klif ten jest skarpa utworzoną przez wiele uskoków i następnie modyfikowaną przez erozję.

Drugim regionem Marsa, na którym zaznaczyła się intensywna działalność wulkaniczna, jest koliste „morze” marsjańskie Elysium (fig. 2). Wulkany tarczowe przypominają tu wyglądem wulkany regionu Tharsis. Mają one również kaldery centralne oraz drobne kanały radialne zbiegające po zboczach stożka; są jednak mniejsze, od wulkanów regionu Tharsis i wydają się być od nich starsze. Największy wulkan regionu Elysium — Elysium Mons (tabl. II, fig. 6) — osiąga wysokość 15 000 m, a średnica jego podstawy wynosi 200—300 km. Na szczycie stożka znajduje się kaldera, z której radialnie rozchodzą się liczne kanały. Krawędź stożka wulkanicznego jest jednak bardzo niewyraźna i stopniowo wy-rasta z powierzchni.

Wielkie wulkany tarczowe występują również poza tymi dwoma głównymi regionami. Największy z nich — Alba Patera (tabl. III, fig. 7) — ma wielką, wypełnioną częściowo lawą, kaldere, którą otaczają liczne, koncentryczne pęknięcia. Jego średnica podstawy wynosi ok. 1600 km, a wysokość stożka 4000—6000 m. Fotografie tej olbrzymiej formy pozwalają dostrzec na zewnątrz pierścieni i na zboczach stożka liczne potoki lawy, które osiągają 800 km długości. Alba Patera ma tak wielkie rozmiary, że zachodzi pytanie: jak właściwie należy nazywać tę formę — wulkanem czy też pewnego rodzaju „morzem” marsjańskim? Olbrzymie rozmiary mogą sprawiać, że na powierzchni Marsa forma ta może nie być łatwa do wyróżnienia w morfologii terenu, gdyż nachylenie jej zboczy wynosi zaledwie $\frac{1}{4}^\circ$, a ich długość osiąga setki kilometrów.

Wulkany południowej półkuli Marsa w przeciwieństwie do wulkanów półkuli północnej są silnie zniszczone przez rozmaite procesy geologiczne, wśród których zapewne najważniejszą rolę odgrywa wietrzenie. Stopień zniszczenia świadczy również i o tym, że są one starsze niż wulkany półkuli północnej. Na wyżynie Hesperia leży wulkan Tyrrhenius Patera o średnicy 500 km. Jego kaldera otoczona jest radialnymi szczelinami, a na zboczach widoczne są liczne, promieniście ułożone grzbiety i kanały.

Na zboczach kolistego „morza” marsjańskiego Hellas znajdują się dwa wulkany tarczowe — Hadriaca Patera i Amphitrites Patera. Wysokość stożka Hadriaca Patera waha się od 1000 do 3000 m, a średnica podstawy równa jest prawie średnicy Olympus Mons. Jeszcze większą średnicę podstawy ma wulkan Amphitrites Patera, który jest jednak znacznie niższy i starszy od Olympus Mons. Niskie stożki obu wulkanów regionu Hellas oraz wielkie ich średnice sugerują, że wydobywająca się z nich lawa była bardzo płynna. Oba te wulkany świadczą o aktywności wulkanicznej Marsa już we wczesnych stadiach rozwoju tej planety.

WIEK WULKANÓW TARCZOWYCH NA MARSIE

Wiek absolutny wulkanów tarczowych Marsa jest trudny do oznaczenia. Dopóki nie otrzymamy bezpośrednich danych o wieku skał na powierzchni Marsa, dopóty wiek wulkanów oraz innych form można będzie

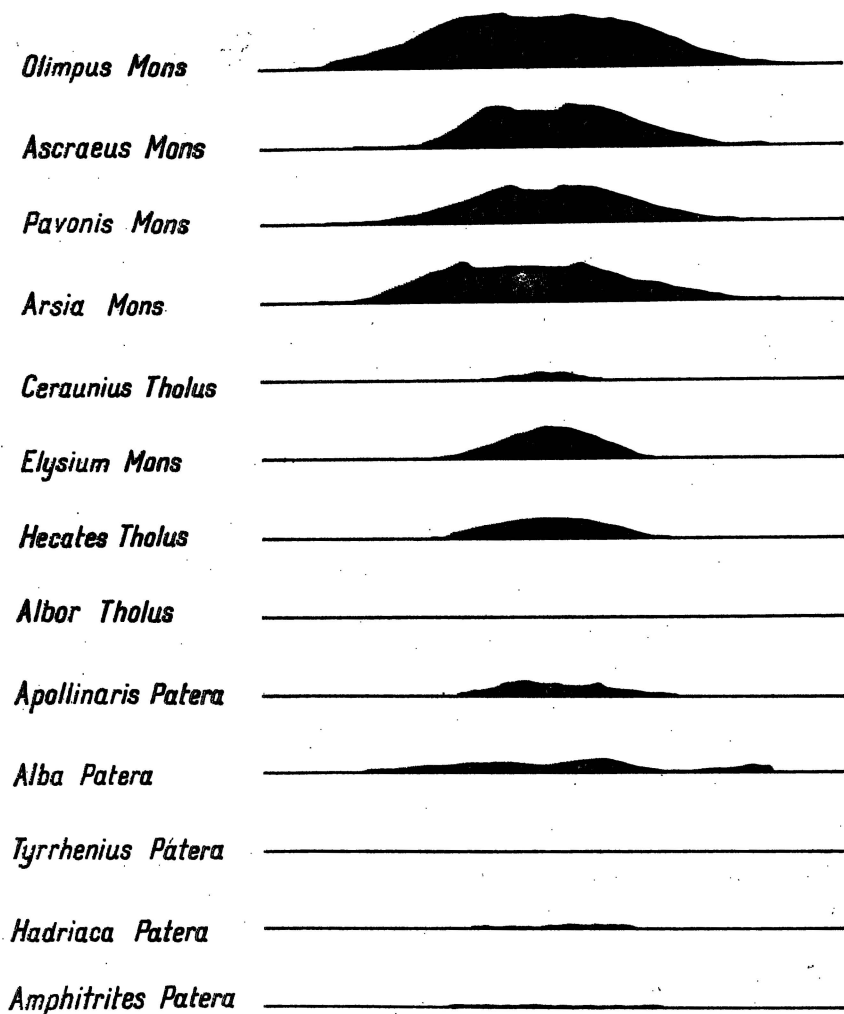


Fig. 3. Profile największych wulkanów Marsa (wg M. H. Carra, 1976)
 The profiles of the greatest Martian volcanoes (after M. H. Carr, 1976)
 Skala pionowa profilu przewyższona czterokrotnie; ze względu na wielką średnicę
 Alba Patera przedstawiono tylko połowę profilu tego wulkanu
 The vertical scale of the profiles is exaggerated four times; because of a great
 diameter of Alba Patera only half of its profile is shown

określić jedynie przez analogię do podobnych form na Ziemi i na Księżycu.

Niektórzy badacze próbowali oznaczyć wiek wulkanów Marsa porównując je do wulkanów Hawajów. Ustalono, że podczas ostatnich 50 mln lat średnia objętość produktów wyrzucanych przez wulkany hawajskie wyniosła 0,1 km³ na rok (M. H. Carr, 1976). Przyjmując analogiczną prędkość i objętość dla Olympus Mons obliczono, że olbrzymi stożek tego wul-

Tabela 1

Największe wulkany tarczowe na Marsie (wg M. H. Carra, 1976)

Wulkan	Region	Wysokość w m	Średnica w km	Wiek w mln lat	Opis wulkanu
Olympus Mons	Tharsis	26 000±3000	500–600	200	Zbocza łagodnie nachylone, pokryte licznymi potokami lawy i poryte kanałami. U podstawy stożek podcięty klifem o wysokości do 4000 m.
Ascræus Mons	Tharsis	19 000±3000	400	400	Przypomina Olympus Mons. Na zboczach liczne, małe kraterki. Krawędzie stożka pocięte przez liczne uskoki.
Pavonis Mons	Tharsis	19 000±3000	400	400	Podobny do Ascræus Mons. Stożek otaczają liczne, koncentryczne uskoki.
Arsia Mons	Tharsis	19 000±3000	400	800	Wielką kaldere centralną otacza seria koncentrycznych uskoczków, tworzących rowy.
Ceraunius Tholus	Tharsis	2500±1250	150	500–1000	Forma o kształcie kopuły. Ze szczytu do podstawy stożka zbiegają liczne kanały.
Elysium Mons	Elysium	15 000±2000	200–300	1000–2000	Przypomina wulkany tarczowe regionu Tharsis. Dolna krawędź stożka bardzo niewyraźna i stopniowo wyrasta z równiny.
Hecates Tholus	Elysium	7000±1000	200	1000–2000	Stożek pokrywają liczne szczeliny i małe kraterki. Kaldera na szczycie ma średnicę ok. 10 km.
Albor Tholus	Elysium	?	150	1000–2000	Przypomina wulkany regionu Tharsis, ale wydaje się od nich dużo starszy.
Apollinaris Patera	—	4000±2000	200	2000–3500	Silnie zniszczony przez procesy erozji i wietrzenia. Prawdopodobnie starszy od wulkanów regionów Tharsis i Elysium.
Alba Patera	—	6000±2000	1600	1000–2000	Centralną kaldere otacza pierścień szczelin o średnicy 600 km. Potoki lawy mają długość 800 km.
Tyrrhenius Patera	Hesperia	?	500	3500–4000	Depresję na szczycie stożka otacza pierścień spękań o średnicy 45 km. Ze szczytu rozchodzą się radialnie liczne kanały, depresje i potoki lawy.
Hadriaca Patera	Hellas	1700±500	600	3500–4000	Na szczycie stożka okrągła depresja o średnicy 70 km. Stożek pokrywają radialne grzbiety i doliny o długości do 300 km.
Amphitrites Patera	Hellas	1000	700	3500–4000	Kaldera silnie zniszczona, otoczona radialnymi strukturami o długości do 350 km.

kanu tworzył się w ciągu 200 mln lat, a więc przez stosunkowo krótki czas w historii Marsa.

Inni badacze próbowali ustalić wiek wulkanów Marsa oraz otaczających je równin na podstawie analogii do znanych już danych z Księżyca. Porównywano tu stopień zniszczenia i wygląd kraterów marsjańskich z podobnymi formami na Księżycu. Badacze Marsa są zdania, że wiek wulkanów na Marsie jest zbliżony do wieku otaczających je równin. Biorąc pod uwagę ilość kraterów oraz stan ich zachowania ustalono, że wiek równiny otaczającej wulkany tarczowe regionu Tharsis wynosi 200 mln lat. Wiek równiny leżącej na północ od regionu Tharsis, blisko Alba Patera, oraz równin położonych na południowy wschód od tego regionu, jak również regionu Elysium ustalono na 1000—2000 mln lat, natomiast wiek równin położonych na wschód od regionu Tharsis i regionu Hesperia — na 3500—4000 mln lat. Wiek wulkanów tarczowych leżących na tych obszarach określono jedynie w przybliżeniu: Olympus Mons — 200 mln lat, Ascraeus Mons i Pavonis Mons — 400 mln lat, Arsia Mons — 800 mln lat i mniejsze wulkany tarczowe regionu Tharsis — 1000—2000 mln lat. Podobne dane otrzymano dla Alba Patera oraz wulkanów regionu Elysium.

Do najstarszych wulkanów na Marsie należą: Tyrrhenius Patera, Hadriaca Patera i Amphitrites Patera. Wiek ich ustalono na 3500—4000 mln lat, co dowodzi, że na Marsie wulkanizm był czynny już od najwcześniejszych etapów rozwoju tej planety.

Zachodzi teraz pytanie czy wulkany Marsa mogą być jeszcze czynne. Otóż wiele danych przemawia za tym, że tak. Po pierwsze jest nieprawdopodobne, aby działalność wulkaniczna trwająca przez 96% dziejów tej planety zakończyła się zupełnie. Po drugie wielkie różnicowanie nagromadzenia kraterów na równinach regionu Tharsis sugeruje, że niektóre partie tych równin są znacznie młodsze, tj. powstały później niż 200 mln lat temu. Po trzecie fakt, że nie znaleziono dotychczas powierzchni młodszych od 200 mln lat, nie oznacza, że nie istnieją one wcale.

Badania przeprowadzone na Księżycu dowiodły, że z kraterów jego wulkanów wydobywają się jeszcze obecnie chmury gazów, przykrywające niekiedy całkowicie różne fragmenty powierzchni. Obserwowano tam również barwne smugi: czerwone, pomarańczowe, różowe itp., świadczące wyraźnie, że działalność ich nie jest jeszcze zakończona, mimo że kratery nie wyrzucają już ani lawy, ani produktów sypkich. A przecież Księżyc jest planetą mniejszą, która musiała szybciej stygnąć niż dwukrotnie większy od niego Mars.

Do tej pory nie rozszyfrowano również charakteru chmur o różnych barwach, pojawiających się w atmosferze Marsa. Niektórzy badacze twierdzą, że na przykład żółte chmury powstają w wyniku burz pyłowych. Czy jest jednak możliwe, aby przy tak minimalnym ciśnieniu atmosfery marsjańskiej (3—9 milibarów, średnio 6 milibarów) mogły powstawać burze, skoro na Ziemi powstają one w warunkach wysokiego ciśnienia? A może właśnie na Marsie obserwuje się nie burze pyłowe, lecz końcowe fazy działalności wulkanicznej?

PODOBIENSTWA I RÓŻNICE MIĘDZY WULKANAMI ZIEMI I MARSJA

Wulkany marsjańskie, podobnie jak wulkany ziemskie, występują głównie w strefach głębokiego strzaskania skorupy. Widoczne jest to wyraźnie na przykładzie układu wulkanów tarczowych regionu Tharsis. Wielkie wulkany tarczowe i kopuły wulkaniczne Marsa podobne są do analogicznych form wulkanicznych na Ziemi, szczególnie do wulkanów hawajskich we wczesnym stadium ich rozwoju. Przypomina je zwłaszcza budowa i wygląd stożków wulkanicznych oraz kształt kalder szczytowych. Zbocza wulkanów marsjańskich, zbudowane z potoków płynnej lawy, pokryte są licznymi kanałami, wyrzeźbionymi zapewne przez lawę płynącą po zboczach.

Najbardziej istotną różnicą między wulkanami Marsa i Hawajów są rozmiary. Nigdzie na Ziemi nie spotyka się tak olbrzymich stożków wulkanicznych, jak np. Olympus Mons. Wydaje się również, że wulkany tarczowe Marsa nie przechodziły nigdy przez końcowe stadium piroklastyczne, które się obserwuje na Hawajach, gdzie z produktów sypkich zbudowane są głównie liczne stożki, wypełniające kalderę szczytową w końcowym stadium budowy wulkanów. W przypadku marsjańskich wulkanów tarczowych nie obserwuje się zupełnie stożków piroklastycznych. Z jednej strony możliwe jest, że stożki te są zbyt małe, aby można było je dostrzec z orbity wokółmarsjańskiej, z drugiej strony jednak wygląd wulkanów regionu Tharsis zdaje się potwierdzać, że nie przechodziły one nigdy przez stadium piroklastyczne. Fakt ten może świadczyć, że wewnątrz Marsa zaczęło wygasać zanim jego wielkie wulkany tarczowe zdążyły przejść przez końcowe stadium budowy.

Zarówno wielkie rozmiary wulkanów tarczowych Marsa, jak i ich kształty świadczą o wielkiej stabilności skorupy marsjańskiej.

WNIOSKI

Wielkie wulkany tarczowe Marsa przypominają analogiczne formy na Ziemi, szczególnie wulkany Hawajów. Podobnie jak ziemskie są one ściśle związane z obszarami intensywnego strzaskania skorupy. Kształty wulkanów oraz ich wygląd sugerują, że zbudowane są prawdopodobnie z lawy bazaltowej.

Wulkany marsjańskie odznaczają się niezwykle wielkimi rozmiarami, nie spotykanymi na Ziemi. Cecha ta wiąże się prawdopodobnie ze stabilnością skorupy marsjańskiej, co spowodowało, że stożki budowane były przez wiele milionów lat. W przeciwieństwie do wulkanów hawajskich wulkany tarczowe Marsa nie przechodziły, jak się wydaje, przez stadium piroklastyczne. Wiąże się to prawdopodobnie z szybszym wygasaniem wnętrza i szybszym niż na Ziemi zakończeniem aktywności wulkanicznej.

Okres pełnej aktywności wulkanów Marsa zakończył się w zasadzie ok. 200 mln lat temu, ale jeszcze dziś obserwuje się pewne zjawiska, które zdają się potwierdzać, że aktywność ta może trwać nadal. Świadectwem tego mogą być chmury i zamglenia.

Wielkie wulkany tarczowe Marsa są dowodem aktywności wulkanicznej od najwcześniejszych etapów rozwoju jego skorupy, tj. od ponad 4000 mln lat do ostatniej fazy, która zakończyła się ok. 200 mln lat temu. Okres ten obejmuje ok. 96% dziejów Marsa. Podobnie jak w przypadku innych planet (np. Księżyca, Merkurego, Wenus i Ziemi) wulkanizm odegrał główną rolę w ostatecznym ukształtowaniu się skorupy tej planety.

Muzeum Ziemi PAN
Warszawa, Al. Na Skarpie 20/26
Nadesłano dnia 1 kwietnia 1976 r.

PISMIENNICTWO

- CARR M. H. (1976) — The volcanoes of Mars. *Scientific Amer.*, 234, p. 32—43, nr 1. New York.
- COLEMAN S. N. (1946) — Volcanoes new and old. The John Day Comp. New York.
- RITTMANN A. (1963) — Les volcans et leur activité. Masson et Cie. Edit. Paris.

Крыстына НАВАРА

О ЩИТОВИДНЫХ ВУЛКАНАХ НА МАРСЕ

Резюме

По фотографиям поверхности Марса, переданных космическим зондом Маринер 9 и Викинг-Орбитер 1, установлено существование огромных щитовидных вулканов. Вулканы Марса напоминают щитовидные Гавайские вулканы на ранней стадии их развития. Более подробное изучение фотоснимков позволило установить, что вулканизм на Марсе начал угасать около 200 мил. лет назад.

Самые большие и самые молодые щитовидные вулканы находятся в северном полушарии в районах Тарсис и Элизиум. Возраст этих вулканов 200—2000 млн. лет. Щитовидные вулканы южного полушария значительно старше и не имеют таких огромных размеров как северные. Установлено, что их возраст составляет 3500—4000 млн. лет. Разница в размерах и возрасте между вулканами обоих полушарий вероятно вызвана различием химического состава их пород или различием толщины марсианской коры обоих полушарий.

Krystyna. NAWARA

ON THE SHIELD-VOLCANOES ON MARS

Summary

The pictures of the Martian surface sent by Mariner 9 and Viking-Orbiter 1 revealed the existence of the enormous shield-volcanoes on Mars. Volcanoes of Mars resemble the shield-volcanoes of Hawaii at the early stage of their evolution. Closer investigations of these pictures revealed that the activity of the Martian shield-volcanoes declined about 200 m.y. ago.

The greatest and the youngest shield-volcanoes appear on the northern hemisphere in Tharsis and Elysium regions. The ages of these volcanoes were established on 200 to 2000 m.y. The shield-volcanoes of the southern hemisphere are much older and not so great as the volcanoes of the northern hemisphere. Their ages were established on 3500 to 4000 m.y. The difference of the sizes and ages of the shield-volcanoes of both hemispheres are probably caused by the difference of chemical composition of the rocks of both hemispheres or by difference of the thickness of the Martian crust.

Translated by the author

TABLICA I

Fig. 4. Wulkan Arsia Mons położony w regionie Tharsis. Na zboczach wulkanu widoczne potoki lawy i tunele lawowe. Fot. Viking-Orbiter 1 z odległości 6600 km, 10 lipca 1976 r.

The volcano Arsia Mons from the Tharsis region. On the slopes of the volcano the lava flows and channels are seen. Phot. by Viking-Orbiter 1 from the distance 6600 km, July 10, 1976

TABLICA II

Fig. 5. Aureola spękań wokół wielkiego wulkanu tarczowego Olympus Mons. Zbocza wulkanu podcina klif o wysokości 4000 m. Fot. Mariner 9, 1971 r.

The aureole of highly textured terrain around the great Martian shield volcano Olympus Mons. The slopes of the volcano end abruptly in a cliff that stands 4000 m above the surrounding plains. Phot. Mariner 9, 1971

Fig. 6. Szczyt wulkanu Elysium Mons z kalderą o średnicy 13 km. Kanaly, depresje i inne drobne formy rozchodzą się radialnie z kaldery centralnej. Fot. Mariner 9, 1971 r.

The summit of Elysium Mons with a central caldera 13 km in diameter. Channels, depressions and other fine features radiate from a central caldera. Phot. Mariner 9, 1971

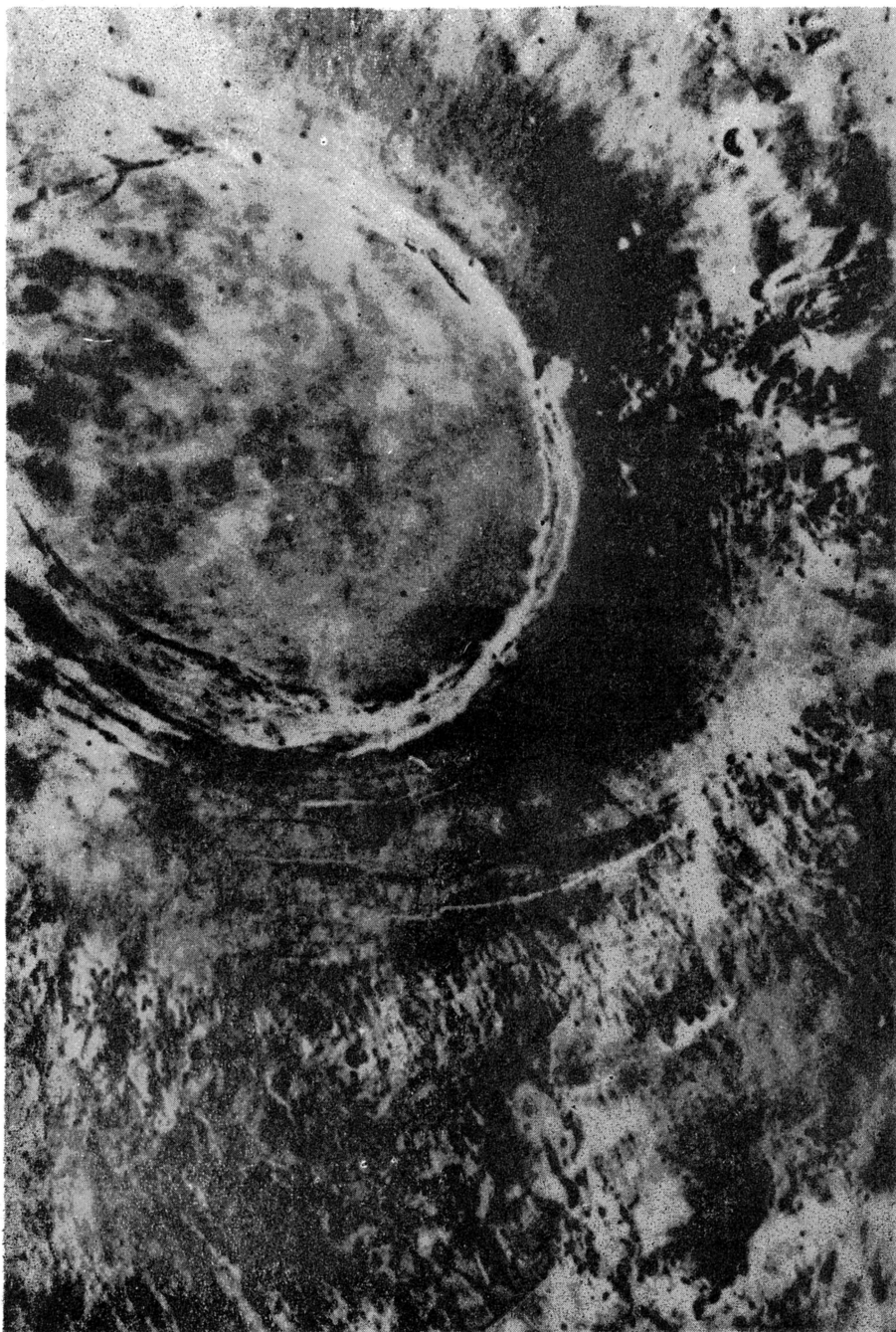


Fig. 4

Krystyna NAWARA — O wulkanach tarczowych na Marsie

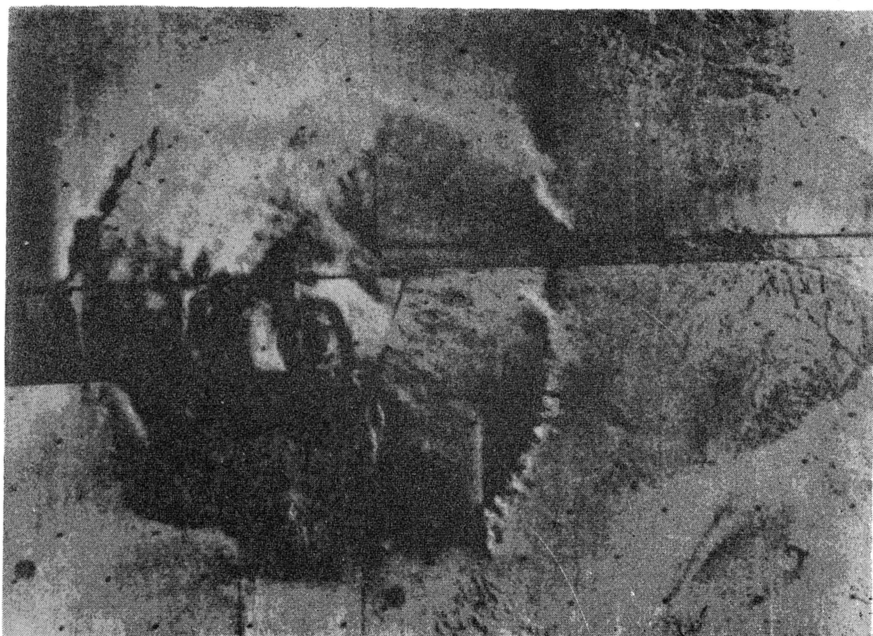


Fig. 5

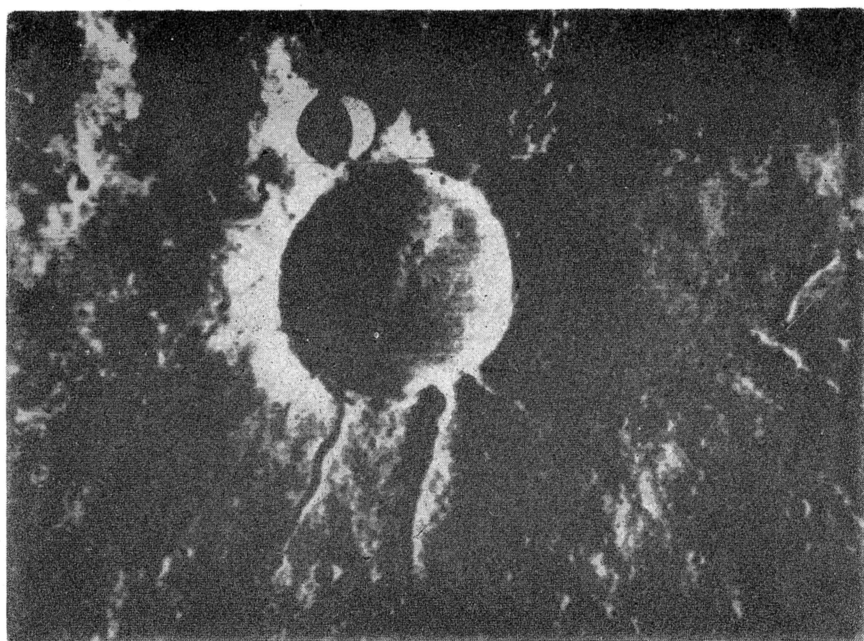


Fig. 6

Krystyna NAWARA — O wulkanach tarczowych na Marsie

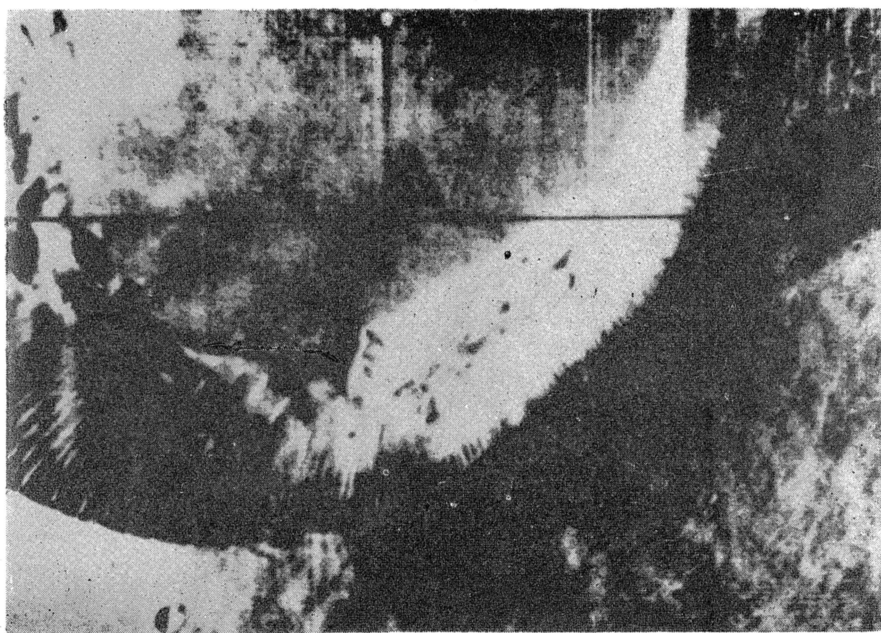


Fig. 8

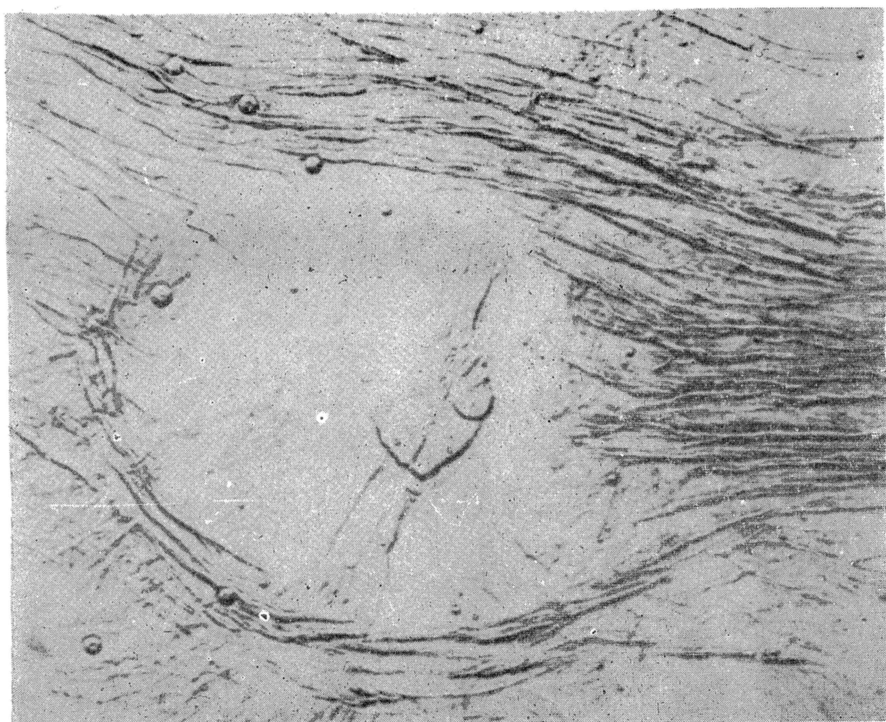


Fig. 7

Krystyna NAWARA — O wulkanach tarczowych na Marsie

TABLICA III

Fig. 7. Alba Patera — prawdopodobnie największy, pojedynczy wulkan na Marsie. Częściowo wypełniona kaldera leży w centrum wielkiego pierścienia spękań o średnicy 600 km. Fot. Mariner 9, 1971 r.

Alba Patera — probably the greatest single volcano on Mars. A partially filled caldera lies at the center of a ring of fractures 600 km in diameter. Phot. Mariner, 9, 1971

Fig. 8. Kaldera o średnicy 40 km położona na szczycie wulkanu tarczowego na Marsie. Dno kaldery wypełnione prawdopodobnie przez zastygłe jezioro lawy. Na zboczach wulkanu widoczne liczne, drobne kraterki. Fot. Mariner 9, 1971 r.

The 40 km caldera situated on the summit of the Martian shield-volcano. The caldera floor is probably filled by a former lava lake. Numerous small craters are visible on slopes of the volcano. Phot. Mariner 9, 1971