Az Enceladus geológiai egységei

Fő egységek (Spencer et al. 2009)

Kráteres síkságok (Cratered Plains)

Töredezett síkságok a keleti (követő) féltekén (Eastern (Trailing) Hemisphere Fractured Plains)

Töredezett síkságok a nyugati (vezető) féltekén (Western (Leading) Hemisphere Fractured Plains)

Déli sarki felszín (South Polar Terrain: SPT)

Alegységek (Crow-Willard and Pappalardo 2010)

Erősen kráteres felszín (Heavily cratered terrain)

Mérsékelten kráteres felszín (Moderately cratered terrain)

Finoman barázdált gerincekkel és árkokkal tagolt felszín (Finely striated ridge and trough terrain)

Görbe vonalú felszín (Curvilinar terrain)

Gerincekkel tagolt felszín (Ridged terrain)

Széles, sekély árkos felszín (Wide shallow trough terrain)

Központi vezető oldali felszín (Central leading hemisphere terrain)

Egyenletes felszín (Smooth terrain)

Vezető oldali görbe vonalú perem felszín (Leading edge curvilinear terrain)

Déli görbe vonalú felszín (Southern curvilinear terrain)

Az egységek jellemzői

**Kráteres síkságok (Cratered Plains)**

Ide tartoznak a szinte folyamatos É-D irányba elhelyezkedő erősen kráteres felszínformák a hold Szaturnusz felöli oldalától, az északi póluson át, a Szaturnusztól elforduló oldalig végződően. Félbeszakad a déli pólus közelében, ahol a Déli sarki felszín (továbbiakban SPT) provincia található. A kráteres síkságok választják el a tektonikailag átalakult felszíneket a vezető és követő féltekén egyaránt (Spencer et al. 2009).

A kilométeres vagy annál kisebb kráterek gyakran tál alakot (bowl-shaped) vesznek fel, de szinte mindegyik nagyobb kráteren fellelhető a viszkózus relaxáció különböző szakasza. Többek között dómközpontú aljzatok (updomed floors), lepusztult domborzati elemek (subdued relief), lebenyes peremű kráterek (lobate crater) vagy rámpás kráter peremek (ramparted crater rim). A kráterek kevesebb, mint 40km átmérőjűek és magasságuk/mélységük elérheti az akár 1000 méter-t is. A nagy kráterek is erősen tagoltak számos finom törés által, melyek távolsága a több száz métertől a kilométeres értéket is elérhetik. A kráterek pusztulásának állapota, mértéke a déli szélességek felé növekszik. A legszélsőségesebb példákat a viszkózus relaxált becsapódási jelenségekre különösen a kráteres síkságok külső határain találunk. Mint például a *Sarandib* és *Diyar Planitia* északi peremén és a szomszédos SPT felszínen (Spencer et al. 2009).

A kráteres síkságon belül ortogonális É-D, K-NY irányú hasadékok fordulnak elő a Szaturnusz felöli (0° É, 0° Ny) és Szaturnusztól elforduló (0° É, 180° Ny) pontok közelében. Az oldal irányú mozgásra bizonyítékokat találunk a Szaturnusz felöli oldalon. Az Enceladus árapály tengelyéhez képest szimmetrikus elhelyezkedés azt sugallja, hogy az árapály kölcsönhatások is szerepet játszottak a formációk kialakulásában (Spencer et al. 2009).

Erősen kráteres felszín (Heavily cratered terrain)

A kráteres síkságok ezen alegysége a magas kráter sűrűséggel jellemezhető. Beleértve az átfedett krátereket, kvázi párhuzamos és keresztezett töréseket. Ez az egység megtalálható az északi poláris területeken, az egyenlítő körüli és néhány déli szélességeken a nyugati hosszúság 20° és 180° között (Crow-Willard and Pappalardo 2010).

Mérsékelten kráteres felszín (Moderately cratered terrain)

Az itt található kráterek sűrűsége már kisebb, mint az erősen kráteres felszínen és tál alakú kráterek jellemzik. Elhelyezkedését tekintve az egyenlítői területeken a ny.h. 50° és k.h. 40° között terül el. Egyéb felszínformák közül a sekély, durván 2km széles görbe mélyedések találhatóak itt (Crow-Willard and Pappalardo 2010).

**Töredezett síkságok a keleti (követő) féltekén (Eastern (Trailing) Hemisphere Fractured Plains)**

A keleti félteke rendkívül átalakult a tektonizmusnak köszönhetően. Az egyenlítői és közepes északi szélességeken két nagy töredezett síkság található. A *Sarandib Planitia* (5° É, 305° Ny) és a *Diyar Planitia* (5°É, 250°Ny) (Spencer et al. 2009).

A töredezett síkságok mind negatív, mind pozitív domborzati formákat mutatnak. Az árkok, meredek lejtők, barázdák elsősorban extenziós feszültséget, míg a gerincek inkább kompressziós erőket tükröznek. A kilométeres méretű árkok, törések és gerincek hálózata tovább osztja ezeket a síkságokat durván sokszögű szakaszokra, melyek mindegyike több tíz kilométer átmérőjű. A *Sarandib* és *Diyar Planitia* északi részét többnyire barázdált gerincekkel övezett síkságok és viszonylag sima síkságok alkotják. E geológia főegységet és a kráteres síkságokat barázdák és árkok határolják el egymástól*. Ide tartoznak a Harran Sulcus északon, és a Samarkand Sulcus nyugaton. A Sarandib és Diyar* *Planitia* egy sajátos lekerekített keskeny gerincekkel tagolt sokszögű rendszer által van elválasztva egymástól, melynek neve dorsa. Ezen kívül megnyúlt dómok is találhatóak itt, melyek úgy néznek ki, mintha kibukkantak volna a már meglévő törések közül. Az előbbire a legismertebb példa a Voyager képein volt látható, nevezetesen az Ebony Dorsum és Cufa Dorsa. A legnagyobb Cassini ISS felbontásban ( 65km/pixel) látható, hogy az Enceladus felszínét kilométeresnél kisebb párhuzamos repedések keresztezik (Spencer et al. 2009).

A Samarkand Sulcus morfológiailag különbözik a dorsától. Úgy tűnnek, hogy ezek tömörödött egységek, melyek hasábos, ferde, jeges lemezekből állnak és sekély dőlésű V-alakú lejtőket alkotnak. A behálózott síkságokat horizontális törések jellemzik, melyek között legalább két egymásra helyezett különböző rétegtani korból származó törést találunk. Az alapvető tektonikai szerkezet, régi görbe vonalú törések, melyek általában hegyesszögben metszik egymást és felosztják a felszínt táblahegyekre, fennsíkokra és dombokra. Ezek az egymásra helyezett minták, olyan kvázi párhuzamos sávok rendszerei, melyek elvágják a már meglévő terepet. A sávok mentén oldalirányú nyíró elmozdulásra következtethetünk. A keleti féltekén a hálós szerkezetet ritka becsapódási kráterek tarkítják. Ezt a geológiai egységet délről az SPT határolja (Spencer et al. 2009).

Finoman barázdált gerincekkel és árkokkal tagolt felszín (Finely striated ridge and trough terrain)

Ennek a geológiai egységnek a nagy részét a *Sarandib* és *Diyar Planitia* teszi ki. A területre jellemzőek az úgynevezett S-alakú (sigmoidal) árkok, és hogy a barázdák szélessége és hosszúsága észak felé növekszik. Ez különösen a keleti hosszúságokon figyelhető meg. Előfordulnak még kvázi párhuzamos, akár 8km széles és 65km hosszú dombok, melyek keresztezik az egységet (Crow-Willard and Pappalardo 2010).

Görbe vonalú felszín (Curvilinar terrain)

A görbe vonalú felszín körül öleli a finoman barázdált gerincekkel és árkokkal tagolt felszínt. Lepusztult gerincek és árkok jellemzik. Ez egy hasonló alakú és szerkezetű geológiai egység, mint a déli görbe vonalú felszín, amely az SPT-t öleli körül. A különbség az, hogy itt több sekély barázda található. E területet a *Samarkand*, *Hamah* és *Harran Sulci* alkotja (Crow-Willard and Pappalardo 2010).

Gerincekkel tagolt felszín (Ridged terrain)

Ez az egység a *Cufa Dorsa* és az *Ebony Dorsum*-ból áll és mintegy 5km széles, kerek, domború, gumós, elágazó gerincekből áll. Ezek a gerincek kvázi párhuzamosan ÉNY-DK irányban fekszenek. Továbbá a gerincekkel megegyező magasságú és szélességű dómokat is találunk itt (Crow-Willard and Pappalardo 2010).

Egyenletes felszín (Smooth terrain)

A szintén a hold követő féltekéjén található geológiai egység, melyet egyenes, sekély mélyedések jellemeznek. Az egység teljes egészében a déli féltekén az egyenlítőhöz közel található. Az itt található mélyedések kvázi párhuzamos, horizontálisan helyezkednek el. Nagyban hasonlítanak az SPT külső szélén található mélyedésekhez (Crow-Willard and Pappalardo 2010).

**Töredezett síkságok a nyugati (vezető) féltekén (Western (Leading) Hemisphere Fractured Plains)**

Míg az egész keleti félteke kilométeres vagy nagyobb felbontásban lett térképezve a Voyager és Cassini űrszonda segítségével, addig a nyugati félteke csupán 30%-a van az említett felbontásban lefedve. A lefedettség elegendő annak bizonyítására, hogy a keleti és nyugati területek törések és tektonizmus hatására módosultak. A képek 2km/pixel-es felbontásban megmutatták a hold vezető oldalát és a Cassini egy különleges tájat mutatott be, mely egy kráterektől mentes, örvényszerű kavargó ráncokkal tagolt terület (Harland 2007). A jelenlegi felbontásban is azonosítható, hogy ezeket a töredezett síkságokat gerincek és barázdák alkotják. Általánosan ezek a felszínformák É-D irányban helyezkednek el közel a kráteres síksághoz. Közeledve az északi poláris kráteres területekhez és a déli poláris felszínhez ez az irány K-NY pozícióba fordul át (Spencer et al. 2009).

Annak ellenére, hogy a területen széles körben elterjedt töréseket találunk, a korai geológia maradványai esetlegesen fennmaradtak. Felfedezhető egy nagymértékben kisimult, relaxálódott ősi becsapódási felszínforma az úgynevezett palimpszeszt. Ez a felszínforma egyfajta ősi krátera külső Naprendszer jeges holdjain, mely domborzata többnyire lepusztult és jellegzetesen maga mögött hagyott albedo vagy kráterperem sajátosságokkal bír. Szokás fantomkrátereknek is nevezni. (wikipedia 2011) Egy másik lehetségesen hátrahagyott becsapódási forma is található a felszínen. Úgy tűnik, mintha keskeny, ívelt gerincek csoportjai körvonalaznák az ősi kráterperemeket. Ezek talán az eltemetett, vagy termikusan erodált peremei az ősi krátereknek (Spencer et al. 2009).

Ha ezek valóban becsapódási felszínformák voltak, akkor a méretük, átmérőjük kettő vagy többszörösei is lehetnek az eddig egyértelműen azonosított becsapódási krátereknek az Enceladuson. Ebben az esetben a nyugati félteke őrizné a legrégibb felszínformákat a holdon (Spencer et al. 2009).

Központi vezető oldali felszín (Central leading hemisphere terrain)

Ezt a geológiai egységet görbe vonalú, összefonódott árkok jellemzik. A felszín nagyban hasonlít az SPT felszínéhez. A terület déli részén két szigetként megjelenő kráteres felszín is található (Crow-Willard and Pappalardo 2010).

Széles, sekély árkos felszín (Wide shallow trough terrain)

A terület nem sokkal északabbra található a központi vezető oldali felszíntől. Kelet-nyugat irányú széles, kvázi párhuzamos árkok jellemzik. Továbbá kisebb méretű gerinceket is találunk itt (Crow-Willard and Pappalardo 2010).

Vezető oldali görbe vonalú perem felszín (Leading edge curvilinear terrain)

Hosszú, sekély árkok jellemzik. Nagyon hasonlít a hold követő oldalán található görbe vonalú felszínéhez, csak ez a központi vezető oldali felszínt öleli körül (Crow-Willard and Pappalardo 2010).

**Déli sarki felszín (South Polar Terrain: SPT)**

A déli sarki felszín egy geológiailag aktív terület a déli pólus közepén. A területet a nagyjából 55° déli szélesség határolja körbe, ahol kiemelkedő cirkumpoláris meredek lejtőjű, ívelt, zárt hegylánc található. Ezekből a hegylánc sorozatokból É-D irányú törések és hasadékok futnak az Egyenlítő irányába. Ezek a törések keresztül vágnak minden az útjukba kerülő egyéb formát. Éppen ezért rétegrajzilag (stratigraphically) fiatalok. Az SPT felszínformái összetettek és változatosak. A Cassini űrszonda felvételeinek topográfiai elemzése azt mutatja, hogy az SPT központi részén az átlagos közepes magassághoz képest 500 vagy akár mélyebb depressziós formák találhatóak. A csekély számú ívelt, meredek lejtő és hegyvonulat mellett, itt található a négy feltűnő párhuzamos hasadékból álló sorozat, a formálisan csak *tigris csíkok*nak nevezett morfológiai forma, melyekből vízgőz és jeges részecskék alkotta anyagok törnek ki. Ezt a kitörési felhőt nevezzük plume-nak (Spencer et al. 2009). A tigris csíkok, melyek nevei *Alexandria, Cairo, Baghdad* és *Damascus* *sulcus* nagyjából párhuzamosan futnak egymás mellett 130 kilométer hosszan és 2 kilométer szélesek (Barr and Preuss 2010)

A tigris csíkok között kvázi párhuzamos, nyúlós (ropy) gerincek hálózatát találjuk. A környezetében viszont erősen töredezett, hálós síkságot találunk. A cirkumpoláris határvonal értelmezhetővé vált, mint konvergens tektonikai határ, mely kompressziós nyomás hatására É-D irányba formálódott. Kiemelkedő, jeges, több száz méter magas hegyvonulatok csak az SPT szegélyén fordulnak elő (Spencer et al. 2009).

Az Enceladus litoszférájának legvékonyabb régiója itt lehet a déli sarkon, ahol a tigris csíkok egyfajta mély, illékonyanyag tározók. E kiterjedt tározók valószínűleg folyékony vizet vagy úgynevezett klatrátot tartalmazhatnak. A latin klatrát szó jelentése „ketrecbe zárt” és az elnevezés a jég-metán anyagkombináció szerkezetére utal, ahol a jégkristályok által formált apró ketrecek ejtik csapdába a metán molekulákat.(wikipedia 2011). A jelenleg közzétett becslések a litoszféra vastagságára változóak. Az érték 5 és 25 km közé tehető (Spencer et al. 2009). Az SPT az átlagosnál magasabb felszíni hőmérséklettel bír (Crow-Willard and Pappalardo 2010).

Hivatkozások

AC Barr and LJ Preuss (2010) On the origin of south polar folds on Enceladus.

EN Crow-Willard and RT Pappalardo (2010) Global geological mapping of Enceladus. 41st lunar and planetary science conference.

DM Harland (2007) Cassini at Saturn – Huygens Results, Springer-Praxis Books

JR Spencer, et al. 2009 Enceladus: an active cryovolcanic satellite