

England 南西部 Dartmoor 地方 の花崗岩地形

池田 碩*

Granite Topography of the Dartmoor area South West England

Hiroshi IKEDA

1. はじめに

England 南西部の Dartmoor 地方は、花崗岩地形の研究地として知られ、特にこの地方での俗称から地形学用語となった Tor (岩塔) の研究地として著名である¹⁾²⁾。

これまで筆者も日本³⁾⁴⁾⁵⁾を中心に香港・韓国⁶⁾・U.S.A.⁷⁾⁸⁾⁹⁾の主として花崗岩地域の組織地形や気候地形を調査してきた。

筆者は、それらの地域の調査中に Dartmoor 地方での論文を読み、ぜひ現地を訪ずれ、比較研究を行ないたいと考えていた。そのチャンスが1987年の夏にかなえられた。短期の訪問であり、本格的な作業を行なう予裕はなかったが、今回の調査時に得た資料と観察の結果は、これまでの調査地域の地形との対比や、これから調査を行なう地域の地形を考える場合の重要な指標となる。

このため Dartmoor に関する主要な既存の研究の紹介と、筆者の今回の観察を整理し、本論として報告しておくことにした。

2. Dartmoor 花崗岩地域

Cornwall 半島の中央部 Devon 県に属する Dartmoor 地方は、北緯50° 30'・西経4° 10'を中心に広がり、その東方には Exeter、西南方には Plymouth の両都市が位置している。

Cornwall 半島には、その主軸方向にいくつかの花崗岩 Dome が塊状に分布している¹⁰⁾¹¹⁾¹²⁾。このうち Dartmoor の花崗岩地域は、東西約30km・南北約40kmの楕円形状に広がる最大規模の Dome である(図-1)。

Dartmoor の花崗岩 Dome の最高地点は、1894F (621m)を示し全体としては波浪状の高原地形の状況を呈しており、そこには600m~400mの高度に侵食面が発達している。

この一帯は Dartmoor National Park に指定されており、さらにその一部は軍用地として、Danger Area に指定され、立入り不可能の地域となっている。しかしこの地域の地形や地質の特徴を把握するための調査には支障はない。

道路に沿う開発の進むところでは、一般に小起伏群の中腹一帯が羊や山羊時には牛馬の放牧地に、小起伏が接するような緩やかな谷間地は畑地に利用されている。

*地理学研究室(昭和62年9月30日受理)

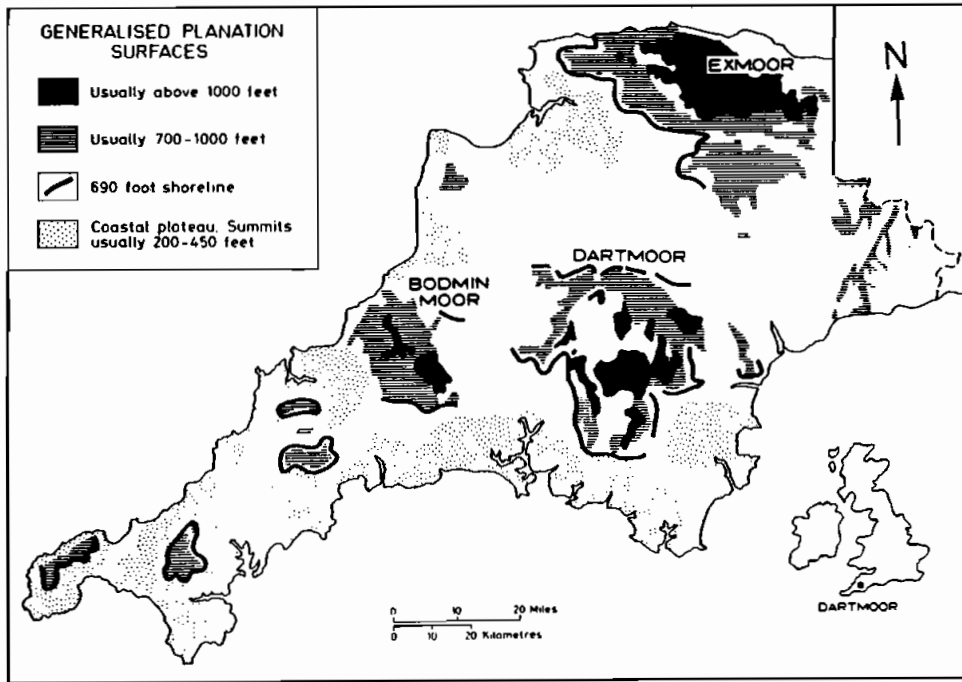


Fig-1 : The generalised distribution of planation surfaces. (K.Gregory)

図-1 : Cornwall 半島の Granite Dome の分布と地形分類

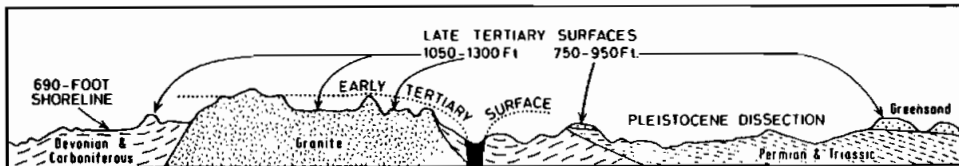


Fig-2 : A generalised profile (K.Gregory)

図-2 : Dartmoor の Granite Dome を中心とした模式地形断面

高原上で小起伏を点在させる花崗岩 Dome には、これまでの研究の結果図-1, 図-2 に示されるように、大きく2段の侵食面が存在している。

そのうち、高位の面は Early Tertiary 期に形成されたものとされ、その後 Middle Tertiary 期に隆起の後、さらに低位の面が Late Tertiary 期に形成されたという。

その頃の侵食基準面である海岸線が、花崗岩 Dome の周囲をとりまく 690F (210 m) 付近の崖下にあたとされている。

つまり、Dartmoor 花崗岩 Dome の地形の概形は Tertiary 期という大変古い時期に形成されたものである。

しかも、その頃の気候は現在よりもはるかに温暖湿潤な亜熱帯～熱帯の状況で、植生も現在の Indo - Malaya Type の状況であったという。

そのような環境下の花崗岩は、最も地表下での風化作用を進めやすいため、厚い風化層を形成していったと考えられている。

ところが Pleistocene に入った200万年前からは、まったく逆の極地的で寒冷な気候

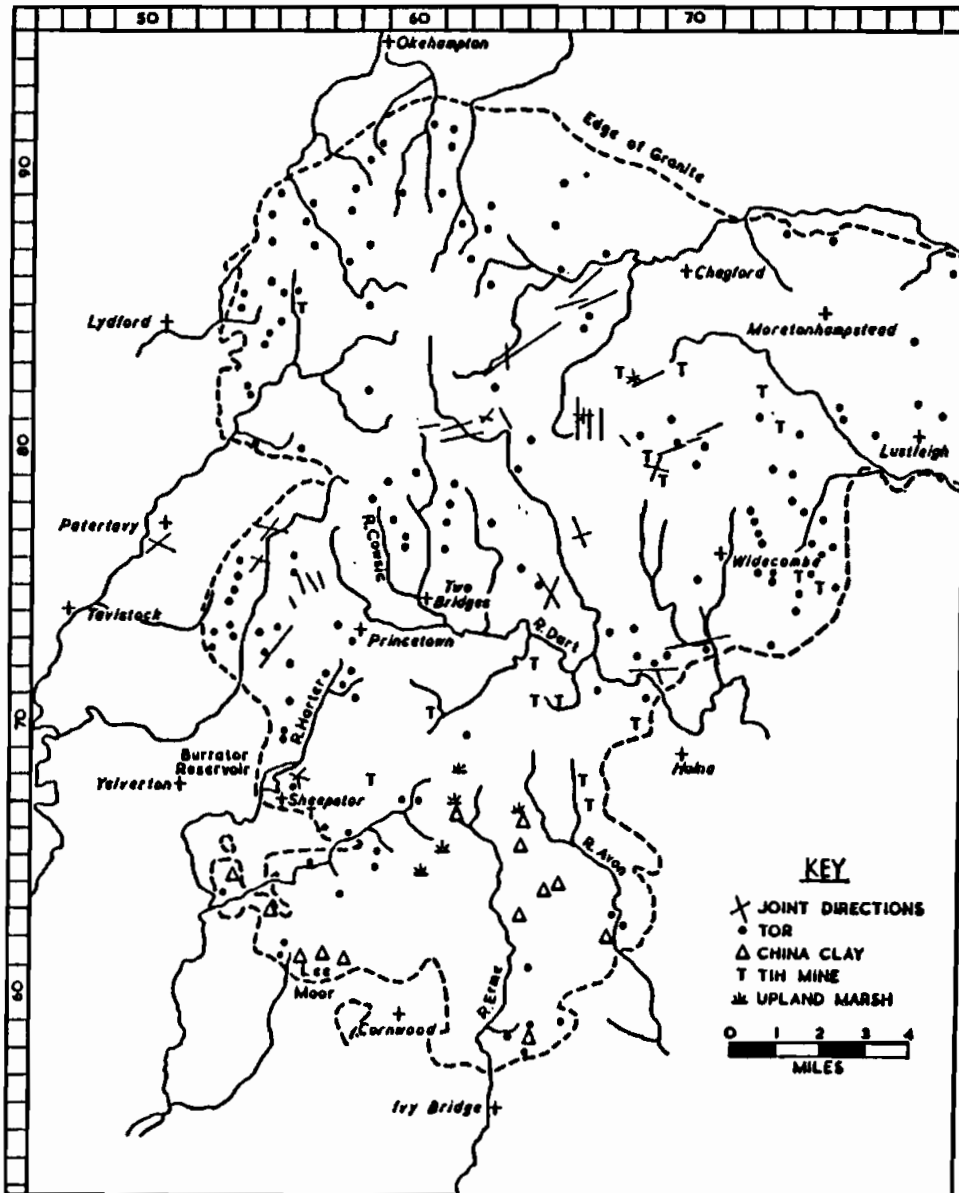


Fig-3 : Distribution of granite tors on Dartmoor

図-3 : ダートモアにおけるトアの分布図 (J.Parmer and R.A.Neilson による)

へと大きく変化した。そうして氷期には、England の北部から中部にかけては大陸氷河におおわれた。

Dartmoor 地方は、Ice Sheet にはおおわれなかったものの、Tundra 気候地域のような環境下におかれた。樹木は無くなり、地表は Solyfluction を盛んに受け、Wind erosion も加わり、熱帯気候環境下で形成された花崗岩の深層風化層は、徐々に侵食されていった。

その結果、厚い風化層の下部で、周囲より風化がおくっていた部分が、地表に現われて岩塔状に突出すようになったのが Tor であるという。Dartmoor 地方の Tor は、

図一三に見られるようにほぼ全域にわたって分布している¹³⁾。そのような Tor の分布から、Dartmoor の地形は D.L.Linton¹⁴⁾ 等の研究によって、前記したような気候変化を通して形成された 2 輪廻性の地形¹⁵⁾¹⁶⁾¹⁷⁾¹⁸⁾ であるとされたのである。

では、一連の花崗岩地域にあって、深層風化層中に風化の速度差が生じるのはなぜだろうか。それは、ほぼ同質の花崗岩といえど、広い地域の中では Joint (節理) の密度に差が生じているからである。



Fig-4 : Stages in the evolution of a group of tors, illustrating the importance of joint spacing

図一四：花崗岩の風化とトア（岩塔）の発達（D.L.Linton による）

- (a) 花崗岩の地表下での joint 密度差を示す。
- (b) Joint 密度の高い部分ほど深層風化が進む。
- (c) 風化層が急に除去されると地表には風化のおくれた部分が突出し、Tor となる。

地表下への風化の進展の場合、熱帯湿潤な環境下では地表には一面に植生がおおい起伏に差がないように見えても、地表下では Joint の密度が高いところほど、水和作用が進みやすいため風化も速く進むが、Joint の密度が低いところでは風化がおくれるため風化層の厚さに差が生じるのである。

このような観点から Dartmoor と西部に位置する Bodminmoor 地方の現地表面形の調査を行ない、やはり Joint の持つ役割の重要性に着目し、D.L.Linton 等の説を一層具体的に実証しようとしたのが A.J.Gerrard である¹⁹⁾²⁰⁾。

筆者も、かつて Joint 密度に着目し、田上山地や六甲山地で計測を行ない、その結果を図化した²¹⁾。

しかし、Joint の密度の認定や判断には、大変微妙な個人差が生じてくる。

Dartmoor では、筆者は詳細な調査はできなかったが、A.J.Gerrard はこの地で調査を行ない Tor を形成している部分は、やはり周囲より Joint の間隔が大きいことを垂直および水平の Joint を計測し証明した。しかし数値表のみの論文であり、Joint の認定や計測地点の風化状況等がわからず、筆者は若干疑問を持っている。

そこで、筆者なりに現地で概観し、推定した地表と地表下の Joint 密度（垂直 Joint に代表させて）のパターンを模式化し図一五を作成した。



Fig-5 : Idealized section of joint pattern

図一五：垂直節理の密度と地形断面模式図

3. Dartmoor の花崗岩地形の特徴

小起伏面とその頂部の岩塔 (Tor), 緩斜面にできた構造土 (Patterned ground) や芝におおわれた岩塊 (Tarf mound) の形成過程等, Dartmoor の花崗岩地域にみられる特徴的な地形を A-F の 6 グループに分け, 6 ページの写真に整理した. さらに, それぞれの位置や周囲の状況がわかるように, 主な地域の 25000 分の 1 の地形図を原寸大で記載しておいた.

以下写真のページの整理順に, 説明と考察を加えていく.

Aグループ：小起伏と Hay Tor (図-6 の南東部)

小起伏面上の起伏の頂に突出する Tor (457 m) で, Dartmoor を代表する Tor としてよく紹介されている.

写真 A-1 と A-2 は, Tor の部分の形状を示す. 頂部が 2 つに分離しており, A-1 は北西側の Tor, A-2 は南東側の Tor である. 現地では, 両 Tor 間の中央部からやや北寄りに, 解体過程の末期の状態を示す別の Tor の残骸が見られた.

A-3 と A-4 は, Hay Tor を頂部にもつ小起伏の規模や形態を示すため, 距離を

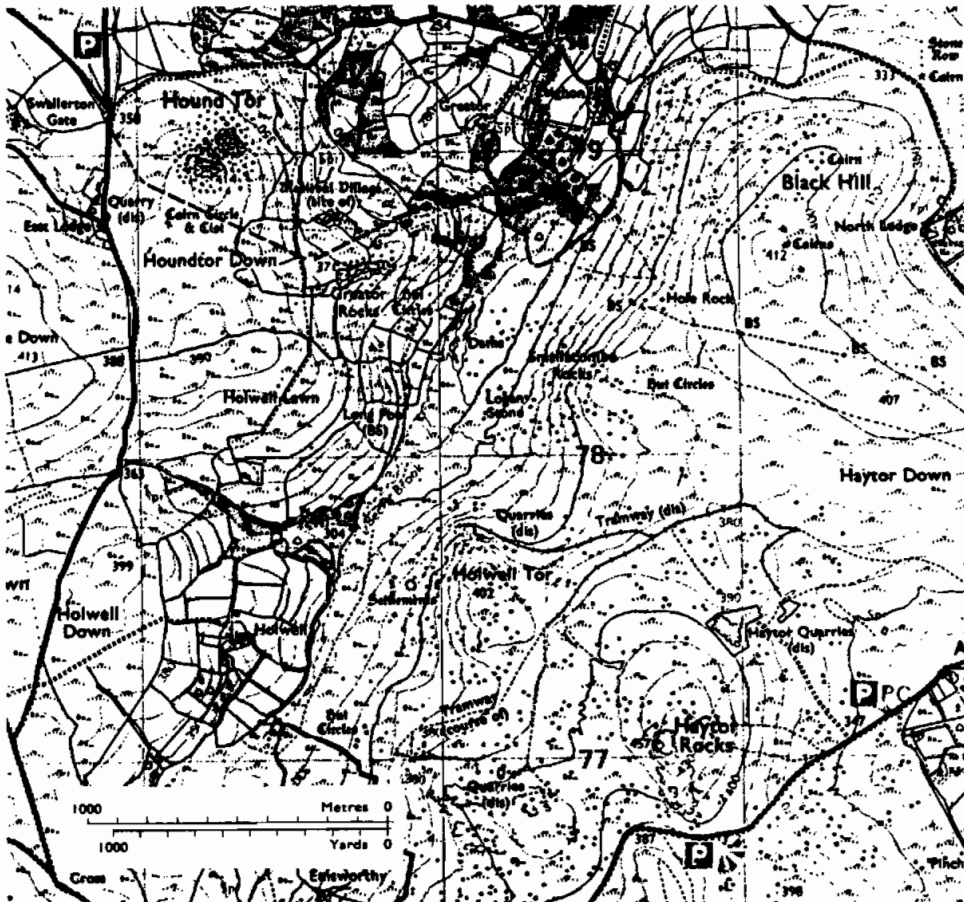


Fig-6 : Topographic Map of Dartmoor * A.
図-6 : 調査地域地形図 * A

おいてながめてみたものである。このうちA-3は小起伏の南側の下方からながめたもの。故にA-3頂部の右側の Tor がA-2で、左側の Tor がA-1である。これに対しA-4は次のBグループに示す2.5km北西方の Hound Tor からながめたものである。故にA-4の中央頂部の右側の Tor がA-1で、左側の Tor がA-2に変わる。

この地点からみると、Tor のみならず、この高原における小起伏の形態やその規模もよくわかる。

なお、A-2で Tor の形態と Joint の関係を見ると、垂直の Joint の間隔が右側へ向う程せまくなっているようすがわかる。この差が Tor の解体にも影響し、右側の方が速く進んだ結果、現在見られるような左右非対称な形態に至ったものである。つまり Joint の間隔や密度の差が、Tor の形態やその解体に重要な役割を持っていることを示している。

Bグループ：小起伏と Hound Tor (図-6の北西部)

Hay Tor の北西方2.5kmに位置する小起伏面上の Tor. 標高は414mである。

B-1は、小起伏の頂のうち、Tor の最も高い部分の花崗岩の状態を示す。Hay Tor より、はるかに Joint 密度が高い。

B-2は、小起伏の西側中腹から、Tor の部分のみの全景をうつしたものである。

B-3は、さらに小起伏の下方から、小起伏の緩斜面と Tor の部分とが、接する状態をみた。

B-4は、小起伏の下端の標高360m地点から Hound Tor 全体の位置づけをとらえたものである。

すなわち、B-1～B-4は、小起伏の地形とその頂部に位置する Tor との関係を示したものである。

これに対しB-5とB-6は、Tor の上部から下方と周囲をながめたものである。B-5付近は岩塊がやや細かく、50～100cm位の大きさに割れる地域で岩塊片におおわれる緩斜面が広がっている。これに対しB-6は、岩塊が100cmより大きく割れる地域で、岩塊片は Tor の直下に積重なっており、B-5のように斜面上に広がってはいない。つまり岩塊片の大きさが、斜面上での推積物の広がりやの差を生ぜさせている例である。

さらに両写真で遠方をながめると、Dartmoor 高原の波浪状に連なるスカイラインの特徴がよくわかる。

土地利用は、小起伏の斜面が放牧場に、小起伏面の下方や、谷間地は小麦等の畑地となっている。

Cグループ・小起伏と Great Staple Tor (図-7の中央部)

C-1は、Cox Tor (442m) から東方の Great Staple Tor (中央部455m) と Middle Staple Tor (右方) を有する小起伏の輪郭をとらえようとしたものである。

C-2は、1つの小起伏の尾根上に位置する2つの Tor, すなわち Middle Staple Tor から Great Staple Tor をうつしたもの。これに対し、逆に C-3は Great Staple Tor から Middle Staple Tor をながめたものである。

C-4は、C-3の頂に位置する Great Staple Tor の一部である。Tor に近づけば、岩石のそそり立つ状況はすごいが、小起伏の規模からみると Tor はきわめて小さく、しかも現在の Tor は、解体されていく過程の末期の形態であることがわかる。

以上A・B・Cの3グループで、Dartmoor 花崗岩 Dome 上にみられる小起伏と Tor との関係を考えてみた。

総的にみると、Dartmoor の Tor は規模が小さい。それは基本的には花崗岩の Joint 密度が高いからである。Fグループの説明で記す石切場で地表下の岩盤の状況を見ても同じ印象を受けた。

さらに、Dartmoor の Tor は解体が速かったように思えた。それには Joint 密度が高いこととともに、この地の Tor は2輪廻地形の中で位置づけられるもので深層風化層が除去された結果出現した地形であり、Tor の表面程風化層に近い部分であったわけで、その意味でも風化解体は速いことが考えられる。

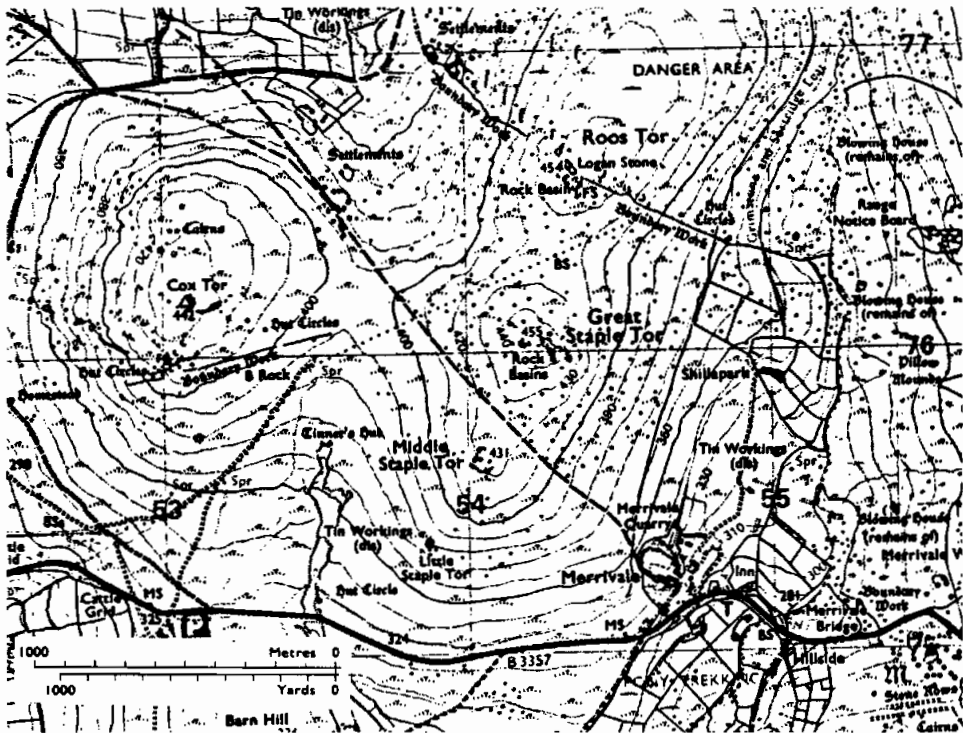


Fig-7 : Topographic Map of Dartmoor・B

図-7 : 調査地域地形図・B

すでに、小起伏の中でもD-4に示す例のように、Tor が解体・消去されてしまった例も見られる。

Dartmoor 地域の現気候環境下での地形変化、さらに現地形の位置づけを考えると、Tor とその周辺にみられる地形の研究は大変よい場と材料を提供してくれていると考える。

Dグループ：緩斜面にみられるゼブラ状構造土と谷の出現状況

Cox Tor 側から東方の Great Staple Tor 側の斜面を遠望すると、緩斜面の中腹部を中心に傾斜に沿って、上方から下方へと岩塊の多い部分と植生の多い部分とがほぼ等間隔に交互に並び、ゼブラ状の構造土を形成しているのがよくわかる。

徐々に近づき、Great Staple Tor の下端部から写したのがD-1である。写真のほぼ中央部で岩塊の分布が見られなくなり、それより下方は草原となっている。

D-2は、さらに近づき岩塊片列を中心にその両側の草地の状態を含めてながめてみたものである。

D-3は、さらに斜面を登り、ゼブラ状の形の始まる上限の部分を示す。これより上方は岩塊原の状態となる。

ゼブラ模様の周囲を観察してみると、遠方からも目立つ岩塊片列の部分は、間隙が大きく、ルーズであり、岩塊表部は凹凸が多い。むしろ凹部は、両側の草地面より低い。

一方、草地におおわれた部分は、土壌が発達しており、そのために植生を繁茂させており、歩きやすい部分となっている。

このことから、降雨があれば雨水は岩塊片からなる列の部分を下流することが想定されてくる。そこがさらに岩塊片列下部の土壌を洗い流すことになる。そのくりかえしが一層岩塊片列を浮き出させ、逆に草地の部分は腐植土を畜積させていき固定化が進む。

このような結果が、斜面の上方から下方へ向けてのゼブラ状の模様をつくりだしてきたものと考えられる。

さらに緩斜面上の谷の例をD-4、D-5で紹介しておく。この写真の谷は Hameldown Tor の北西側緩斜面でとらえたものである。

D-4が示す緩斜面は、草地におおわれているが、植生の下は岩塊原の状態である。わずかなくぼみの、雨水の流下する部分が岩塊下の土壌を洗い出していく結果、その筋からは植生が消えていく。このような状況がこの筋で固定化しだすと、D-5のように徐々に谷が生じてくるのがわかる。

すなわち、このようなところは現輪廻の侵食谷の最上流部が、小起伏の緩斜面を下流してくる布状谷の中心となる筋へと近づき、接触せる地域に見られる状況である。

Eグループ：Tarf Mound の形成

Tor の周囲には、芝布 (Tarf) のような植生におおわれる直径50~150 cm位の、地元で Tarf Mound とよばれている丸い盛り上りがE-1のように、あたり一面におおう様子がみられる。

E-2は、小起伏の斜面上で、このような Tarf Mound が最もよく発達している位置から、その上方の Tor に向けて写したものである。Mound は岩塊の下限まで見られる。

これに対しE-3は、同位置から下方に向けて写したものであり、Mound は写真中央部付近まで分布しているのがわかる。

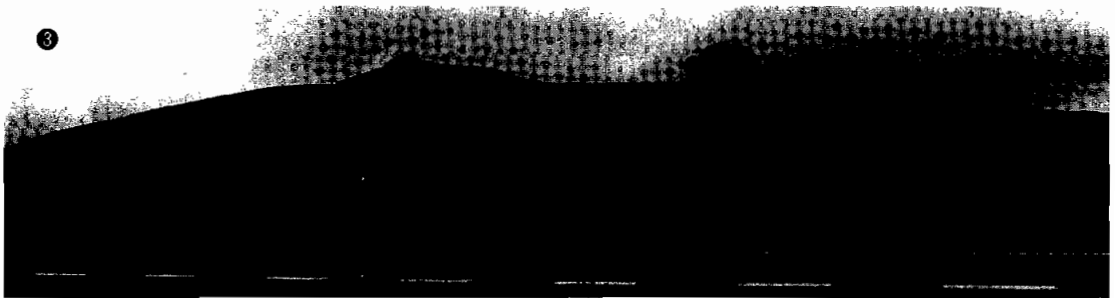
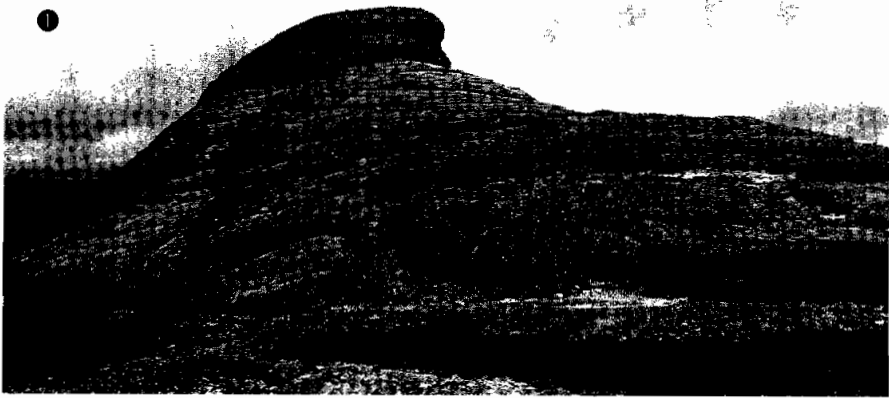
このような Mound の形成過程をE-4とE-5で示す。Mound の核は岩塊片であり、その周囲から芝がおおいはじめ、そのうちにE-5のように岩塊片の上端まで達し、最後は完全に芝によってつつまれてしまう (メジャーは1 m) ののである。

故に Mound の分布範囲は、Tor の周囲で、かつて岩塊片におおわれた範囲を示すものであり、この地域の気候環境が、岩塊片原を形成した寒冷な氷期から、岩塊片上まで植生がおおするような湿潤温暖な気候環境へと変化していることを示す。

同様に、このような岩塊片の生産源であったはずの Tor の直下にはA-2、C-3で見られるように現在岩塊片は見られないことから、岩塊群の生産期は現在とは大きく異なる気候環境、すなわち寒冷な氷期であったことが想定される。

なお、同様な岩塊原地域でありながら、現在の気候が一層寒冷な地域では、岩塊片のうち地表に露出する部分が盛んな凍結風化を受け、徐々に削り取られ、平坦化していく過程については、概報でU. S. A.での例を、具体的に図示し説明しておいた²²⁾。

A : Low-relief surface with the Tor --Hay Tor--



B : Low-relief surface with the Tor -Hound Tor -

①



②



③



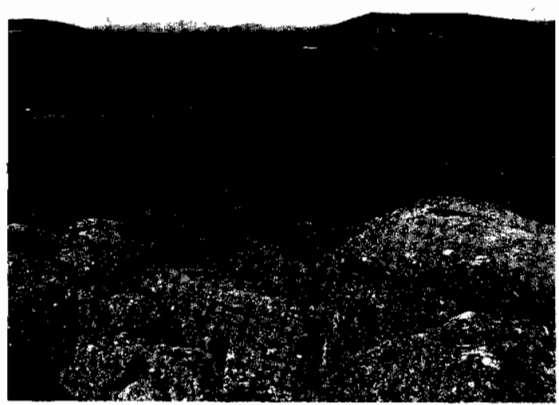
④



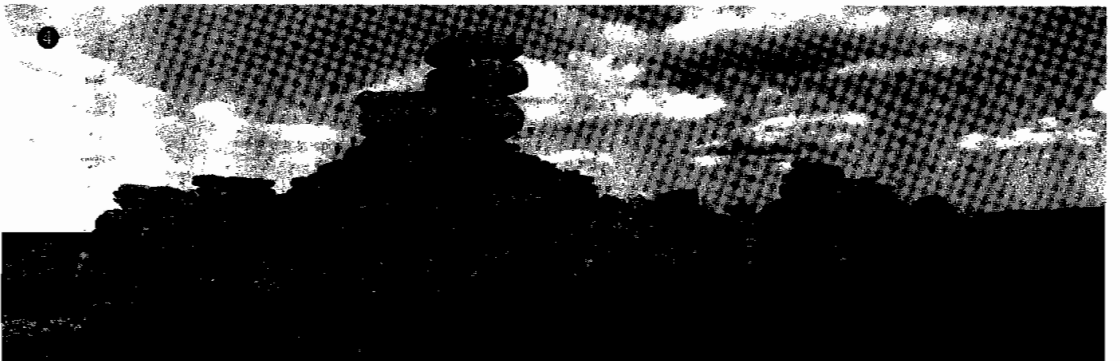
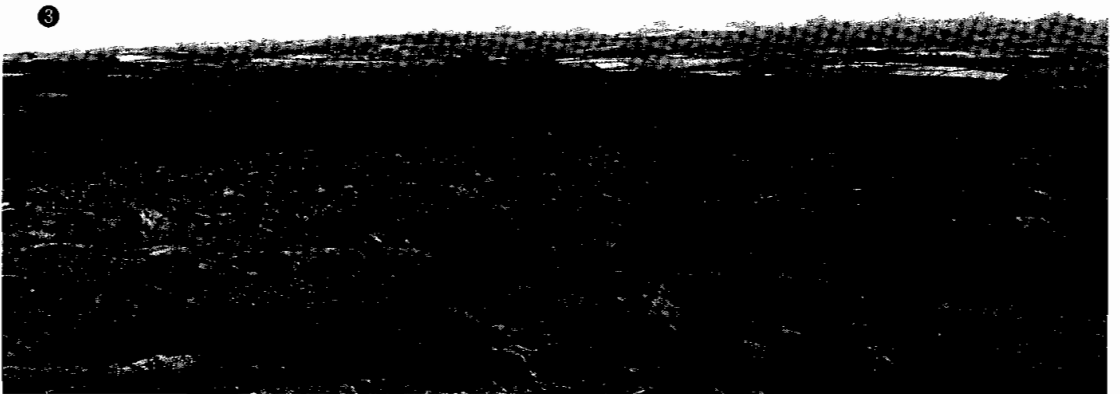
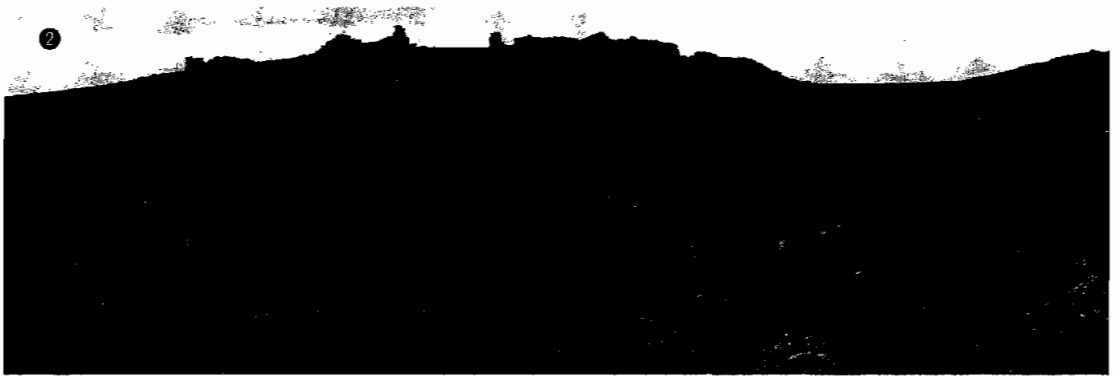
⑤



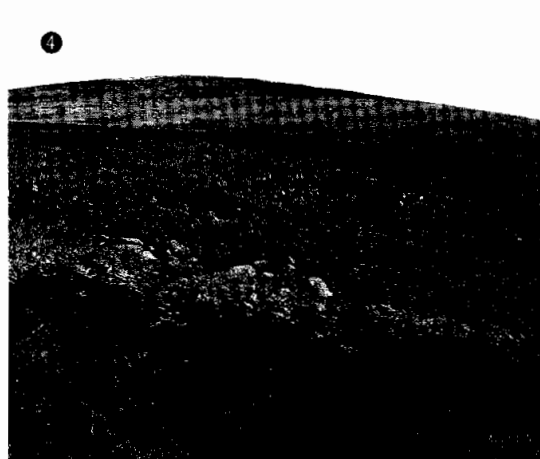
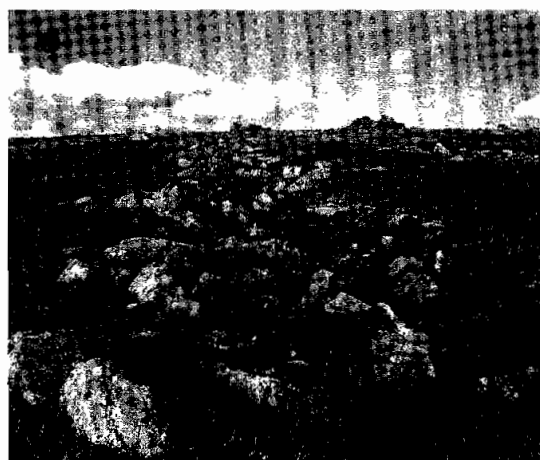
⑥



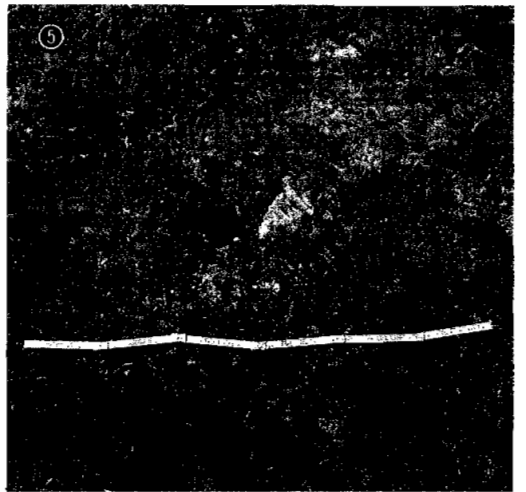
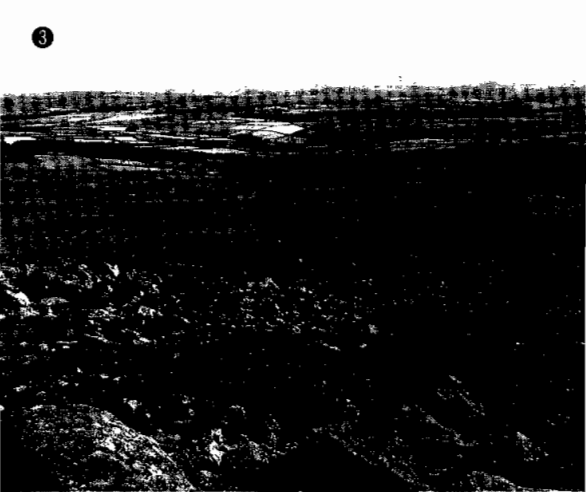
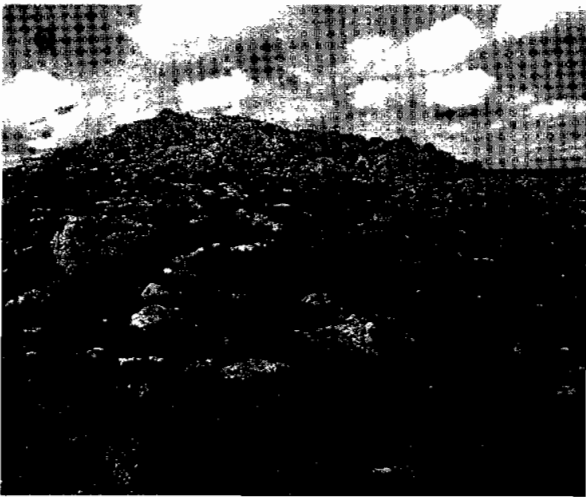
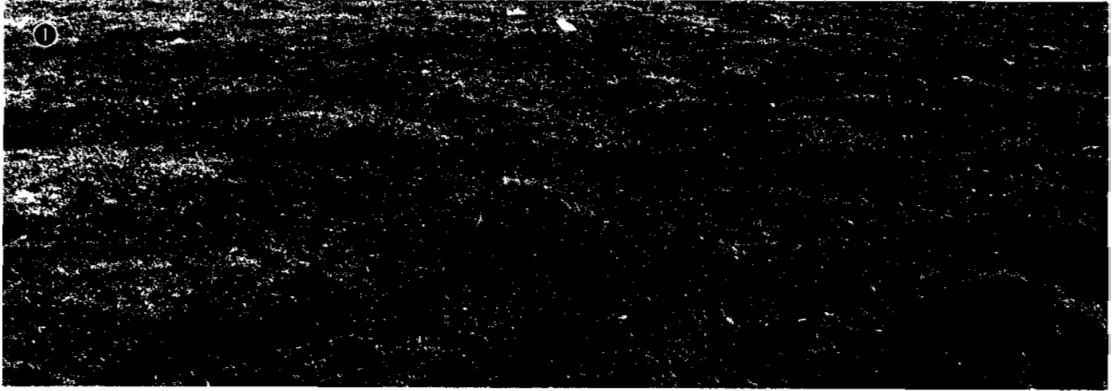
C : Low-relief surface with the Tor —Great staple Tor—



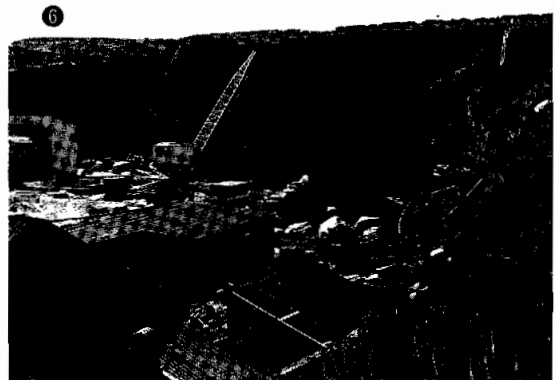
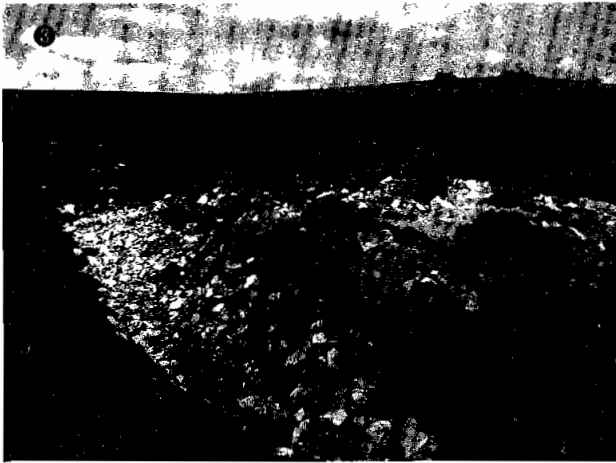
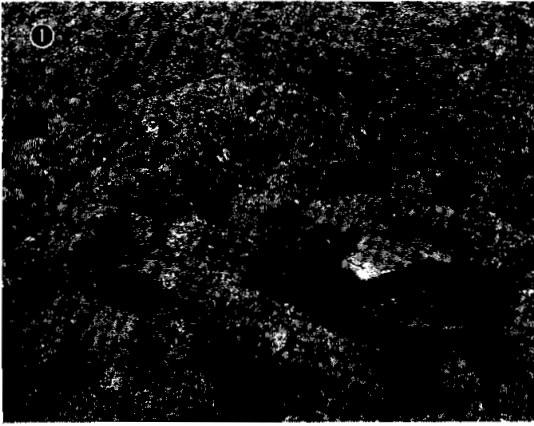
D : Striped patterned ground and Valleys formed the surface of Gentle Slopes



E : Development of Tarf mounds



F : The surface and subsurface Conditions of the Gentle sloped surface



Fグループ：小起伏面の地表と地表下の状態

今回の調査中、この地域に存在する1つの典型的な小起伏を例に、その頂部から下端までの状況を、またその間の一部で以下に記すような地下の状況をも観察できる場所にめぐまれました。それぞれの地点の状況をまとめたのがFグループの写真である。

F-1は、小起伏の上方一帯にみられる岩塊原である。このような岩塊原は、Torとその直下すなわち頂上近くでは見られない。

F-2は、岩塊原の下端に続く斜面中腹の堆積物の状態を示す。

ソーティングの悪い角ばった雑多な岩片が堆積している。立った状態の礫片もあり、クリープとソリフラクションによる堆積であることを示している。左側の1mのメジャーの下は岩盤である。

F-3は、臨接する小起伏(図-7のCox TorとGreat Staple Tor)の鞍部に、羊・山羊等の放牧のため滲透水を集めるために掘られたばかりのトレンチである。

上方から5cmの表土の下に25cm位の腐植物の混入する黒色土があり、その下には角礫を含む褐色の土層が60cm程続いて基盤の花崗岩となる。このような明瞭な地層の変化こそ、氷期から温暖湿潤期への気候の変化に対応したものと考えてよいだろう。

F-4は、F-3の鞍部の下方1kmで、谷の形態をとりだす現輪廻の谷の谷頭付近の侵食状況を示す。常時はほとんど水は無いようで、調査時も歩いてまたげる位の水量であった。

F-5とF-6は、緩斜面の中腹に掘込まれた石切場である(図-7南東部のMerrivale Quarry)。この付近の平均的な花崗岩体の地下での状況を知るのに幸運な大型露頭であった。

Jointは、地表部で見ていたように、この石切場でも平均的間隔は1~3m位であり、概して密度が高く、Dartmoorの全域がほぼこの地域と同様な状況であろうと推定した。

また、表土はきわめて薄く、その直下の花崗岩も新鮮である。つまり斜面での風化土壌化は、現在ほとんど進んでいないことがわかった。

4. さいごに

今回の調査地は「Tor」の語源地とされるDartmoorの花崗岩地域である。しかもTorを通して2輪廻地形の存在の考え方に至った先学の研究経過を知り、それらの論文を見ながら現地を訪ねられたことは、筆者にとって大変良い教訓となった。

さらに、そのようにして2輪廻を経て形成されたTorと、その周囲の地形や地表の状態が現在の気候環境のもとで保存されている状況と、一方では岩塊が植生におおわれていきTarf moundとなるようすなど、現在変化しつつある状況をも観察することができた。

これらは筆者がこれまでに調査してきた地域と改めて比較してみるうえで、さらには今後各種の気候帯における花崗岩地形を考究するにあたって、きわめて貴重かつ有益な体験となった。

謝 辞

今回の調査にあたり、現地へ同行していただいたイギリス留学中の京都大学防災研究所奥西一夫助教授、およびフランス留学中の立命館大学大橋健講師に対して、感謝の意を表します。

注

- 1) D.L.Linton (1955) : The problem of Tors, *Geographical Journal*, Vol.121
- 2) J.Palmer and R.A.Neilson (1962) : The origin of granit Tors on Dartmoor, Devonshire, *Proceeding of the Yorkshire Geological Society*, Vol.33, part 3.
- 3) 池田碩 (1964) : 花崗岩地域の地形学的研究—信楽山地北縁・常山地域を事例として—, 立命館大学紀要, 第233号.
- 4) —— (1967) : 花崗岩地域の地形学的研究—比叡山地を事例として—, 京都府私学論集・第2号.
- 5) —— (1967) : 六甲山地における花崗岩の割れめ, 風化と地形, 地理学評論, 第40巻, 第11号.
- 6) ——・姜龍錫 (1981) : 韓国・全州東部の馬耳山にみられるタフォニ地形, 奈良大学紀要, 第10号.
- 7) —— (1978) : U.S.A.の花崗岩地形4例, 奈良大学紀要, 第7号.
- 8) —— (1984) : U.S.A.Utah州西部 Deep Creek Rangeの花崗岩地形, 奈良大学紀要, 第11号.
- 9) —— (1985) : U.S.A.Wyoming州東部 Laramie Mountainsの花崗岩地形, 奈良大学紀要, 第14号.
- 10) S.Simpson (1969) : *Geology, Exeter and its Region*, University of Exeter.
- 11) K.J.Gregory (1969) : *Geomorphology, Exeter and its Region*, University of Exeter.
- 12) British Geological Survey (1985) : *British Regional Geology. South - West England*.
- 13) J.Palmer and R.A.Neilson (1962) : 前掲注2.
- 14) D.L.Linton (1955) : 前掲注1.
- 15) Ollier, C.D. (1960) : The Inselbergs of Uganda, *Zeit. Geomorph.*, N.F. 4.
- 16) Thomas, M.F. (1965) : Some Aspects of the Geomorphology of Dome and Tors in Nigeria. *Zeit. Geomorph.*, N.F. 1.
- 17) F.F.Cunnigham (1969) : The Crow Tors, Laramie Mountains, Wyoming, U.S.A. *Zeit. Geomorph.* Vol.13. 及池田碩 (1985) : 前掲注9.
- 18) C.R.Twidale (1982) : *Granite Landform*, Elsevier Scientific publishing Co.
- 19) A.J.Gerrard (1974) : The Geomorphological importance of jointing in the Dartmoor granite, *Progress in Geomorphology*. Institute of British Geographers. Special Publication, No. 7.
- 20) A.J.Gerrard (1978) : Tors and Granite Landforms of Dartmoor and Eastern Bodminmoor, *proc, Ussher Soc* 204—210.
- 21) 池田碩 (1964) : 前掲注4. —— (1967) : 前掲注5.
- 22) 池田碩 (1984) : 前掲注8.

Summary

The Dartmoor area of Southwest England is well known as a focus of granite topographic research. It's particularly famous for its Tor research. This Dartmoor area is an elliptical highland with the granitic portion rising above it in the shape of a dome some 400~600 m above sea level. The top of the high-

land is a two-level low-relief surface. Research up to now reports that the upper-level was formed during the early Tertiary Period. While the lower level was formed during the late Tertiary Period. The area had a wet tropical climate with an Indo-Malayan type of vegetation cover. The granite beneath these forests is thought to have been deeply weathered.

However, since the Pleistocene, the climate has changed drastically with the formation of the great glaciers. The Dartmoor area was not covered with ice sheets but experienced Arctic climatic conditions and became tundra. At that time, vegetation disappeared, the surface experienced strong frequent solifluction, and the deeply weathered granite was greatly eroded. As a result, the portions of the area in which weathering had progressed more slowly or not at all appeared on the surface as what we call Tor landscape.

The research of D.L.Linton and others clarified the fact that this two-cycle topography was formed due to the change in climate.

However, we are now in between glacial periods, and the Dartmoor area is experiencing Marine West Coast (cb) moist and warm climatic conditions under which weathering is now proceeding. But it's not the humid strong weathering that occurred during the Ice Age forming the topography we see today. So, that Ice Age topography is basically being preserved making it an object of considerable interest.

A few of the characteristics of that famous Tor topography will be discussed next. Looking at the Dartmoor Tors up close, they appear to be gigantic rock mountains, however in this two-cycle topography, the Tors are more than 5~20 meters high. But from afar, the summit and shoulder of this low relief landscape are mostly these less weathered granite Tor areas. Surrounding the Tor summits in general, there are numerous rock blocks which reflect the severe climatic conditions of the Glacial Age in which they were formed. If one looks closely at these flat rock blocks, one begins to understand the micro-topographical difference seen in the area.

From the summit, lines of these blocks can be seen spreading out like zebra's stripes forming patterned ground. The flat blocks are surrounded by turf vegetation zones growing up the slope to the tops of the blocks and on to them. Where the process progressed the most, grassy mounds are formed in a kind of turf mound cluster pattern. This phenomena reflects the warm temperate conditions in which we now live.

Finally, with this survey of Tors, I have been able to learn what other researchers before me have found out about the existence of two-cycle topography. Furthermore, the Tors and surrounding topographical conditions formed during the second cycle are being preserved by our present climate conditions, yet the grasses growing up over the rock blocks reveal yet another change now in progress which will be the object of future research.