

韓国の花崗岩地域にみられる Tafoni・Gnamma の分布

The Distribution of Tafoni and Gnamma Granite Micro-Topography in the Republic of Korea

池田 碩*
Hiroshi Ikeda

〔1〕研究の目的と方法

花崗岩（類）地域に形成される多くの微地形の中に風化穴 weathering hollow としてのタフォニ tafoni とグナマ（ナマ） gnamma があり^{1), 2)}、外国ではそれらに関する研究が進んでいる^{3), 4)}。しかし日本では花崗岩地域はかなり広く分布しているが、両微地形共ほとんど存在しないから、研究も進んでいない。

ところが、近接する韓国では、両微地形がそれぞれに各地で形成されている。その違いは、何に起因しているのだろうか。

筆者はこの点に興味をもち、韓国の研究者達の報告書を読み⁵⁾、筆者自身も数回現地調査を行ない、そのうちのいくらかの地域の状況についてはすでに報告した^{6), 7)}。

今回は、これまでに知り得た全ての事例を現在の段階で一度整理してみ、韓国における tafoni と gnamma の分布状況とその特徴を考察してみることにした。

このため本稿では、tafoni・gnamma 両微地形共、個々のものの形成と成長過程に関する追求はしない。また現在生長中のもの・化石となっているもの・両方が共存している場合や地域等、いろんなタイプのものが存在しており、それも韓国の大きな特徴と考えているが、いずれ別稿とすることにしておく。



図1 韓国における花崗岩（類）の分布
Fig 1 Distribution of Granite in R.O.K.

現在の筆者の考えは、注8)の tafoni(1)(2)と gnamma(1)(2)の項に述べていることを付記しておく。

ここでは、韓国における両微地形の形成地を把握するため、筆者がこれまでに現地を確認できたものや地域と文献で確認できたもの（数値でその規模が記されているか、明瞭な写真のある報告のみ）を地図上にそれぞれ分類して記入して分布の状況を明らかにし、さらにそこから特徴をつかむことにつとめた。

その上で、韓国と日本とでの分布の相違に対しての要因について考察してみることにした。

〔Ⅱ〕微地形としての Tafoni・Gnamma

A. Tafoni

・語源

この種の微地形が多く存在している地中海の花崗岩からなるコルシカ Corsica 島で使用されている名称である。特徴的な微地形の一つとしての本格的な研究も、この地方より進み出し、論文でも tafoni として紹介されたことから広く用いられるようになった^{9)、10)}。

・形成地と現状・規模

植生が少なく、岩肌が露出している海岸・山地の岩盤や岩塊の表面に形成される。

形状は、大きな岩盤の岩壁や岩塊の側面に小さな窪みとして発生し、徐々に成長していくに従い奥上方へ向って洞穴状に拡大していくものをサイドタフォニ side tafoni と称し、岩盤が地表と接する部分や岩塊の底に当る部分に発生し、同様に成長していくものをベイサルタフォニ basal tafoni と称している。このうち岩塊の底に形成されるものが異常に成長すると底の部分が空洞になり亀の甲状に発達することもある。

Side tafoni・basal tafoni 共、単一のもの直径数10cm～2 m位の円形・楕円形状をしている。しかし実際は、複数のものが拡大し横のものと連結して大きくなったり、おくれて出現してくるものもあり、それらが複合して巨大化したものは異様な形状になっていることが多い。

・成因

岩肌の表面に形成される weathering hollow であることから、まず、tafoni を形成させる割れめ（管理を含む）の少ない岩盤が必要であり、しかもその岩盤はポロポロに腐食・風化していない硬肌の岩でなければならない。

つぎに、その周辺環境は、海岸でも山地でも、活発な湿気流と乾気流が、さらには同様の上昇気流と下降気流が交互に盛んに発生しやすいという気象状況が年間を通して多くなるような気候の条件が必要であり、乾湿風化の結果として形成されたものである。

B. Gnamma・solution pan

・語源

この種の微地形が多く存在しているオーストラリアで、原住民のアボリジニー達を使用して

いる名称である。この地方からの研究例が多く、論文でも gnamma として紹介¹¹⁾された結果一般的に使用されるようになった。しかし、科学的には内容の意を含んで solution pan として報告される場合も多い。

・形成地と形状・規模

山地でも低地・海岸でもよいが、風化していない岩盤の上面の平な部分に形成される。

形状は、円形か楕円形で、その規模は直径で数10cm～2m位のものが多い。韓国のもので筆者が確認した最大の gnamma では俗離山山頂のものが長径320cm、月出山九井峠のものが長径で280cmであった。ただし時には拡大していく過程で、となりのものが2～3個連結し大きくなったものやこのために不定形に至ったものもある。また高位置のものと低位置のものが複数で連なった場合は、椅子状になったり、水の枯れた滝状になっている。

・成因

割れめが少なく、しかも表面の腐食や風化が進んでいない硬い岩盤が存在していること。

その上面に特徴的な風化穴としての gnamma を形成させるには、降雨や降雪と晴天が交互にくり返され、岩盤上の窪みにたまった水が干し上ったり満たされたり、さらには凍結と融解をくり返すような気象・気候環境が必要条件であり、gnamma も乾湿風化によって形成されたものである。

C. Tafoni・gnamma の共通点

Tafoni は岩盤・岩塊の側面に形成されるのに対し、gnamma は同様岩体の上面に形成されるものであること。さらに気候・気象環境の場合も、tafoni は湿気と乾気の入れ変わる頻度が高い地域にでき、gnamma は雨雪と好天の変化が早い地域にできる。つまり両微地形は、ほぼ共通の形成条件を必要としていることがわかった。このため両微地形が同一地域に形成・分布していても当然であり、むしろ共存している地域としない地域の相違について検討していく必要がある。

[Ⅲ] Tafoni・Gnamma 分布図の作成

Tafoni と gnamma の両微地形は、前項で記したような条件さえ満たされれば、種々な岩石の表面に形成される。しかし、その形状が良く現われる岩石の代表が花崗岩（類）であり、世界的にも報告例が多い。筆者が今回取り上げるのも、花崗岩地域に限っている。

特に筆者の場合は、これまでの研究の中心テーマが花崗岩（類）地域に形成される組織地形をベースに、世界各地の気候帯毎で比較研究をしてきた¹²⁾ことにもよる。さらに tafoni と gnamma は他の岩石では、凝灰岩や砂岩などの地域にも形成されやすく筆者も調査はしているが、堆積岩は堆積時の環境・その後の地層の傾斜や続成段階に差がありすぎる。このため個々の岩石での微地形の形成過程や特徴を検討するには興味深いのが、世界各地のものと同様レベルで比較しつつ考察するには、難点が多すぎるからである。

表1. 韓国における tafoni・gnamma の分布地
Graph 1 Distribution of tafoni・gnamma Granite in R.O.K.

位置	形成場所	分類	確認方法
1	摩尼山 (468m)	○	文献 C
2	道峰山 (707m)	○	現地確認 文献 ACDY
3	北漢山 (850m)	△	現地確認 文献 ACZ
4	仁旺山 (338m)	○	現地確認 文献 AGZ
5	水洛山 (637m)	△	文献 C
6	仏岩山 (508m)	○	現地確認 文献 ACDG
7	兒岩島(数m)	△	文献 F
8	雪岳山 (1708m)	△	現地確認 文献-
9	注文津竹島(数m)	△	現地確認 文献 AX
10	仁邱里南海岸(数m)	○	現地確認 文献 A
11	徳崇山 (495m)	△	現地確認 文献 EY
12	洪城 (45m)	○	現地確認 文献 Y
13	俗離山 (1057m)	△	現地確認 文献 BCZ
14	山西 (250m)	○	文献 B
15	渭川 (340m)	○	現地確認 文献 B
16	山内 (350m)	○	文献 B
17	智異山 (1800m)	△	文献 B
18	金井山 (801m)	△	現地確認 文献 C
19	金山 (660m)	△	文献 C
20	月出山 (809m)	△	現地確認 文献 BY

注：○Tafoni、△Gnamma、△Tafoni・Gnamma の共存

文献：A. 金周煥・張載勲 (1978) 韓国の花崗岩に発達する Salt Weathering 現象に関する気候地形学的研究. 地理学研究 4.

B. 張昊 (1983) 韓国南西部地方の諸岩石に現れる風化穴の成因と形成時期. ソウル大学 地理学論叢10.

C. 權炯熙 (1987) 韓国の山地に発達する Tor に関する研究 東国大学校博士論文.

D. 金恵子 (1984) 道峰山・仏岩山地域の Joint、Tor、Tafoni に関する研究. 東国地理第 5 号.

E. 秋 美羊 (1983) Tafoni の形成過程に関する研究—徳崇山を対象として. 地理学論叢10.

F. 金周煥・權炯熙 (1990) 兒岩島の Gnamma の研究 地理学第42号.

G. 金周煥 (1995) ソウルの地形. 地理学研究第25号.

X. 池田碩 (1990) 韓国東北部海岸注文津付近にみられる Tafoni 地形とその形成過程 奈良大学紀要18.

Y. 池田碩 (1996) タフォニ(1)(2)・グナマ(1)(2) 地理41巻1～5号.

Z. 池田碩 (1998) 花崗岩地形の世界 古今書院.

同一発表者による複数論文は、主要なものを中心に記した。

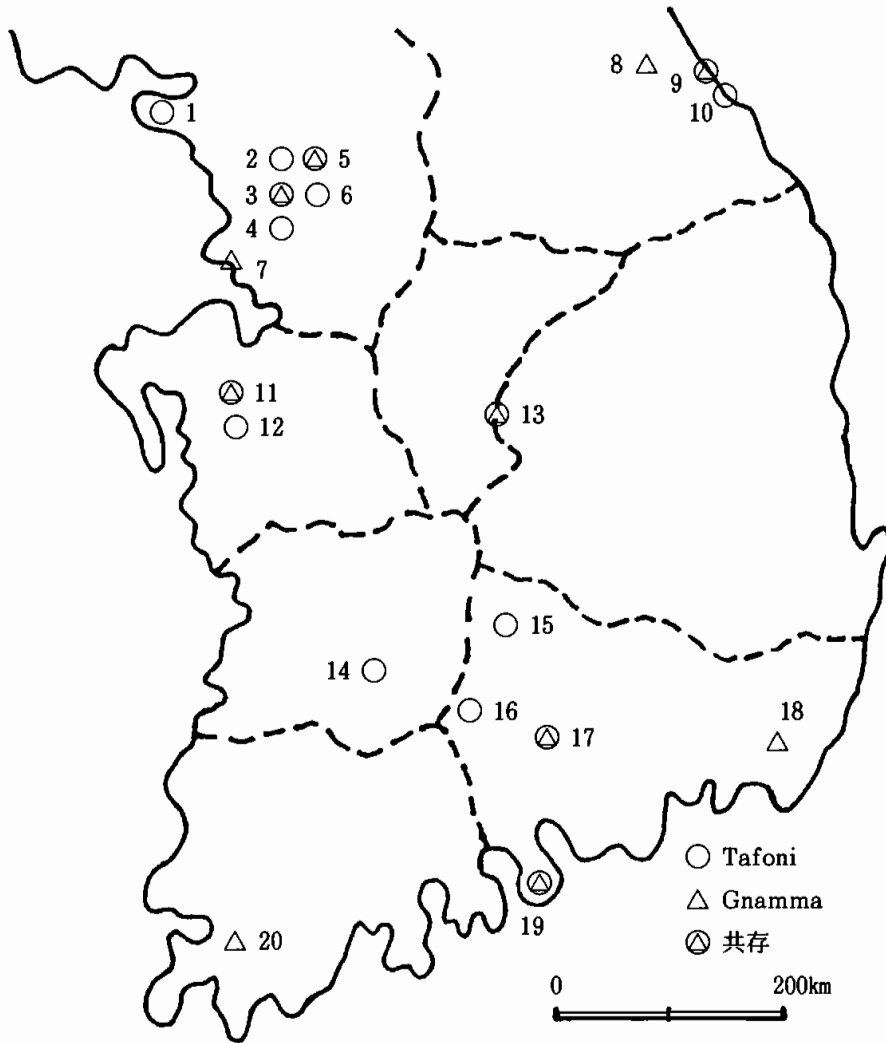


図2 韓国の花崗岩 tafoni・gnamma の分布 (数字は表1の形成場所地名を示す)
Fig 2 Distribution of tafoni・gnamma Granite in R.O.K.

また、本論であつかう tafoni・gnamma は、共に形成初期の微妙なものや成長途時で他の条件が加わっていると考えられるものも同様理由で除き、典型的な状態で成長してきたと推測され、かなり広域に複数で分布している地域のみを取りあげた。

さらに、それらの形成地の状況を総合的にとらえるために分布図を作成してみたが、この場合も筆者が現地調査して確認したものと、文献で確認できたもの合計20ヶ所を抽出して作成した。このため筆者が未確認のため記入していない場合や、文献を見落している場合もあることへの心配がある。しかしながら抽出した文献名を注記しているように、韓国の代表的な研究者達の報告と、それらの中に引用されているもののほとんどはチェックしたので、大局を間違えるような図にはなっていないと思う。

筆者は、この種の研究を韓国の研究者仲間達の援助を受けつつ今後も継続していくつもりなので、この分布図はさらに追加や修正を行ないより正確なものにしていくものである。このような意図を理解していただき、若干の不備はお許し願いたい。

以上の点をふまえつつ、今回作成したのが表-1にもとづく図-2である。

この図によると、一見して tafoni・gnamma の両微地形共に、国土のほぼ全域にわたって分布している様子がわかる。次項でそれらの状況をさらに検討してみよう。

[IV] Tafoni・Gnamma の分布状況と特徴

A. 分布状況

確認できたのが20ヶ所であるため、韓国地図全体をくまなく埋めることにはなっていないが、ほぼ国土の全域に渡って tafoni・gnamma の両微地形共に分布していること。

海岸でも、内陸にかけても、さらに半島の中心部にも分布していること。

低地から、山地・しかも高山にまで、高度に差がなく分布していることがわかった。

しかもこのような状況は、tafoni・gnamma 両微地形の有する共通点であることを、知ることができた。

一方若干なりとも異なる点がないかさがしてみよう。Tafoni の場合は、山麓から中腹にかけて多く、高山になると少ないようである。これに対して gnamma の場合は、低地・低山にも見られるが、高山の山頂付近にも多い。むしろ規模の大きいものや、形状の整ったものは、月出山・俗離山・雪岳山のように高山に分布していることがわかった。

B. 分布および形成の特徴

Tafoni・gnamma 両微地形の分布状況からみると、それぞれの形成地の環境には、若干相違する部分もあるが、むしろ共通する点の方がはるかに多いことがはっきりした。

そこで、改めて両微地形が形成される岩体と、周囲の環境を整理しておこう。

まず両微地形共に、岩盤や岩塊の表面に形成した weathering hollow であるから岩石の露出地が存在すること、しかも岩石表面の風化の進行がおそく、硬岩部に選択的に穴や洞を作り、それが除々に拡大して、それぞれ特徴的な微地形を完成させていること。

このことから、岩石表面の風化の進行が早いところでは、形成されない。また、岩石の割れめの密度が高いところでは、形成されても拡大していく過程で破壊されることが多いし、割れめの多いこと自体が、岩石の表面風化の速度を早めることになるため、両微地形の形成にはむかないことも推測できる。

以上のことより、tafoni・gnamma 両微地形の形成にとっての周囲の環境としては、気温は低くても高くてもよいが、乾燥と湿潤を交互にくり返すような気象が最も好都合であること。さらに tafoni の場合は、局地的に湿気を含んだ上昇・下降気流の発生しやすい山地の斜面や、湿った海風と乾いた陸風との転換の盛んな海岸に形成されやすいこと。一方 gnamma の場合

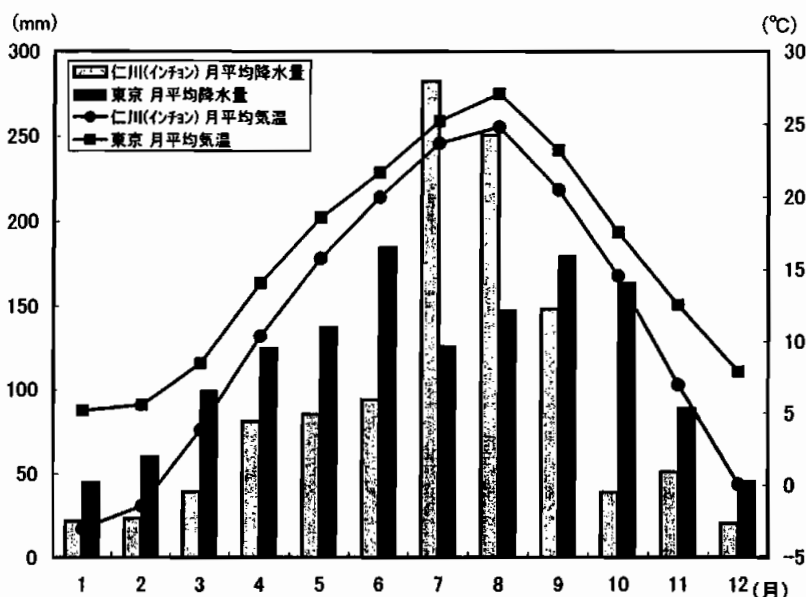


図3 仁川(インチョン)および東京における降水量と気温(資料:理科年表)
Fig.3 Temperature and Rainfall in Tokyo and Incheon (near Seoul)

は、窪地を満たす位の適度の降雨・降雪があり、その水を乾干しするような晴天とが交互にくり返されることが必要であり、年中窪地の穴に水が満たされたままの状態であったり、長期にわたって根雪や氷におおわれてしまうような気象状況では形成されない。

この点、韓国の気象・気候環境は、首都に近い仁川と東京の雨温図(図-3)にみられるように、大陸的で降雨・雪も少なく、乾燥度も高い。やはり温暖湿潤な日本と比較してみると、夏季以外の気温低下と降水・降雪量の減少が著しく、特に秋～冬季には雨量は日本の2分の1位となり、気温の方も0℃を割る厳しい状況となり、gnammaの形成にも好都合な条件となっていることがわかった。

[V] さいごに

Tafoni・gnammaの両微地形は、韓国では広く各地に形成されている。それに対し同一花崗岩(類)地域でも、近接する日本にはほとんど見当たらない¹⁹⁾。どうして、両国間でこのような違いが生じているのだろうか。本稿ではこのことを念頭におき、まずは韓国の状況をより正確に把握するために tafoni・gnamma の分布図を作成し考察した。そこで、さいごに当って、筆者がこれまで調査してきた日本での状況をふまえ、韓国と日本での相異を比較しておくことにする。

まず、tafoni・gnamma両微地形を形成させている岩体についてみると、韓国のものの方が、造山帯・変動帯に位置する日本のものよりはるかに割れめの密度が低いため、大岩壁・巨岩塊が各地に多く存在しており、それが花崗岩山地の特徴的景観ともなっているほどである。

さらに、気候・気象環境からみても、大陸の一部である韓国の方が、気温も低くしかも乾燥している。特に冬季には大陸内部からの乾燥した寒気流の南下が強い。それに対し、四周を海域で囲まれている日本では降雨・降雪共多く、年間を通してきわめて湿潤であるため岩体表面の風化が著しい。

このような岩体の状態の違いと、気候・気象の違いとが相乗して、tafoni・gnamma 両微地形の形成環境は、一層差を大きくしているのである。この結果が、岩体の表面を自然が彫刻するような微地形の形成にとっての環境が、韓国の場合は形成させやすい方向を示しているのに対し、日本の場合は逆に形成しにくい方向にあると推測でき、この相異が両国における分布の差を明瞭にしているものと考えた。

注

- 1) The Encyclopedia of Geomorphology (1968) Dowden Hutchinson.
- 2) 地学辞典 (1981) 平凡社.
- 3) Wilhelmy, H. (1958) Klimamorphologie der Massengesteine, Westermann.
- 4) Twidale, C. R. (1982) Granite Landforms. Elsevier.
- 5) 表1のA～Gの論文.
- 6) 池田碩 (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) 池田碩 (1990) 韓国東北部海岸注文津付近にみられる Tafoni 地形とその形成過程. 奈良大学紀要第18号.
- 8) 池田碩 (1996) Tafoni・Gnamma 地理41巻1～5号.
- 9) Klaer, W. (1956) Verwitterungsformen im Granit auf Korsika. Geographisch kartographische Anstalt Gotha.
- 10) 池田碩 (1989) 地中海コルシカ島の花崗岩地形. 奈良大学紀要17号.
- 11) Twidale, C. R., Corbin, E. M. (1963) Gnammas. Rev. Geomorph. Dyn 14.
- 12) 池田碩 (1998) 花崗岩地形の世界. 古今書院.
- 13) 海洋中の裸岩島に形成している例として、池田碩 (2000) 高知県西南部太平洋にのぞむ蒲葵島・幸島の花崗岩タフォニ. 奈良大学紀要第28号. で報告した。

謝 辞

これまで韓国の多くの研究者に調査の応援をしてもらってきたが、特にこの研究をまとめようと考えた頃より、文献の収集や現地調査への同行をお願いしてきた東国大学の權炯熙教授に対し深く感謝致します。なお、本研究に当っては、1999年度奈良大学研究助成金の一部を現地調査の費用として使用させていただきました。

The Distribution of Tafoni and Gnamma Granite Micro-Topography in the Republic of Korea

Hiroshi Ikeda

Tafoni and gnamma are two types of micro-topography that can develop in granite. Both types are widely found in the Republic of Korea (R.O.K.). However, these two types of micro-topography are rarely found in Japan. The author wondered why, despite the proximity of Japan and the R.O.K. and the fact that both countries have large areas of granite, this difference in tafoni and gnamma distribution in those two countries exists. To try to answer this question, the following research was conducted.

First, a map of the distribution of tafoni and gnamma micro-topography in the R.O.K. was developed. Both types were found in numerous coastal and inland locations, as well as in both upland and lowland locations. This contrasts with Japan in which they are seldom found. Two major reasons for this difference were considered to exist. The granites in both countries are essentially the same, so one reason may be some difference in the granitic surface. The other may be related to the two countries' climatic conditions.

The granite of the Korean peninsula is part of the continental orogenic-mobile belt which has a low density of joints. Therefore, these two types of micro-topography can easily form on the surface of that country's large granite rock walls and solid rock masses. Furthermore, the Korean peninsula is located on the edge of the Eurasian continent. This results in drier conditions and greater temperature differences than are found in Japan. In Japan which is entirely surrounded by the sea, temperatures are relatively high, heavy rainfalls and snowfalls are frequent, and warm humid conditions predominate. This results in severe weathering which make the development of tafani and gnamma micro-topography difficult.

The combination of this difference in granitic joint density and climate is considered by the author to have resulted in the extreme difference between tafoni and gnamma development in Japan and the R.O.K. In other words, there are many geographic regions in the Republic of Korea where these two types of micro-topography can easily develop, whereas the environment of Japan does not allow them to develop easily if at all.

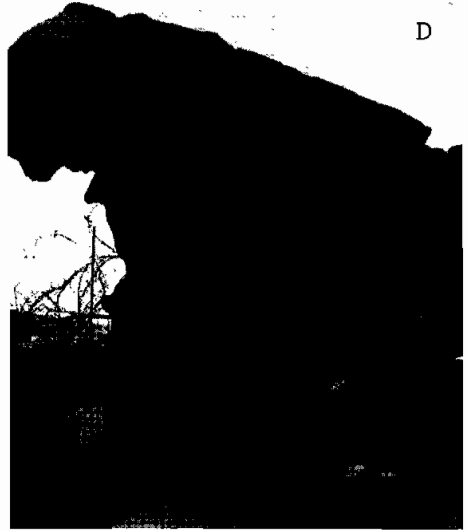
Tafoni (1)



A・B ソウル仁旺山 背景はソウル市街



C



D

C・D 竹島



E・F
仁邱里南海岸



F

Tafoni (2)



H



J

G 仏岩山

H 滑川

I 徳崇山

J 道峰山

K 洪城

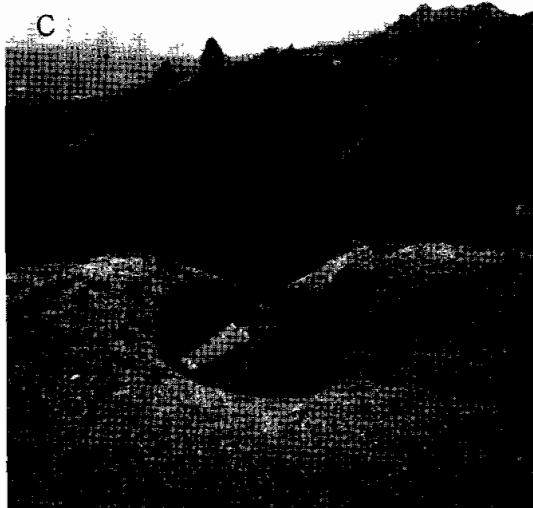


I



K

Gnamma (1)



A・B
月出山 九井峠
Aの直径280cm

C・D ソウル北漢山水分峰
D 上部・中央部・下部に形成

Gnamma (2)

E・F 雪岳山
Eの直径 150cm
Fの直径 60cm



G・H 俗離山
最大の Gnamma・G 内では登頂記念メ
ダルの刻印を行っていた。直径320cm
H内右奥のメジャーは1メートル



I 竹島・直径 40cm