

黒部川流域における壁岩の分布と崩壊地の分布について

誌名	日本林學會誌 = Journal of the Japanese Forestry Society
ISSN	0021485X
著者	大村, 寛
巻/号	53巻8号
掲載ページ	p. 239-246
発行年月	1971年8月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



黒部川流域における壁岩の分布と崩壊地の分布について

大 村 寛*

The Relationship between the Distribution of the Rockycliff
and That of Landslide in Kurobe-Gawa River Basin

Hiroshi ŌMURA*

Summary: The relationship between the distribution of rockycliffs and that of landslides in Kurobegawa river basin was investigated by use of the topographical map of the scale of one to five thousands. The followings were measured on the map which was covered by the square grid with the unit area of 0.25km²: The number of contour lines, rockycliffs in the unit quadrat, the number of grids that rockycliffs appear continuously in the adjacent quadrats and the length of rockycliffs which was measured by a curvimeter. The same measurement was conducted about landslides. In addition, Monte Carlo simulation method was employed to get the average distribution type of rockycliffs and landslides on the assumption that they took place at random. As a result of these measurements, the followings have been made clear: Rockycliffs do not appear singly but appear continuously in wider areas, the wider a group of rockycliffs appears continuously, the higher the density of short cliffs and the steeper the inclination of this region is. The tendency of appearance of landslides is similar to that of the rockycliffs, but not so much distinct as in the case of the rockycliffs. The distribution of the landslides almost coincided with that of the rockycliffs. The writer concluded that the geologic characters which were caused by many fault zones and sheared zones, were closely related with the production of the rockycliffs and landslides in this region.

要 旨: 黒部川流域における壁岩の分布と、崩壊地の分布の関係を調べるために、1/5,000 の地形図を用い、コードラートとして面積 0.25 km² の正方形の格子を描き、壁岩の個数と長さ、崩壊の個数、等高線の本数、および隣接する格子内に連続して出現する場合の格子を合わせた広さを測定した。同時に比較のため、モンテカルロシミュレーションをした。以上の結果、壁岩は単独に存在するのではなく、広く連続して出現するのであるが、その連続して分布する時の、あわせたコードラートの広さが広いほど長さの短い壁岩が高密度に分布し、その地域の平均傾斜はきわめて急である。壁岩程ではないが、崩壊もこの傾向が強く、壁岩の分布とよく重なり合っていることが明白になった。これは、断層帯（特に破碎帯）としての地域固有の性格が、壁岩と崩壊の生成に強く関与していることによるものと推測された。

1. はじめに

高山地帯の特殊崩壊地については、日常の市民生活に対し、影響を直接には及ぼさないこと、および現地での踏査がきわめて困難な場合が多いこと等のために研究は多くなされていないようである。しかし、多くの河川の水源地であり、絶対的にみて多量な土砂の供給源である高山地帯の侵食現象を解明し生産土砂量を推定することは、広域な砂防、治山計画を立てるために意義あることと思われる。そこで、立山連峰を含む名古屋営林局富山経営計画区管内（主として黒部川流域）を対象に、北アルプスにおける、山岳地形の著しい特徴となっている壁

岩の分布をとり上げ、崩壊地の分布との関係を、マクロな見方で統計的に考察したので以下に報告する。

2. 流域および壁岩についての概略

三ッ俣蓮華岳、水晶岳、薬師岳、鷲羽岳等の、標高 2,500m を越す高山地帯の奥深い谷が黒部川の水源地となっている。有名な黒部ダムでせきとめられた水は、そこから、白竜峡、十字峡などの峡谷をぬって、海岸迄の約 60 km を一気に流下する。面積約 7 万 ha の流域は、西の分水嶺の立山連峰（南から北へ順に、黒部五郎岳、薬師岳、鷲羽、大汝山、剣岳、毛勝山等）と東の分水嶺の後立山連峰（鷲羽岳、針ノ木岳、五竜岳、唐松岳、白馬

* 名古屋大学農学部 Fac. of Agr. Nagoya Univ., Nagoya

岳, 朝日岳等) によって, 囲まれている。流域には人工の黒部湖および黒難川, 剣沢等の支流が含まれている。黒部川流域についての地質, 地形学上の調査は, 電源開発, 登山, 観光開発の目的があつて部分的にはかなり詳しくなされているが, 急峻な山岳地帯であるだけに, 全域にわたる精密な学術上の踏査がきわめて困難なために, まだまだ秘境的な地域とされているようである。諸文献によれば, 北アルプスは断層作用により隆起したもので, それも西に緩く東に急な傾動山地とされ¹⁾ている。山稜形が非対称²⁾であるのは, その理由の他に, 氷河期にできた山岳氷河の影響^{3,4)}もあげられる。断層線は南北方向に多く走っているらしいが, 確認はわずかなものを除いて困難なようである。構成岩石⁵⁻⁷⁾は, 断層運動と関係の深い火山活動⁸⁾によってできた立山の安山岩と鹿島槍ヶ岳, 唐松岳, 蓮華岳, 野口五郎岳等の尾根に狭く分布する石英斑岩, 流紋岩, 珩岩, および太郎山から上ノ岳の尾根にわずかに残った準平原を構成する中生層(手取統)を除けば, 大部分が新期花崗岩(高瀬型)とその西縁の飛弾片麻岩により占められている。

黒部川は構造谷であり, 地形的には縦谷である。水系パターンは, 断層と節理の影響をうけた格子状水系となっている。このような地形, 地質環境にある黒部川流域には, たとえば上流から順に, 黒部別山東面, 南仙人山のガンドウ尾根, 奥鐘山付近のように, 巨大な岩壁が存在し, 登山家の対象⁹⁾となっている。この岩壁は地形図上では, 固まりきった物質(岩)の崖という意味⁹⁾で, “壁岩”(頽岩)とよばれ, 壁岩の上の輪郭を表わす不規則な凹凸の線と, 崖のひだをまねた最大傾斜方向の線の組み合わせによる, 特殊な変形地記号(図-1参照)によって表わされている。壁岩の主成原因については不明な点が多く, 正確なことは十分にわからないが, 文献および地形図からの判読によれば, 大体, 次のように考えられる。

(i) 断層運動が花崗岩等の結晶質の岩盤に直接に作用した結果, 断層崖, 破碎帯ができ¹⁰⁾, その構成要素として残ったもの……鳴沢岳周辺。

(ii) 傾動作用に氷河の影響³⁾が加わってできた単斜山稜の, 東斜面の基岩が露出したもの。

(iii) 断層運動により山地が隆起し, その結果, 河谷のたて侵食が激しくなり, 峡谷を作る過程でできたもの……本流ぞい, および同じ原因で, 支流から本流へ移る所が遷急点となり, そここ, たて, よこ侵食が進み生じたもの¹¹⁾。

(iv) 花崗岩の大きな垂直節理, 片麻岩の片理が, 極端な急斜面を構成し, 切取峰として残ったもの……剣岳。

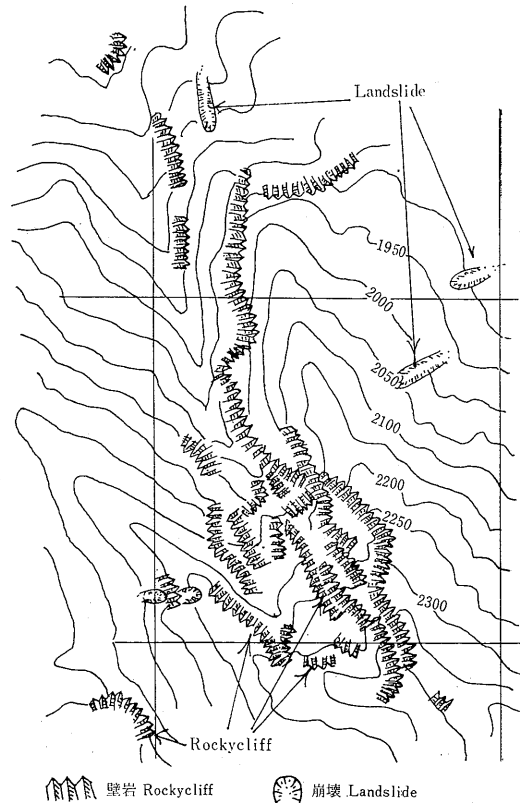


図-1. 壁岩と崩壊が分布している例

Fig. 1. Example of distribution of rockycliffs and landslides

(v) 溶岩台地が侵食に耐え, 卓状に残った所の周縁が壁岩となったもの……立山から雲ノ平。

(vi) 構造的な河谷の中でも, 特に攻撃斜面や, 谷頭に対する侵食によって岩盤が露出し壁岩となったもの。

(vii) 雪線以上の高さで, 斜面が急な所に, 風化によって生じた岩屑や土砂がずり落とされ, 岩骨があらわれたもの……尾根線ぞい。

以上のように列挙したが, 地形図, 空中写真の判読からだけでは, 判定しようとする壁岩が, 以上のどの場合に対応するのかについて正確な断定はできない。ただ, これらの壁岩はどれも, その生成過程の中で, 何らかの形をとおして, 断層運動と関係があつたであろう, ということおよび, 生成に至るまでに, 多かれ少なかれ岩屑, 土砂を生産してきたこと, この二つが共通点としてあげられよう。壁岩を生成した地域は, 上述のような性格をとおして, 素因のうえで崩壊の発生と関係があるように思われる。そこで, 地史的に古くからある壁岩の分布が現在の崩壊の分布と, どのような関連性をもっているか

について調べた。

3. 測定方法

空中写真から判読された崩壊地の記入してある地形図(縮尺 1/5,000)に、単位地域として、一辺の長さが 10 cm (実長 500m) の正方形からなる格子を描き、格子内に含まれる壁岩の数 n 、およびキルピメーターでその総延長(単位地域内、面積 0.25 km² に含まれる個々の壁岩についての、地図上へ投影された長さの総和) $\sum l_i$ 、崩壊地の個数 m を測定した。また、その地域の傾斜として、格子に内接する円内に入った等高線の本数を換算して、 $\tan \theta$ を求めた。壁岩が存在する格子に、隣接した格子内にも壁岩が存在する場合、地域的に連続して出現したもののみなし、次々に連続して出現した所を囲み、ひとつながりになる地域の広さ(この広さを仮に群面積とする)を求めた。崩壊についても同様にして求めた。群面積は連続して出現し、かつ互いに隣接し合う格子(単位地域)の個数 p と単位地域の面積との積 0.25p km² で計算される。これらの値を測定した後、単位地域内に存在する壁岩の密度 ρ' と崩壊の密度 ρ 、同一の密度をもった地域の出現頻度 F, F' 、群面積の広さに関する頻度 F_s, F_s' を計算した。群面積については、適切な理論値が得られないので、乱数表を用いてモンテカルロシミュレーションを行ない、得た値をランダムに壁岩や崩壊が出現した場合の期待値にとって χ^2 検定をした。以上の地形解析にあたって求めた量は次のように計算した。

- 単位地域の面積 $a = 0.25 \text{ km}^2$
- 全地域数 $N = \text{対象面積} / 682 \text{ km}^2 / a = 2,728$
- 崩壊密度 $\rho = m_i / a = 4m_i / \text{km}^2$
- 壁岩密度 $\rho' = n_i / a = 4n_i / \text{km}^2$
- 崩壊の群面積 $s = ap$
- 壁岩の群面積 $s' = ap'$

- 同じ崩壊密度をもった地域数を q とし、崩壊密度の頻度 $F(\%) = 100q/N$
- 同じ壁岩密度をもった地域数を q' とし、壁岩密度の頻度 $F'(\%) = 100q'/N$

崩壊について同じ群面積をもった群の個数を q_s 、群の総数を N_s (単独に存在する所は群面積が単位地域の面積 a に等しいとして群に含める) とすれば、

群面積の頻度 $F_s(\%) = 100q_s/N_s$

壁岩についても同様に考え、

$F_s'(\%) = 100q_s'/N_s'$

群内の平均崩壊個数 $\bar{m} = \frac{1}{q_s} \sum \frac{p}{\sum m_i}$

群内の平均壁岩個数 $\bar{n} = \frac{1}{q_s'} \sum \frac{p'}{\sum n_i}$

単位地域あたりの壁岩の総延長 $l_j = \sum l_i / a$

密度 ρ' の地域の壁岩 1 個あたりの平均長 \bar{l}_i

$\bar{l}_i = \frac{1}{nq'} \sum \sum l_i$

同じく、密度 ρ' の地域の面積 1km² あたりの平均壁岩延長を $\bar{l}_{\rho'}$ とし、

$\bar{l}_{\rho'} = \sum l_j / q'$

また、傾斜が θ である地域の、壁岩の存在する箇所数を $C+D$ とし(表-1 参照)、同一傾斜の地域の、壁岩についての平均総延長を \bar{l}_θ とすると

$\bar{l}_\theta = \frac{1}{C+D} \sum l_j$

4. 結果および考察

崩壊密度 ρ とその頻度 F 、および壁岩密度 ρ' とその頻度 F' の関係を図-2 で示した。ランダムに分布する場合は、ポアソン分布と仮定すれば、それぞれの値を計

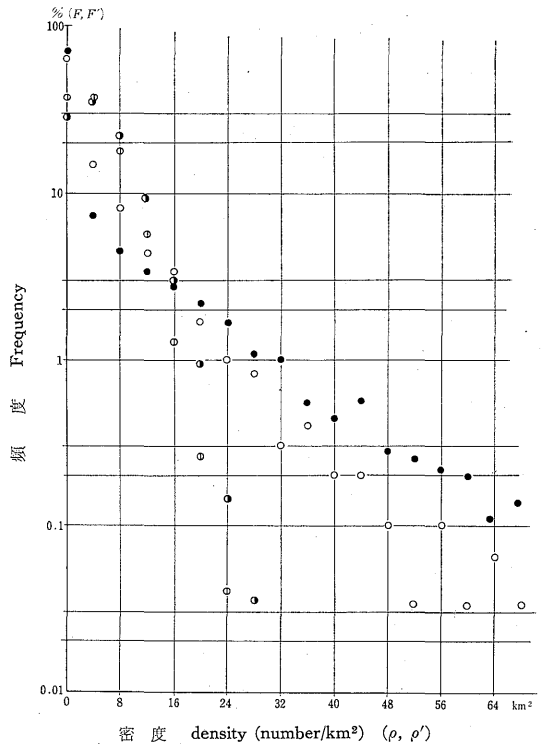


図-2. 密度とその頻度

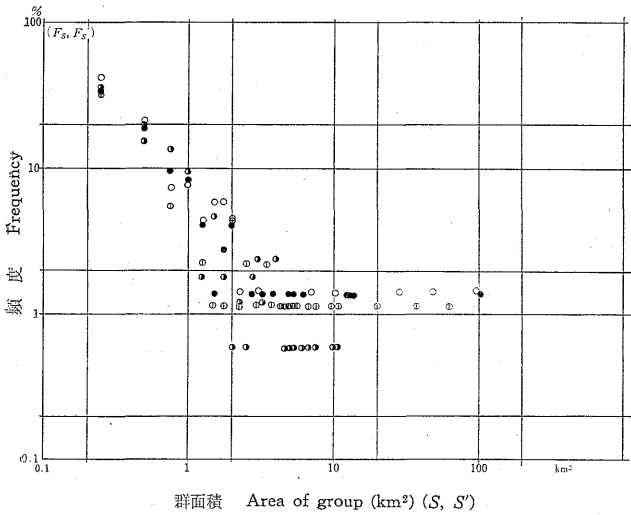
Fig. 2. Frequency of density

- Landslide ⊙ Landslide (by Poisson distribution)
- Rockycliff ⊙ Rockycliff (by Poisson distribution)

算することができるので、この値も付記した。この値を期待値にとって χ^2 検定をすると、崩壊について 20.68 (d. f. 4)、壁岩について 102.93 (d. f. 4) となり、共に 99% の信頼度でポアソン分布による値に等しいという帰無仮説は棄却された。或る格子内で生じた壁岩、崩壊は、隣接する格子内で生じた壁岩、崩壊と無関係ではない、つまり、隣接する格子間にまたがるような、崩壊、あるいは壁岩の発生に影響を及ぼす地質的な連続性がある

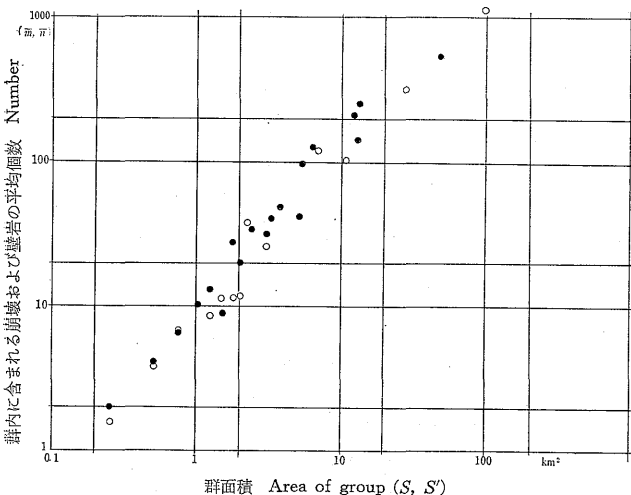
ると判断できよう。ポアソン分布による値との具体的な相違点は次のとおりである。

実測値は崩壊や壁岩のない所(密度0)の頻度が高く、崩壊や壁岩の生じた所では、単位地域内に1個とか2個のような低密度で出現する頻度が低く、逆に、比較的高密度で出現する所の頻度が、ポアソン分布による値に比較して高い。このことは、崩壊や壁岩は発生する地域に対する選択性が、ランダムではなく、個性的に強いといえよう。つまり、壁岩や崩壊は、何らかの物理的な作用が、特定の地域に、集中的にはたらいた結果、発生したものと考えられる。次に、崩壊と壁岩の実測値について比べてみよう。同じ密度についての頻度を対にして χ^2 を求めると、崩壊の頻度 F を期待値にとれば、95% の信頼度で有意差は認められないが、逆に、壁岩の頻度 F' を期待値にすれば、同じ 95% の信頼度で有意差が認められた。このことは、両者の傾向は全体としてかなり似ているけれども、細かく見れば、壁岩は崩壊よりも、狭い地域により密集して発生する機会が多いことと対応している。ある地域に壁岩を生ぜしめた力を仮定すると、これは崩壊をもたらしただけに比べ、地域的に、より集中して強く、作用のしかたが地域に対して、さらに特殊な選択性をもっているのではないだろうか。また、傾向が似ているので、何らかの共通点、関連性が壁岩と崩壊の間にあるように思われる。次に、横方向への分布の広がりかた、連続性をみてみよう。群面積 s or s' と、その頻度 F_s or F'_s の関係を図-3 で表わした。モンテカルロシミュレーション(モデル実験)による値もあわせて記した。モデル実験による値を期待値にとって求めた χ^2 の値は、崩壊について 62.77 (d. f. 11)、壁岩について 38.20 (d. f. 8) となり、共に 99% の信頼度でランダムな出現のしかたによる値に等しいという帰無仮説は棄却される。実測値はモデル実験による値に比べ、広い群面積をもったものの頻度が高いのである。群全体の面積の 40% をこえるような群が実際に出現した。壁岩や崩壊は、地域的に単独に、あちこち不連続にでるのではなく、かなりの広さをもって連続的に出現するのである。モデル実験では、いろいろな群面積のものが、低い頻度で表われ、地図上ではバラバラに出現し、地域固有の性格を反映しないが、実測した群については、立山連峰



群面積 Area of group (km²) (S, S')
 図-3. 群面積とその頻度の傾向
 Fig. 3. Trends of frequency on area of group.

- Rockycliff ● Rockycliff (model experiment)
- Landslide ○ Landslide (model experiment)



群内に含まれる崩壊および壁岩の平均個数 Number
 図-4. 群面積と群内に含まれる崩壊及び壁岩の平均個数の傾向
 Fig. 4. Trends of number on area of group.

- Rockycliff ○ Landslide

といえよう。つまり、壁岩や崩壊は、何らかの物理的な作用が、特定の地域に、集中的にはたらいた結果、発生したものと考えられる。次に、崩壊と壁岩の実測値について比べてみよう。同じ密度についての頻度を対にして χ^2 を求めると、崩壊の頻度 F を期待値にとれば、95% の信頼度で有意差は認められないが、逆に、壁岩の頻度 F' を期待値にすれば、同じ 95% の信頼度で有意差が認められた。このことは、両者の傾向は全体としてかなり似ているけれども、細かく見れば、壁岩は崩壊よりも、狭い地域により密集して発生する機会が多いことと対応している。ある地域に壁岩を生ぜしめた力を仮定すると、これは崩壊をもたらしただけに比べ、地域的に、より集中して強く、作用のしかたが地域に対して、さらに特殊な選択性をもっているのではないだろうか。また、傾向が似ているので、何らかの共通点、関連性が壁岩と崩壊の間にあるように思われる。次に、横方向への分布の広がりかた、連続性をみてみよう。群面積 s or s' と、その頻度 F_s or F'_s の関係を図-3 で表わした。モンテカルロシミュレーション(モデル実験)による値もあわせて記した。モデル実験による値を期待値にとって求めた χ^2 の値は、崩壊について 62.77 (d. f. 11)、壁岩について 38.20 (d. f. 8) となり、共に 99% の信頼度でランダムな出現のしかたによる値に等しいという帰無仮説は棄却される。実測値はモデル実験による値に比べ、広い群面積をもったものの頻度が高いのである。群全体の面積の 40% をこえるような群が実際に出現した。壁岩や崩壊は、地域的に単独に、あちこち不連続にでるのではなく、かなりの広さをもって連続的に出現するのである。モデル実験では、いろいろな群面積のものが、低い頻度で表われ、地図上ではバラバラに出現し、地域固有の性格を反映しないが、実測した群については、立山連峰

の東斜面に、南北方向に長い、かなり広い群面積をもった群と、後立山連峰の西斜面尾根近くに、南北方向に長いいくつかの群と、黒部川の水源地(谷頭)地帯の群とがそれぞれ出現した。この実際の群の出現傾向は、黒部川流域の地形的特徴と、黒部川上流部での侵食活動についての特徴を、総合的によく反映しているものと思われる。壁岩と崩壊を比べると、両者の傾向は大体似ているが、くわしく見れば、壁岩の方が崩壊よりも、広い群面積をもった群が出現し、逆に狭い群面積をもった群の頻度は低い。壁岩は特定の地域に広く分布するが、それ以外の所ではあまり出現しないという傾向が、崩壊より多少強いように思われる。壁岩の生成には地質的な原因を主に、崩壊の発生には強い降雨を誘因にあげなければならぬが、分布を比較するうえで常に考えておかなければいけないであろう。

次に、群面積の広さと、その中に含まれる壁岩や崩壊の平均個数を図-4に表わした。群面積が増すにつれて、壁岩や崩壊の個数は増加する、単に正比例的に増加するのではなく、図-5で表わしたように、群面積が広いほど群内の崩壊や壁岩の密度は高くなっているの、それだけよけいに、広い群では崩壊や壁岩の個数は多くなっている。この傾向は壁岩の方が崩壊よりはっきりして強いようである。壁岩は広域にまとまって、その中でも狭い所に集中的に分布するが、崩壊はこの影響を弱めて受けとめたように、壁岩に比べやや狭くまとまり、部分的ではあるがかなり集中的に分布しているのである。崩壊地および壁岩の個数を考慮しないで、単にそれらが存在するかしないかについて、傾斜別にまとめたのが表-1である。全地域数のうち崩壊、壁岩ともなかった所Aが一番多く、崩壊だけあって壁岩のない所Bが次に多い。壁岩だけあって崩壊のない所Cと崩壊と壁岩の両方とも

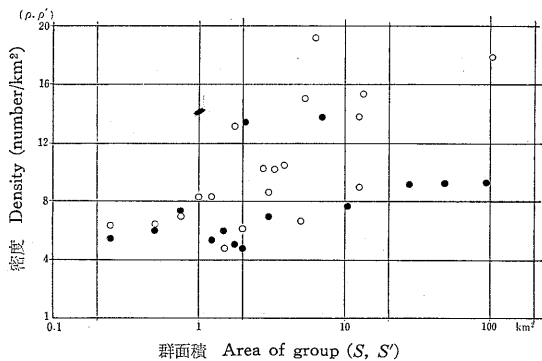


図-5. 群面積とその密度
 Fig. 5. Relation of area of group to density
 ● Landslide (correlation coefficient is 0.48)
 ○ Rockycliff (correlation coefficient is 0.62)

表-1. 崩壊もしくは壁岩を含む傾斜別の単位地域数
 Table 1. Number of unit area cotaining landslides or rockycliffs

tan θ	崩壊なし 壁岩なし A	崩壊だけ あり B	壁岩だけ あり C	崩壊・壁岩 共にあり D	地域数 E
0.2	10	1	0	0	11
0.3	35	4	5	7	51
0.4	73	26	13	6	118
0.5	119	28	19	11	177
0.6	172	92	21	20	305
0.7	291	125	56	53	525
0.8	279	159	63	71	572
0.9	216	110	70	78	474
1.0	108	41	53	60	262
1.1	41	6	44	44	135
1.2	15	3	20	20	58
1.3	6	2	12	9	29
1.4	0	0	3	2	5
1.5	1	0	1	0	2
Total	1366	597	380	381	2728

A: without landslide and rockycliff
 B: containing landslide only
 C: containing rockycliff only
 D: containing landslide and rockycliff
 E: total of A, B, C and D

あった所Dはほぼ同じくらいになった。地域数Eに対する崩壊地を含む箇所数(B+D)の比、 $\frac{B+D}{E}$ とtanθの関係、および地域数Eに対する壁岩を含む箇所数(C+D)の比、 $\frac{C+D}{E}$ とtanθの関係は図-6のとおりである。壁岩を含む割合は、tanθが0.8の値までは大体一定であるが、0.8をこえるとほぼ直線的に増加する。崩壊では逆に、tanθの値が0.8以下では傾斜が急になるにつれて、崩壊地を含む割合は増すが、0.8をこえると大体一定となる。これは傾斜の表わす意味が異なるためであろう。壁岩が生ずるには、著しく急傾斜でなければならないことと、多くの壁岩が密集してできた所は、壁岩が垂直的にそそり立つ効果によって、結果的に地域の傾斜を急なものにしていることの2つの場合が考えられるが、崩壊にとっては、緩い傾斜の所での、微地形的なわずかな傾斜の変化にでも対応できるが、この小規模な崩壊が多発することによって、面積0.25km²全体の平均傾斜を変え得るほどの効果はないであろうと推測できるのである。

壁岩の長さについては図-7で示したようになった。傾向は図-6の壁岩を含む割合とtanθの関係にみられる傾向とほぼ同じとなった。壁岩密度ρ'と平均的な壁岩延長 \bar{l}_p の関係は図-8のようになった。ρ'が増すにつれて \bar{l}_p も増すが、その増加の割合は低下した。これは図-9で示したように、壁岩密度ρ'が増すにつれて、壁岩1個の平均的な長さ \bar{l}_i が短くなったことによる。壁

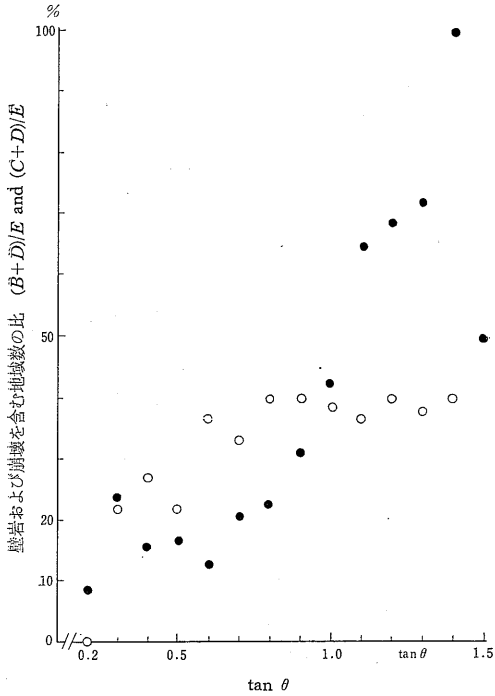


図-6. 傾斜と壁岩および崩壊を含む地域数の比との関係

Fig. 6. Relation of $\tan \theta$ to containing ratio, $\left(\frac{B+D}{E} \text{ and } \frac{C+D}{E}\right)$
 ● Rockycliff ○ Landslide

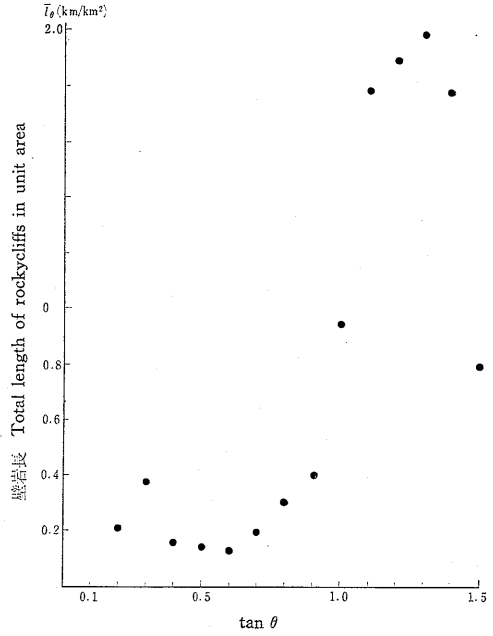


図-7. 単位地域の平均傾斜とその中に含まれる壁岩の平均総延長との関係

Fig. 7. Relation of $\tan \theta$ to total length of rockycliffs in unit area

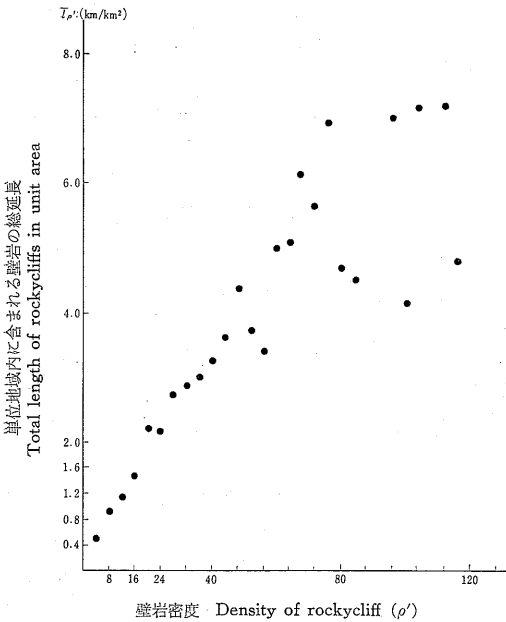


図-8. 単位地域の壁岩密度とその総延長

Fig. 8. Relation of density to total length of rockycliffs in unit area

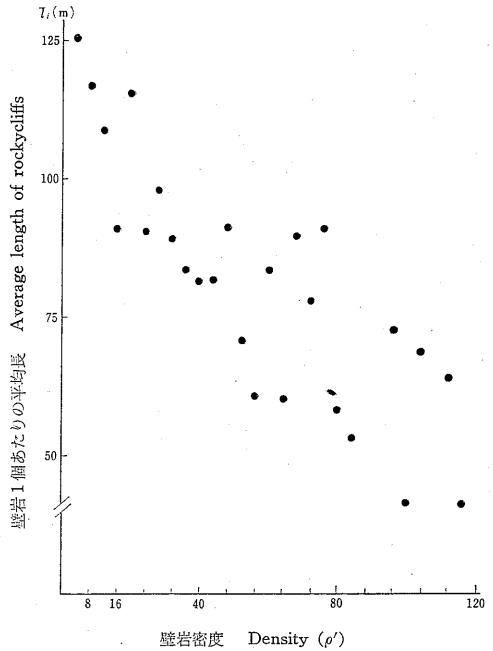


図-9. 壁岩密度とその1個あたりの平均長

Fig. 9. Relation of density to average length of rockycliffs

岩の入りかたが規則的な整然としたものではなく、不規則なので密度が高くなると、長いままでは互いに障害となり、個々に短くなるのであろう。壁岩の並び方のこの不規則性は、いろいろな理由によるものと思われるが、黒部川流域の地質的な特徴から、特に断層作用による影響が考えられる。すなわち、断層運動が広域にわたって作用する場合、ストレスの集中のしかた、壁岩を生ぜしめた力を受けとめる地質構造のストレスの発散のしかた¹⁰⁾、具体的には、構成岩石の破碎のしかた、節理の入りかた等と密な関係があるだろう。このような影響を強く受けてきた岩の、生成過程では何らかの形で土砂の生産がなされたに違いない。この意味での壁岩の分布と崩壊の分布がどの程度に重なり合っているかについて、表-1 を用いることにより、以下のように検討してみた。傾斜が同一の地域において、壁岩の存在と崩壊の存在が互いに独立に、無関係に分布すると仮定しよう。この時、壁岩と崩壊とが同一の単位地域内に共に存在しなければならない理論的な箇所数 D' は、崩壊地を含む箇所数の確率 $\frac{B+D}{E}$ と、壁岩を含む確率 $\frac{C+D}{E}$ に、その傾斜の地域数 E を乗じた積となるはずである。 E を約分すれば $D' = \frac{(B+D) \cdot (C+D)}{E}$ となる。この D' を理論値(理論度数)として、壁岩と崩壊の両方が存在しない所の箇所数、壁岩は存在するが崩壊は存在しない所の箇所数、逆に、壁岩は存在しないが崩壊は存在する箇所数を求め(自由度が1なので D' さえ求めれば、これらの値は次々と求めることができる)、表-2 の例で示すような、 2×2 の分割表を平均傾斜別に作製し、表-1 の実測値からの偏差を求めて χ^2 検定をした。分割表における理論度数と χ^2 の値、および 90%、95%、99% の信頼度にもとづく判定結果を表-3 に一括して掲げた。表-3 によれば、全地域の 70% 以上が 99% の信頼度で、壁岩と崩壊の分布に関連性がないという帰無仮説を棄却してもよいことになった。すなわち、図-10 で示されるように、壁岩と崩壊とが無関係な場合の理論度数に

表-2. 2×2 の分割表についての例

Table 2. Split design of 2×2

Landslide Rockycliff	Landslide		Total
	Absent	Present	
Absent	31 (A')	8 (B')	39
Present	9 (C')	3 (D')	12
Total	40	11	51

Example Case $\tan \theta = 0.3$

A', B', C' and D' express the theoretical A, B, C and D in the order

A', B', C', D' は A, B, C, D (表-1 参照) の理論度数を表わす

表-3. 表-1 から計算した理論度数と χ^2 による検定結果

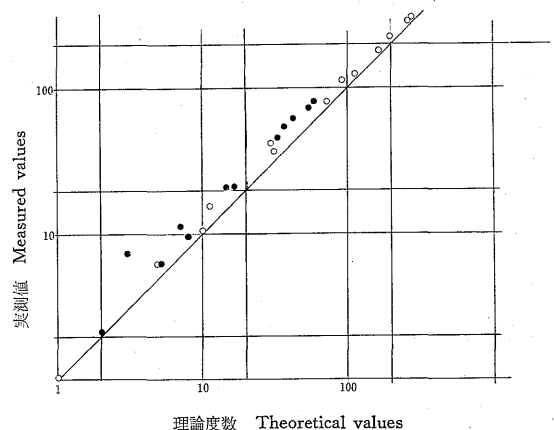
Table 3. Theoretical values calculated from Table 1

$\tan \theta$	崩壊なし 壁岩なし	崩壊だけ あり	壁岩だけ あり	崩壊・壁 岩共にあ り	χ^2 chi- square	90%	95%	99%
	A'	B'	C'	D'				
0.2	10	0	1	0	0.00	×	×	×
0.3	31	8	9	3	9.63	○	○	○
0.4	72	27	14	5	0.32	×	×	×
0.5	115	32	23	7	3.62	○	×	×
0.6	167	97	26	45	3.04	○	×	×
0.7	275	41	72	37	13.22	○	○	○
0.8	262	176	80	54	11.71	○	○	○
0.9	197	129	89	59	14.80	○	○	○
1.0	92	57	69	44	17.38	○	○	○
1.1	30	17	55	33	17.02	○	○	○
1.2	11	7	24	16	5.41	○	○	×
1.3	5	3	13	8	0.74	×	×	×
1.4	0	0	3	2	0.00	×	×	×
1.5	1	0	1	0	0.00	×	×	×

○ significant, × non-significant

比べて、実測値は、壁岩と崩壊が共に存在する地域、および両者共に存在しない地域が多く、壁岩の分布と崩壊の分布が、よく重なり合っていると判断できる。これは壁岩の生成原因、生成過程、あるいは生成した結果の二次的な影響等のどれかが、地域に固有の性質を与え、それが崩壊を発生させる素因になっているためであると思われる。その中でも断層帯、特に破碎帯の地質的な性質(われやすさ、さげ目から進む風化、裂か水の作用等¹⁰⁾)の影響が強いであろう。

精度の高い地質図が得られにくい高山地帯において、



○ without rockycliffs and landslides (崩壊、壁岩共に含まない)
● containing rockycliffs and landslides (崩壊、壁岩共に含む)

図-10. 理論度数と実測値との比較

Fig. 10. Comparison of the measured result with the calculated result

崩壊の分布を地形解析によって扱う場合には、侵食現象の何らかの指標、たとえば壁岩の分布も、崩壊の原因を考察するうえで重要な要素になると思われる。しかし、統計的な手法だけでは、地質からみた崩壊の素因の機構と、その多様性、特殊性を十分に把握することがむずかしいので、今後の課題であろう。

引用文献

- 1) 原田三夫: 山の科学. 99~100, 朋文堂新社, 東京, 1967
- 2) 金子史朗: 後立山連峰北部の非対称山稜. 地理評 29: 470~483, 1956
- 3) 小林国夫: 日本アルプスの非対称山稜. 地理評 29: 484~492, 1956
- 4) 深井三郎: 飛弾山脈とその山麓地域の地形発達. 地理評 33: 247~268, 1960
- 5) 柴田秀賢: 日本岩石誌 II. 156, 朝倉書店, 東京, 1967
- 6) 柴田秀賢: 日本岩石誌 IV. 25, 朝倉書店, 東京, 1968
- 7) 小林国夫: 日本アルプスの自然. 60~62, 築地書館, 東京, 1963
- 8) 冠松次郎: 黒部の壁と谷. 岳人 223: 128, 1966
- 9) 五百沢智也: 登山者のための地形図読本. 126~129, 山と溪谷社, 東京, 1969
- 10) 金子史朗: 構造地形学. 138~142, 古今書院, 東京, 1968
- 11) 渡辺光: 自然地理応用地理 第1巻 地形学. 62~69, 古今書院, 東京, 1967

(1971年1月16日受理)

抄 録

○西洋ナシの芽の休眠期打破と関係した化学変化 (Chemical changes associated with the breaking of the rest period in vegetative buds of *Pyrus communis*) CHAUDHRY, W. M., BROYER, T. C. and YOUNG, L. C. T.: *Physiol. Plant.* 23: 1157~1169, 1970

休眠芽および種子の休眠打破を説明するのに窒素、磷酸および核酸代謝に関して従来次のような仮説が提出されている。1) 可溶性窒素の蓄積と関連している。2) 蛋白質合成が活潑に続けられるとき破れる。3) 可溶性全磷酸の蓄積が必要である。4) ある限界値までの核酸の蓄積、5) 休眠打破方法は核酸や蛋白質を合成するのに用いられる高エネルギー磷酸化合物を増量する。6) ある抑制物質が RNA 合成に関与する DNA を抑えている。

西洋ナシの接穂をさしき1年マルメロの台木につぐと11月休眠に入る。葉が落ち、頂芽が形成されたものをピートモスの中に植えかえ、15°Cの温室におくと、夏のごく暑い期間に若干芽が動くものはあっても、このような状態で1年以上の休眠を保てる。このような休眠苗を4月さかさにして、45°C; 3.5時間温水処理し、温室内の水に移すと、7日目には芽がふくらみ出す。また3°C; 12週間冷処理すると、処理後6日目には芽のふくらみが

始まる。この処理過程および処理後について、全-N、可溶性-N; 全-P, リピド-P, 無機-P, エステル-P, 酸可溶-P, 磷蛋白-P, DNA-P, RNA-P につき分画、分析した。

上述のこれまでの仮説 1) については、両休眠打破処理した芽について言えることだが、冷処理の方が可溶性-Nの増量が少ないのに反し、発芽効力が大きいので休眠打破の要因とは言えない。2) については両処理の効力と蛋白-N増量はパラレルである。3) 全可溶性-Pとくに酸可溶性-Pの蓄積が起こってはいるが、温水処理の方が高いので、発芽効力とは相関が成り立たない。4) 冷処理中ではDNAやRNAの増量が認められず、この仮説は支持され得ない。5) エステル-Pは温水処理で冷処理よりむしろ増量しているので、休眠の終了と間接的に関係はあるとしても密接なものと言えない。6) 温水処理では磷蛋白-Pの著しい増量があり、また冷処理では磷蛋白-Pの減少とRNA-Pの増大が認められ、磷蛋白質がDNAを抑制しているようでもある。また前者に見られるようにATP形成が阻まれることによって磷蛋白が蓄積されるであろう。

休眠打破の処理はこれらの結果から、休眠状態を決定するDNA-磷蛋白複合体からDNAを解離し、DNAがRNA合成の鋳型として働かし、ATP量の増大、ついで蛋白合成が導かれ休眠が破られると推定される。

(畑野健一)