

# 変動係数による周水河性斜面堆積物の堆積学的性質と基盤岩質との関係に関する研究

山本 憲志郎

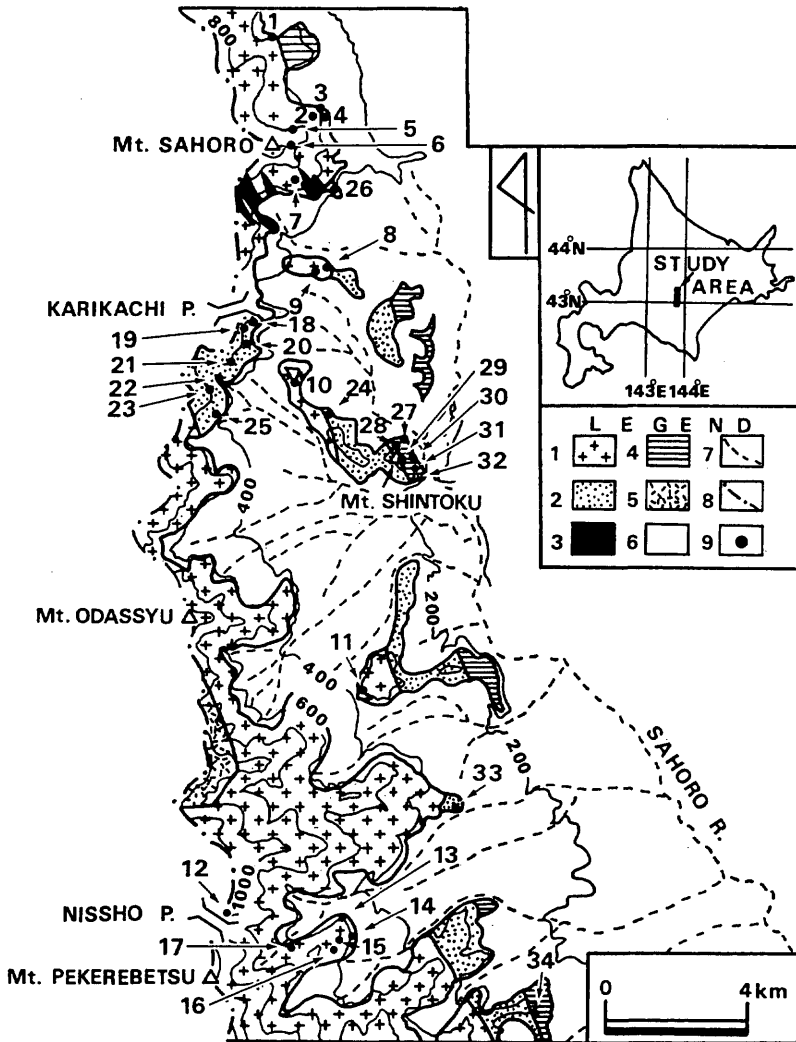
- 〈目次〉
1. はじめに
  2. 研究方法
  3. 異なる空間スケールにおける堆積学的性質および営力に影響すると思われる変数の変動係数
  4. まとめ

## 1. はじめに

周氷河性斜面堆積物の堆積学的性質は、基盤岩質に影響を受けているといわれている（例えばJahn, 1967<sup>(1)</sup>; Mottershead, 1982<sup>(2)</sup>; Harris, 1987<sup>(3)</sup>など）。また、日本の高山の強風地の植生が多様性に富むのは、複雑な基盤岩の分布が、現在および過去の周氷河環境下で、風化様式を異にしていたことも、重要な要因であると報告されている（小泉, 1984<sup>(4)</sup>）。あるいは、基盤岩質の違いによって、周氷河性の岩塊斜面の分布面積に差があることも報告されている（清水, 1983<sup>(5)</sup>）。また、基盤岩質の差異が周氷河性斜面堆積物の堆積学的性質に影響していることが本研究と同一のデータをもとにしたクラスター分析（山本, 1994<sup>(6)</sup>）、線形判別分析（山本, 1993<sup>(7)</sup>）による研究で報告されている。しかし、基盤岩質に対応して周氷河性斜面堆積物の堆積学的性質は、どの程度制約されているのか、またどのような種類の堆積学的性質が影響を受けているのかについて、数量的、統計学的に検討した研究例はまだ不足している。そこで本報では、日高山脈のデータ（山本, 1989<sup>(8)</sup>, 1990<sup>(9)</sup>）をもとに、基盤岩質と周氷河性斜面堆積物の堆積学的性質との関係について、異なる空間スケールにおける変動係数の変動から検討を試みた。

## 2. 研究方法

調査地域は日高山脈の北部に位置し、南北に連なる標高700～1,600mの山岳地域と、その東側に残丘状に分布する標高500m以下の丘陵地である。山岳地域はホルンフェルス、ミグマタイトなどの変成岩類、および花崗岩やハンレイ岩を主とする深成岩類から、また丘陵地はホルンフェルスや、主として頁岩よりなる日高層群より構成されている。山地・丘陵地斜面はこれらの岩石を基盤として移動・堆積した周氷河性斜面堆積物に広く覆われている（小野・平川, 1975<sup>(10)</sup>; Hirakawa, 1977<sup>(11)</sup>; 山本, 1989<sup>(8)</sup>）。



第1図 調査地域の地質および試料採取地点

1. 花崗岩 2. ホルンフェルス 3. 斑れい岩 4. 頁岩 (日高層群) 5. ミグマタイト 6. 扇状地、河成段丘および現河床 7. 河川 8. 主稜線 9. 試料採取地点 (等高線間隔は200m)

Fig.1 Geology and sample sites in the study area.

1. Granite 2. Hornfels 3. Gabbro 4. Shale (The Hidaka Group) 5. Migmatite 6. Fans, fluvial terraces and river-bed gravel 7. River 8. Main ridge 9. Sample site (Contour interval is 200m)

調査地域の周氷河性斜面堆積物の中から、解析資料の整った日高山脈北部の34地点を、基盤岩質別に花崗岩（計17地点、No.1～17）、ホルンフェルス（計8地点、No.18～25）、頁岩（計9地点、No.26～34）に分けた（第1図）。

ここで基盤岩の性質を反映していると考えられる20個の堆積学的性質と、凍結－融解深度とその頻度など、営力に影響すると考えられる標高と斜面傾斜角度の因子が、異なる空間スケールに対応してどのように変動するか検討した。

堆積学的性質を示す数量的変数（計測方法は、山本、1990<sup>(9)</sup>を参照のこと）は、1. 礫含有率、2. 砂含有率、3. シルト含有率、4. 粘土含有率、5. 平均粒径、6. 歪度、7. 分級度、8. 尖度、9. 砂含有率（マトリックス分）、10. シルト含有率（マトリックス分）、11. 粘土含有率（マトリックス分）、12. 平均粒径（マトリックス分）、13. 歪度（マトリックス分）、14. 分級度（マトリックス分）、15. 尖度（マトリックス分）、16. 平均最大礫径、17. 平均礫径、18. 円磨度、19. 平均b/a軸比、20. 平均c/b軸比の20個である。変数1～8は全粒分の粒度組成に、9～15はマトリックス分の粒度組成に、また16～20は礫の大きさ、形態に関する変数である（第1表）。

なお、本研究で解析の対象とするデータは、マクロ・ファブリックの特徴から、周氷河性斜面堆積物と考えられる（山本、1992<sup>(9)</sup>）。

### 3. 異なる空間スケールにおける堆積学的性質および営力に影響すると思われる変数の変動係数

計測地点数の増加に伴い、計測の対象とする周氷河性斜面の面的分布も次第に広がっていくように、空間スケールを（1）：近接する花崗岩地域の2地点（Locs. 14、15）、（2）：（1）を含む花崗岩地域の計6地点（Locs. 12、13、14、15、16、17）、（3）：（2）を含む花崗岩地域の計17地点、（4）：（3）にホルンフェルス地域の8地点を加えた計25地点、（5）：（4）に頁岩地域の9地点を加えた計34地点、に設定した。すなわち空間スケール（1）～（3）は同一の基盤

Variables		
1. Gravel (%)	9. Sand	16. 平均最大礫径
2. Sand (%)	10. Silt (%)	17. 平均礫径
3. Silt (%)	11. Clay (%)	18. Roundness
4. Clay (%)	12. Mean Particle Size ( $\phi$ )	19. b/a
5. Mean Particle Size ( $\phi$ )	13. Skewness	20. c/b
6. Skewness	14. Sorting ( $\phi$ )	
7. Sorting ( $\phi$ )	15. Kurtosis	
8. Kurtosis		
↓	↓	↓
全粒分の粒度組成	マトリックス分の粒度組成	礫の大きさ、形態

第1表 解析に用いた変数

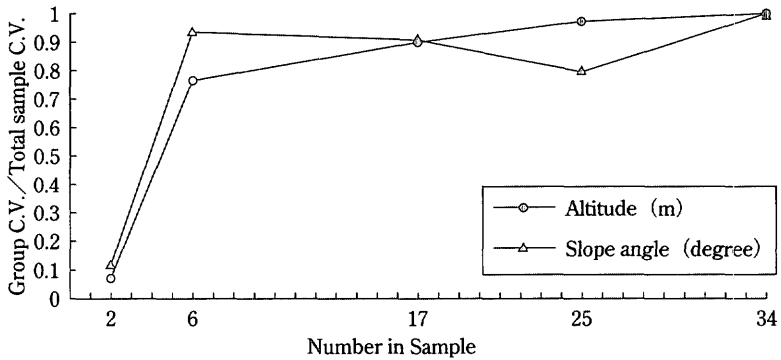
Table 1 List of variables in this study.

岩質 (=花崗岩) 内における面的分布の拡がりであり、空間スケール(4)～(5)は異なる基盤岩質地域 (ホルンフェルスおよび頁岩) への面的分布の拡がりを意味している (第1図参照)。ここで、

変動係数 = (1)～(5) の (標準偏差/平均値) × 100 / (5) の (標準偏差/平均値) × 100  
を算出した。

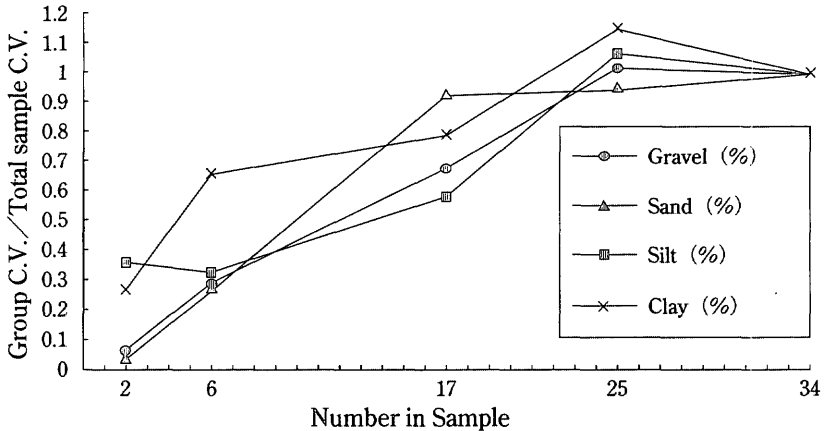
上式で算出される (1)～(3)を分子とした変動係数は、全データに対する同一岩質内の地点間のデータのバラツキを、また (4)、(5)を分子とした値は、異なる岩質間のデータのバラツキを示す。また、データの増加 (=空間スケールが大きくなる) につれて、データのバラツキも増加した場合、変動係数は次第に大きくなると考えられる。

第2図に、異なる空間スケールにおける標高と斜面傾斜角の変動係数を示す。標高、斜面傾斜角は、凍結深度、凍結-融解の頻度やソリフラクションなどによる斜面物質の移動速度に影響すると考えられる変数である。サンプル数2 (空間スケール(1)) から6 (空間スケール(2)) でかなりの増加を示すが、



第2図 異なる空間スケールにおける標高および斜面傾斜の変動係数

Fig.2 Variability of coefficient in altitude and slope angle at different spatial scales.

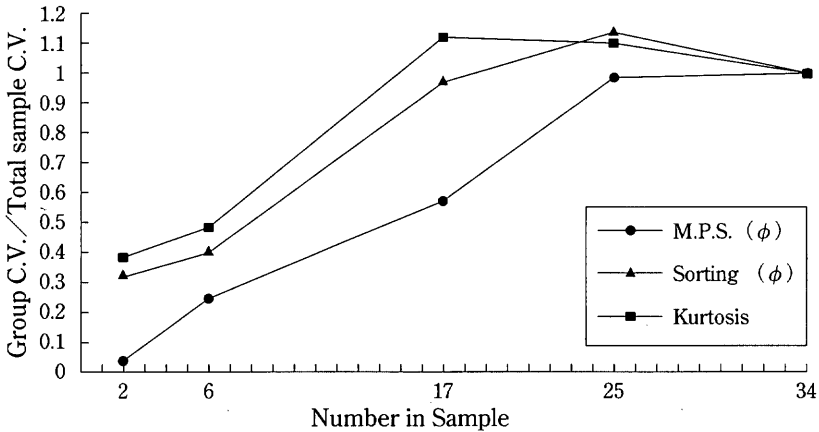


第3図 異なる空間スケールにおける全粒分の、砂、シルトおよび粘土含有率の変動係数

Fig.3 Variability of coefficient in gravel, sand, silt and clay content of all component at different spatial scales.

それ以降は比較的一定している。このことから、これら営力に影響されると思われる変数に、岩質間の相違は認められないものと考えられる。

全粒分の礫、砂、シルトおよび粘土の含有率の結果を第3図に示す。サン

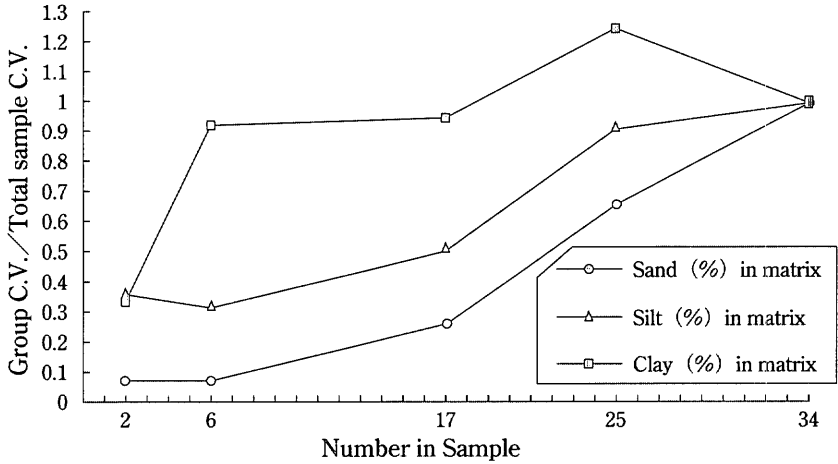


第4図 異なる空間スケールにおける全粒分の平均粒径、分級度および尖度の変動係数

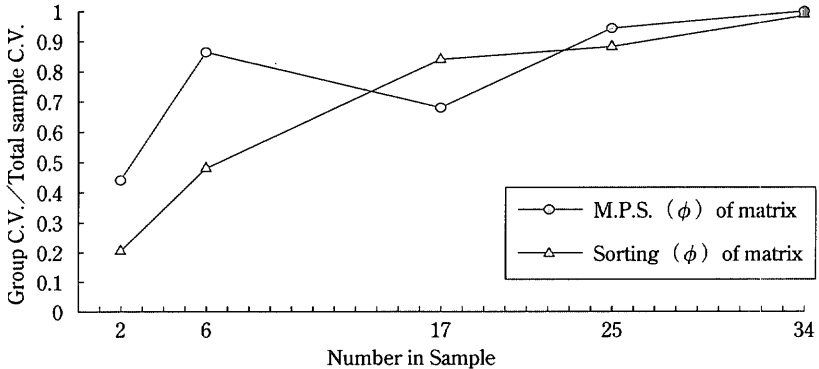
Fig.4 Variability of coefficient in mean particle size (M. P. S.), sorting values and kurtosis ones of all component at different spatial scales.

プル数2～6、サンプル数6～17(空間スケール(3))において変動係数が増加している。この空間スケールでの岩質は同じであるから、岩質以外のなんらかの要因がデータのバラツキを大きくした可能性も考えられる。また、サンプル数17(空間スケール(3))から25(空間スケール(4))においても変動係数の増加が認められる。上述のように、この空間スケールにおいては、標高、斜面傾斜角のバラツキは大きくならないので、岩質の違いによってバラツキが大きくなった可能性が考えられる。また、砂含有率を除く他の変数は、サンプル数25から34(空間スケール(5))にかけて変動係数が減少している。これはホルンフェルス地域と頁岩地域における周氷河性斜面堆積物のこれらの堆積学的性質が似ていることを示していると考えられる。同様に全粒分の平均粒径、分級度および尖度の結果を第4図に示す。尖度の減少がサンプル数17～25で始まっているが、おおよそ第3図の傾向に似ているといえよう。

第5図にマトリックス分の砂、シルトおよび粘土含有率の結果を示す。特に、サンプル数17から25における変動係数の増加が大きい。これは花崗岩



第5図 異なる空間スケールにおける砂、シルトおよび粘土含有率の変動係数  
 Fig.5 Variability of coefficient in sand, silt and clay content of matrix at different spatial scales.

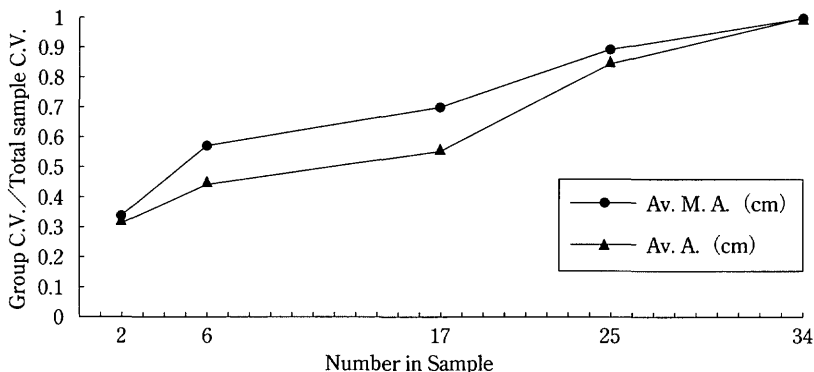


第6図 異なる空間スケールにおけるマトリックス分の平均粒径および分級度の変動係数

Fig.6 Variability of coefficient in mean particle size (M. P. S.) and sorting values of matrix at different spatial scales.

とホルンフェルス、頁岩の岩質の相違が、これらの堆積学的性質に影響したことを示していると推定される。第6図にマトリックス分の平均粒径と分級度の結果を示す。平均粒径が空間スケール6~17において減少しているが、





第7図 異なる空間スケールにおける平均最大礫径と平均礫径の変動係数

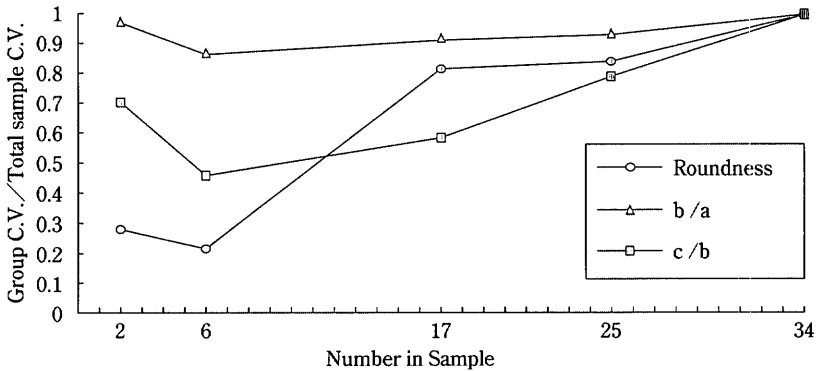
Fig.7 Variability of coefficient in average length of maximum a-axis of clasts and average length of a-axis of clasts at different spatial scales.

全体に緩やかな増加傾向にあるといえる。これはデータ数の増加に伴う、バラツキの増大によるのかもしれない。

平均最大礫径と平均礫径の結果を第7図に示す。これらの変数は基盤岩の節理間隔などに影響されていると考えられる(例えば上本, 1978<sup>93</sup>)。両変数はデータ数が増加するにつれ、データのバラツキが大きくなっているといえるが、サンプル数17~25にかけての変動係数の増加が若干大きく、花崗岩とホルンフェルス、頁岩の岩質の相違が、影響したことを示しているかもしれない。

円磨度、b/a軸比およびc/b軸比の結果を第8図に示す。円磨度はサンプル数6~17の同一岩質(=花崗岩)の方が、岩質が異なるサンプル数17以降に比較して、変動係数の増加が急激である。これは岩質よりも、より強く影響する他の因子の存在を示唆しているのかもしれない。また、b/a軸比は緩やかな変動係数の増加を示しているのに対し、c/b軸比はサンプル数17以降での変動係数の増加が大きく、花崗岩とホルンフェルス、頁岩間の岩質の相違による影響を示唆しているものと思われる。

ところで、Mottershead (1971<sup>94</sup>) は、南西イングランドにおけるヘッド堆積物の調査から、全粒分の平均粒径、礫含有率、歪度などと移動距離の間に、



第8図 異なる空間スケールにおける平均円磨度、平均b/a 軸比および c/b軸比の変動係数

Fig.8 Variability of coefficient in mean roundness value of clasts and mean value of b/a and c/b-axis ratios of clasts at different spatial scales.

あまり強くはないが、相関関係があると報告している。したがって、本調査地域の周水河性斜面堆積物のこれらの堆積学的性質にも、移動距離が強く影響した可能性が考えられる。先述したように、全粒分の組成や粒度指標などの変数に、マトリックス分のそれらの変数に認められるほど岩質の影響が強く表れていないのは、移動距離などが影響した可能性が指摘されよう。

また Harris (1987<sup>(5)</sup>) は、イングランドにおける泥質岩と非泥質岩起源のヘッド堆積物の比較から、基盤岩質によって風化生産物の粒度は強く支配されており、特にマトリックス分の粒度組成は、周水河性ソリフラクションの規模と頻度に関係する凍上性のよしあしや保水能力、剪断抵抗力を強く支配していると述べている。マトリックス分の粒度組成は、本調査地域の基盤岩質に由来する変数の中で、比較的強く岩質の影響を受けていると考えられる。本調査地域の周水河性斜面堆積物が、完新世において基盤岩質によって異なる周水河性の斜面物質移動期を示す (山本、1989<sup>(6)</sup>) のは、マトリックス分の粒度組成などが、岩質によって強く制約されているためである可能性が示唆される。

本研究における変数別にみた空間スケールの変化に伴う変動係数の変動割

	Individual-Contiguous Samples (n = 2 or 6)	Small Lithological Group (n = 17)	Large Lithological Group (n = 25 or 34)
a) Source Material Variability			
· Granular Texture	L	M	G
· Joint	M	M	G
b) Process Variability			
· Altitude	G	M	L
· Slope Angle	G	M	L

(L-Low ; M-Moderate ; G-Great ; n-number of samples)

第2表 異なる空間スケールにおける基盤岩質に由来する変数と営力に影響する変数の影響

Table 2 Effects estimated by some coefficients of at different spatial scales.

合を第2表にまとめた。営力に影響すると考えられる変数 (= 標高および斜面傾斜) は空間スケール(1)および(2)において変動係数の増加を示すが、基盤岩が変化する空間スケール(3)~(5)における変動係数の変化は顕著ではない。この事実はこれらの変数は基盤岩質の影響を受けにくいことを示している。これに対して、基盤岩の性質に由来すると考えられる変数 (= 粒度組成や各種粒度指標、礫の大きさ・形など) は一般的に空間スケールが大きくなるに従って変動係数の増加が大きくなるといえ、特に空間スケール(3)~(4)における増加は顕著である。基盤岩質に由来すると考えられる変数が空間スケール(3)~(4)において示す変動係数の増加は、標高や斜面傾斜などによって説明することができない。したがって、基盤岩質の差異 (= 基盤岩質の性質) が周水河性斜面堆積物のいくつかの堆積学的性質に影響していることは明らかといえよう。なお、基盤岩質に由来すると考えられる変数が空間スケール(4)~(5)において顕著な増加を示さないのは、頁岩地域の周水河性斜面堆積物の堆積学的性質と、花崗岩・ホルンフェルス地域の堆積学的性質とが比較的類似していたことを示している。これは本調査地域に分布するホルンフェルスは頁岩が花崗岩との接触部で変成したものであり、変成度の低いホルンフ

エルスは頁岩と性質がかなり似ている事実と矛盾しない。

#### 4. ま と め

日高山脈北部の周氷河性斜面堆積物の堆積学的性質に関する数量的データを変数として用いて、基盤岩に由来する変数および営力に関する変数について空間スケールに対する変動を、変動係数の変化から検討した。その結果、本調査地域の周氷河性斜面堆積物のいくつかの基盤岩に由来する変数（全粒分の各種含有率・分級度、マトリックス分の各種含有率、平均礫径、最大礫径、c/b軸比）には、基盤岩質の差異による影響が認められた。また、花崗岩・ホルンフェルス地域から頁岩地域にかけて基盤岩に由来する変数の変動係数があまり変化しないのは、ホルンフェルスおよび頁岩の基盤岩質の性質がよく似ているためと考えられる。

本研究は周氷河環境下で移動・堆積した風化生産物と基盤岩質との関係について、限られた地域のデータをもとに、予察的に検討したものである。移動・堆積した物質から、岩質の影響だけを純粋に評価する手法を確立するには、かなりの困難が予想されるので、基盤岩質と周氷河性斜面堆積物の堆積学的性質との対応関係を、統計的手法によって検討する研究は、今後も必要であろう。調査対象地域を広げてデータを蓄積すると同時に、他地域のデータとの詳細な比較・検討が望まれる。

#### 〔引用・参考文献〕

- (1) Jahn, A. (1967): Some features of massmovement on Spitsbergen slopes. *Geogr. Ann.*, 49 (A), 312-325.
- (2) Mottershead, D. N. (1982): Some sources of systematic variation in the main head deposits of Southwest England. *Biulentyen Peryglaciyalny*, 29, 117-128.
- (3) Harris, C. (1987): Solifluction and related periglacial deposits in England and Wales. Boardman, J. ed.: 『Periglacial processes and landforms in Britain and

- Ireland』 Cambridge University Press, Cambridge, 209-223.
- (4) 小泉武栄 (1984) : 日本の高山の自然地理的特性—とくにその自然景観の多様性について—。福田正己他編 : 『寒冷地域の自然環境』 北海道大学図書刊行会、札幌、161 - 181.
  - (5) 清水長正 (1983) : 秩父山地の化石周氷河斜面。地理学評論、56、521-534.
  - (6) 山本憲志郎 (1994) : 統計的手法による周氷河性斜面堆積物堆積学的性質と基盤岩質の関係についての予察的研究。地形、15、223-231.
  - (7) 山本憲志郎 (1993) : 日高山脈北部における周氷河性斜面堆積物の性質と基盤岩質の関係についての予察的研究。北海道地理、No. 67、33-34.
  - (8) 山本憲志郎 (1989) : 完新世における日高山脈北部の周氷河性斜面堆積物の移動期。第四紀研究、28、139-158.
  - (9) 山本憲志郎 (1990) : 日高山脈北部における周氷河性斜面堆積物の数量的性質。地理学評論、63A、285-314.
  - (10) 小野有五・平川一臣 (1976) : ビュルム氷期における日高山脈周辺の地形形成環境。地理学評論、48、1-26.
  - (11) Hirakawa, K. (1977): Chronology and evolution of landforms during the late Quaternary in the Tokachi Plain and adjacent areas, Hokkaido, Japan. Catena, 4, 255-288.
  - (12) 山本憲志郎 (1992) : 周氷河性斜面堆積物におけるマクロ・ファブリック。地理学評論、65A、114-123.
  - (13) 上本進二 (1978) : 白馬連峰の岩石組織と山稜形。地理学評論、51、327-333.
  - (14) Mottershead, D. N. (1971): Coastal head deposits between Start Point and Hope Cove, Devon. Field Study, 3, 433-453.

# Study on the Relationship between Sedimentological Characteristics of Periglacial Slope Deposits and Bedrock by Means of Coefficient of Variability

Kenshiro YAMAMOTO

## Abstract

In order to evaluate the relationship of bedrock types to the sedimentological characteristics, such as textural properties, clast size and clast shape of periglacial slope deposits, the sedimentological data from slope deposits identified with periglacial one on the basis of macro fabric analysis in the Northern Hidaka Mountains (YAMAMOTO, 1992) were analysed by mean of Coefficient of Variability. The data are available for 34 samples derived from the area of granite, hornfels and shale, and the data on which this paper is based are listed in the previous paper (YAMAMOTO, 1990).

In order to evaluate the variability of sedimentological characteristics and transportation processes in relation to each level of grouping, each datum of sedimentological one and both altitude and slope angle of sample sites were analysed at five spatial scales, which are divided into (1): two contiguous samples derived from the granite area, (2): six fringe samples derived from the granite are, (3): the granite group containing 17 samples, (4): the granite and hornfels group containing 25 samples and (5): overall sample comprising 34 sample. The variations were calculated by the formula defined as

Each subsample C. V./overall sample C. V. (C.V. = Coefficient of Variability).

Although the greatest increase in altitude and slope angle take place between (1) and (2) group level, many sedimentological characteristics shows greatest

increases between (3) and (4) group level. Thus most of the observed variability in sedimentological characteristics is accounted for by factors resulting from material source.

**Key Words :** Coefficient of Variability, Sedimentological Characteristics, Spatial Scales