

ペルー, ナスカ盆地周辺の砂漠レス

Desert Loess Around the Nazca Basin, Peru

伊 藤 晶 文

ITO, Akifumi

キーワード：砂漠レス, 粒度分布, 植物珪酸体, 強熱減量, ナスカ盆地

Key words : desert loess, grain-size distribution, phytolith, ignition loss, Nazca basin

I. はじめに

ペルー南部のナスカ盆地の東方に位置する山地斜面や崖錐斜面には砂漠レスがみられることがある。Eitel et al. (2005) は、ナスカ台地の北方の河川流域（Santa Cruz川流域など）で採取した砂漠レスの粒度分布や堆積年代、炭素含有量などを明らかにし、現在よりも湿潤で開けた草原の広がる環境において砂漠レスが堆積したと考えた。一方、阿子島ほか（2013）は陸生巻貝の生育環境を明らかにし、砂漠レスに含まれる陸生巻貝の存在が必ずしも湿潤環境を示唆しないこと、砂漠レスの堆積は乾燥化による風成堆積物の供給増加の可能性があることを指摘した。このように、砂漠レスの堆積環境については異なる見解が出されている状況にある。そこで本研究では、当地域の砂漠レスの粒度分布、強熱減量、および植物珪酸体密度を明らかにし、砂漠レスの供給源とその堆積期における気候および植生環境について若干の考察を行った。

II. 試料採取地点の位置と調査方法

試料採取地点はloess belt (Eitel et al., 2005) と呼ばれるナスカ盆地東方の地域にある（図

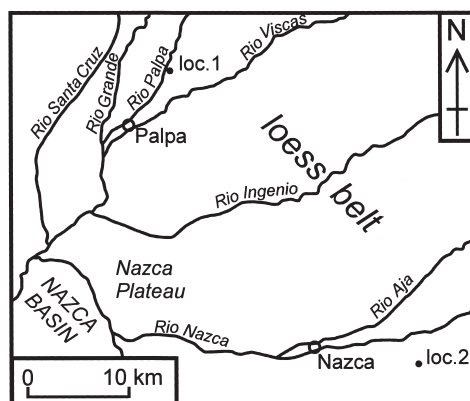


図1 調査地域の概観と試料採取地点の位置

1)。地点1は、ナスカ台地北縁から約25 km 北方の山地斜面上で、Eitel et al. (2005) の地点13 および阿子島（2011）の放射性炭素年代測定試料採取地点とほぼ同じ位置に相当する。経緯度は $14^{\circ}27'48.94''\text{S}$ 、 $75^{\circ}07'47.25''\text{W}$ で、標高は約680 mである。地点2は経緯度 $14^{\circ}50'42.22''\text{S}$ 、 $74^{\circ}47'43.37''\text{W}$ 、標高約1,255 mで、ナスカ台地東方のNazca川とAja川の合流点から東へ約20 kmの崖錐斜面上に位置する。両地点の砂漠レスはともにパッチ状に分布し、ところどころリル侵食を受けている。また、砂漠レスの被覆がないところでは、礫が表層を構成している。

両地点においてピットを掘削し、砂漠レスを中心に断面で層相観察を行った。地点1では厚さ35 cmの、地点2では厚さ5 cmの砂漠レスを観察できた。分析用試料は層厚2-2.5 cmで採取し、試料数は地点1で4試料、地点2で1試料の合計5試料である。粒度分析は以下のように行った。まず、試料を-1φ(2000 μm)と0φ(1000 μm)の篩を用いて、礫、極粗砂、および0φ未満の粒子にふるい分けた。次に1000 μm未満の粒子についてレーザー回折式粒度分布装置(MASTERSIZER2000 HYDRO 2000MU)を用いて粒度分布を求めた。強熱減量(重量%)は伊藤ほか(2016)と同様の方法で得た。植物珪酸体分析は、パリノ・サーヴェイ社に依頼し、イネ科に由来する植物珪酸体の同定を行うとともに、植物珪酸体密度(単位重量当たりの植物珪酸体の個数)を求めた。

III. 結 果

1. 層 相

厚さ35 cmの砂漠レスが観察できた地点1の地質柱状図を図2に示す。砂漠レスは灰黄色を呈する、無層理のシルト質砂から成る。

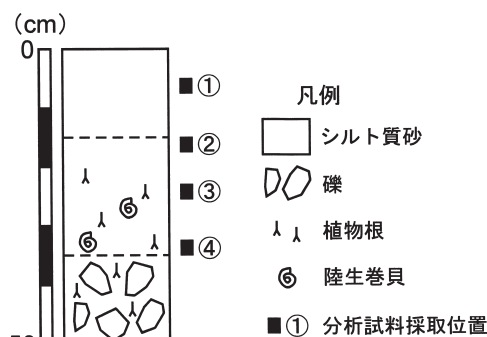


図2 地点1の地質柱状図と分析試料採取位置
試料採取地点の位置は図1参照。

深度0-15 cmはややコンパクトであるのに対して、深度15-35 cmはルーズである。深度20 cm以深には植物根が、深度25 cm以深には陸生巻貝の殻が、それぞれ含まれる。砂漠レス基底に含まれる陸生巻貝の殻のAMS年代として、12, 390-12, 140 cal BP、11, 310-11, 200 cal BP (LuS50018, Hd-23107; Eitel and Mächtle, 2009)、9,808±36 cal BP、9,950±27 cal BP (YU-142, 143; 阿子島, 2011) が報告されている。砂漠レスの下位には礫層が認められ、その礫間には砂漠レスで充填されており、ところどころに植物根が含まれる。地質柱状図を示していない地点2では、灰黄色の砂漠レスが礫層の上位に厚さ5 cmで堆積している。地点1と同様に表層はコンパクトであるものの、中心以深はルーズである。

2. 粒度分布、強熱減量、および植物珪酸体密度

各試料の粒度分布、強熱減量、および植物珪酸体密度を表1に示す。また、Eitel et al. (2005) の地点13の粒度分布も併せて示した。地点1では、上位から深度5-7.5 cm、15-17.5 cm、23-25.5 cm、および32.5-35 cmの4層準(図2)で、地点2では深度2-4 cmの層準で、それぞれ分析試料を採取した。地点1の試料に礫は含まれず、極粗砂の含有率(重量%)は下位2試料に上から順に0.04%、0.24%であった。地点2では、礫が0.12%、極粗砂が0.70%含まれていた。礫および極粗砂の含有率は1%未満と微量であることから無視し、表1と図3に示す粒度分布は1000 μm未満の粒子のみを対象とした値を用いた。

地点1では全ての層準で43%以上、地点2では36.10%の砂の含有が認められた(表1)。

表 1 各試料の粒度分布，強熱減量，および植物珪酸体密度

試料名	粘土(%)	シルト(%)	砂(%)	中央粒径(μm)	<20 μm (%)	強熱減量(%)	植物珪酸体密度 (個数/mg)	左のうちイネ科 (個数/mg)
地点1 ①	11.08	45.51	43.40	52.60	27.85	3.3	4.8	0.6
地点1 ②	8.63	45.49	45.88	57.10	22.42	3.2	6.0	1.2
地点1 ③	7.15	46.33	46.53	58.27	19.61	3.3	22.2	6.0
地点1 ④	7.36	49.08	43.58	54.82	20.68	3.3	13.2	7.2
地点13	7.26	42.59	50.15	—	20.10	—	—	—
地点2	10.17	57.75	36.10	45.08	26.84	2.7	24.0	12.0

試料採取地点の位置は図 1 参照。表中の地点13はEitel et al. (2005)。—は値なしを示す。

シルトは地点1の全層準で50%未満であったのに対し、地点2では57.75%であった。粘土は地点1の最上位の層準で11.08%と最も高く、地点2の10.17%よりも高い割合を示した。地点1の中央粒径は52.60-58.27 μm で地点2(45.08 μm)よりも大きい。20 μm 未満の粒子の含有率は、地点1で19.61-27.85%、地点2で26.84%であった。地点1の粒度分布について、深度方向での規則的な変化傾向は認められなかった。

各試料の粒度分布曲線を図 3 に示す。すべての試料が単一のモードを持つ粒度分布曲線とみなされ、地点1 ①～③は3.5-3.75 ϕ 、地

点1 ④と地点2は3.75-4 ϕ をモード径とする。また、モード径が中央粒径よりも粗い側に片寄り、細粒側へ長く尾を引く形状を持つ。

強熱減量(重量%)は地点1の各層準で3.2-3.3%と深度方向の変化はほとんどなく、地点2では2.7%であった(表1)。これらの値はしらすの強熱減量測定例(3.53%;木暮, 1995)をやや下回る値であり、有機物含有量が少ないことを示す。

植物珪酸体密度は総じて低く、地点2の24.0個/mgが最高値であった(表1)。地点1では下位2層準が上位2層準よりも高い値を示す。イネ科に同定された植物珪酸体密度も

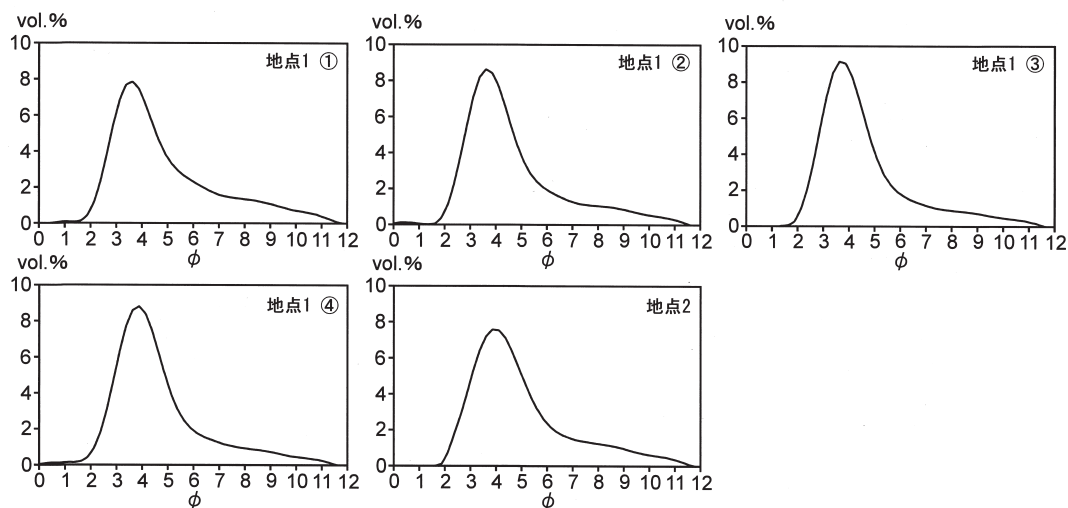


図 3 各試料の粒度分布曲線

試料採取層準は図 2 を参照。

地点2が最も高く(12.0個/mg)、地点1では上方に向かって低下する傾向を持つ。

IV. 考 察

ナスカ盆地周辺に堆積する砂漠レスは、無層理で、単一モードの粒度分布を持つ(図3)ことから、風成堆積物と判断される。当地域の砂漠レスは、風によって長距離を移動する細粒物質(<20 μm)の割合が小さく、20 μm以上のシルトおよび砂の割合が大きい(表1)。Sun and Liu(2000)によれば、20 μm未満の粒子は長期間浮遊により遠方まで運搬されるのに対し、20-70 μmの粒子は相対的に短い距離(30 km未満から最大で数百km)しか運ばれず、さらに粗粒な砂は跳動によりごくわずかな距離しか移動しないとされる。したがって、20 μm以上の粒子が多い当地域の砂漠レスの供給源は、比較的近距离に存在すると考えられる。70 μm未満の粒子は浮遊により運ばれることから、試料採取地点西方の砂漠が広がるナスカ盆地までを供給源とみなすことができる。一方、砂は頻繁な跳動の繰返しによって長距離を移動することも可能ではあるものの、開けた平地と比べて起伏のある山地域では風速の減少による定着が起りやすく、ごく短距離しか移動できないと推定される。つまり、砂の主な供給源はごく近くの河床(ガリー床)や谷底低地(氾濫原)である可能性が高い。加えて、風速の減少しやすい山地域において、風による運搬・定着が生じるためには砂嵐のような強風イベントが必要であろう。従来得られている砂漠レスの堆積年代も併せて考えると、更新世末期から完新世初頭を含む砂漠レスの堆積期は、強風イベントの発生頻度が高い気候環境であったと推定される。

全試料で植物珪酸体の含有が認められたものの、その密度は最高値で24.0個/mgと総じて低く、強熱減量もしらすの測定値よりも低い(表1)。これらの事実は、砂漠レスの堆積期における植物の分布はごくわずかであったことを示す。さらに、イネ科に同定された植物珪酸体の密度の低さ(表1)は草本類が密に生えるような環境ではなかったことを示唆しており、Eitel et al. (2005)などが想定している砂漠レスを効果的にトラップするような草原が広がっていた可能性は低いと考えられる。むしろ、地表を覆っていた礫の間やその上位に相対的に細粒な砂漠レスが堆積したことにより、植物が根を張り水分を吸収できる環境が整えられ、わずかではあるものの植物が分布できたと考えた方が妥当だろう。地点1よりも細粒分が多い地点2の方が植物の生育しやすい環境であることが予想され、全試料の中で地点2の植物珪酸体密度が最も高い事実は前述した考えと調和的である。なお、比較的厚い砂漠レスが堆積する地点1では、植物珪酸体密度が下位2層準よりも上位2層準で低く(表1)、植物根も砂漠レスの下位にしか含まれない(図2)。これらのことは、砂漠レスの堆積が進むにつれて植物の分布が少なくなったことを示す。この要因のひとつとして、乾燥化の進行が推定されるものの、現状では具体的な証拠は得られていない。

V. ま と め

本研究では、以下のことが明らかとなった。
1) ナスカ盆地周辺に堆積する砂漠レスは、灰黄色を呈する無層理のシルト質砂で、単一モードの粒度分布を持ち、砂分が多く20 μm未満の粒子の割合が小さい。

2) 砂漠レスの強熱減量は2.7-3.3%でしらすの測定値に近く、植物珪酸体密度は最高24.0個/mgで、うちイネ科に同定された植物珪酸体の密度は最高12.0個/mgであった。

3) 砂漠レスの層相および粒度分布から、主な供給源は砂漠が広がるナスカ盆地と、山地域の河床（ガリー床）や谷底平野（氾濫原）であると考えられ、砂漠レスの堆積期は強風イベントの頻度が高い気候環境であったと推定された。

4) 植物珪酸体密度と強熱減量から、砂漠レスの堆積期において先行研究が想定している砂漠レスを効果的にトラップするような草原が広がっていた可能性は低く、むしろ砂漠レスが堆積したことで植物の生育環境が整えられ、わずかではあるものの植物が分布できたと考えられた。

謝 辞

山形大学の阿子島功名誉教授には、砂漠レスの堆積域や陸成巻貝の生育環境についてご教示いただいた。東北学院大学の松本秀明教授には、レーザー粒度分布装置を用いた粒度分析および強熱減量試験について便宜を図っていただいた。ここに記して感謝いたします。

本研究は、科研費（課題番号21101004および26101004）の一部を使用した。

文 献

- 阿子島功（2011）：ペルー、ナスカ台地とその周辺の風成砂層. 日本地理学会発表要旨集, **79**, 313.
- 阿子島功・門叶冬樹・加藤和浩（2013）：ペルー、ナスカ盆地周辺の山地斜面の古環境指標としての陸生巻貝について（2）. 季刊地理学,

64, 113-114.

- 伊藤晶文・森 彩香・松本秀明（2016）：2011年東北地方太平洋沖地震津波により仙台平野に形成された泥質堆積物に含まれるイオウ. 山形大学歴史・地理・人類学論集, **17**, 75-82.

- 木暮敬二（1995）：高有機質土の地盤工学. 東洋書店.

- Eitel, B., Hecht, S., Mächtle, B., Schukraft, G., Kadereit, A., Wagner, G. A., Kromer, B., Unkel, I. and Reindel, M. (2005) : Geoarchaeological evidence from desert loess in the Nazca-Palpa region, southern Peru: Palaeoenvironmental changes and their impact on the Pre-Columbian cultures. *Archaeometry* , **47**, 137-158.

- Eitel, B. and Mächtle, B. (2009) : Man and environment in the eastern Atacama desert (southern Peru): Holocene climate changes and their impact on Pre-Columbian cultures. In Reindel, M. and Wagner, G. A. (Eds): New technologies for archaeology – Multidisciplinary investigations in Palpa and Nasca, Peru. Springer, Heidelberg, pp. 17-37.

- Sun, J. and Liu, T. (2000) : Stratigraphic evidence for the uplift of the Tibetan Plateau between ~ 1.1 and ~ 0.9 myr ago. *Quaternary Research* , **54**, 309-320.