

## 中国，内モンゴルに分布する後期更新世レス - 古土壌堆積物の鉱物化学組成に基づく風化・土壌化シグナルの変動

### The variation of weathering and pedologic signals of late Pleistocene loess paleosol sequences in Inner Mongolia, China

# 山田 和芳[1], 福澤 仁之[2], 尹 懷寧[3], 安田 喜憲[4]

# Kazuyoshi Yamada[1], Hitoshi Fukusawa[2], Huaining Yin[3], Yoshinori Yasuda[4]

[1] 都立大・理・地理科学, [2] 都立大・理・地理, [3] 遼寧師範大・地理, [4] 国際日本文化研究センター  
[1] Geographical Sci., TMU, [2] Dept. of Geography, Tokyo Metropolitan Univ., [3] Geography, Liaoning Normal Univ, [4] International Research Center for Japanese Studies

中国内モンゴル，遼寧省北部に分布する後期更新世のレス - 古土壌堆積物を用いて，蛍光 X 線および粉末 X 線回折分析による主要元素含有量および鉱物量の定量分析を行い，化学的風化・土壌化シグナルの変動を明らかにした。その結果，夏季モンスーン変動プロキシとして有効とされてきた初磁化率および明度・彩度と比べて，主要元素含有量比で求められる化学的風化・土壌化変動プロキシが，精緻に土壌化を記録をしていることが明らかになった。この方法を用いることは，問題とされているレス堆積物の層序決定や広域対比に対して，有効な手段と考えられる。

中国のレス堆積物に記録されている東アジアモンスーン変動に注目した研究が数多く行われている。その結果，東アジアモンスーン変動に関連する定性的な情報が集積するようになり，地域的なモンスーン循環とグローバルな気候システム間についてある程度明らかになりつつある。夏季モンスーンが強化したことによって形成された古土壌層準を示すパラメータとして，初磁化率や色相が用いられてきた。しかし，これらのパラメータが，なぜ古土壌層準で変化するのかという要因について未だはっきりしていない。そのため，他の手段を用いてレスの土壌化により変化する物質を連続的に読み取ることが必要となってくる。そこで，本研究ではレス堆積物を用いて粉末 X 線回折および蛍光 X 線分析をおこない，鉱物・化学組成の連続的な変化を明らかにした。そして，その鉱物・化学組成と色相・初磁化率の間の関係を明らかにして，それらの変動要因を特定すること。また，鉱物・化学組成から読み取れる風化・土壌化シグナルから夏季モンスーン変動を推定した。レス古土壌堆積物の場合，土壌化の程度を詳細に明らかにすることは，詳細な層序を確立することにもなる。今後地域的あるいは広域な層序対比を行っていくことにも非常に有効な手立てになる。

筆者らは 98 年 9 月と 99 年 7 月の現地調査によって，内モンゴル自治区および遼寧省北部でレスの好露出地域を多数発見することができた。今回は天山のレスについて報告する。

天山 (N43°53', E120°00') は，内モンゴル自治区南東部に位置し大興安嶺山脈の南縁の小高い台地上にある。露頭は鉄道建設により台地が削られた面で，その肉眼観察から柱状を作成した。層厚 3.2m のレス古土壌シーケンズが堆積し，4 枚のレス層準と古土壌層準の互層があり，最下部の古土壌層準の基底には炭酸塩ノジュールが認められる。分析用の試料については 2.5cm 間隔で採取し，総数は 132 試料になった。

試料は乾燥粉末化して以下の行程で各分析を行った。・30 トンプレスにかけてペレットを作成して，蛍光 X 線分析装置 (Shimadzu EDX700) にて，主要元素の含有量を検量線法により定量した。またペレットの平坦面で分光測色計 (Minolta 508i) にて色相を測定した。・酸化鉛を一定量加えた試料で X 線回折装置 (JEOL 3530) にて外部標準法による鉱物の定量分析を行った。・試料をるつぼ中に 0.1g 秤量して高周波燃焼法炭素測定装置 (LECO C-200) によって全炭素量を測定した。・キュービックに封入して初磁化率計 (Bartington MS2) にて初磁化率を測定した。

これらの分析結果，初磁化率， $L^*$ および  $a^*$ の深度に対する変動は，レス層準に対して古土壌層準では帯磁率の値が大きくなり，より黒く赤くなる。また，主要元素含有量および全炭素量の深度に対する変動は，Ca 含有量に対して Fe, Al, K 含有量が逆相関の変動を示し，Ca 含有量と全炭素量あるいは方解石量がよく似た変動を示している。さらに，古土壌層準を示す帯磁率の値が大きい時には，全炭素量，Ca 含有量が少なく，Fe, Si, Al, K, S 含有量が多くなっていることが明らかになった。その他の特徴として，Ca 含有量が 8-20% と黄土高原のそれより 2 倍以上となっている。

色相や帯磁率の変動要因を考察するために鉱物・主要元素含有量との相関関係を明らかにした。その結果， $L^*$ や  $a^*$ と有色している Fe 含有量との関係には明瞭な相関が認められない。全層準を通じて有機炭素量が 0 であることから，古土壌層準においては鉄が濃集するため見かけ上黒く(赤く)なることが考えられる。一方，初磁化率と Fe 含有量との間には正相関がある。これは従来のような土壌化生成ではなく，風成塵として外から鉄が混入していた可能性を示している。

最後に，化学風化度および土壌化シグナルを示す化学組成比を用いてその変動傾向を明らかにした。化学風化

度は  $Al_{203} / (Al_{203} + CaO + Na_{2O})$  により求められ、土壌化シグナルは  $Al_{203} / SiO_2$  比で求めることができる。その結果、化学風化度および土壌化シグナルの深度に対する変動は、大局的にレス層準に比べて古土壌層準でその傾向が強められる傾向を示し、初磁化率や色相の変動と比べてその振幅が大きくなっている。このことは CIW および  $Al_{203} / SiO_2$  比の変動はもっとも敏感に土壌化を検出できる指標として有効であることを示している。そこで、黄土高原で行われている研究のように天山のレスについても編年を行うと、酸素同位体ステージ 6 以降の堆積物となる。この編年に基づいて過去の夏季モンスーン変動を推定すると、ステージ 3 にも比較的大きな土壌化を示し、当時の夏季モンスーンが強かったことが予想される。また、ステージ 5e にあたる層準にも、その中で 3 回の温暖な時期があったことが予想され、他の地域で報告されているようにステージ 5e の気候変動と矛盾していないことが示される。