

付論 3

米屋山遺跡炭窯跡の熱ルミネッセンス年代測定

奈良教育大学応用物理学教室 長 友 恒 人

米屋山遺跡炭窯跡の年代を熱ルミネッセンス法により測定したので、以下に報告する。

1. 原理と方法

原 理

自然界には微量であるが放射線が存在し、すべての物質はこれを吸収している。放射線を吸収した石英、長石などの鉱物を加熱すると過去に吸収した放射線量に比例した量の光を放出する。これが熱ルミネッセンス (TL) である。炭窯の壁土の中の石英粒子は、窯の操業によって加熱されて一旦 TL を放出した後、再び自然放射線の吸収を始める。

石英の TL 量を測定すれば、過去に燃焼などによって加熱され高温雰囲気中でルミネッセンスを放出してから測定までに吸収した自然放射線量 (これを蓄積線量という) を知ることが出来る。一方、石英粒子が 1 年間に吸収する自然放射線量 (これを年間線量という) は高感度放射線量計素子を用いて測定することができる。

石英粒子が含まれていた炭窯の焼土の自然放射線量率が操業時から現在まで変化ないとすれば、 $\text{年代} = (\text{蓄積線量}) \div (\text{年間線量})$ により年代を決定することができる。このようにして測定した年代を TL 年代と称している。

方 法

自然放射線には、 α 線、 β 線、 γ 線及び宇宙線がある。今回採用した粗粒子法では、焼土から選別した鉱物粒子の表面を酸処理によって約 0.01mm の厚さだけ除去した粒径約 0.1mm の粒子を測定試料とするのが特徴である。この表面層除去により飛程 (放射線が物質中を透過する長さ) の短いアルファ線の寄与を除外する事ができるため、吸収線量は β 線、 γ 線および宇宙線について評価するだけで良く、その分だけ測定精度が向上すると考えられる。

2. 試料について

試料は炭窯の 2 カ所から採取した。試料 1 は窯の焚き口、試料 2 は煙出し部分の焼けた土である。試料処理は通常行っている方法であるので、要点のみを記す。

水中で界面活性剤を用いて石英に付着した粘土成分を除去し、標準篩で粒径0.5mm以下の大きさの鉱物のみを選別する。

乾燥させた後、標準篩で、74 μm 以下、74–145 μm 、145 μm 以上の粒度にふるい分ける。このうち、74–145 μm の粒度の成分を塩酸処理をして鉄分をできるだけ除去する。

再び乾燥させた後、フランツ型マグネチックセパレーターで非磁性鉱物のみを選別する。

非磁性鉱物をフッ酸処理して表面を除去すると共に、不要な鉱物を溶かし、酢酸処理をする。

各段階で、アセント中で超音波洗浄する。

今回の試料は粘土成分が多く、また磁性鉱物が多く含まれているのが特徴的であった。

3. 蓄積線量と年間線量の評価

蓄積線量評価

蓄積線量は付加線量法により測定した。この方法では、処理した試料をいくつかに分割し、その

一部に付加的に人工放射線を照射する。蓄積線量は人工放射線を付加せずに測定したTLと付加した試料のTLとを比較して求める。図1に試料1についてのTLの記録（グローカーブ）

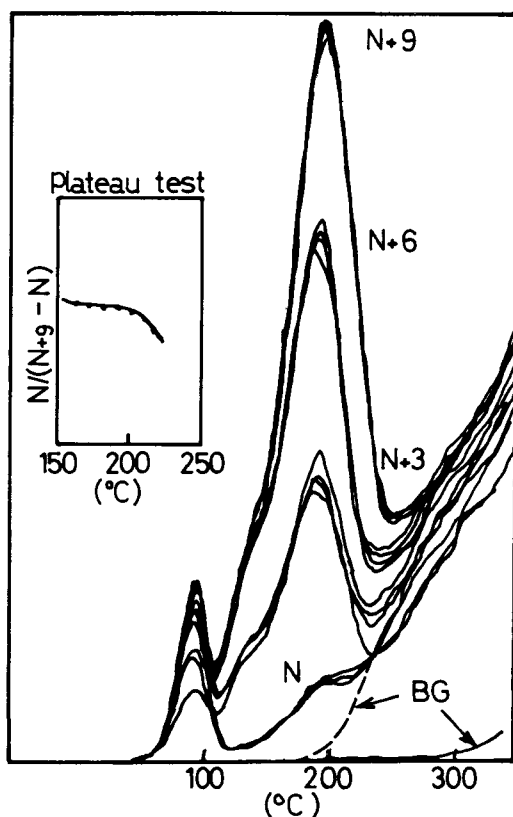


図1 試料1のTLグローカーブとプラトーテスト

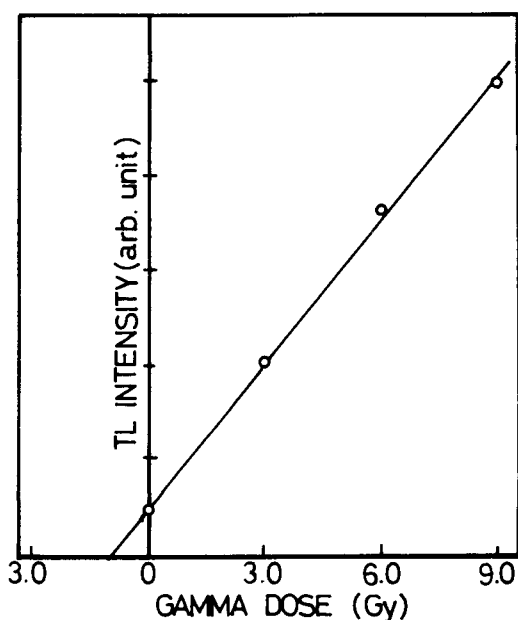


図2 試料1の等価線量（直線が横軸と交わった値が等価線量である）

を示したが、これを例として蓄積線量評価の方法を説明する。図でNは付加線量が0グレイ、N+3.0は付加線量が3.0グレイに対するグローカーブである。約100℃と200℃に明瞭なピークが認められる。図中に示したプラトーテストの結果、時間的な減衰の様子が正常であることが分かったので200℃のピークにより等価線量（カーブNの強度に対応する放射線量）を評価した。図2のように付加線量にたいしてTL量を取った結果、等価線量は1.02グレイであると評価された。

放射線量が少ない領域ではTL量の成長が緩やかで線量に対して比例性がない場合があるので、スプラリニア補正テスト（線量に対するTL量の成長を調べるテスト）を行った。この試料の場合は補正值は0であることが分かり、従って蓄積線量は $1.02+0.00=1.02$ グレイであると評価された。

年間線量評価

蓄積線量は測定に用いた鋳物粒子が炭窯の操業停止後に、周囲の土から吸収したβ線量、γ線量と宇宙線量の総量である。これらの放射線の年間線量をβ線量とγ線量+宇宙線量に分けて別々に測定した。

β線は透過能が小さく土中では数mmしか透過しないので、焼土からのβ線量のみを評価すれば良い。この目的のため、アルミリング中に焼土を入れてプレスしたコイン状のものを2枚作り、その間に高感度線量計素子（硫酸カルシウム粉末）をはさんで測定した。

γ線と宇宙線は炭窯遺跡の土中に硫酸カルシウム粉末を封入したビニールチューブを入れた銅パイプを設置することにより測定した。ビニールチューブと銅パイプによってβ線は遮蔽され、γ線と宇宙線のみを測定することができる。

4. 結果と考察

TL年代は蓄積線量を年間線量（β線量とγ線+宇宙線量の和）で割ることによって求められる。蓄積線量、年間線量の測定結果とTL年代を試料1、2について表に示す。

試料1の誤差については11%と評価された。試料2についてはグローカーブにばらつきが大きく、スプラリニア補正值も大きいので経験的に30%の誤差を見込んだ。

今回の測定から、年代値の他に窯の操業温度について参考となると考えられる知見が得られた。図1を見れば、約250℃を超えた高温側で付加線量を加えないグローカーブと付加線量を加えたグローカーブに差がなくなっている。このことは高温領域のTLが加熱によって十分に放出されなかったことを示しており、測定試料を採取した壁は平均して250℃以上には加熱されなかったものと判断される。

米屋山遺跡のTL年代測定

試料 番号	等価線量 (Gy)	スプラ補正 (Gy)	蓄積線量 (Gy)	年間線量		TL年代 (年B.P.)
				β 線量 (mGy)	γ 線量 (mGy)	
1	1.02	0.00	1.02	1.60	2.21	268
2	0.31	0.75	1.06	1.73	2.21	269

誤差は、試料1については 268 ± 29 年、2については 269 ± 81 年である（本文参照）。

B.P.はBefore Presentの略。