

11 年代測定

(1) 縄文時代焼土の熱ルミネッセンス年代測定

奈良教育大学 長友恒人
株式会社古環境研究所

A はじめに

遺跡の焼土に含まれる石英粒子を測定試料として熱ルミネッセンス (TL) 法により年代測定を試みた。(石英粗粒子法) 測定用の試料は S I 1 炉 (試料 2), S I 4 炉 (試料 3) および S O 3 (試料 1) から採取した。焼土の表面を肉眼で観察した状態では、黄土色に変色しており、加熱されているようではあった。しかし、変色した層厚は必ずしも厚くはなかった。熱ルミネッセンス法で焼土を試料として年代測定をする場合、土が十分に (約 500°C 以上) 加熱されていることが必要である。炉跡であっても高温まで加熱されていない可能性もあることを考慮して、焼土との比較のために、焼けていない土も採取した。

現場での試料採取は日中に行ったので、暗幕をかけた状態で焼土の表面 1 cm 以下を削り取ってその下の変色した部分の土を測定試料とした。表面を削り取ったのは太陽光にさらされて TL の減衰がおきている部分を測定試料としないためである。

B 試料処理

今回の測定は、土中に含まれる粒径 100 μ m 程度の石英粒子を測定試料とする石英粗粒子法を適用した。100 μ m 程度の石英粒子のみを選別するために、以下のような試料処理を行った。

まず、土を水簸して粘土鉱物を除去した後、標準ふるいで 75~250 μ m の鉱物のみを選別した。次に、20% の塩酸で 1 時間処理をして炭酸塩鉱物と鉄分の一部を溶解した後、フランツ型マグネチックセパレーターですべての磁性鉱物を除去した。最後に、非磁性鉱物を 20% のフッ化水素酸で 40 分処理をして石英以外の鉱物を溶解した。

C 測定と解析

年代を決定するためには、土が加熱されてから現在までに石英粒子が吸収した放射線量 (蓄積線量) と石英が 1 年間に吸収する放射線量 (年間線量) を測定して、(蓄積線量) \div (年間線量) から TL 年代を算出する。TL 強度の放射線量依存性 (TL 強度と放射線量の関係) は必ずしも比例的ではない。このことから、付加的な人為放射線量と比較して蓄積線量を決定する付加線量法では、等価線量とスプラリニア補正の測定をする必要がある。等価線量とスプラリニア補正の和が蓄積線量である。

a 測定

蓄積線量と等価線量の測定には、H a r s h a w - 2000 A 型 TL リーダーを使用した。昇温速度 10°C / 秒、最高温度 460°C ないし 540°C の条件で測定した。検出波長は 350~570 nm である。

b 等価線量とスプラリニア補正值の測定

付加線量法では、人為的に放射線を照射していない試料 (N: ナチュラルと称す) の他に、人為的に放射線を照射・吸収させた試料を用意する。今回はナチュラルにコバルト-60 ガンマ線を 5 Gy, 10 Gy, 15 Gy 照射・吸収させた試料 (以下、N + 5 Gy などと称す) を測定して等価線量を決定した (S O 3 と焼けていない比較試料は付加線量を 50 Gy, 100 Gy, 150 Gy, 200 Gy とした)。スプラリニア補正值は 500°C で 5 分間アニールしたものに 15 Gy, 30 Gy, 45 Gy の人為放射線量を吸収させた試料を測定した。

SO₃の測定結果（グローカーブ）を第1図に示す。

グローカーブから等価線量を決定するためには、放射線量を横軸にとり、TL強度を縦軸に取った生長曲線を作成する（第2図：SO₃）。この図からSO₃の等価線量は7.3Gyであることがわかる。加熱が不十分な石英のTL強度は見かけ上大きくなる。

c 年間線量測定

年間線量は現地においてガンマ線量と宇宙線量を測定した。松下産業製のCaSO₄:Tm熱ルミネッセンス線量計素子UD-110Sを5個ポリエチレンチューブに密封し、さらに厚さ1mm、長さ50cmの銅パイプに封入して現場の地層に打ち込んだ。ただし、測定試料を採取した地点での測定は不可能であったので、焼土と同じ層位である東側土壁IV層に銅パイプを打ち込んだ。31日後にこれを掘り出して測定し、年間線量に換算した。

ベータ線量の測定は焼土の一部を用いて以下のように測定した。焼土をタンガロイ製の乳鉢で粉碎し、直径50mm、高さ5mmのアルミニウムリングに詰めてプレス成型したものを2枚作製した。これをアルファ線を遮蔽するためのポリエチレンシートをはさんでHarshaw製のCaSO₄:Dy粉末を薄く広げて、ガンマ線遮蔽用の厚さ20cmの鉛箱にいった。これを24日間放置した後に取り出して測定し、年間線量に換算した。

D 結果と考察

a SO₃について

生長曲線の第2図から等価線量は7.3Gyである。スプラリニア補正値は-2.1Gyであった。スプラリニア補正値の誤差は約±9Gyであり、実際には補正値は0Gyであると見なしてよい。そうすると蓄積線量は7.3Gyであり、年間線量は $3.00 \pm 0.21 \text{ mGy}$ であるから、TL年代は2,400年となる。前述したように加熱が不十分な焼土は見かけ上古い年代を示すが、この試料は加熱がかなり十分になされており、上記のTL年代は焼土のTL年代を示すと考えられる。誤差は10%程度が見込まれる。

b S I 1 炉について

等価線量は27.4Gyであった（第3図）。蓄積線量はこれにスプラリニア補正値を加算したものであるが、仮にこの等価線量を年間線量 3.38 mGy/年 で割るとTL年代は8,100年となる。考古学的に予想される年代およびSO₃との比較からS I 1は焼けてはいるが、SO₃よりは加熱の程度が弱いと考えられる。

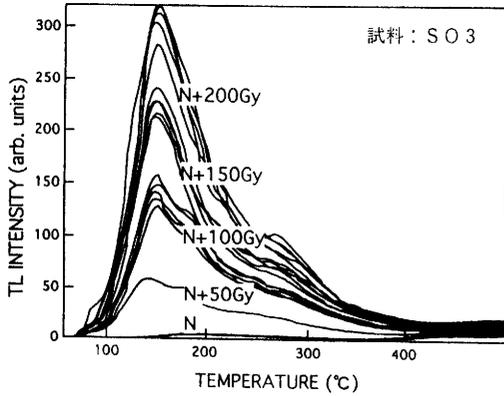
c S I 4 炉について

グローカーブ（第4図）からもわかるように、ナチュラルと付加線量を与えた試料のTL強度は大きな差がない。生長曲線から等価線量を見積もると、75.8Gyであった。この等価線量を年間線量 3.47 mGy/年 で割ると21,800年となる。次項の焼けていない土の結果と比較すると、加熱はされているが、その程度は極めて弱く、一時的に加熱されたものと解釈できる。

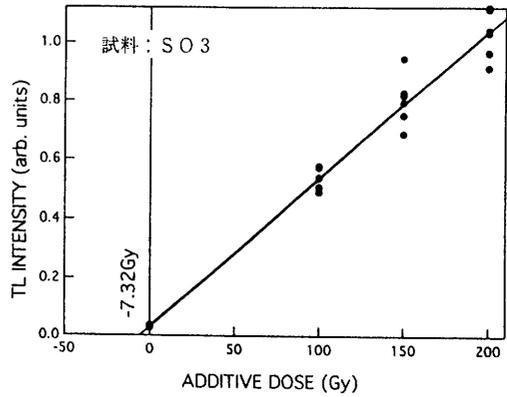
d 焼けていない土について

焼土の試料と比較するために焼けていない土を測定した。第5図に示すように等価線量は124.4Gyであった。この地点の年間線量を直接測定していないが、年間線量をS I 1 炉、S I 4 炉、SO₃の平均値 3.28 mGy/年 と仮定すると、約38,000年に相当する。焼けていない土がより古い地質年代を示さないのは、太陽光によるTLの減衰によるものと考えられる。この結果から、38,000年に近い年代を示す土は焼けていないと判断してよいであろう。

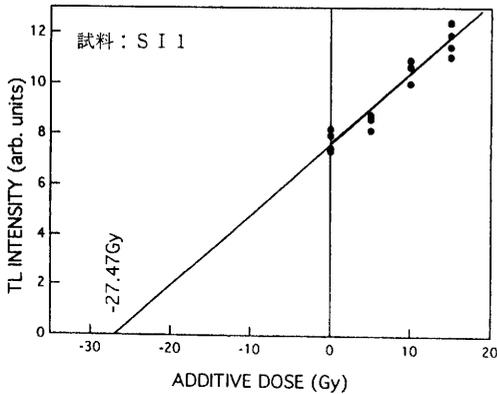
以上の結果から、測定した3つの試料はいずれも焼けているが、その加熱の程度に相違が認められる。SO3は十分に加熱されており、そのTL年代は焼土の年代を示していると考えてよいであろう。SI1炉とSI4炉はSO3ほどには加熱が十分ではないが、加熱されたことは焼けていない土の測定結果との比較から確認することができる。



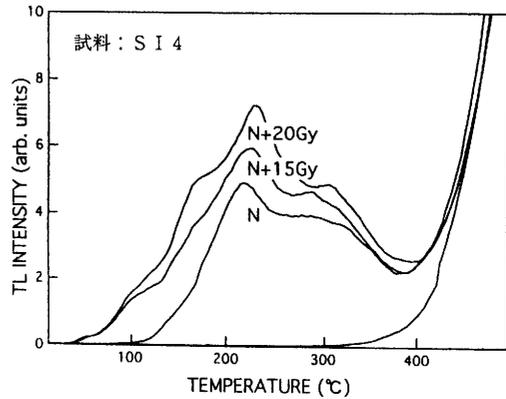
第1図 SO3のグローカーブ



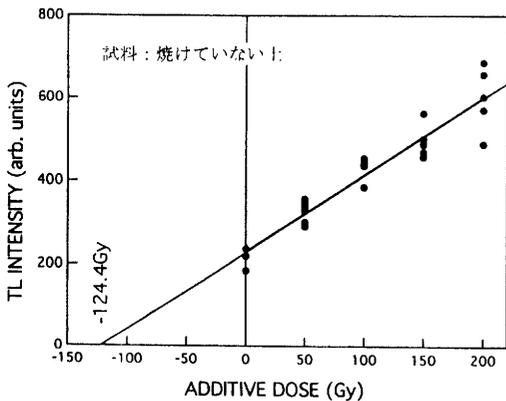
第2図 SO3の生長曲線と等価線量



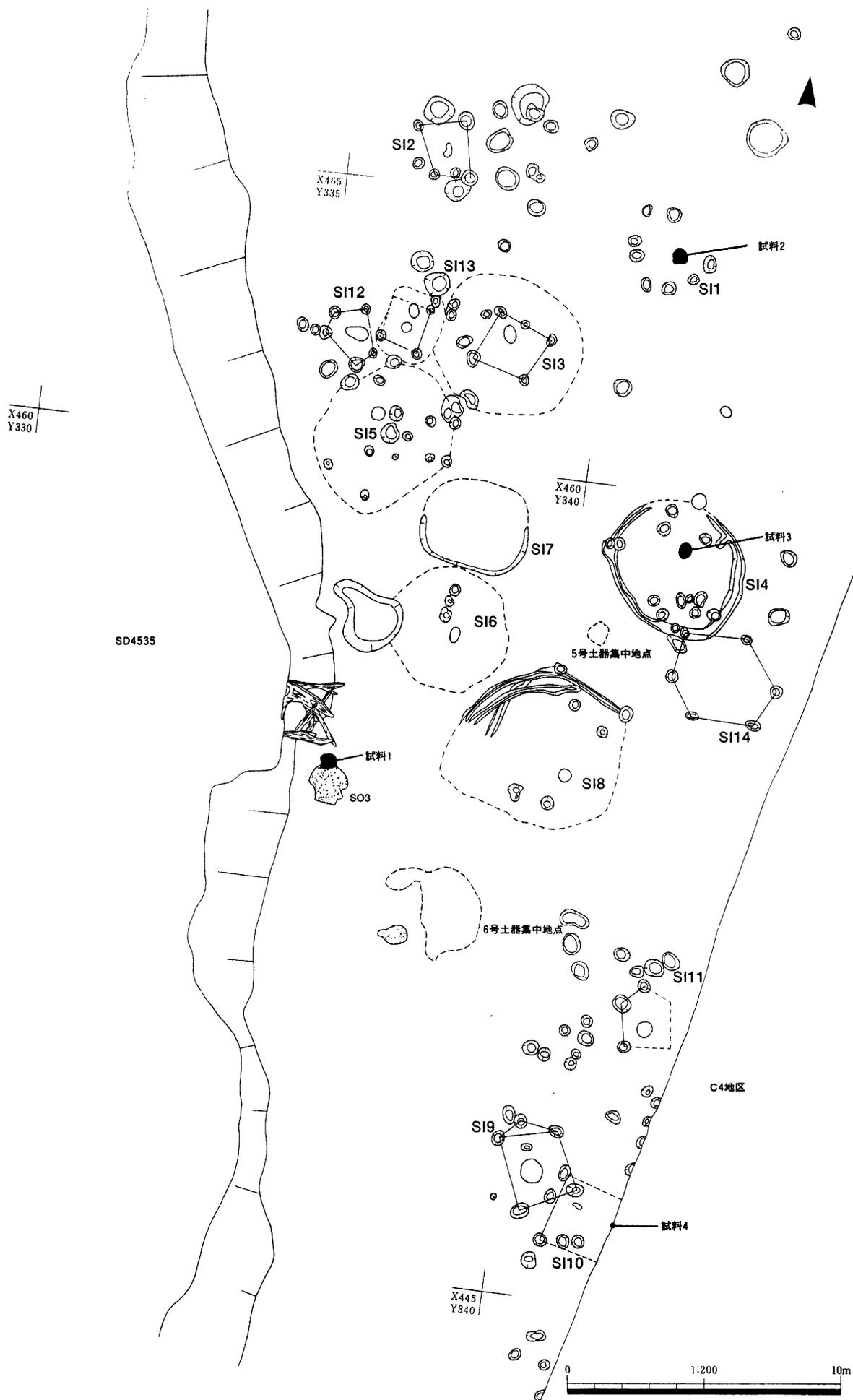
第3図 試料SI1の生長曲線と等価線量



第4図 試料SI4のグローカーブ



第5図 焼けていない土の生長曲線と等価線量



第6図 焼土の熱ルミネッセンス年代測定試料採取地点 (1/200)