

光ルミネッセンス法を用いた縄文土器の被熱温度推定に関する試み

下岡 順直* 小林 謙一**

キーワード：縄文土器、時期差、部位、断面、光ルミネッセンス (OSL)、被熱温度推定

1. はじめに

縄文土器の焼成温度の推定に関する研究は、これまで数多く行われてきた。江藤 (1963) は熱収縮率を測定し、縄文土器の焼成温度は550°C近傍と推定した。梅田 (1967; 1968) は示差熱分析と加熱減量、熱膨張収縮など熱的性質について検討を行い、縄文土器は200°C前後で乾燥膨縮を示し、一般に600°C付近で結晶水放出による膨縮が認められ、焼成温度の上限が約600°Cの低温焼成のことが多いと結論づけている。新井 (1973) は、露天における焚火の炎の温度を測定するために、三種の釉薬を用いた「モデル板対照測定法」を行い、800~950°Cの間であることを確認した。ただし、この温度は焚火の炎の温度であり、土器そのものの吸収温度とは別であるとしている。大沢・二宮 (1983) は、縄文土器は500°Cに達していないものも認められるが、土器胎土の酸化アルミニウム抽出法による結果では800°Cを中心として700~850°C程度に収まるとした。また、いろいろな方法に基づくデータから推論し、700~900°Cあたりと考えるのが妥当とした。その一方で、阿部 (1995) は、縄文土器の製作実験を行い、器体が赤透色になるまで焼かず、器体の全面が赤化する程度の10分間のみ焼成とした場合、最高温度は680°Cを記録したが、焼成時間の大半は500~550°Cの間を記録したと報告しており、縄文土器の焼成温度は500~600°Cで10~15分程度の焼成であったと仮説を呈示した。そして、器体の保水性と煮沸時の熱効率を高めるとされる土器断面の黒化層 (炭化層) は、「土器焼きの火」である土器の焼成時間と温度に相関し、「料理の火」で直接土器を焙って出来た赤化層が器体破損の要因になったという見解を示した。

以上のように、縄文土器の焼成温度については、いまだ500~900°C程度と幅広い温度情報の提示にとどまっているに過ぎない。また、時期や型式の段階ごとの焼成温度の変化・変遷に関する詳細な温度データは得られてい

ない。縄文土器の焼成温度情報をより探究することは、時期ごとに複雑な造形美を創出した縄文土器生産技術を解明する一端を担うと考えた。

本研究では、光ルミネッセンス (optically stimulated luminescence, OSL) 法を用いた縄文土器の被熱温度推定を行った。そして、縄文時代早期から晩期における土器片を用いて、土器の被熱温度に作成時期ごとの差 (時期差) が生じていたのか観察した。また、縄文土器の口縁部、胴部、底部の部位ごとに被熱温度が異なるかについても検討した。さらに、阿部 (1995) の論考を検討するため、縄文時代早期の土器片を用い、土器断面の色調が赤褐色と黒褐色に異なることと、焼成温度との相関関係について、OSL特性を用いて分析を行った。

2. OSL法による被熱温度推定

結晶は放射線損傷を受けることにより、価電子帯では電子と正孔の対が生成される。生成された電子は伝導帯に励起された後、電子捕獲中心に捕獲され、正孔は正孔中心に捕獲される。その後、励起エネルギーである熱や光の刺激を受けることで電子が正孔と再結合するときに発生する光をルミネッセンスという。ルミネッセンスを年代測定に応用するには、熱や光によってゼロリセットされてから現在までに蓄積したルミネッセンスの発光強度から見積もった被ばく線量 (蓄積線量) を、1年間に結晶が被ばくする放射線量 (年間線量) で除することで、ゼロリセット後の経過年代を求める方法がルミネッセンス法として利用されてきた (Kennedy and Knopff 1960; Huntley *et al.* 1985)。

ルミネッセンス法は、一般には熱ルミネッセンス (Thermoluminescence, TL) やOSLによる年代測定 (例えば、長友 1999; 下岡 2018) に用いられるが、温度の関数としてルミネッセンス計測をすることから、石英や長石など測定対象鉱物の被熱履歴を推定する方法として

* 立正大学地球環境科学部

** 中央大学文学部

も利用されてきた（例えば、長友ほか 2003；西村ほか 2007；下岡 2016）。ルミネッセンスを用いた被熱履歴の評価方法については、TLグローカーブ形状法やTL感度法、OSL感度変化法などがある（小畑・下岡 2015）。OSL感度変化法では、鉍物に光刺激をして得られるOSL信号が露光のみで加熱が生じなければ放射線量に対するOSL強度はほぼ変化しない（Rhodes 2011）とされ、このような特性を活かして被熱温度推定を行う。また、OSL感度変化法は測定する試料の扱いが容易で、かつ対象物が露光していても被熱履歴の評価が可能という利点をもつ。下岡ほか（2023）では、焼成考古遺物を対象に、OSL感度変化法とX線回折分析によって評価した被熱温度データを比較した結果、整合性のある結果が得られたことから、OSL法による被熱温度推定の有効性を確認した。

OSL感度変化法による被熱温度推定の判定は、以下の方法で行う。過去の被熱温度を T_0 、電気炉による加熱処理温度を T_1 とする。また、紫外光から赤外光までほぼ太陽と同じ分光分布をもつ人工太陽照明灯による人工太陽システム（下岡ほか 2008）を用いて光照射する露光処理をしてOSL信号を人為的にゼロリセットした試料を「露光試料」、段階的に加熱処理を行った測定試料を「加熱処理試料」とする。OSL感度変化法では、同一試料で同じ被ばく放射線量るとき、電気炉による加熱処理温度が過去の被熱温度を超えない、すなわち $T_0 > T_1$ もしくは $T_0 = T_1$ の場合、「露光試料」のOSL強度に対して「加熱処理試料」のOSL強度の感度変化はほとんど生じないもしくは小さい。これに対して、電気炉による加熱処理温度が過去の被熱温度を超えた、すなわち $T_0 < T_1$ の場合、OSL強度は感度変化を生じ、「露光試料」に対して「加熱処理試料」は系統的に変化する。そこで、OSL強度が「露光試料」とほぼ同じで一定に維持された後にOSL強度が増加へ変化する温度に着目すると、過去の被熱温度はOSL強度の感度が増加へ変化する温度付近であると推定できる。つまり、OSL強度が低温側からみて感度の増加変化を起こし、かつ、「露光試料」のOSL強度を超える最初の変化点付近を被熱温度として推定する。

例えば、電気炉を用いて試料を700℃に人為的加熱処理したものに対して、加熱温度の推定ができるかの再現実験を試みた。まず、400～1,000℃まで100℃刻みで段階加熱したものをOSL測定した。図1には、400～1,000℃まで段階加熱した試料のOSL強度を、700℃に人為的加熱処理した試料のOSL強度で規格化して示した。その

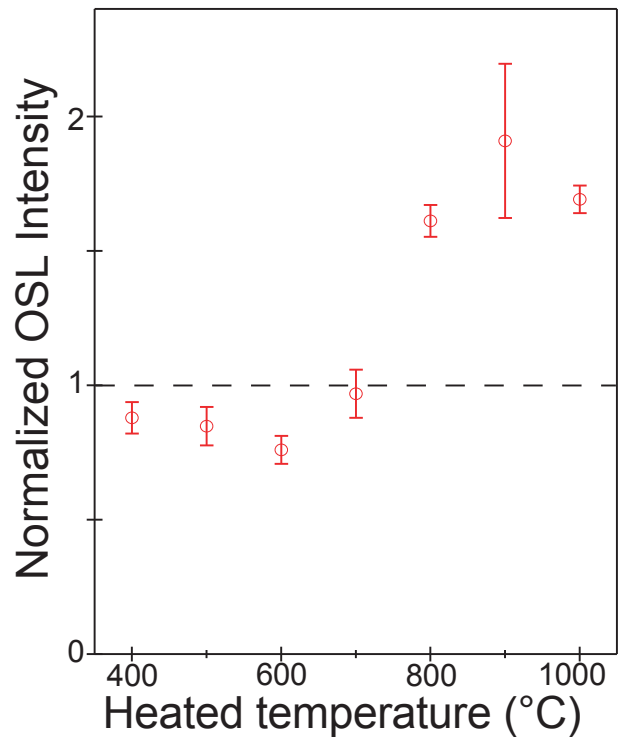


図1 加熱再現実験

結果、600℃まではOSL強度比は1を下回るが、700℃ではOSL強度比がほぼ1となり、800℃以上でOSL強度比が1を超えた。このことから、OSL感度変化法による被熱温度推定の判定では、被熱温度は700～800℃と推定でき、被熱した温度を再現可能である（下岡 2020a）。

3. OSL測定

3-1. 分析試料について

分析試料の一覧を表1に示す。被熱温度の時期差の評価については、山形県羽黒神社西遺跡で出土した縄文時代早期土器6点（H_p1～H_p6）、前期土器1点（H_p7）、中期土器1点（H_p8）、晚期土器1点（H_p9）の合計9点を比較に用いた。

縄文土器の部位ごとの被熱温度変化については、山梨県大日野原遺跡から5点（O_p1～O_p5）、福島県和台遺跡から3点（W_p1～W_p3）の合計8点を比較に用いた。部位別としては、土器口縁部2点（O_p1、O_p4）、土器胴部4点（O_p2、O_p3、W_p1、W_p3）、土器底部2点（O_p5、W_p2）である。

縄文土器断面の色調と焼成温度との関係については、K遺跡から出土した縄文時代早期の土器片2点（K_p1～K_p2）を比較した。2点は、土器片断面が赤褐色を呈する試料（K_p1）と黒褐色を呈する試料（K_p2）である。

表1 縄文土器試料の考古学情報と推定した被熱温度

遺跡	試料名	時期	土器型式	部位	被熱温度
羽黒神社西	H_p1	早期	押型文 (日計式)	胴部	500~600℃
	H_p2	早期	無文	胴部	600~700℃
	H_p3	早期	貝殻文	胴部	600~700℃
	H_p4	早期	貝殻沈線文 (常世1式)	口縁部	600~700℃
	H_p5	早期	沈線文	胴部	500~600℃
	H_p6	早期	条痕文	胴部	600~700℃
	H_p7	前期	大木1式	口縁部	500~600℃
	H_p8	中期	大木8式	装飾部	500~600℃
	H_p9	晩期	大洞C2式	胴部	600~700℃
大日野原	O_p1	中期	貉沢	口縁部	600~700℃
	O_p2	後期	堀之内1	胴部	600~700℃
	O_p3	後期	堀之内1	胴部	800~900℃
	O_p4	後期	堀之内1	口縁部	500~600℃
	O_p5	後期	不明	底部	600~700℃
和台	W_p1	中期	大木9	胴部	700~800℃
	W_p2	中期	不明	底部	700~800℃
	W_p3	中期	大木9	胴部	600~700℃
K	K_p1	早期	不明	不明	700~800℃
	K_p2	早期	不明	不明	400℃未満

3-2. 試料処理とOSL測定

測定前の試料処理は、約180 lxの蛍光灯下で行った。土器片は、洗浄後の場合は土器表面の除去は行わなかったが、土壌などの汚れなどがあった場合は、小型グラインダーで土器表面を薄く削り落とした。そして、土器片が50 g前後と大きかったときは、岩石カッターを用いて3~10 g程度を切り出して試料とした。

まず、乳鉢を用いて土器片を粉砕し、標準ふるいで50 μm以下の粒子のみを選別した。K遺跡の2試料は、大きさが3 cm以下であったため、標準ふるいで50 μm以上の粒子を選別した。次に、10%過酸化水素水処理を一晩行って有機物を除去し、20%塩酸による処理を60分間行って炭酸塩鉱物を除去した。最後に、超純水で洗浄して乾燥した。K遺跡の2試料は、塩酸処理後に、永久磁石を用いて磁性鉱物を除去し、非磁性鉱物のみを抽出した（以下、「ナチュラル試料」）。

「ナチュラル試料」はガラスシャーレに移し、約14~30 klxに設定した人工太陽システム（セリック社製

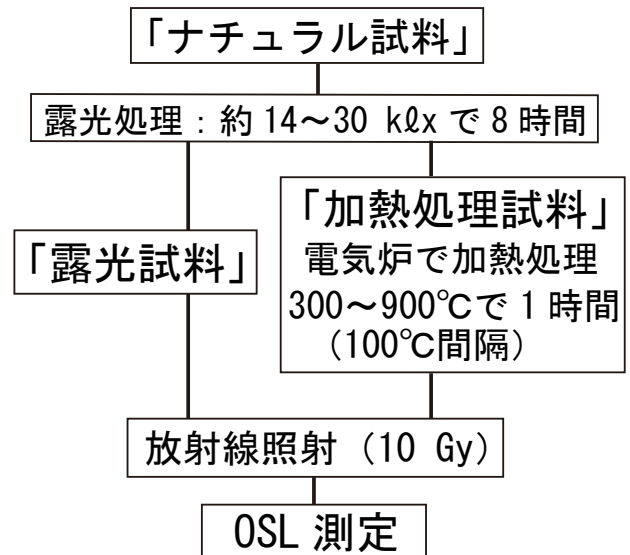


図2 OSL感度変化法による被熱温度推定の測定手順

SOLAX XC-100B形）を用いて8時間露光処理して、OSL信号を人為的にゼロリセットした。「ナチュラル試料」は、露光処理のみで加熱処理無し測定試料（以下、「露光試料」）と、露光処理後に電気炉を用いて300~900℃間で100℃刻みに1時間加熱処理を行った測定試料（以下、「加熱処理試料」）を用意した（図2）。

OSL測定は、立正大学に設置してあるOSL/TL自動測定装置NRL-99-OSTL2-KU（下岡ほか 2015）を用いて行った。「露光試料」と「加熱処理試料」は、小型X線管球（下岡ほか 2015）を用いて10 Gy照射後、OSL測定をした（図2）。OSL測定条件は、励起波長890±30 nm、検出波長350~600 nm（半値幅）とし、160℃で60秒間プレヒート（測定前の加熱処理）後、測定温度60℃で100秒間行った（下岡・長友 2001）。

4. 結果

測定した40~80秒間のOSL強度を積算し、「加熱処理試料」のOSL強度を、「露光試料」のOSL強度で規格化した。測定した縄文土器ごとに、段階加熱によるOSL感度変化の結果を図3~5に示す。

羽黒神社西遺跡のOSL測定結果を、以下に示す（図3）。H_p1は、500℃まではOSL強度比は1を下回るもしくはほぼ1であるが、600℃ではOSL強度比が1を超えた。H_p2は、600℃まではOSL強度比は1を下回るが、700℃ではOSL強度比が1を超えた。H_p3は、600℃まではOSL強度比は1を下回るもしくはほぼ1であるが、700℃ではOSL強度比が1を超えた。H_p4は、600℃まではOSL強度比は1を下回るもしくはほぼ1であるが、

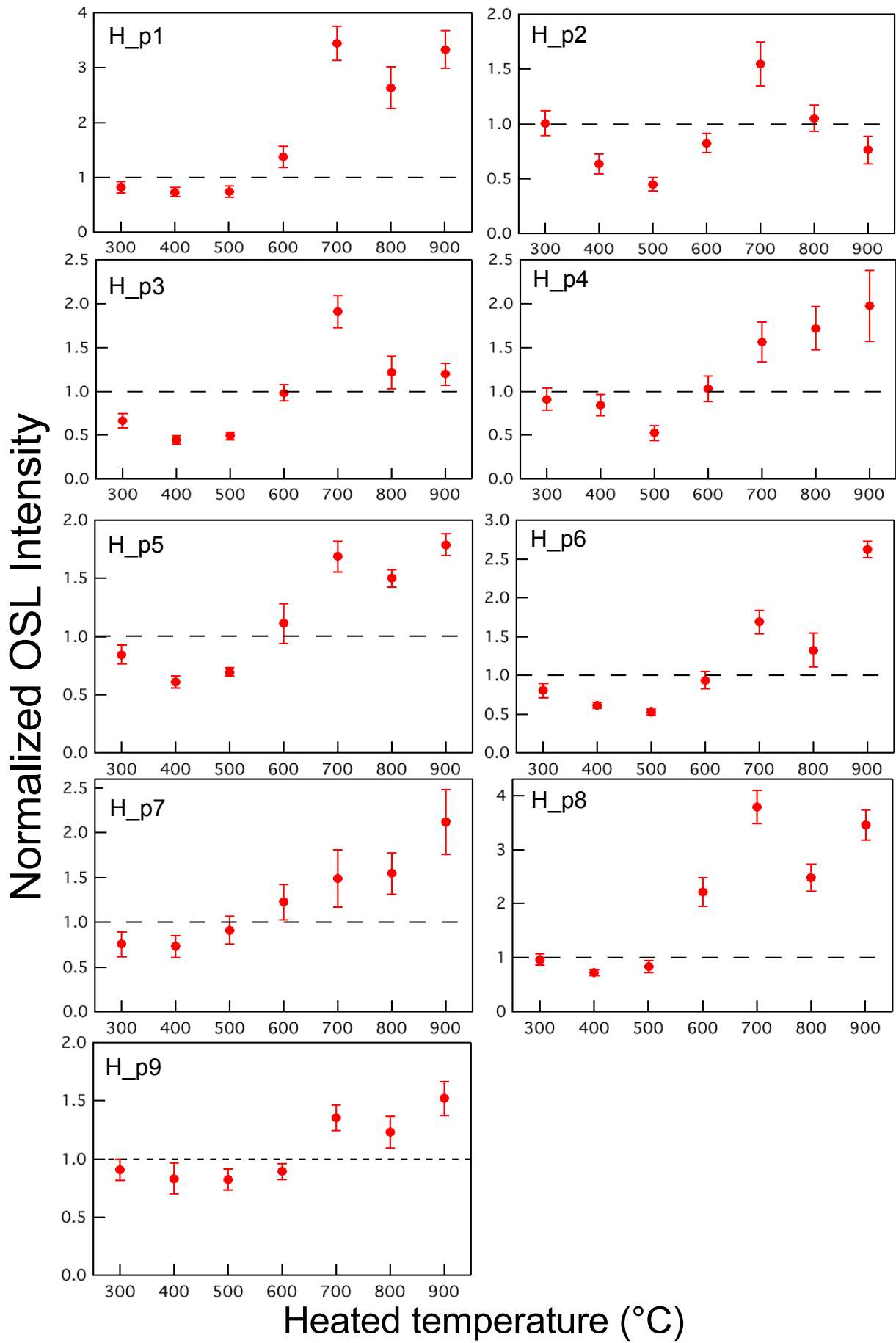


図3 羽黒神社西遺跡試料の段階加熱によるOSL強度の感度変化

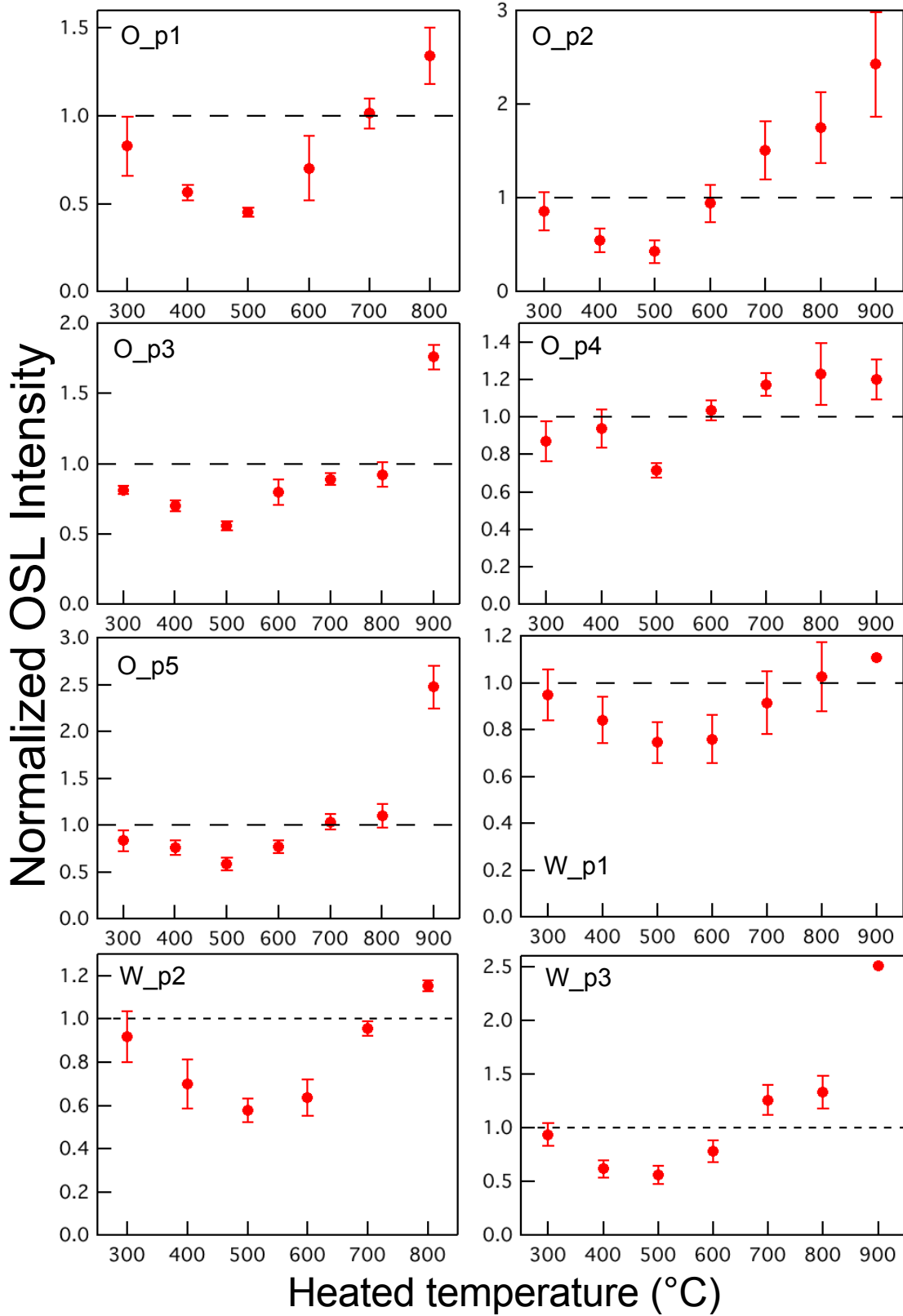


図4 大日野原遺跡試料と和台遺跡試料の段階加熱によるOSL強度の感度変化

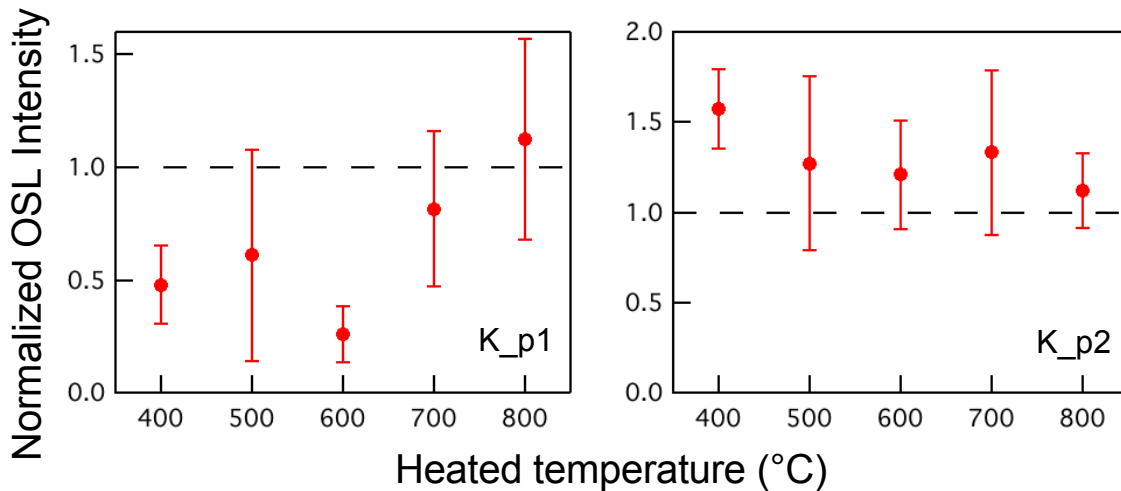


図5 K遺跡試料の段階加熱によるOSL強度の感度変化

700°CではOSL強度比が1を超えた。H_p5は、500°CまではOSL強度比は1を下回るが、600°CではOSL強度比が1を超えた。H_p6は、600°CまではOSL強度比は1を下回るが、700°CではOSL強度比が1を超えた。H_p7は、500°CまではOSL強度比は1を下回るもしくはほぼ1であるが、600°CではOSL強度比が1を超えた。H_p8は、500°CまではOSL強度比は1を下回るもしくはほぼ1であるが、600°CではOSL強度比が1を超えた。H_p9は、600°CまではOSL強度比は1を下回るが、700°CではOSL強度比が1を超えた。

大日野原遺跡および和台遺跡のOSL測定結果を、以下に示す（図4）。O_p1は、600°CまではOSL強度比は1を下回るが、700°CではOSL強度比がほぼ1で、800°CではOSL強度比が1を超えた。O_p2は、600°CまではOSL強度比は1を下回るもしくはほぼ1であるが、700°C以上ではOSL強度比が1を超えた。O_p3は、800°CまではOSL強度比は1を下回るが、900°CではOSL強度比が1を超えた。O_p4は、500°CまではOSL強度比は1を下回るが、600°CではOSL強度比がほぼ1で、700°C以上ではOSL強度比が1を超えた。O_p5は、600°CまではOSL強度比は1を下回るが、700°CではOSL強度比がほぼ1で、800°CではOSL強度比が1を超えた。W_p1は、700°CまではOSL強度比は1を下回るが、800°CではOSL強度比がほぼ1で900°CではOSL強度比が1を超えた。W_p2は、700°CまではOSL強度比は1を下回るが、800°CではOSL強度比が1を超えた。W_p3は、600°CまではOSL強度比は1を下回るが、700°C以上ではOSL強度比が1を超えた。

K遺跡のOSL測定結果を、以下に示す（図5）。どちらの試料も誤差が大きくばらつくものの、K_p1は、700°C

までOSL強度比は1を下回るが、800°CでOSL強度比が1を超えた。K_p2は、400°C以上ですべてOSL強度比が1を超えていた。

5. 考察

以上の結果をもとに、前述したOSL感度変化法の判定方法を用いて、各縄文土器の被熱温度を推定した。推定した被熱温度の一覧を表1に示す。

羽黒神社西遺跡の縄文土器については、H_p1では約500~600°C程度、H_p2では約600~700°C程度、H_p3では約600~700°C程度、H_p4では約600~700°C程度、H_p5では約500~600°C程度、H_p6では約600~700°C程度（以上、縄文早期）、H_p7（縄文前期）では約500~600°C程度、H_p8（縄文中期）では約500~600°C程度、H_p9（縄文晩期）では約600~700°C程度に被熱した可能性が示された。本研究では、縄文土器片から推定された被熱温度は約500~700°C程度であり、先行研究が推定する温度範囲と符合する結果であった。なお、今回の結果では、どの土器資料も600°C付近もしくはそれ以下の焼成温度であり、縄文時代早期から晩期にかけて被熱温度に大きな変化はみられなかった。縄文時代の土器の焼成は野焼きである（潮見 1988）ことから、焼成技術については時期間で大きな変化がなかったことに起因していると考えられる。ただし、縄文時代中期末とされる焼成粘土遺構の被熱履歴測定では、焼成粘土の被熱が900°Cと450°Cという結果が報告されている（岡田・河本・小畑 2023）。今後は、このような報告データにも注視し、縄文土器の被熱温度についてさらに検討していきたい。

大日野原遺跡および和台遺跡の縄文土器試料について

は、O_p1では約600~700℃程度、O_p2では約600~700℃程度、O_p3では約800~900℃程度、O_p4では約500~600℃程度、O_p5では約600~700℃程度、W_p1では約700~800℃程度、W_p2では約700~800℃程度、W_p3では約600~700℃程度に被熱した可能性が示された。O_p4は口縁部にあたり、被熱温度は600℃以下という結果であった。これ以外は、いずれも700℃前後、もしくは700℃以上の高温による熱履歴があったという結果になった。これら土器が調理に利用されていたとすると、炉に据えられた場合、口縁部が直火の火からやや遠くなることの影響も考えられるが、推測の域を超えない。土器資料の熱履歴については、縄文土器の用途解明にも関わることから、出土状況などと絡めて更に考察を深めたいと考える。

K遺跡の縄文土器試料については、K_p1では約700~800℃程度で被熱した可能性が示された。K_p2の加熱実験では、400℃以上に熱を被っていない結果となった。これらより、土器断面が赤褐色を呈するK_p1は相対的に高温での被熱があったとされ、土器断面が黒褐色を呈するK_p2では相対的に低温（400℃未満）での被熱もしくは被熱はほとんどない可能性が示された。これら結果は、阿部（1995）の論考を支持するものであり、重要な傍証になる可能性があると考ええる。今後、類例を増やしてさらに検証を進めたい。

6. まとめ

OSL感度変化法を用いて、縄文土器の被熱温度推定を行った。その結果、縄文土器から推定された被熱温度は、先行研究と符合する結果であった。そして、時期ごとの縄文土器の被熱温度では、大きな変化はみられなかった。縄文土器の部位では、口縁部よりも胴部や底部のほうがやや被熱温度が高い傾向が見られた。土器断面の色と被熱温度の相関については、土器の断面が黒色だと比較的低温での被熱であり、土器の断面が赤色だと高温での被熱であるという先行研究を支持する結果となった。

ただし、今回の結果は一例であり、より多地域における縄文土器の時期ごとの被熱温度を推定するとともに、器種・器形および土器の部位でどのような焼成温度情報を示すか、分析を系統的に継続する必要があるだろう。しかしながら、考古資料は貴重な埋蔵文化財であるので、縄文土器の物理的な破壊分析を数多く行うことは難しい。今後は、分析に使用する試料の量を最小限にする手法についての検討も必要である。課題もあるものの、OSL

感度変化法を用いた被熱温度推定はこのような研究にとっても有効であり、今後もデータを蓄積していきたい。

謝辞

本稿は、2件の学会発表（下岡・大場 2020；下岡・長井・小林 2021）、および3件の発掘調査報告（下岡・小林 2020a；2020b；下岡 2020b）のデータを再整理し、一部加筆修正してまとめ直したものである。大場正善博士と長井謙治博士には、縄文土器についてご教示いただいた。また、匿名査読者からのコメントにより、本稿は改善された。記して感謝申し上げます。

本研究には、日本学術振興会科研費基盤研究（C）21K00974、基盤研究（B）18H00744、基盤研究（A）22H00019のそれぞれ一部を使用した。

引用文献

- 阿部芳郎（1995）土器焼きの火・料理の火—縄文土器にみられる使用痕跡と器体の劣化構造—。考古学研究, 42-3, 75-91.
- 新井司郎（1973）焼成温度。縄文土器の技術, 中央公論美術出版, 72-75.
- 江藤盛治（1963）縄文土器の焼成温度の推定。人類学雑誌, 71, 23-47.
- Huntley, D.J., Godfrey-Smith, D.I. and Thewalt, M.L.W. (1985) Optical dating of sediments. *Nature*, 313, 105-107.
- Kennedy, G.C. and Knopff, L. (1960) Dating by thermoluminescence. *Archaeology*, 13, 147-148.
- 長友恒人（1999）ルミネッセンス法。考古学のための年代測定学入門, 古今書院, 59-76.
- 長友恒人・西村誠治・柴田昌児（2003）TL/ESR測定による被熱変形した弥生土器の被熱温度推定。日本文化財科学会第20回大会研究発表要旨集, 74-75.
- 西村誠治・長友恒人・鐘ヶ江賢二・長友朋子（2007）IRSL法による弥生土器の被熱温度推定。日本文化財科学会第24回大会研究発表要旨集, 36-37.
- 小畑直也・下岡順直（2015）ルミネッセンス法による被熱履歴推定の概要。地質技術, 5, 29-35.
- 岡田憲一・河本純一・小畑直也（2023）奈良県布留遺跡堂垣内地区検出の縄文時代焼成粘土遺構の復元。日本考古学協会第89回総会研究発表要旨, 100.
- 大沢真澄・二宮修治（1983）胎土の組成と焼成温度。加藤晋平・小林達雄・藤本 強編 縄文文化の研究5, 雄山閣出版, 20-46.
- Rhodes, E.J. (2011) Optically stimulated Luminescence Dating of sediments over the past 200,000 years. *Annual review of Earth and Planetary Science*, 39, 461-488.
- 潮見 浩（1988）焼物。図解 技術の考古学, 有斐閣選書, 30-34.

- 下岡順直（2016）福井洞窟12・13層炉跡のOSLを用いた赤色化土壌の被熱温度推定. 史跡福井洞窟発掘調査報告書, 佐世保市文化財調査報告書第14集, 288-290.
- 下岡順直（2018）熱ルミネッセンス, 光ルミネッセンス, 電子スピン共鳴年代測定法を利用した文化財科学研究. 考古学と自然科学, 76, 37-55.
- 下岡順直（2020a）光ルミネッセンス法を用いた焼土の被熱温度推定. 青谷上寺地遺跡15, 第17次発掘調査報告書（第2分冊）, 36-39.
- 下岡順直（2020b）光ルミネッセンス法を用いた羽黒神社西遺跡出土土器資料の被熱温度推定. 羽黒神社西遺跡第1・2次発掘調査報告書, 山形県埋蔵文化財センター調査報告書第239集, 267-270.
- 下岡順直・長友恒人（2001）石英・長石を試料とした光励起ルミネッセンス年代測定法の基礎研究. *Radioisotopes*, 50, 381-389.
- 下岡順直・長友恒人・小畑直也（2008）残存TLを評価したTL年代測定法の改良とそれを利用したレス堆積物のTL年代とOSL年代の比較. *奈良教育大学紀要*, 57, 49-54.
- 下岡順直・波多野智・田邊和明・森美比古・青木智史・阪江修（2015）OSL/TL自動測定装置NRL-99-OSTL2-KUの設計製作とX線管球の線量率較正. *地球環境研究*, 17, 107-110.
- 下岡順直・小林謙一（2020a）大日野原遺跡における光ルミネッセンス法を用いた土器資料の被熱温度推定. 大日野原遺跡—第4次調査—, 中央大学文学部考古学研究室調査報告書5, 87-89.
- 下岡順直・小林謙一（2020b）光ルミネッセンス法を用いた土器資料の被熱温度推定. 和台遺跡4範囲確認調査報告書, 福島市埋蔵文化財報告書第241集, 45-46.
- 下岡順直・大場正善（2020）光ルミネッセンス法を用いた縄文土器資料の焼成温度推定. *日本文化財科学会第37回大会研究発表要旨集*, 170-171.
- 下岡順直・長井謙治・小林謙一（2021）光ルミネッセンス法を用いた縄文土器資料の焼成温度推定（2）. *日本文化財科学会第38回大会研究発表要旨集*, 90-91.
- 下岡順直・高井康宏・中村直子・中村大介・小林謙一（2023）光ルミネッセンス特性とX線回折を用いた焼成考古遺物の被熱温度推定の試み. *地球環境研究*, 25, 15-22.
- 梅田甲子郎（1967）日本古代土器の熱的性質について（その1）. *奈良教育大学紀要*, 15-2, 61-67.
- 梅田甲子郎（1968）日本古代土器の熱的性質について（その2）. *奈良教育大学紀要*, 16-2, 47-52.

Assessing Jomon pottery firing temperatures using a property of optically stimulated luminescence

SHITAOKA Yorinao*, KOBAYASHI Ken'ichi**

* Faculty of Geo-environmental Science, Rissho University

** Faculty of Letters, Chuo University

Abstract :

Jomon pottery firing temperatures were estimated based on sensitivity changes of optically stimulated luminescence (OSL). Earlier studies have presented wide ranges of information about Jomon pottery firing temperatures of 500–900°C. Therefore, after estimating temperatures at which Jomon pottery from various periods were subjected to heat, we elucidated differences in the firing techniques of the different periods. We observed whether site-dependent differences can be ascertained in the Jomon pottery firing temperatures. Moreover, we analyzed the correlation between the pottery cross-section color and the temperature at which it was fired.

Results showed no differences in pottery firing temperatures from one period to another, but slight differences were found in the pottery firing temperatures from one Jomon pottery section to another. Results of correlation between the color of the Jomon pottery cross-section and the heat exposure temperature from an earlier study indicated that a black pottery cross-section is associated with low-temperature heat exposure and that a red pottery cross-section is associated with high-temperature heat exposure.

Key words : firing Jomon pottery, differences by different periods, parts, cross-section, optically stimulated luminescence (OSL), temperature