

## 大山倉吉軽石層（DKP）の物理・化学特性とアロフェン含有量の関連性

鳥取大学大学院 学生会員 ○山本 寛大  
鳥取大学工学部 正会員 中村 公一

### 1. はじめに

鳥取県には大山を噴出源とする火山灰質粘性土が広く分布し、この火山灰質粘性土を一括して大山ロームと称している。火山灰質粘性土は間隙が大きいことや比表面積が大きいこと、自然状態での含水比が大きい、液性限界や塑性限界が大きいことなどが報告されている。これらの火山灰質粘性土特有の性質は火山灰質粘性土に含まれているアロフェンの性質によるものであるとこれまでの研究で指摘されている<sup>1)</sup>。またアロフェンは火山灰質粘性土の強度に影響を及ぼすという指摘もされている<sup>2)</sup>。アロフェンは火山灰堆積物（特に火山ガラス）が温暖で湿潤な環境条件下で風化して生成される。一般に新しい火山灰から古い火山灰への粘土化に連続した風化系列（アロフェン→ハロイサイト→ $R_2O_3$  鉱物）をたどることが指摘されている<sup>3)</sup>。またアロフェンの生成には降水量や地盤の化学的条件が関係している。堆積環境や風化程度が異なればアロフェン含有量も異なると考えられる。宋は様々な地点から採取した関東ロームの物理・化学的性質とアロフェン含有量の関係性を示している<sup>4)</sup>。そこで大山倉吉軽石層の物理・化学特性とアロフェン含有量の関係について従来の関東ロームの研究結果と比較、検討し、その結果を報告する。

### 2. 採取場所・試験方法

実験試料は鳥取県倉吉市北野でブロックサンプリングにより採取した。大山倉吉軽石層の深度は2.50～5.65mであり、本試料は表層から採取した。

土粒子密度試験、液性限界・塑性限界試験、粒度試験、強熱減量試験は地盤工学会で定める方法に従った。強熱減量試験の目的は結合水や結晶水などの水分量の目安を得ることである。その理由は、アロフェンの微細な構造<sup>5)</sup>には110℃では逸散しない水分が含まれており、アロフェン含有量が増加するにつれて水分量も多くなると推定されるからである。間隙比と乾燥密度は圧密試験の供試体の体積と乾燥質量、土粒子密度試験の結果から算定した。酸-アルカリ交互溶解法は中島らの8NHCl-0.5NNaOH交互溶解法に準じて行った<sup>6)</sup>。詳細な方法は図1に示すとおりである。試験結果は処理回数をX軸、減量率をY軸にプロットして溶解曲線を描き、その直線部分を延長してY軸との交点を求め、その値をアロフェン含有量とした。

### 4. 試験結果

室内試験結果は土粒子密度 2.821 ( $Mg/m^3$ )、液性限界 190.0%、塑性限界 107.8%、強熱減量 14.81%となった。原位置試験結果は自然含水比 176.2%、間隙比 5.408、乾燥密度 ( $Mg/m^3$ ) となった。粒度試験結果を図2に示す。

酸-アルカリ交互溶解法による試験結果を図3に示す。縦軸には土の乾燥質量に対する減量率を、横軸には測定回数を示す。減量率の変化は測定回数が1, 2回目は大きく、3回目以降は小さくなった。Segalen<sup>7)</sup>は、測

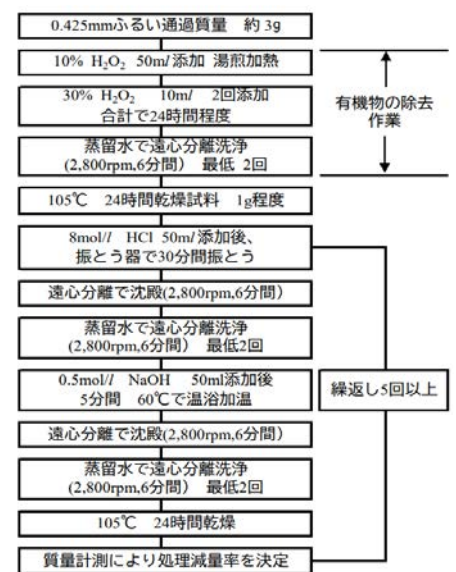


図1 酸-アルカリ交互溶解法の方法 (参考文献より引用<sup>6)</sup>)

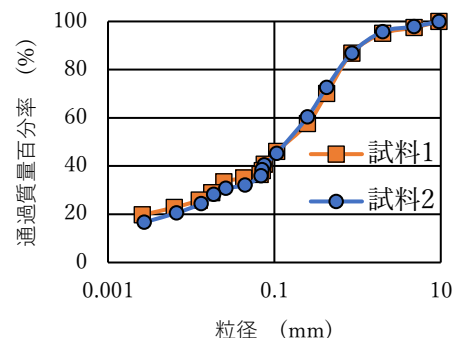


図2 粒径加積曲線

定回数の後半の直線部分を延長して、Y 軸との交点を求め、その値をアロフェン及び非晶質成分の含有量とした。この方法で求めた大山倉吉軽石層のアロフェン及び非晶質成分の含有量は 54%、56%であった。

関東ロームの室内試験結果（土粒子密度を除く）、原位置試験結果とアロフェン含有量の関係に大山倉吉軽石層のものを追記したものを図 4 と図 5 に示す<sup>4)</sup>。青い四角でプロットした点が、既往の研究の東京、神奈川を中心とした関東南部および西部一帯の様々な地点で採取された関東ロームの結果である。赤い丸でプロットした点が本実験結果である。宋はアロフェン含有量が物理的性質に及ぼす影響について報告しており、そのなかでアロフェン含有量と液性限界、塑性限界、強熱減量、自然含水比、間隙比の間には直線的正の相関関係があること、アロフェン含有量と乾燥密度の間には直線的負の相関関係があることを指摘している<sup>4)</sup>。先にも述べたように、アロフェン含有量は火山灰が堆積した地点の降水量や地盤の化学的な状態、堆積年代や風化程度に左右されるので、同じ火山から噴出したものであっても採取地点や採取深度が異なれば、アロフェン含有量も異なると考えられる。

図 4(a)と図 4(b)からアロフェン含有量が同程度の大山倉吉軽石層と関東ロームの液性限界と塑性限界を比較すると関東ロームの液性限界の値は 120%~150%付近に分布しており、液性限界が 190%に近いものは数点しかなく、大山倉吉軽石層のほうが大きいことが分かる。関東ロームと大山倉吉軽石層の塑性限界の値は同程度の位置に分布している。図 4(c)からアロフェン含有量が同程度の大山倉吉軽石層と関東ロームの強熱減量の値を比較するとどちらも 13%~17%と狭い範囲に分布していることが分かった。

図 5(a)からアロフェン含有量が同程度の関東ロームの自然含水比の値は 120%~150%に分布が集中しており、自然含水比が 170%のものはほとんどなく、大山倉吉軽石層のほうが大きいことが分かる。図 5(b)からアロフェン含有量が同程度の大山倉吉軽石層と関東ロームの乾燥密度を比較すると乾燥密度の値は 0.5(Mg/m<sup>3</sup>)と 0.8(Mg/m<sup>3</sup>)付近に分布。図 5(c)からアロフェン含有量が同程度の大山倉吉軽石層と関東ロームの間隙比を比較すると関東ロームの間隙比は 5 以上にはなく、大山倉吉軽石層のほうが大きいことが分かる。

図 4(a)と図 5(a)からアロフェン含有量が増加すると自然含水比と液性限界も大きくなることが分かる。図 5 からアロフェン含有量が増加すると間隙比と自然含水比が大きくなり、乾燥密度は小さくなっていることが分かる。このことはアロフェン含有量が増加すると間隙が増え、密度が軽くなることを示している。

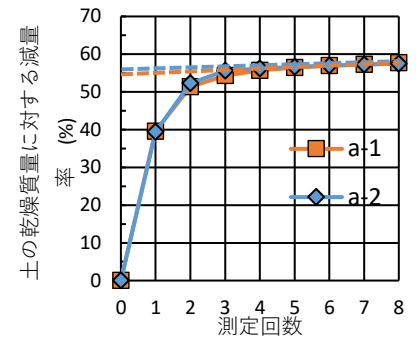


図 3 酸—アルカリ交互溶解法試験結果

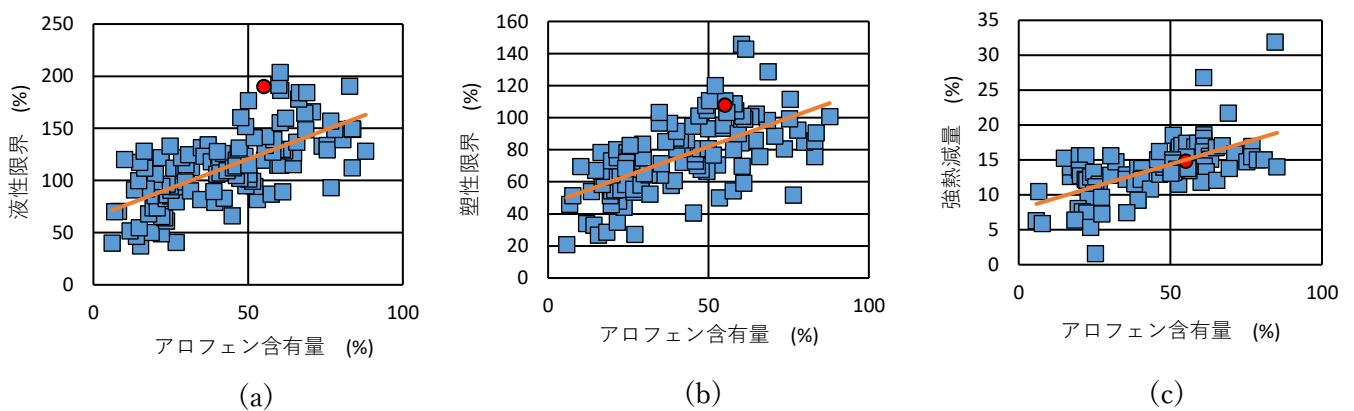


図 4 室内試験結果とアロフェン含有量の関係

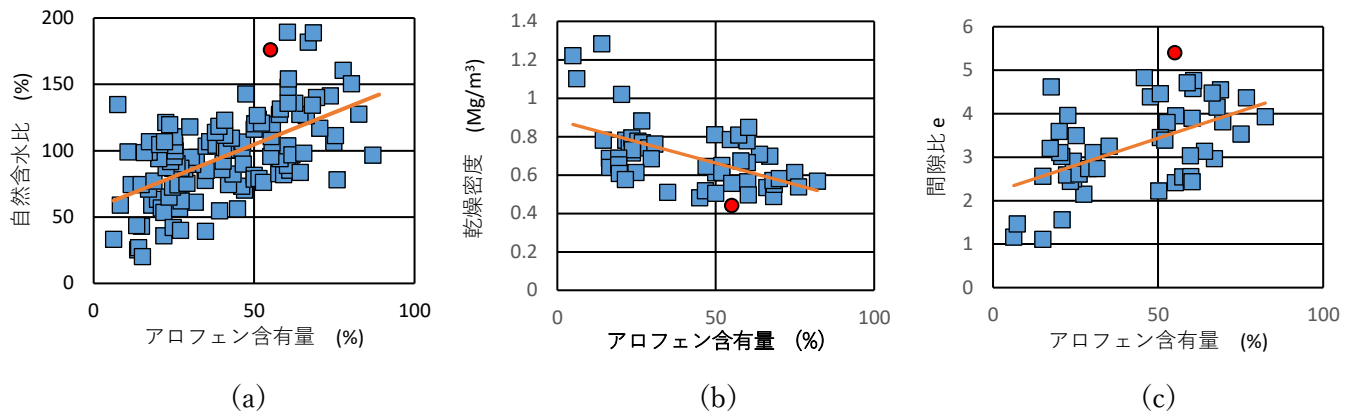


図5 原位置試験結果とアロフェン含有量の関係

### 5. まとめ

酸-アルカリ交互溶解法によって求めたアロフェン含有量は 54%と 56%であり、関東ロームのアロフェン含有量と比較すると中間的な値となった。アロフェン含有量が同程度の関東ロームと比較すると液性限界、自然含水比、間隙比は大きいほうに位置することが分かった。塑性限界、強熱減量は同程度に位置し、乾燥密度は小さいほうに位置することが分かった。

### 参考文献

- 1) 酒巻良行, 新任修: 大山ロームの物理的性質, 全地連技術 e フォーラム 2002 講演集, Vol.9, 2002.
- 2) 宋永焜: 関東ロームのアロフェン含有量とその工学的特異挙動に及ぼす影響, 土質工学会論文報告集, Vol.34, No. 2, pp.141-151, 1994.
- 3) 足立忠司ほか: 日本の特殊土壌 (その 2) 火山灰土 (その 1) —関東ロームなどの火山灰質粘性土—, 農業土木学会, Vol.51, No.9, pp.841-849, 1983.
- 4) 宋永焜: 火山灰質粘性土のアロフェン含有量とその物理的特性に及ぼす影響, 土壌の物理性, Vol. 82, pp.43-54, 1999.
- 5) 北川靖夫: アロフェンの脱水, 微細形態における化学組成, 農業技術研究所報告.B, 土壌肥料, No.26, pp.95-132, 1975.
- 6) 中島美代子, 富田龍三, 田中政典: アロフェンおよび非晶質成分の含有量測定方法の検討, 土木学会第 66 回年次学術講演会, III-378, 2011.
- 7) P. スガラン: 熱帯地方の加水酸化物を含有する若干の土壌中の非晶性生成物の一定量法に関するノート, ペドロジスト, Vol.12, No.2, pp.69-72, 1968.