

1.はじめに

陶磁器に使われる釉薬の調合計算や化学的役割を理解する上で、ゼーゲル式が一般的に広く用いられている。この式は釉薬原料の化学組成（モル比）を元に、釉薬の成分をアルカリ成分、中性成分、酸性成分に分けて表示し、配合からゼーゲル式を求めたり、ゼーゲル式から配合を求めたりする。しかし、ゼーゲル式から配合を求める計算は煩雑であり、常に正確な結果を求めることは難しい。

当所にもすでに計算プログラムはあったが、データの一つ入力するごとに Yes / No の確認をしなければならない、計算結果が分かるまで画面が何度も切り替わるなど、入力作業に時間がかかりすぎた。また計算結果が一目でわかりにくい、ゼーゲル式から配合を求める計算式が簡易的であるため正確な結果を求められない、複数の計算を一度にできないなどの問題点があった。また、他県等でもそれぞれの目的にあわせて釉薬計算プログラムが開発されており^{1)~6)}、またプログラムの販売もされている^{7)~8)}。

今回の研究では、主に釉薬研修の研修生が操作をしやすく、正しい結果がすぐにわかる、画面が見やすく入力ミスが少ない、シリカアルミナ比を変えるなど複数の計算を一度に行えるプログラムの開発を行った。内容は次の4つである。

- (1) 原料データの入力。
- (2) 配合からゼーゲル式を求める。
- (3) ゼーゲル式から配合を求める。
- (4) 複数調合の同時計算、結果の一覧表示。

2.方法

表計算及び計算結果の表示・リンクが容易・迅速であり、一般に広く普及していることから、使用アプリケーションは「Windows Excel 2002」とした。また、プログラム利用者の操作性、繰り返し計算の迅速さを考慮し、プログラム言語として「Excel 2002 VBA

(Visual Basic for Applications)」を使用した。

他県等のアプリケーションは以下のとおりである。

- 完全版釉薬基礎ノート(H16) Excel
- 土岐市陶磁器試験場(H14) VisualBasic
- 愛知県常滑窯業技術センター(H13) Excel
- 京都市工業試験場(H11) F-BASIC
- 北海道立工業試験場(H11) F-BASIC
- 徳島県立工業技術センター(H8) VisualBasic
- 三重県工業技術センター (H7) turboC+compiler
- 工業技術連絡会議窯業連合部会(H4)N88 日本語 BASIC

3.逆行列関数

ゼーゲル式から正確な配合を求めるため、Excel の逆行列関数 (MINVERSE, MMULT) を用いた。

・MINVERSE: 逆行列を計算する範囲を指定して、数式バーに配列式「=MINVERSE(範囲A)」と入力する。そのとき「Ctrl」+「Shift」+「Enter」を同時に押す。すると、数式バーには配列式「{=MINVERSE(範囲A)}」が表示され、範囲Aのセルに計算結果が表示される。

・MMULT: 計算結果を表示する範囲Bを指定して、数式バーに配列式として「=MMULT(範囲A,範囲B)」と入力する。「Ctrl」+「Shift」+「Enter」を同時に押す。数式バーには配列式として「{=MMULT(範囲A,範囲B)}」が表示され、範囲Aのセルに計算結果が表示される。

逆行列関数を用いた釉計算では、既知のゼーゲル式の値から各原料の配合割合を求めることができる。

①既知 :ゼーゲル式の値 (11種類)

L20 KNa0 Ca0 Mg0 Sr0 Ba0 ,
Zn0 Pb0 A20 3B20 3S0 2

②変数 :各原料の配合割合 (11種類)

(例)ペタライト,長石,石灰,マグネサイト,炭酸ストロンチウム,炭酸バリウム,亜鉛華,鉛丹,粘土,ホウ酸,珪石 (上記各化学成分に対応したグループごとに登録する)

③変数の合計を1とする (100%)

4.結果 (開発したプログラムの特徴)

①VBA で入力フォームを作成。原料を主要化学成分ごとにグループ化したため、原料の登録が行いやすく、入力ミスも起きにくい。

②原料のグループ化により適切な配合が可能。

③配合あるいはゼーゲル式の値を入力し、原料名をリストボックスから選択するだけで、瞬時に同じ画面に結果が出る。原料名を確定する必要がない。

④逆行列関数を用いるため正確な配合結果がでる。

⑤一度に多くの計算結果を表形式で表示できる。

⑥異なる配合のゼーゲル式を一度に66とおり計算し、結果を表形式で表示できる。

⑦三角座標のゼーゲル式がまとめて計算できる。

⑧範囲を設定するだけでシリカ・アルミナ比を変えた計算を一度に36とおり行い、結果を表形式で表示できる。

⑨異なるゼーゲル式の配合を一度に66とおり計算し、結果を表形式で表示できる。

⑩調合量に合わせた配合計算結果が出せる。

⑪鉄、リンなど微量成分の含有量がわかる。

ωAppen の熱膨張係数⁹⁾を計算できる。

5.期待される効果

- ω 釉調合計算時間の大幅な短縮
- ω 入力ミス・写しミス・計量ミスの減少
- ω 検討時間・実験時間の短縮

6.まとめ

この計算プログラムは正確で迅速な釉薬計算を行うことができるため、釉薬の研修における実習や化学的理解に大いに活用することができる。また釉薬研究開発、技術相談の対応などの迅速化にたいへん役立つと考えられる。

7.参考文献

- 1) 福原徹，田中正洋，愛知県常滑窯業技術センター報告，28,45 ~ 47 (2001)
 - 2) 皿井博美（北海道立工業試験場），第34回窯業技術担当者会議予稿集，35 ~ 36 (1999)
 - 3) 群寿也，伊豫義之，徳島県立工業技術センター研究報告，5, 15 ~ 18 (1996)
 - 4) 林茂雄，國枝勝利，熊谷哉，服部正明，庄山昌志，島地昭寿，濱口純一，田畑康晴，藤原基芳，三重県窯業試験場年報，30, 25 ~ 31 (1995)
 - 5) 林茂雄，國枝勝利，庄山昌志，島地昭寿，濱口純一，増田峰知，三重県窯業試験場年報，29, 29 ~ 34 (1994)
 - 6) 工業技術連絡会議窯業連合部会編，日本の窯業原料，881 ~ 889 (1992)
 - 7) 津坂和秀，完全版釉薬基礎ノート，双葉社，2004
 - 8) 土岐市立陶磁器試験場，ゼーゲル計算プログラム ver.2.0，2002
 - 9) 國枝勝利，熊谷哉，三重県窯業試験場年報，21, 11 ~ 25 (1986)
-