

屈折率楕円体を用いた偏光色の理論計算

Theoretical calculation of polarization color using an index ellipsoid

北見工業大学 °大竹達也、酒井大輔、原田建治

Kitami Institute of Technology °Tatsuya Otake, Daisuke Sakai, and Kenji Harada

E-mail: m2153300050@std.kitami-it.ac.jp

はじめに

厳冬期の北海道屈斜路湖にて、偏光フィルタを通して湖面の薄氷を撮影すると、薄氷下にある小さな泡が様々な色に見える現象が発見された。この現象は、偏光フィルタを通してのみ観察されることから、偏光色によるものと考えられる。撮影者により『ジュエリーバブル』と命名された。従来、本現象で観察される偏光色の理論計算は、氷の結晶軸方向を湖面に平行であると仮定して行われてきた。しかし、今年の2月に屈斜路湖で採取した氷を評価したところ、結晶軸はおおよそ湖面に垂直な方向(測定箇所により 2°から 14°傾きあり)であることが分かった。そこで本研究では、屈折率楕円体を計算に用いることで、氷の結晶軸に傾きがある場合における偏光色の理論計算を実施したので報告する。

偏光色の理論計算

クロスニコル配置の偏光板の間に複屈折性材料である氷を挟み、白色光を入射した際に観察される偏光色の理論計算を行った。この時、氷の厚さを 0.6mm、主屈折率を $n_x=1.309$ 、 $n_y=1.309$ 、 $n_z=1.313$ 、結晶軸の z 軸からの傾きを 10°、結晶軸方向を x 軸から y 軸の方向に 30°であると仮定した。水平方向の観察方向を x 軸の正の向きからとし、垂直方向の観察角度を z 軸から 0°~80°で変化させた。このとき観察される偏光色の理論計算の結果を Fig. 1 に示す。偏光色を計算するにあたっては、リタデーションを求める必要がある。このリタデーションを計算するには、二つの固有偏光の屈折率差を算出する必要がある。これは、屈折率楕円体を用いることで、幾何学的に求めることが可能になる。従来的には、複屈折性材料の結晶軸が三次元座標系のいずれかの座標軸と一致している場合や特定の角度から観察した場合のみを考慮してきた。そのため、比較的容易な計算方法を用いて屈折率差を算出していた。一方本研究では、軸の傾き等を考慮する必要性があり、計算が煩雑になることから、ラグランジュの未定乗数法を用いた。本研究で行った計算方法によって自然界の氷のように結晶軸が傾いている場合においても偏光色の理論計算を行うことが可能になった。今後、実際の氷で観察される偏光色を解析することで、本理論計算の精度を検証し、ジュエリーバブルの解析に応用していく。

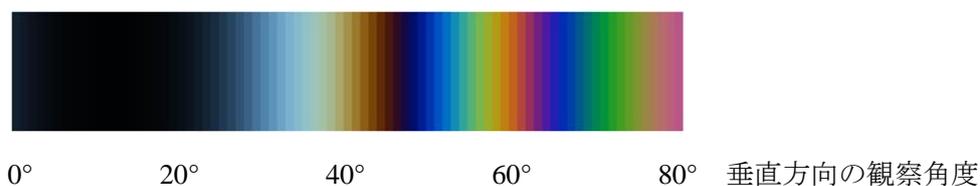


Fig. 1 Polarization color calculation results