

## 人工眼内レンズの劣化による混濁の評価 Evaluation of the Opacity of the Aging Intraocular Lens

野口 三太郎  
Santaro Noguchi

三栄会 ツカザキ病院 眼科  
Saneikai Tsukazaki Hospital

これまで IOL 製造、安全性の評価として劣化による混濁試験は詳細に行われていないのが実情である。しかし、種類によっては臨床的に IOL が混濁しているものも散見される。大型放射光を用いて、劣化した眼内レンズを撮影することで眼内レンズ内での変化を客観的に捉えるのが目的である。

今回の実験である特定の種類のアクリル IOL に関して、内部にガス空間が発生していることがわかった。IOL の劣化評価が可能となれば、今ある IOL だけでなく、これから開発される IOL に関しても介入が可能となり、今後今研究評価介入が必須となると思われる。医師の立場からの臨床的に優れた IOL、劣化のおきにくい IOL の両視点からの開発が可能となると思われる。

### 背景と研究目的：

白内障手術を行う際に、人工の眼内レンズ(IOL)を眼内に挿入されている。1950 年頃より白内障手術後に眼内レンズを挿入されるようになった。それから白内障手術の進化とともに移植される眼内レンズも変化していった。当初は PMMA 製のレンズが主流であったが、シリコン樹脂さらに近年ではアクリル樹脂製の眼内レンズが主流となっている。現在多くがアクリル製のものが用いられている。しかし、患者を診察するときに医師の立場から眼内レンズを挿入してから時間の経過したアクリル IOL を顕微鏡下で観察すると IOL が劣化して混濁しているように見受けられるものが散見される[1-3]。

目的 眼内を模擬した環境におき、劣化した IOL を放射光を用いてレンズ内でどのような構造変化が認められるのかを検討する。

期待される成果 IOL を混濁させている構造の変化を 3 次元で確認できる。眼内レンズの種類別に混濁のタイプや分布の違い、定量的評価ができる可能性がある。

### 実験方法：

劣化 IOL 試料の作製： IOL を 40 日間 90°C にて人工前房水(BSS)に漬け加温したものを劣化 5 年に相当するとする。加速劣化は環境温度が高くなると化学反応が早く進行することを利用し、短時間で経年劣化させる方法である。BSS 3 ml を滅菌ガラスバイアル内に IOL を入れ、キャップで密閉した後、送風低温乾燥器にて 90°C で保管する。劣化に要する日数は、眼内温度 36°C としてアレニウスの式より算出し、40 日が 5 年劣化に相当となる。乾燥 X 線 CT および透過イメージングに用いる試料は、洗浄後の乾燥操作はせず、BSS で満たした密封容器に保持して測定に供する。また、キャピラリー内にも同様に 37°C の BSS で満たし、X 線撮影を行った。37°C BSS であることを確認するために、キャピラリー内の温度も連続的に確認して行った。

### X 線 CT および透過イメージングによる IOL の画像の取得

X 線のエネルギーは 8keV 程度を目安に、画像を観察しながら最適なエネルギーを決定する。検出器はビームモニタ(BM3,20 倍レンズ)と CCD カメラ(C4880-41S)を組み合わせたものを使用する。ビームサイズは BL46XU で得られる最大サイズの 1x1 mm 程度。CT 測定では試料を外径 1mm 程度のキャピラリーに詰め、セシウム含有 BSS で満たして測定する。試料は小さくなるが三次元分布を観察する。透過イメージングではより大きな密封容器に試料と BSS を詰めて測定する。二次元分布ではあるが広い範囲を観察する。

#### 結果及び考察：

キャピラリーに試料を作成した後に、撮影を行った。今回も、SN60WF では劣化レンズ内でガス空間が発生していることがわかった。X 線線吸収係数からも水ではなくガス空間であることがわかった。

セシウム含有 BSS を用いて、水の移動を測定する目的であったが、アクリル内にセシウムと思われる吸収を認めることはできなかった。ただし、レンズとセシウム水の境界が不鮮明となっており、アクリル樹脂表面にセシウム水の侵入があることが認められた。ただし、撮影において、セシウム水内に気泡が発生してしまい、条件がそろっていないところが問題点と思われる。撮影時の温度管理の問題なのか、アクリル内に水が移動しないからなのかは不明である。次回は撮影時の加温 BSS を脱気して行う必要があると考えられる。

#### 参考文献：

- [1] Ninel Z. et al: In vitro comparison of glistening formation among hydrophobic acrylic intraocular lenses. J Cataract Refract Surg 2002; 28:1262-1268
- [2] Koichi Kato. Et al: Glistening formation in an AcrySof lens initiated by spinodal decomposition of the polymer network by temperature change. J Cataract Refract Surg 2001; 27:1493-1498
- [3] Akira Miyata. Et al: Equilibrium water content and glistenings in acrylic intraocular lenses. J Cataract Refract Surg 2004; 30:1768-1772