

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
Santarou Noguchi

三栄会 ツカザキ病院 眼科
Saneikai Tsukazaki Hospital

これまで人工の眼内レンズ(IOL)の製造、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 につい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。

キーワード： 混濁眼内レンズ、人工眼内レンズ、アクリル、加速劣化

背景と研究目的：

白内障手術を行う際に、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され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][2][3]。

そこで本実験では、眼内を模擬した環境におき劣化した IOL に対し、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した。IOL 混濁の表現型や性状を分析することで、IOL 別や素材別での劣化の特徴をとらえることを試みた。

実験：

試料：

IOL：人工アクリルプレート。円形。直径 6 mm × 厚さ 0.5 mm。

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 で保管した。劣化に要する日数は、眼内温度 36°C としアレイ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、人工前房水で満たした密封容器に保持して測定に供した。

実験条件：

X 線 CT による IOL の画像の取得：

X 線のエネルギー 12.4 keV、試料方位角間隔 0.2°、試料からカメラまでの距離 30 mm、露光時間 2 s で実験を行った。なお、使用した検出器はビームモニタ 3(対物レンズは 10 倍、浜松ホトニクス社製)と CCD カメラ(C4880-41S 浜松ホトニクス社製)を組み合わせたものを使用した。ビームサイズは BL46XU で得られる最大サイズの 1×1 mm² 程度。試料を外径 1 mm 程度のキャピラリーに詰め、BSS で満たして測定。CT にて三次元分布を観察した。

結果および考察：

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(図 1 赤矢印)。しかし、ガス空間は全 IOL で認めるわけでは無いことも判明した。共焦点顕微鏡での研究では輝点が様々なタイプとして現れていたが、今回の実験では調べることができなかった。この理由として水の移動がとらえられなかったことが挙げられる。IOL と水の X 線吸収係数がとても近いため、IOL 内での水の移動を証明することは困難であった。

今後の課題として、IOL が水を吸収して混濁している様子を証明する必要がある。そのためには IOL と水の X 線線吸収係数を離す必要があると思われる。造影剤として塩化セシウムを含有した BSS を作成し、再度水の移動に注目した撮影が必要かと思われる。

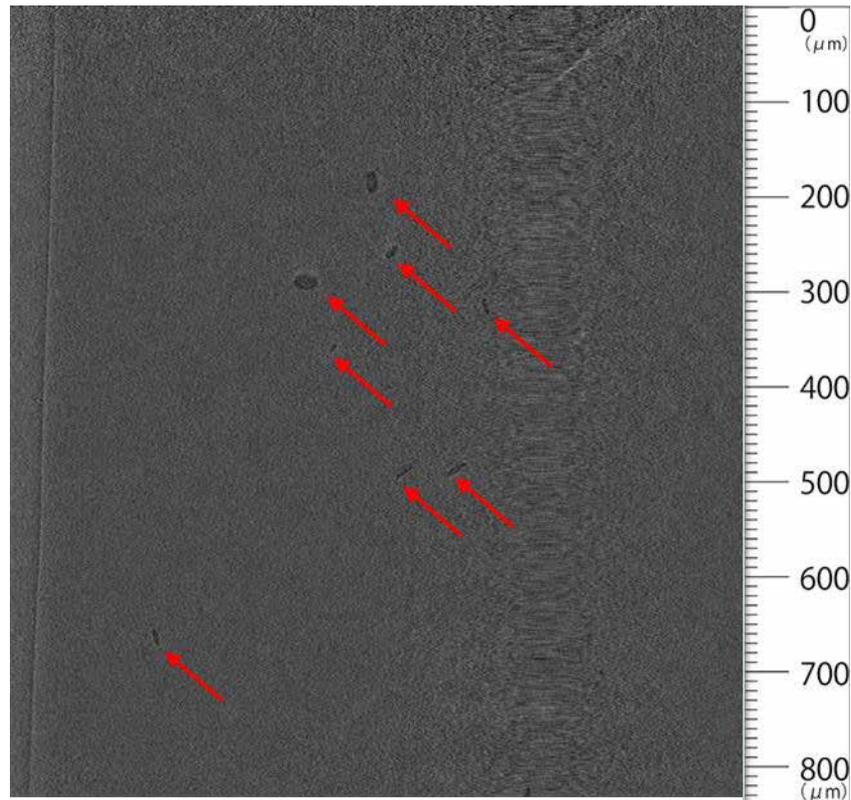


図 1

参考文献：

- [1] Ninel Z. et al., *J Cataract Refract Surg*, **28**, 1262–1268 (2002).
- [2] Koichi Kato et al., *J Cataract Refract Surg*, **27**, 1493-1498 (2001).
- [3] Akira Miyata et al., *J Cataract Refract Surg*, **30**, 1768–1772 (2004).