The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	関節軟骨の微細構造を考慮した力学モデルによる力学・材料特性評価と変性診断への応用に関する研究
Author(s)	大澤, 恭子
Citation	大阪大学, 2012, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/59098
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

The University of Osaka

【55】

氏　　名	大　澤　恭　子（おお さわ たか こ）
博士の専攻分野の名称	博　士（工学）
学　位　記　番　号	第　２５２３６　号
学位授与年月日	平成 24 年 3 月 22 日
学位授与の要件	学位規則第４条第１項該当 基礎工学研究科機能創成専攻
学　位　論　文　名	**関節軟骨の微細構造を考慮した力学モデルによる力学・材料特性評価と変性診断への応用に関する研究**
論文審査委員	（主査） 教　授　田中　正夫 （副査） 教　授　平尾　雅彦　　教　授　和田　成生

論 文 内 容 の 要 旨

関節軟骨の変性には組織組成や構造が関与するため，力学特性の正確な評価には関節表面から骨までの深さ方向に変化する軟骨の層状構造を考慮した評価手法の確立が望まれる．本研究では，軟骨組織の微細構造を考慮した力学モデルを用い，実験および臨床診断では直接評価困難な特性である，深さ方向の弾性係数の分布を評価する手法を提案し，本提案手法の軟骨変性早期診断への応用を検討した．

関節を生体から摘出した*in vitro*実験を行った結果，軟骨組織を等方で均質な組織と仮定して求めた見かけの弾性係数および軟骨厚さは大腿骨頭表面において不均一な分布が見られ，コラゲナーゼ変性処理による見かけの弾性特性の低下はコラーゲン分解による微細構造の質的な変化によるものであった．

この軟骨微細構造を考慮した力学モデルとして，軟骨の固液二相性を表現した二相理論に基づき，固相をコラーゲン線維と軟骨細胞が介在するプロテオグリカン基質として扱う軟骨微細構造モデルを構築し，これを用いて軟骨の粘弾性的特性を評価する手法を提案した．本評価手法を用いて，押し込み試験の結果から力学モデルにより粘弾性特性を推定し，軟骨弾性係数の深さ分布を算出した．その結果，軟骨を単相等方均質線形弾性体と仮定する従来の手法では評価できない軟骨固相の組成成分の弾性特性の差異や，コラーゲン分解によるコラーゲン線維の弾性および粘性特性の低下や間質液の流動性上昇を推定することができた．得られた粘弾性特性は，組織組成計測の結果から推察されるコラーゲン線維の寄与や間質液の流動抵抗の知見と一致した．本力学モデルによる弾性係数の深さ分布は表層よりも深層で高値を示し，見かけの弾性係数は表層の値に近かった．従来評価に用いられてきた見かけの弾性係数は表層の特性を示すに留まるのに対し，本提案手法では，軟骨深さ方向の変化というより多くの情報を得ることができた．

論 文 審 査 の 結 果 の 要 旨

関節軟骨の変性は組織組成や構造と密接に関連するため，力学特性の正確な評価には関節表面から骨までの深さ方向に変化する軟骨の層状構造を考慮した評価手法の確立が望まれる．本論文は，軟骨組織の微細構造を考慮した力学モデルを用い，直接計測が困難である弾性係数の深さ分布を評価する手法を提案し，本提案手法の軟骨変性早期診断への応用の可能性について検討したものである．

関節軟骨の*in vitro*の押し込み試験から，組織に等方均質を仮定した見かけの弾性係数は骨頭表面において不均一であり，コラゲナーゼ変性処理による見かけの弾性特性の低下はコラーゲン分解による微細構造の質的な変化によるものであることが示された．この軟骨微細構造を考慮した固液二相力学モデルを用いて軟骨の粘弾性的特性を評価する手法を提案しており，その力学モデルは，液相による粘弾性だけでなく，コラーゲン線維と軟骨細胞が介在するプロテオグリカン基質である固相の粘弾性特性をも考慮するように拡張されたものである．提案評価手法を用いて，押し込み試験の結果から力学モデルにより粘弾性特性を推定し，軟骨弾性係数の深さ分布を算出し，単相等方均質線形弾性を仮定する従来手法では評価できない軟骨固相の組成成分の弾性特性の差異や，コラーゲン分解によるコラーゲン線維の弾性および粘性特性の低下や間質液の流動性上昇を推定することに成功している．得られた粘弾性特性は，組織組成計測の結果から推察されるコラーゲン線維の寄与や間質液の流動抵抗の知見と一致し，弾性係数は表層よりも深層で高値を示し，見かけの弾性係数は表層の値にすぎないことが明らかにされた．従来評価に用いられてきた見かけの弾性係数は，表層の特性を示すに留まるのに対し，本論文で提案された手法は軟骨深さ方向の変化というより多くの情報を得ることを可能とした．

以上により本論文は，博士（工学）の学位論文として価値のあるものと認められる。