

大菱形骨の骨形態の違いが 応力に及ぼす影響を検証



小樽市立病院
整形外科

佃 幸憲 主任医療部長

背景

母指CM関節症は高齢に伴い生じる変形性関節症として手の領域では非常にポピュラーな疾患であり、疼痛、可動域制限が生じることから日常生活へ大きな影響を及ぼす。そのメカニズムは靭帯の弛緩やそれに伴う中手骨の橈背側への偏位が報告されており、軟部組織が影響するとされているが、骨形態の影響に関しては不明な点も多い。

母指CM関節はつまみ動作などで関節面に負荷が加わるが、その位置は過去の報告から大菱形骨の橈背側面に集中しやすく、中手骨回内位でのピンチ動作にて大菱形骨の橈背側に関節面の接触が強くなるといわれている。しかし、これらの研究は屍体研究であり、生体内での繰り返す負荷に関しては不明である。

我々はCT-osteosorptiometry (CT-OAM)法に着目している。CT画像を用いて軟骨下骨骨密度を測定し、関節の応力分布を予測する方法で、関心領域内の骨密度分布を調査することで長期に蓄積された応力が計算可能だ。

これまでもさまざまな関節面の応力分布を測定し、正常関節面から関節症発症のメカニズムなど関節症性変化と応力との関連性に関して調査してきた。本研究の目的は大菱形骨、中手骨の軟骨下骨骨密度を計測し、母指CM関節面における応力分布をCT-OAM法を用いて解析し、骨形態の違いが応力分布に及ぼす影響を調査することである。

方法

2018年6月から21年2月に当院で手部、手

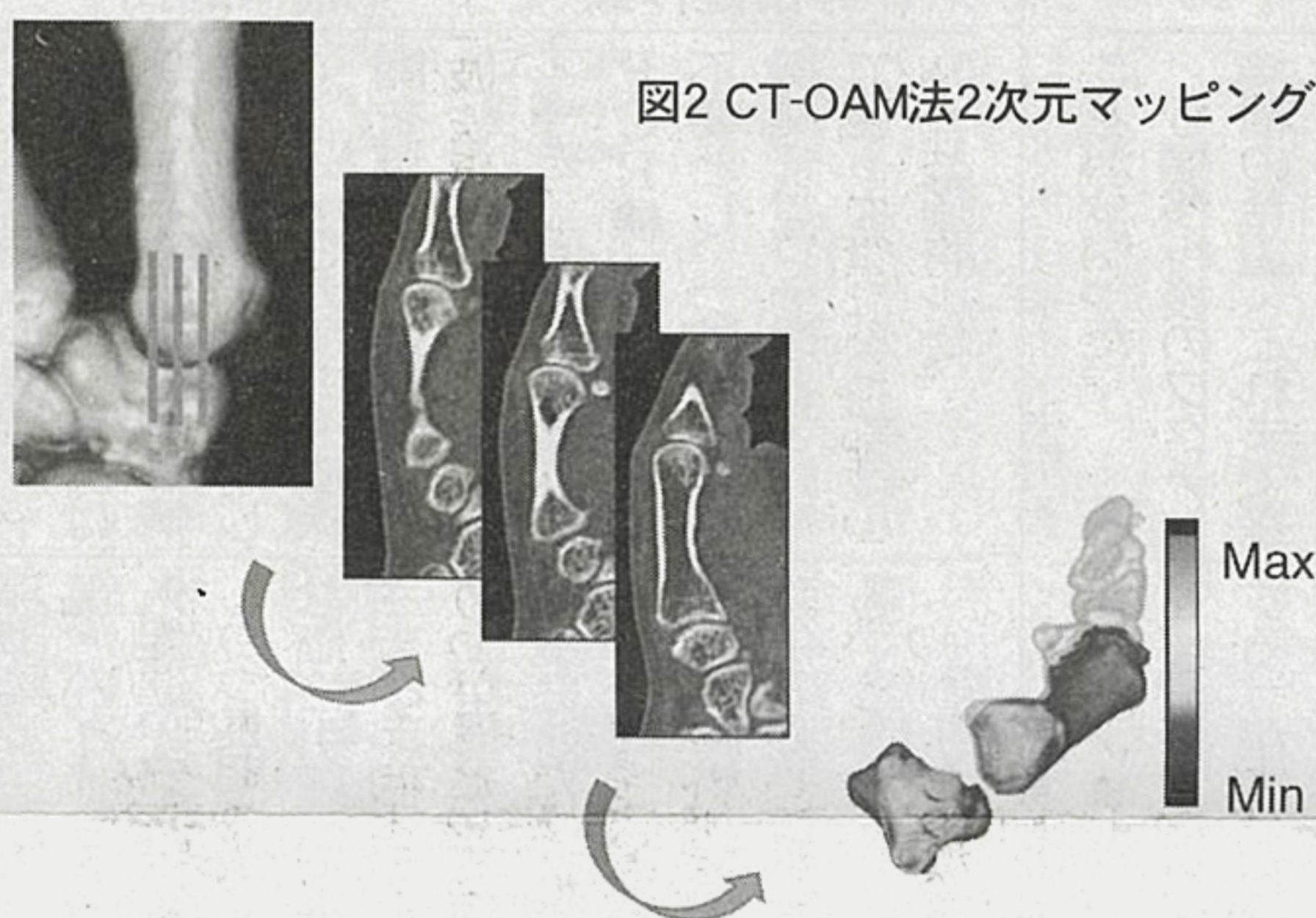
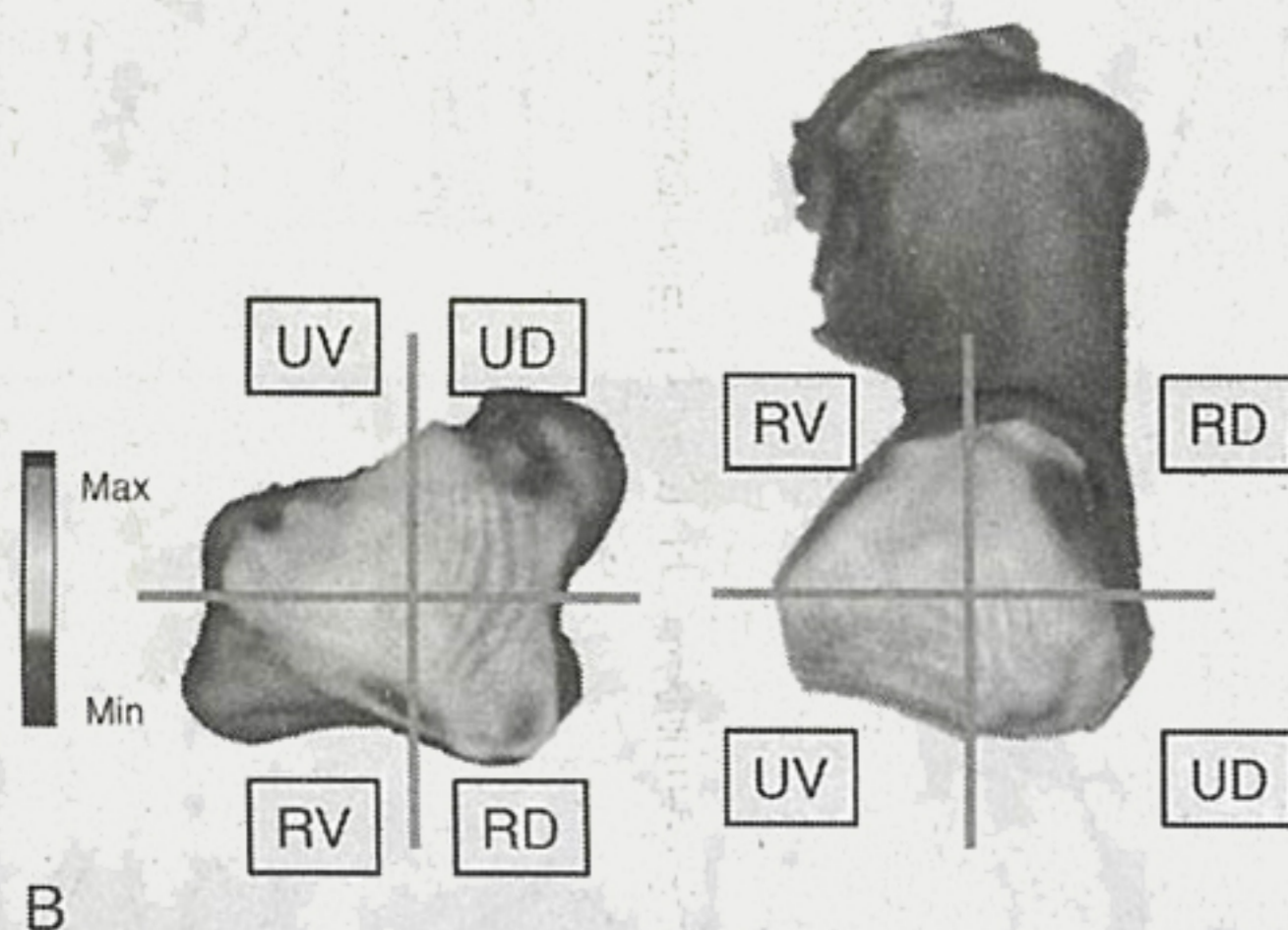


図2 CT-OAM法2次元マッピング

	Total ^{a)}	RD ^{b)}	RV ^{c)}	UD ^{d)}	UV ^{e)}	P-value ^{f)}
大菱形骨 (%)	34 ^{a)}	35 ^{a)}	28 ^{a)}	24 ^{a)}	37 ^{a)}	<0.01 ^{a)}
中手骨 (%)	37 ^{a)}	38 ^{a)}	43 ^{a)}	25 ^{a)}	38 ^{a)}	<0.01 ^{a)}

A



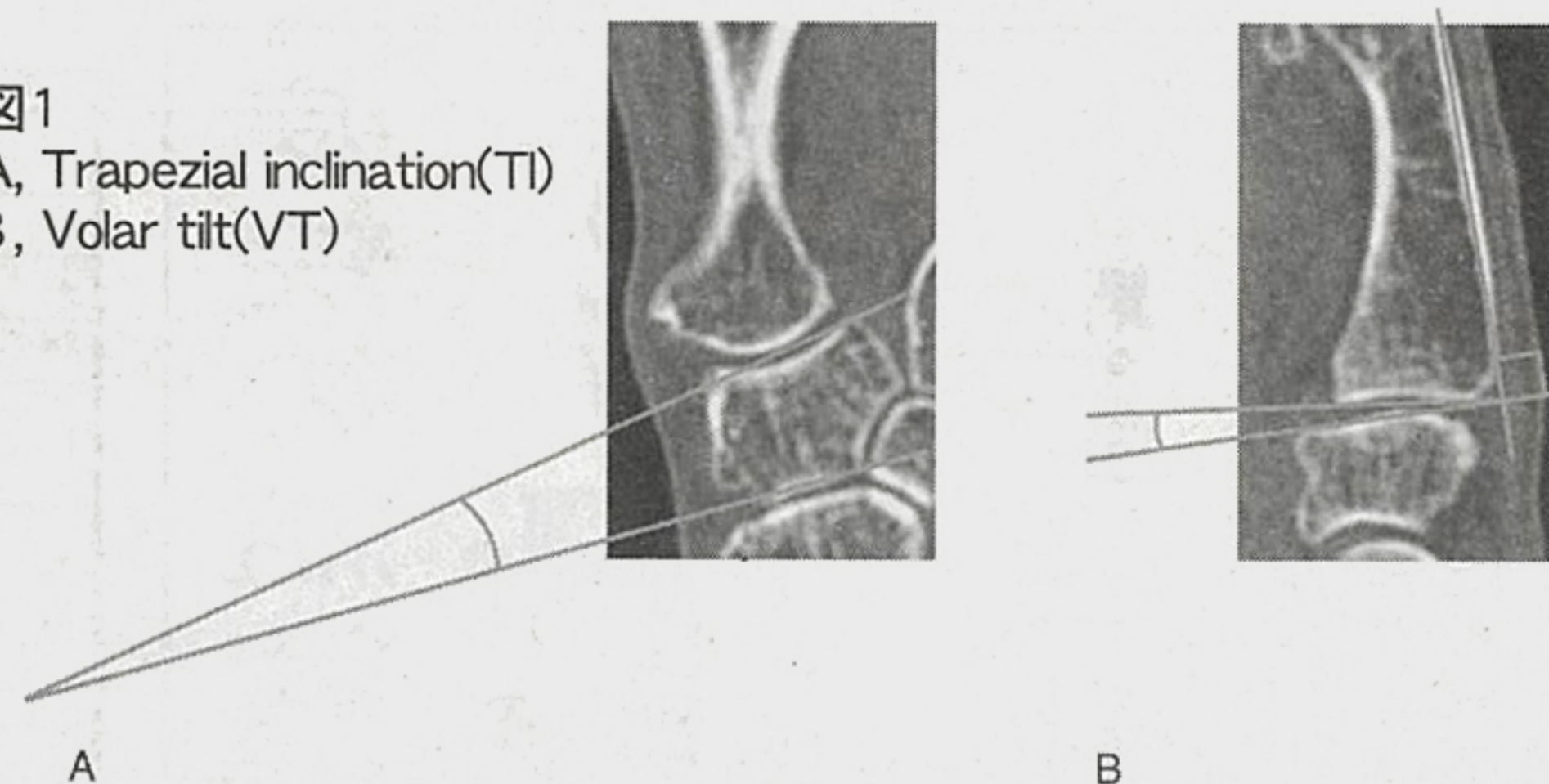
B

図3
A, 各領域の% HDA
B, 各領域の% HDA分布図
C, 各領域の% HDAとTI, VTとの相関

	相関係数 ^{a)}	P-value ^{b)}	相関係数 ^{c)}	P-value ^{d)}
	大菱形骨		中手骨	
TI ^{e)}				
RD ^{b)}	0.233 ^{a)}	0.19 ^{a)}	-0.307 ^{a)}	0.08 ^{a)}
RV ^{c)}	0.517 ^{a)}	<0.01 ^{a)}	-0.028 ^{a)}	0.75 ^{a)}
UD ^{d)}	0.310 ^{a)}	0.08 ^{a)}	0.047 ^{a)}	0.79 ^{a)}
UV ^{e)}	0.145 ^{a)}	0.42 ^{a)}	-0.383 ^{a)}	0.03 ^{a)}
VT ^{f)}	0.030 ^{a)}	0.88 ^{a)}	-0.453 ^{a)}	<0.01 ^{a)}
RD ^{b)}	0.109 ^{a)}	0.54 ^{a)}	-0.108 ^{a)}	0.55 ^{a)}
RV ^{c)}	0.124 ^{a)}	0.49 ^{a)}	-0.231 ^{a)}	0.15 ^{a)}
UD ^{d)}	0.306 ^{a)}	0.08 ^{a)}	0.091 ^{a)}	0.60 ^{a)}
UV ^{e)}	-0.220 ^{a)}	0.22 ^{a)}	-0.273 ^{a)}	0.12 ^{a)}
VT ^{f)}	0.084 ^{a)}	0.64 ^{a)}	0.119 ^{a)}	0.50 ^{a)}

C

図1
A, Trapezial inclination (TI)
B, Volar tilt (VT)



関節疾患に対して単純CTを施行され、母指CM関節症を有さない33手を対象とした。男性11手、女性22手、平均年齢68歳であった。2つの計測方法を用いて骨形態を評価した。1つは大菱形骨ST関節面とCM関節面がなす角度を大菱形骨中心を通るCT冠状面で計測し、Trapezial inclination (TI)と定義、もう1つは中手骨関節面の背側への傾斜角を中手骨背側面の垂線に対するCM関節面の角度としてCT矢状断像にて計測し、volar tilt (VT)と定義した(図1)。CT-OAM法はCT矢状断像を使用し、大菱形骨、中手骨関節面

の2次元マッピングを作成し、骨密度に応じて色分けした(図2)。

その中で上位1/3領域を高骨密度領域と定義し、大菱形骨、中手骨共に関節面を橈背側(RD)、橈掌側(RV)、尺背側(UD)、尺掌側(UV)の4領域に分割し、各領域内に占める高骨密度領域の割合(%HDA)を計算した。評価項目は大菱形骨、中手骨の各領域の%HDAの比較、および関節面全体、各領域の%HDAとTI、VTとの相関とした。

結果

%HDAに関しては大菱形骨ではRD、UVでUDと比較して有意に高い結果となり、中手骨ではUDで他の3領域と比較して有意に低い結果となった(図3)。関節面全体の%HDAとTI、VTの間に相関は認めず、大菱形骨ではRDで%HDAとTIに正の相関、中手骨ではUDとUVで%HDAとTIに負の相関を認めた(図3)。大菱形骨、中手骨ともに%HDAとVTの間に相関はみられなかった。

考察

母指CM関節における生体内での負荷に関するメカニズムは未だ不明な点も多く、バイオメカに関する研究も少ない。本研究以前に正常な母指CM関節における応力分布と骨形態の関連性に関する報告は我々が渉猟した限りでは国内外問わず認めなかった。本研究は母指CM関節の骨形態と応力分布を調査した初の報告であると考えられる。

母指CM関節症の発生には靭帯の影響が大きく関与することが知られている。背側の靭帯には中手骨の橈背側への偏位を抑制する役割があるが、その靭帯が弛緩することで、関節症は進行し、橈背側への偏位を抑制できなくなることから関節症が進行すると大菱形骨橈背側の軟骨摩耗が進行するといわれている。

そのため、大菱形骨橈背側の応力が関節症発生に重要であることが予測される。本研究ではTIが大きくなることで、大菱形骨橈背側の応力が上昇した。このことから、先行研究とあわせて考察すると靭帯の弛緩による橈背側の偏位を大菱形骨関節面の橈側傾斜が強くなることでさらに助長し、応力を橈背側へ集中させてしまうと考えられ、大菱形骨の骨形態が関節症発生の一因になっている可能性が示唆される。

今後は関節症症例でのデータを蓄積して、正常症例と比較して関節症発生と母指CM関節骨形態の関係の詳細をさらに研究する予定である。

結語

CT-OAM法を用いて、大菱形骨、中手骨関節面の骨形態の違いによる母指CM関節面応力分布への影響を比較検討した。

大菱形骨の橈側傾斜が増大すると有意に大菱形骨橈背側の応力分布が上昇したことから、大菱形骨骨形態が母指CM関節症発生に関与している可能性が示唆された。(国際論文 Sci Rep. 2022に掲載)

学術