

転移性骨腫瘍ハイパーサーミア用マグネタイト含有 生体活性骨セメントの発熱特性

○久保田 萌¹, 小川 智之¹, 斉藤 伸¹, バラチャンドラン ジャヤデワン², 川下 将一³
(¹東北大学, ²滋賀県立大学, ³東京医科歯科大学)

Heat generation characteristics of bioactive bone cement containing magnetite
for hyperthermia of metastatic bone tumor

○Moe Kubota¹, Tomoyuki Ogawa¹, Shin Saito¹, Balachandran Jeyadevan², Masakazu Kawashita³
(¹Tohoku University, ²University of Shiga Prefecture, ³Tokyo Medical and Dental University)

1. 研究背景

近年、がん罹患者数は増加の一途をたどっており、骨転移は多くのがん患者に認められる症状である^[1]。骨転移に対する主な治療法としては、外科的療法、放射線療法、化学療法などが挙げられるが、副作用など身体への負担が大きいことが課題となっている。また、骨腫瘍は骨を破壊しながら増殖するため、強い痛みや圧迫骨折をもたらすことがある。痛みを軽減し、骨の強度を高める方法として、脆くなった骨（特に椎骨）の内部に骨セメントを充填する治療法（経皮的椎体形成術）がある。そこで我々は、経皮的椎体形成術において骨セメントの充填と同時にがんの治療を行えば、より効果的な治療が実現できると考え、身体への負担が少なく局所的な治療が可能な、磁性体を利用したハイパーサーミア（温熱療法）に注目した。本研究は、骨セメントに高い生体親和性を有するチタニア（TiO₂）及び、温熱種としてマグネタイト（Fe₃O₄）を含有させることで、骨との親和性が高く、しかもがんの温熱治療が可能な骨セメントの創製を目的とする。

2. 実験方法

セメント粉末として、ポリメチルメタクリレート（PMMA）、過酸化ベンゾイル（開始剤）、Fe₃O₄粉末及びTiO₂粉末をTable 1の重量比通りに乳鉢を用いて10分間混合した。また、セメント液として、メタクリル酸メチル（MMA）及びN,N-ジメチル-p-トルイジン（促進剤）を用いた。開始剤はMMAの重量に対して4%、促進剤はMMAの重量に対して2%とした。その後、セメント粉末とセメント液を約3分間、均一に混和した。作製した試料の磁気特性を振動試料型磁力計により調べ、600 kHz, 40 Oeの交流磁場下における試料の発熱特性を調べた。

Table 1 Composition of cement

Sample	Powder (wt %)		Liquid (wt %)	
	TiO ₂	Fe ₃ O ₄	PMMA	MMA
Control	0	0	40	60
T10M10	10	10	32	48
T15M15	15	15	28	42
T20M20	20	20	24	36
T15M25	15	25	24	36
T15M30	15	30	22	33

3. 結果

各試料の飽和磁化(Ms)と保磁力(Hc)をTable 2に、各試料に交流磁場を10分間印加したときのセメント表面の温度変化をFig. 1にそれぞれ示す。T15M25及びT15M30は交流磁場の印加によって42℃以上に到達した。この温度は、温熱治療に有効な温度といわれているため、本研究で作製した骨セメントは、磁気ハイパーサーミアの温熱種として機能する可能性が示唆された。

Table 2 Magnetic properties of each sample

Sample	Ms [emu/g]	Hc [Oe]
T10M10	9.5	116.6
T15M15	16.2	114.5
T20M20	18.5	117.4
T15M25	25.0	123.4
T15M30	28.7	123.4

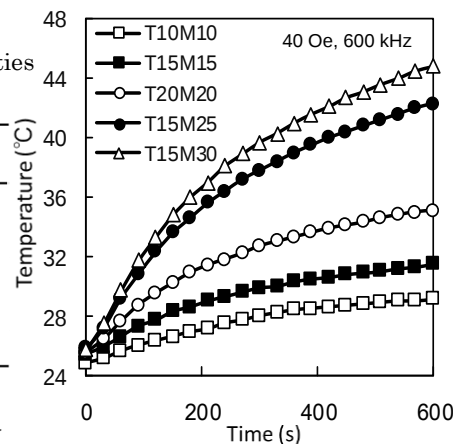


Fig. 1 Change in temperature of samples placed under alternating magnetic field of 600 kHz, 40 Oe for 10 min.

当日は、各セメントの磁気的性質と温度上昇との関連性や、骨結合性の指標の一つである擬似体液中におけるアパタイト形成能評価の結果についても報告する予定である。

参考文献

[1] 日本臨床腫瘍学会, 骨転移診療ガイドライン, 南江堂, pp.2-10 (2015)