

令和5年2月13日

埼玉工業大学大学院工学研究科長殿

学位論文審査委員会

主査 熊澤 隆



副査 丹羽 修



副査 本郷 照久



副査 佐藤 進



副査 巨 東英



## 学位（課程博士）論文及び最終試験の審査結果について（報告）

専攻名：博士後期課程 生命環境化学 専攻

学籍番号：2023002

院生氏名：張 穎

論文題目：医療用生分解性マグネシウム合金の凝固組織微細化がラット大腿骨の長期固定による生体内分解と骨内成長に及ぼす影響に関する研究

上記の学位（博士）論文について、令和5年2月13日に審査および最終試験を行い、その結果を下記のとおり報告します。

### 記

#### 1 学位論文の内容の要旨

マグネシウム合金は、生体材料として十分な機械的強度をもつこと、免疫機構を活性化しないこと、有害な金属イオンを生じないこと等の長所を有するため、金属ベースの吸収性生体材料として注目されている。しかし、マグネシウム合金を生体材料として用いるためには、マグネシウムの腐食性の大きさが問題となる。先行研究より、垂直双ロール casting (VTRC) 法で作製した希土類を含む新規マグネシウム合金 (Mg-RE 合金) は、すぐれた耐食性を有することが見出されている。

本学位論文は、この Mg-RE 合金を改良し、ラット大腿骨に移植したときの耐食性、骨融合性、安全性、骨成長促進作用等について調べた結果をまとめている。

まず始めに VTRC 法で Mg-RE 合金を作成する際の casting 速度と結晶構造との関係を調べた。異なる casting 速度 (10 m/min, 16 m/min, 24 m/min, 30 m/min) で作製した合金表面の微細構造を調べたところ、casting 速度が大きくなるにつれて結晶の粒径が小さくなり、低角度結晶粒界 (LAGB) の割合も低下することがわ

かった。これらの Mg-RE 合金をラットの大腿骨に移植したところ、鑄造速度の増大に伴って耐食性と骨の損傷部位の治癒効果が向上した。さらに、心臓、肝臓、腎臓の組織標本の病理学的な観察および血清の生化学的な検査を行ったところ、VTRC-10 m/min Mg-RE 合金を移植したラットでは肝臓に病変が認められたが、VTRC-30 m/min Mg-RE 合金を移植したラットではすべて正常値を示した。

マグネシウム合金の結晶構造に及ぼす鑄造法の影響をさらに調べるために、先の研究で最も良い結果が得られた VTRC-30 m/min Mg-RE 合金（平均粒径 25.5  $\mu\text{m}$ 、LAGB 値 38.3%）を圧延して圧延 Mg-RE 合金を作製した。微細構造解析から、圧延 Mg-RE 合金では結晶の平均粒径が 11.7  $\mu\text{m}$  まで小さくなり、LAGB 値も 35.8 % に低下した。

Ti, Mg-RE 合金、圧延 Mg-RE 合金をラット大腿骨に 48 週間移植したときの骨形成および生体安全性を比較した。Ti を移植した大腿骨では、移植周囲に変化は見られなかったが、Mg-RE 合金と圧延 Mg-RE 合金は骨形成を誘発し、その程度は圧延 Mg-RE 合金の方が大きかった。組織標本の病理学的な観察および血清の生化学的な検査を行った結果、異常は認められなかった。

以上より、VTRC 装置で作製した希土類を含むマグネシウム合金は、良好な耐食性と治癒効果を有し、生分解性インプラント材料としての新たな候補になり得ると結論付けた。

## 2 審査意見：

審査委員会は、令和 5 年 2 月 13 日に学位論文審査会を開催し、提出論文の審査および最終試験での発表内容の確認を行った。本論文は 6 章から構成されており、マグネシウム合金の凝固組織の微細化を、生体内に移植した際の分解・安全性および骨の成長と関連付けて詳細に調べており、高く評価できる。最終試験の発表と質疑応答からも十分な学識を有していることを確認した。以上より、審査委員会は張穎氏の博士論文および最終試験を合格と判定した。

## 3 学位に付記する専攻分野の名称（いずれかを○で囲む）

工学                      学術

## 4 学位を授与できるか否かの意見

1) 審査結果（いずれかを○で囲む）

① 学位論文及び最終試験の判定                       合格                       不合格

2) 意見

審査委員会は、博士後期課程生命環境化学専攻の張穎氏より提出された学位論文審査申請に対して、学位審査基準に照らした厳正な審査を行い、博士（工学）の学位を授与するに値すると判定した。