細胞伸展制御のためのポリマー表面への

フェムト秒レーザー照射によるナノ周期構造形成

Femtosecond laser induced periodic nanostructures on polymer surface for control of cell spreading 阪大院工¹, 阪大接合研², 産総研³

[○]竹中 啓輔¹, 塚本 雅裕², 佐藤 雄二², 村井 健介³, 浅井 知¹ Grad. Sch. of Eng., Osaka Univ.¹, JWRI, Osaka Univ.², AIST Kansai³, ^oKeisuke Takenaka¹, Masahiro Tsukamoto², Yuji Sato², Kensuke Murai³, Satoru Asai¹

E-mail: takenaka@jwri.osaka-u.ac.jp

1. はじめに

ポリ乳酸(poly-lactic-acid: PLA)は, 生分解性, 生体適合性, そして易加工性に優れており, 生体 吸収性骨固定材などに用いられている. PLA を生 体に移植すると、細胞が表面に生着して、その後、 伸展,分化,増殖を経て組織を構築する.しかし, 人工物である PLA 表面では、生着した細胞がラ ンダムに伸展してしまい, 組織構築に時間を要し てしまう. そこで, 我々はフェムト秒レーザーを 用いて材料表面に微細な構造を形成して,細胞伸 展の制御を試みた.しかし、PLA はフェムト秒 レーザーの波長 800 nm に対しする吸収率が低い ため,フェムト秒レーザーを直接照射してもナノ 周期構造は形成出来ない. そこで吸収率が高い Ti 基板を PLA フィルムに密着させ、その界面に レーザーを集光照射すると、PLA表面にナノ周期 構造を形成することができた 2)3). そこで本研究 では、Ti 基板と PLA フィルムの押さえつけ圧力 がナノ周期構造に与える影響を調査する. さらに, PLA 表面に形成したナノ周期構造上での細胞培 養試験の結果についても併せて報告する.

2. 実験方法

レーザーは, 波長 800 nm, 繰り返し1 kHz, パ ルス幅 150 fs の Ti:Sapphire レーザー (IFRIT, Cyber Laser)である. Ti 基板上に厚さ 0.3 mmの PLA フィ ルムを設置し、その上から合成石英ガラスを被せ、 冶具を用いて PLA と Ti 基板を密着させる. この 状態で Ti 基板-PLA フィルム界面にレーザーを集 光照射する. レーザーのスポット径は 110 µm(1/e²)に設定し、フルーエンス及び掃引速度は それぞれ 0.25 J/cm², 及び 4.0 mm/sec とした. PLA と Ti 基板の押さえつけ圧力はロードセルを用い て計測し、0 kPaから 2400 kPaまで変化させた. レーザー照射後の PLA フィルムの表面形状を評 価するために、試料表面を金蒸着し、走査型電子 顕微鏡(SEM)及び原子間力顕微鏡を用いて観察 した. 次に、ナノ周期構造を形成した PLA フィ ルム表面上で細胞培養を行い,細胞伸展方向の観

察を行った.細胞培養試験にはヒト骨芽細胞 (MG-63)を用いた.

3. 実験結果

Fig. 1(a)に押さえつけ圧力を0kPa, (b)に600kPa に設定してレーザーを照射した後のPLAフィル ム表面のSEM像を示す.押さえつけ圧力が0kPa の時は,Ti基板にナノ周期構造は形成されるが, Fig.1(a)に示すように,PLAフィルム表面にはナノ 周期構造は形成されなかった.次に,押さえつけ 圧力を600kPaにすると,Fig.1(b)に示す様に,周 期410nm,深さ62nmのナノ周期構造がPLA表面 に形成された.さらに,Ti基板-PLAフィルム間 の押さえつけ圧力を2400kPaまで高くすると, PLAに形成されるナノ周期構造形成効率が高く なることがわかった.



Fig. 1 SEM image of PLA surface after femtosecond laser irradiation at a contact pressure of (a) 0 kPa, and (b) 600 kPa

4. まとめ

PLA フィルム表面にナノ周期構造を形成する には Ti 基板と PLA 間の密着性が必要で,押さえ つけ圧力 600 kPa が PLA 表面にナノ周期構造を形 成する閾値であることがわかった.講演では,ナ ノ周期構造表面での,細胞の挙動観察結果につい ても併せて報告する.

参考文献

- 1) T.Shinonaga, et al, Appl. Phys B. 119, (2015), 493-496.
- 2) K.Takenaka, et al, Applied Physics A124 6 (2018)410
- 3) Y.Sato, et al., Applied Physics A 122 184 (2016)