

微小振動融着法を用いた高分子-コラーゲン間の接着

Adhesion between collagen and polymer induced by nano vibration

○ 笠原康佑 (日大院 理工) 山本健二 (日大院 理工)

船本誠一 (東医歯大 生材研) 南 広祐 (東医歯大 生材研, JST-CREST)

木村 剛 (東医歯大 生材研, JST-CREST) 清水 繁 (日大院 理工)

青代敏行 (茨城大 工学) 増沢 徹 (茨城大 工学) 岸田夫晶 (東医歯大 生材研, JST-CREST)

Kosuke KASAHARA¹, Kenji YAMAMOTO¹, Seiichi FUNAMOTO², Kwangwoo NAM^{2,3},
Tsuyoshi KIMURA^{2,3}, Shigeru SHIMIZU¹, Toshiyuki AODAI⁴, Tooru MASUZAWA⁴, Akio KISHIDA^{2,3}

¹ Graduate School of Science and Technology, Nihon University

² Institute of Biomaterials and Bioengineering, Tokyo Medical and Dental University

³JST-CREST, ⁴College of Engineering, Ibaraki University

Key Words: Collagen, Adhesion, Polymer film, Nano vibration adhesion device

1. 諸言

現在、外科手術において、縫合と生体接着剤による組織接着が一般的である。縫合は、高強度の接合が可能であるが、細部の接合は困難である。また、生体接着剤は簡便であるが、接着強度の問題がある。これらの問題から、簡便かつ高強度な生体接合法が求められている。本研究グループは、生体組織を機械的振動により凝固しつつ切開する超音波メスにヒントを得て、その作用機序の熱と振動、圧力に着目し、生体組織と高分子材料間の接着を行った。その結果、熱、振動、圧力のエネルギーを付与することで、生体組織-高分子材料間の接着は可能であるが、過剰なエネルギーによる組織損傷や高分子材料の破断を確認した。そこで、本研究では振動、熱、圧力のエネルギー制御を行い、生体組織を構成するコラーゲンと高分子材料を接着させ、微小振動融着法による生体組織-高分子材料間の短時間接着について検討を行った。

2. 方法

接着装置として本研究グループが開発したナノ振動融着装置、サーモアルミバスを使用した。コラーゲンフィルムはケーシングコラーゲン、高分子材料は人工臓器や医療用高分子材料に用いられる種々のフィルム状のものを使用し、コラーゲンフィルムと高分子材料を 10×30mm のサイズに調製した。接着と水の関係を調べるため、コラーゲンフィルムを水、エタノール、エチレングリコール、グリセリンにそれぞれ 24 時間浸漬させ、水和したコラーゲンフィルムとアルコール (エタノール、エチレングリコール、グリセリン) で脱水化したコラーゲンフィルムに調製した。それぞれの装置で圧力と振動 (接着時間: 10、20、30 秒)、熱と圧力 (接着時間: 10 秒、接着温度 100、150、200℃)、熱と圧力と振動 (接着時間: 1、3、5 秒) によるコラーゲンフィルム-高分子材料間の接着試験を行った。また、接着可能であった高分子材料とコラーゲンについて、凍結切断を行い、走査型電子顕微鏡 (SEM) で高分子材料とコラーゲンの接着面を観察した。

3. 結果

3.1 接着試験

3.1.1 圧力と振動による接着

圧力と振動を高分子材料-コラーゲンフィルム間に付与

した場合、全ての高分子材料においてコラーゲンフィルムと接着できなかった。

3.1.2 圧力と熱による接着

熱と圧力による接着では、接着温度が 200℃において、エタノールに浸漬させたコラーゲンフィルムは、ビニロンとペレセンと接着可能であった。しかし、200℃以下では、コラーゲンフィルム-高分子材料間の接着は観察されなかった。

3.1.3 熱と振動と圧力による接着

熱と振動と圧力を付与する接着では、エタノールに浸漬させたコラーゲンフィルムにおいて、接着時間 3~5 秒でペレセン、ビニロン、セルロース、PET と接着可能であったが、5 秒以上では損傷が確認された (Fig.1)。一方、エチレングリコールで浸漬させたコラーゲンフィルムは、5 秒でビニロンとセルロースと接着可能であった。

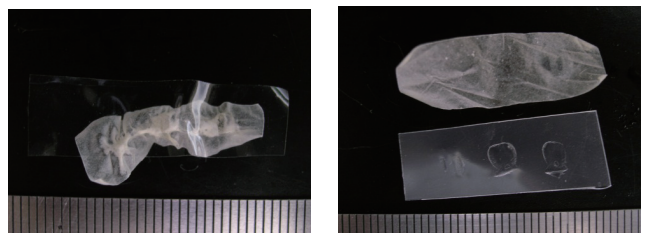


Fig.1 (a)Cellulose and collagen film in ethanol. (b)PP and collagen film in ethanol.

3.2 接着面の観察

SEM により、熱と振動と圧力を付与したコラーゲンと高分子材料の接着面を観察した結果、PET とコラーゲン、ビニロンとコラーゲン間での接着が確認された。

4. 考察

熱付与をしない場合の接着は確認されなかったため、コラーゲン-高分子材料の接着において熱は必要であると考えられる。また、エタノールに浸漬させたコラーゲンフィルムの場合、接着可能なケースが多かった。これらのことから、コラーゲン-高分子材料間の接着では、熱と振動と圧力のエネルギーの付与、溶媒の選択が重要であり、これらの因子を調節することにより接着挙動の制御が可能であると示唆された。