

L-70

低周波プラズマジェットによる重合と生体組織への応用
Polymerization and application to physiological tissue by low frequency plasma jet

○坂口和義¹, 中井千恵¹, 當麻誠仁², 胡桃聡³, 関啓介⁴, 中田智子⁴, 紙本篤⁴, 廣瀬英晴⁴, 升谷滋行⁴, 鈴木薫³
Kazuyosi Sakaguchi¹, Chie Nakai¹, Tomohito Taima², Satoshi Kurumi³
Keisuke Seki⁴, Tomoko Nakata⁴, Atushi Kamimoto⁴, Hideharu Hirose⁴, Shigeyuki Masutani⁴ and Kaoru Suzuki³

Abstract: Nano Sheet is attracted to medical field. In the way of generating method, the polymerization after sprayed the monomer into the anatomy progressed adhesion. Fresh plasma is appropriated for the polymerization which is directly touched by hand, so the atomic temperature is low and the electron temperature is high. We were polymerized the photocrosslinkable chitosan, the epoxy resin and the L-lactide as research materials. They were polymerized by mean of the fresh plasma generator as irradiation source. They were measured by Raman spectroscopy.

1. はじめに

ナノシートとは、ナノメートルサイズの厚みでありながら広面積な高分子フィルムであり、透明ナノ絆創膏や多層ナノ絶縁膜など医療分野や電気・光学分野で注目を集めている。特に医療分野においてナノシートは、抗菌性や光硬化性、生体組織とのマッチングに優れているため患部に直接貼り付け、切傷といった患部を縫合なしで生着することが出来る。ナノシートの性能を向上させるには、ナノシートの超薄膜化や患部で直接ナノシートの原材料であるモノマーを重合させることが好ましい。そこで、大気圧低周波プラズマジェット（フレッシュプラズマ）による重合を試みた。フレッシュプラズマは、真空容器を必要とせず、人体に無害で安全な状態でプラズマ処理が可能であり、モノマーの低温重合に適していると考えられる。

本稿では、フレッシュプラズマの生分解性高分子モノマーの L-Lactide と光硬化性キトサンとエポキシ系樹脂の重合性の評価を行った。フレッシュプラズマの電源として使用したのはブロッキング発振器駆動パルストランス（ロジー電子製：LHV-10AC, [10kHz]）を高電圧源としたフレッシュプラズマを用いてモノマーの重合確認を行う。

2. 方法

Fig .1 に実験装置の概略図を示す。石英製の直径 5[mm]のガラス管にヘリウムガスを流入してそこに高電圧を印加する。高電圧は 24[V]の流電圧をブロッキング発振器駆動パルストランスで 10[kV]まで昇圧したものをを用いた。なお、電極から石英製のガラス管の先端までを 30[mm]とし、ガラス管先端から試料までの距離

は 30[mm]に設定した。フレッシュプラズマの照射距離はヘリウムの流量で調節出来る。今回は 3[lit/min]とした。

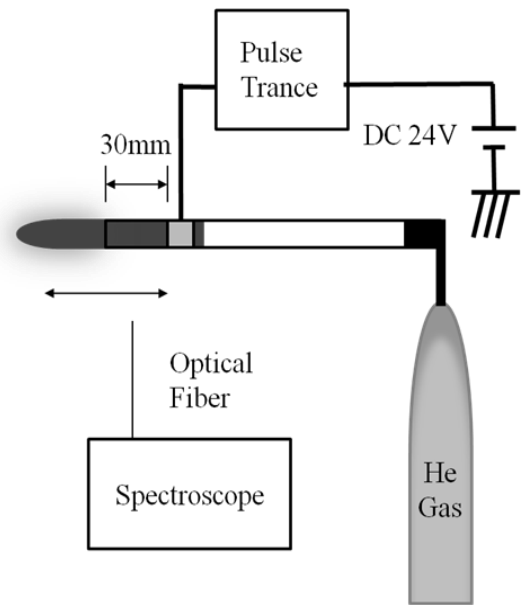


Fig .1 Fresh Plasma Generator

重合方法としては、水縁磨のガラスに駒込ピペットを用いて、各試料（L-Lactide85%、光硬化性キトサン、エポキシ系樹脂）を塗布し、フレッシュプラズマを照射する。照射時間、試料の量は Table .1 に示す。照射された試料は顕微ラマン分光法を用いて、スペクトル観察する。

Table .1 Experiment Condition

	Fresh plasma
Time[min]	10,20,30
amount [ml]	0.5

1：日本大理工・学部・電気、2：日本大理工・大学院・電気、3：日本大学理工・教員・電気、4日本大学歯学部・教員、

3. 結果

Fig. 2 はフレッシュプラズマを光硬化性キトサンに照射した時のラマンスペクトルである。照射なしにおいて $3400[\text{cm}^{-1}]$ 付近で C-H 結合の伸縮振動のピークが観測された。各照射時間に対しては $3400[\text{cm}^{-1}]$ 付近のピークだけでなく、全体的にブロードな波形が観測されたので、水分子が飛び、ポリマー化したと考えられる。

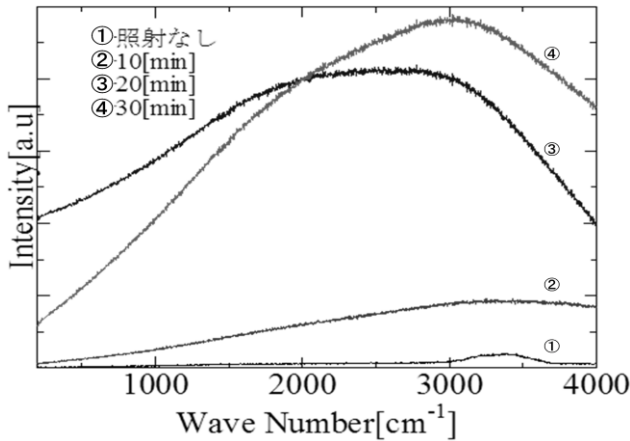


Fig. 2 Raman Spector (chitosan)

Fig. 3 はフレッシュプラズマをエポキシ系樹脂に照射したラマンスペクトルである。照射なしと各照射時間において共役していない CH のピークである $2800[\text{cm}^{-1}]$ が観測された。また照射なしの波形より $800 \sim 1500[\text{cm}^{-1}]$ で CH_2 や CH_3 などの細かいピークが見られる。各照射時間において $2800[\text{cm}^{-1}]$ のピークの減少は照射によって水分子が飛んだと考察できる。

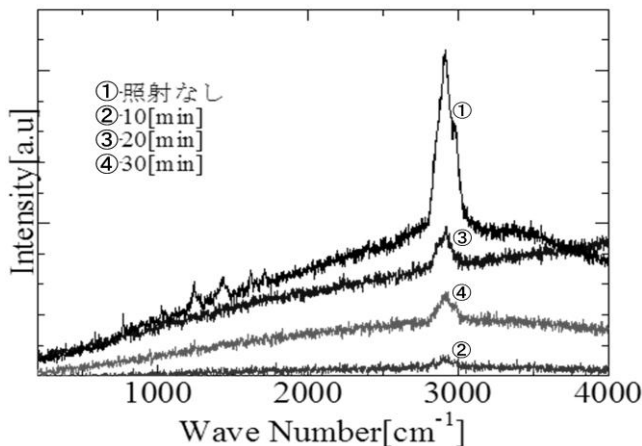


Fig. 3 Raman Spector (SCR751)

Fig. 4 はフレッシュプラズマを L-Lactide に照射した時のラマンスペクトルである。照射なしでは $800 \sim 1500[\text{cm}^{-1}]$ 付近で CH_2 や CH_3 などのピークや $3400[\text{cm}^{-1}]$ 付近で C-H 結合の伸縮振動のピークが見られた。このピークは L-Lactide に含まれた水分子のピークである。

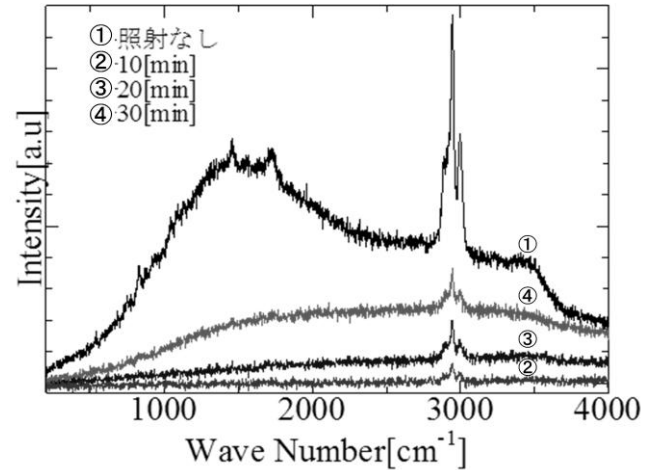


Fig. 4 Raman Spector (L-Lactide)

4. まとめ

光硬化性キトサンは各照射時間においてブロードな波形が観測されたので、重合された。エポキシ系樹脂や L-Lactide は照射することによって水分子を飛ばす。また、共役していない C-H の $2800[\text{cm}^{-1}]$ 付近のピークが減るので、ポリマー化したことがわかる。

5. 参考文献

- [1] 「 μ 波,UV 波,低周波プラズマジェットによる重合と生体組織への応用」, 中井 千恵, 日本大学理工学 平成 23 年度卒業論文, 2011 年
- [2] 「大気圧プラズマを点けて見よう」 北野勝久、谷口和成、酒井道、高木浩一、浪平隆男、服部邦彦, J.Plasma Fusion Res. Vo184, No.1, pp.20-28(2008)
- [3] 「液中グロープラズマによる先進的反應場の生成と解析」 北野勝久 (大阪大学大学院工学研究科)
- [4] 「世界初 ナノ絆創膏の医用応用に成功」 武岡真司 (早稲田大学理工学術院教授)
- [5] 「最後のバイオマス キチン, キトサン」 キチン, キトサン研究会
- [6] 「プラズマの分光計測」 山本学, 村山精一著 学会出版センター