

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 24 年 5 月 22 日現在

機関番号：17102

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2010 ～ 2011

課題番号：22656022

研究課題名（和文） 細胞周期同期パルスプラズマ照射による細胞増殖加速

研究課題名（英文） Growth promotion by cell-cycle synchronized pulse plasmas

研究代表者

白谷 正治（SHIRATANI MASAHARU）

九州大学・大学院システム情報科学研究所・教授

研究者番号：90206293

研究成果の概要（和文）：

本研究では、プラズマ照射による細胞増殖の加速を目的として、本研究期間内に以下の研究成果を得た。

1. カイワレの種子と酵母への大気圧プラズマ照射を行い、照射時間が細胞増殖加速の重要パラメタであることを明らかにした。
2. カイワレ種子への低圧酸素プラズマ照射実験を行い、酸素ラジカル照射量が細胞増殖加速の重要パラメタであることを明らかにした。
3. 適切なプラズマ照射で細胞増殖の遅滞期が短くなることを明らかにした。

研究成果の概要（英文）：

Following results were obtained to reveal mechanism of the cell growth enhancement.

1. Period of the plasma irradiation and amount of irradiated O radicals are important parameters for cell growth enhancement.
2. Appropriate plasma irradiation enhances the growth of cells in the lag phase.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2010 年度	1,700,000	0	1,700,000
2011 年度	1,500,000	450,000	1,950,000
年度			
年度			
年度			
総計	3,200,000	450,000	3,650,000

研究分野：工学

科研費の分科・細目：応用物理学・工学基礎、応用物理学一般

キーワード：プラズマ

1. 研究開始当初の背景

穀物増産は、世界の食糧問題解決につながる重要課題である。従来の穀物増産手段である 1. 品種改良、2. 化学肥料増投、3. 農薬による病虫害防除、4. 灌漑整備は、土壌劣化やウォーターロギングなどの問題を生じる。また、幹細胞の医療応用に立ちはだかる大きな課題に幹細胞から移植用細胞等を

作製するまでの期間が 1 月-1 年と極めて長いことがあげられている。

近年、申請者は、カイワレの種へのプラズマ照射が、カイワレの成長を促進することを実験的に見出した。この結果を基に、細胞の増殖周期と同期してプラズマ照射することにより、プラズマ照射による細胞増殖機構を解明して、食料増産や幹細胞の医療応用に寄

与できると着想し本研究計画を立案した。

2. 研究の目的

本研究では、プラズマ照射による細胞増殖の加速を目的として、細胞周期と同期をとって照射を行い、パルスプラズマ照射による細胞増殖の加速機構を解明するため、本研究期間内に以下の研究を行った。

1. プラズマ照射の細胞増殖加速を確認するため、カイワレの成長度と酵母の増殖度のプラズマ照射時間依存性を明らかにした。
2. カイワレの成長促進に対する酸素ラジカルの影響を調べた。
3. 休眠期の酵母に対するプラズマ照射の効果を明らかにした。

3. 研究の方法

研究で用いた大気圧 DBD 放電装置を図 1、低圧プラズマ装置を図 2 に示す。大気圧 DBD 放電では、直径 1mm 長さ 60mm のステンレス製電極が 20 本、外径 2mm のセラミックチューブに覆われ、0.2mm の空隙を開けて配置した。これに、周波数 10kHz の高電圧を印加して放電を生成した。低圧プラズマ装置では、直径 200mm 長さ 450mm のステンレス製真空

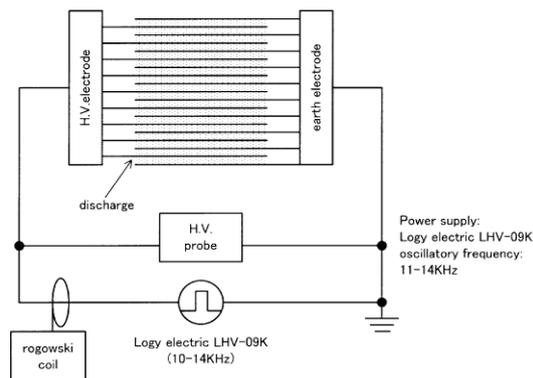


図 1. 大気圧 DBD 放電装置の概要

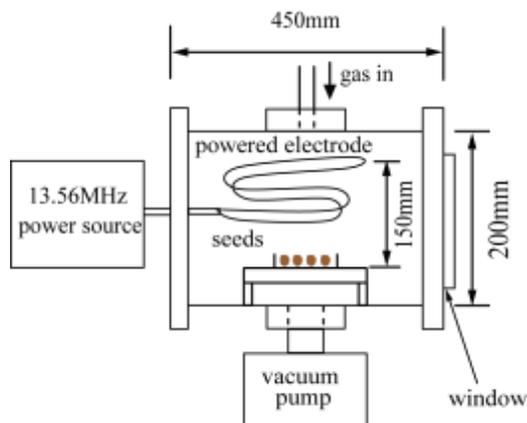


図 2. 低圧プラズマ装置の概要

容器に、100Pa の酸素ガスを導入、シングルターンのステンレス製電極に 13.56MHz の高周波電圧を印加してプラズマを生成した。

カイワレの種への成長促進効果の評価では、プラズマ照射後暗室にて水栽培し、カイワレの全長を測定した。酵母の増殖加速の強化では、乾燥酵母にプラズマを照射後、培養液中での酵母数の時間推移を評価した。

4. 研究成果

4-1. プラズマ照射による増殖加速の照射時間依存性

図 3 に、カイワレの種子に低圧酸素プラズマを照射した際の結果を示す。プラズマ照射によりカイワレの成長速度が最大で約 2 倍増加している。図 4 に大気圧 DBD 放電を乾燥酵母に照射した 38 時間後の酵母数を比較して、酵母増殖度を評価した結果を示す。縦軸はプラズマ照射無しの酵母数で規格化している。プラズマ照射時間 100s で酵母数は最大となり、プラズマ照射無しに比べて細胞数が 2 倍程度まで増えた。これに対して 600s では酵母数が、プラズマ照射なしよりも減少した。これらの結果は、プラズマ照射時間が細胞増殖加速の重要なパラメタであることを示唆している。

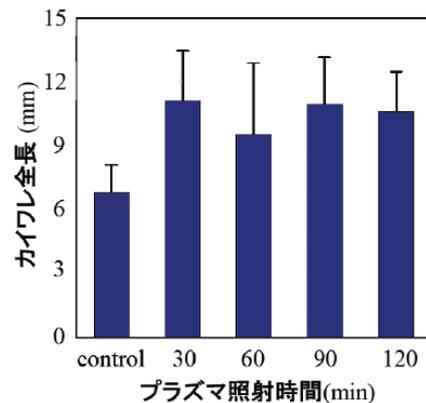


図 3. カイワレ種子成長促進に対する低圧酸素プラズマ照射の効果。

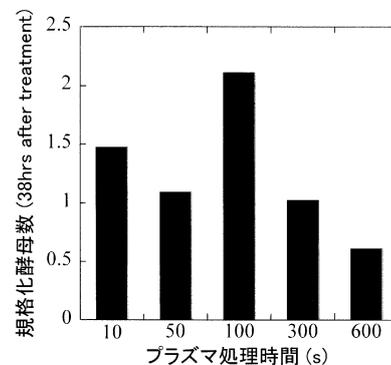


図 4. 酵母増殖加速に対するプラズマ処理時間の効果。

4-2. 酸素ラジカルの効果検証

酸素プラズマ照射によるカイワレの成長促進効果について、酸素ラジカルの効果を明らかにするため、図5に示すように、プラズマ生成部とカイワレの種子の間にアルミ板を設置、アルミ板の1端に穴を開けてラジカルのみをカイワレの種子に照射した後、水栽培で7日間栽培した後のカイワレ長さを計測した。結果を図6に示す。酸素ラジカル照射量が増加するにつれて、アルミ板無しの場合の成長度に近づくことが分かった。この結果は、酸素ラジカルの照射量が細胞増殖加速の重要なパラメータであることを示唆している。

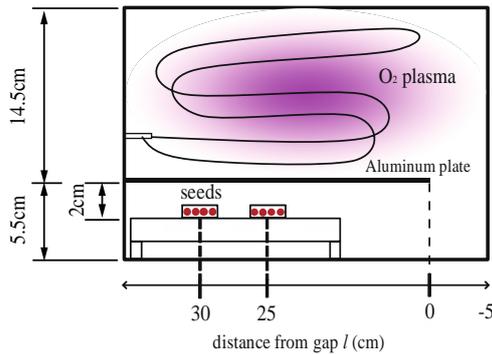


図5. 酸素ラジカル照射効果の評価方法。

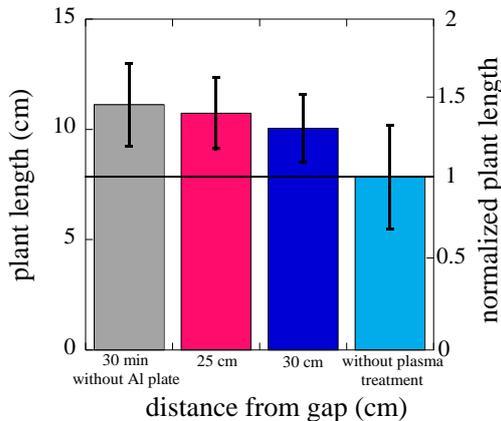


図6. カイワレ成長促進に対する酸素ラジカル照射量の効果。

4-3. 休眠期の酵母に対するプラズマ照射の効果

細胞周期同期プラズマ照射実験として、休眠期にある、乾燥酵母にプラズマを照射して、その細胞増殖曲線を調べた。結果を図7に示す。プラズマ照射時間50s、100sでは、培養直後からの細胞数の増加率が照射無しに比べて高く、酵母増殖の遅滞期が短縮していることが分かる。これに対して、照射時間150sでは、酵母増殖の抑制が見られた。

この結果は、休眠期の酵母に対する適切なプラズマ照射により、酵母の遅滞期が短縮できること示している。

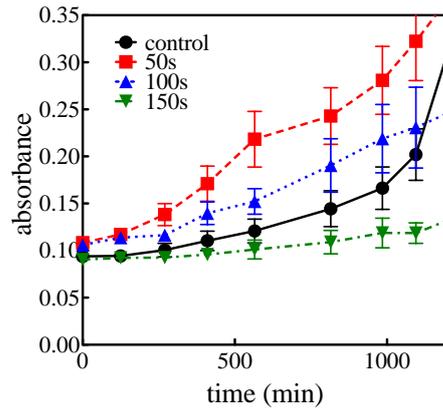


図7. 適切なプラズマ照射を行うことで細胞増殖の遅滞期が短くなることを明らかにした。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計4件)

1. S. Kitazaki, K. Koga, M. Shiratani, N. Hayashi, Growth Enhancement of Radish Sprouts Induced by Low Pressure O₂ Radio Frequency Discharge Plasma Irradiation, Japanese Journal of Applied Physics, 査読有, 51巻, 2012, 01AE01, DOI: 10.1143/JJAP.51.01AE01
2. S. Kitazaki, K. Koga, M. Shiratani, N. Hayashi, Growth promotion characteristics of bread yeast by atmospheric pressure dielectric barrier discharge plasma irradiation, Proceedings of Plasma Conference 2011, 査読無, 巻号なし, 2011, 23P018, DOI: なし
3. S. Kitazaki, D. Yamashita, H. Matsuzaki, G. Uchida, K. Koga, M. Shiratani, Growth Stimulation of Radish Sprouts Using Discharge Plasmas, Proceedings of IEEE TENCON 2010, 査読有, 巻号なし, 2010, 1960, DOI: 10.1109/TENCON.2010.5686474
4. Y. Akyoshi, A. Nakasigashi, N. Hayashi, S. Kitazaki, T. Iwao, K. Koga, M. Shiratani, Redox Characteristics of Amino Acids Using Low Pressure Water Vapor RF Plasma, Proceedings of IEEE TENCON 2010, 査読有, 巻号なし, 2010, 1957, DOI: 10.1109/TENCON.2010.5686467

[学会発表] (計22件)

1. 北崎訓, 古閑一憲, 白谷正治, 林信哉, 酵母の成長特性に対する大気圧DBD照射

- 効果, 第 59 回応用物理学関係連合講演会, 2012 年 3 月 17 日, 早稲田大学, 東京都
2. S. Kitazaki, K. Koga, M. Shiratani, N. Hayashi, Growth control of dry yeast using atmospheric pressure dielectric barrier discharge plasma irradiation, The 5th International Conference on Plasma Nanotechnology and Science, 2012 年 3 月 10 日, 犬山国際観光センター, 犬山市
 3. S. Kitazaki, K. Koga, M. Shiratani, N. Hayashi, Measurements of Nitric Oxide Generated from Dry Yeast Irradiated by Dielectric Barrier Discharge Plasmas, The 4th International Symposium on Advanced Plasma Science and its Applications for Nitrides and Nanomaterials, 2012 年 3 月 5 日, 中部大学, 春日井市
 4. 白谷正治, プラズマの農業応用: 何が求められているのか, 第 3 回プラズマ・核融合学会専門委員会「プラズマ科学の医療応用」および研究会, 2012 年 1 月 18 日, 東大寺総合文化センター金鐘ホール, 奈良市
 5. S. Kitazaki, K. Koga, M. Shiratani, N. Hayashi, Growth characteristics of bread yeast using atmospheric pressure dielectric barrier discharge irradiation, The 14th International Workshop of Advanced Plasma Processing and Diagnostics, 2012 年 1 月 8 日, 九州大箱崎キャンパス 21 世紀プラザ, 福岡市
 6. S. Kitazaki, K. Koga, M. Shiratani, N. Hayashi, Growth promotion characteristics of bread yeast by atmospheric pressure dielectric barrier discharge plasma irradiation, Plasma Conference 2011 (PLASMA2011), 2011 年 11 月 23 日, 石川県立音楽堂, 金沢市
 7. 北崎訓, 古閑一憲, 白谷正治, 林信哉, 白谷正治, 大気圧 DBD 照射による酵母の分裂促進, 第 27 回九州・山口プラズマ研究会, 2011 年 11 月 6 日, かんぼの宿 柳川, 柳川市
 8. S. Kitazaki, K. Koga, M. Shiratani, N. Hayashi, Growth promotion of bread yeast using atmospheric pressure dielectric barrier discharges, AVS 58th International Symposium & Exhibition, 2011 年 10 月 31 日, Nashville Convention Center, ナッシュビル (アメリカ)
 9. 北崎訓, 古閑一憲, 白谷正治, 林信哉, 大気圧バリア放電照射による酵母の増殖促進, 平成 23 年度 (第 64 回) 電気関係学会九州支部連合大会, 2011 年 9 月 27 日, 佐賀大学本庄キャンパス, 佐賀市
 10. 北崎訓, 古閑一憲, 白谷正治, 林信哉, プラズマ照射による植物の成長促進, 第 38 回西日本放電懇談会, 2011 年 8 月 7 日, 虹の松原ホテル, 唐津市
 11. S. Kitazaki, G. Uchida, K. Koga, M. Shiratani, N. Hayashi, Growth enhancement of plants using atmospheric pressure dielectric barrier discharge irradiation, The 4th International Conference on Plasma-Nanotechnology & Science, 2011 年 3 月 11 日, 高山市民文化会館, 高山市
 12. S. Kitazaki, K. Koga, G. Uchida, M. Shiratani, N. Hayashi, Atmospheric pressure discharge device for biomedical application, The 3rd International Symposium on Advanced Plasma Science and its Applications for Nitrides and Nanomaterials, 2011 年 3 月 7 日, 名古屋工業大学, 名古屋市
 13. S. Kitazaki, K. Koga, G. Uchida, M. Shiratani, N. Hayashi, Growth promotion of plants using low pressure O₂ RF discharges, The 12th International Workshop on Advanced Plasma Processing and Diagnostics, 2011 年 1 月 6 日, 九州大学, 福岡市
 14. 北崎訓, 古閑一憲, 白谷正治, 林信哉, 大気圧 DBD を用いた植物および酵母の成長促進, プラズマ・核融合学会九州・沖縄・山口支部第 14 回支部大会, 2010 年 12 月 18 日, 九州大学, 福岡市
 15. 林信哉, 中東朱里, 北崎訓, 古閑一憲, 白谷正治, 水プラズマによるチオール化合物の酸化還元特性, 平成 22 年度応用物理学会九州支部学術講演会, 2010 年 11 月 27 日, 九州大学, 福岡市
 16. 北崎訓, 古閑一憲, 白谷正治, 林信哉, 活性酸素種を用いた植物の成長促進特性, 平成 22 年度応用物理学会九州支部学術講演会, 2010 年 11 月 27 日, 九州大学, 福岡市
 17. S. Kitazaki, K. Koga, M. Shiratani, N. Hayashi, Growth Stimulation of Sprouts Using Plasma Irradiation, The 4th International Student Workshop on Electrical Engineering, 2010 年 11 月 21 日, 福岡国際センター, 福岡市
 18. Y. Akiyoshi, A. Nakahigashi, N. Hayashi, S. Kitazaki, T. Iwao, K. Koga, M. Shiratani, Redox Characteristics of Amino Acids Using Low Pressure Water Vapor RF Plasma, Proceedings of IEEE TENCON 2010, 2010 年 11 月 22 日, 福岡国際センター, 福岡市
 19. S. Kitazaki, D. Yamashita, H. Matsuzaki, G. Uchida, K. Koga, M. Shiratani, Growth

Stimulation of Radish Sprouts Using Discharge Plasmas, Proceedings of IEEE TENCON 2010, 2010年11月22日, 福岡国際センター, 福岡市

20. S. Kitazaki, T. Iwao, G. Uchida, K. Koga, M. Shiratani, N. Hayashi, Scalable Atmospheric DBD Device for Biomedical Processing, AVS 57th International Symposium & Exhibition, 2010年10月21日, アルバカーキー, アメリカ
21. 北崎訓, 岩尾拓朗, 古閑一憲, 白谷正治, 林信哉, 酸素プラズマを用いたスプラウトの成長促進, 第71回応用物理学会学術講演会, 2010年9月16日, 長崎大学, 長崎市
22. S. Kitazaki, T. Iwao, K. Koga, M. Shiratani, N. Hayashi, Stimulation of Plant Growth Using Discharges Plasmas, The 11th International Workshop on Advanced Plasma Processing and Diagnostics, 2010年7月9日, 済州島, 韓国

[その他]

ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

白谷 正治 (SHIRATANI MASAHARU)

九州大学・大学院システム情報科学研究所
・教授

研究者番号：90206293

(2) 研究分担者

古閑 一憲 (KOGA KAZUNORI)

九州大学・大学院システム情報科学研究所
・准教授

研究者番号：90315127

(3) 連携研究者

なし