

海洋性発光細菌をインクとして用いた デジタルスクリーン製版による映像表現の検討

佐伯 拓海¹ 城 一裕²

概要: 本論では、海洋性発光細菌をインクとして用いたデジタルスクリーン製版による映像表現について、その現状を報告する。海洋性発光細菌とは、イカの体表などに付着し共生する微生物であり、ある一定密度増殖すると発光することが知られている。これまでそれら細菌やカビなどの微生物をインクとして用いた芸術表現の実践が、ペニシリンの発見者であるアレクサンダー・フレミングによる微生物絵画を始めとして、アメリカ微生物学会の主催する寒天培地芸術コンテスト (Agar Art Contest) などにおいて数多く行われている。本研究では、これら先行事例を踏まえ、微生物を絵画を描画する静的なインクとしてではなく、生命活動に伴う変化を考慮した動的なインクとして扱うことで、ピクセルやフレームレートに規定されるいわゆるデジタル映像とは異なる映像表現の実現を目指している。現段階では、液体培養した発光細菌を増粘剤を用いてインク状に加工し、デジタルスクリーン製版技術を用いて印刷することを想定しており、今回は、1000 μ L マイクロチューブサイズで粘度を高めた液体培地での培養、複数種類の増粘剤を用いたインク、ならびに、今後の作品制作に向けた検討、について報告する。

1. 海洋性発光細菌

本研究でインクとして用いることを検討している海洋性発光細菌とは、生物発光を行う細菌であり、海水、海底泥、特定の魚や、イカの体表に生息している[1]。この光は暗所であれば肉眼でも確認ができ、戦時中の日本軍の照明器具への検討[2]や、現在では有害物質の検出[3]などに利用されている。これらは一定密度増殖すると、ルシフェラーゼ反応という化学発光と[4]、緑色蛍光タンパク質 (Green Fluorescent Protein, GFP) によって、発光する[5]。これらは、分子生物学ではバイオマーカーとして特定の遺伝子やタンパク質を可視化するために用いられる[6]。

2. デジタルスクリーン製版

本研究では、前述の海洋性発光細菌をインク状に加工し、デジタルスクリーン製版で利用することを検討している。これは、シルクスクリーンの孔版を、デジタルスクリーン製版機によって描画する画像データを精密に製版する方法である。シルクスクリーンとは、メッシュ状の布に印刷したい形状の穴を開けた版を用いて、その上からインクを押し出すことで印刷を行う、孔版印刷の一種である。単一の版による複製や量産ができる他、他の印刷法との併用や、木やガラス、金属などどんな支持体にも印刷できる特徴がある[7]。

3. 微生物をインクとして用いた芸術実践

これまでも微生物をインクとして用いた芸術実践が行われている。ペニシリンの発見者であるアレキサンダー・フレミングは、色をついた微生物を用いて絵を描く試みを行っていた[8]。現在、この微生物絵画を受け継いで

いる例はいくつかあり、アメリカ微生物学会は、有色の微生物を絵の具として用い、寒天培地に絵を描いた作品のコンテスト、寒天培地芸術コンテスト (Agar Art Contest) を主催している[9]。受賞作品には、大腸菌や肺炎桿菌でゴッホの肖像を模した『Vincent Van Gosh-self-portrait』や、蛍光する大腸菌を用いた『Circle of Life』などがある。

4. 実験

以上を踏まえ本研究では、海洋性発光細菌を偶発的、自発的な活動によって動く、生きたインクとして用い、デジタルスクリーン製版によって像として描画することで、フレームレートのない映像を表示する構造の構築を目指す。そのため、以下の実験を行った。

4.1 イカから海洋性発光細菌の分離

実験は、[2]、[10]、[11]を参考に行なった。スーパーなどの市販のイカから海洋性発光細菌の分離を行った。未加工のヤリイカとスルメイカを購入後、未開封のまま 20°C 前後の暗室に丸一日放置した。一晩後、発光している粒を培地へ移動させた。液体培地は、人工海水でイカの煮汁を作製し、それに 1.5% の標準寒天で固めた寒天培地の 2 種類を作製した。培養は 20°C に設定した恒温機内で 24 時間培養し、液体培養は 200ml の液体培地で、毎分 75 回転振とうした。発光細菌の純度を高めるため、3 度の継代を行なったが、菌株を確認するには DNA 解析が必要であったため、次の工程からは、別途提供を受けた海洋性発光細菌 3 株を使用した。

4.2 羽根田の研究の再現

1942 年から 1945 年の戦時中、発光細菌などの発光生物の研究をしていた羽根田は、日本軍からの要請で、イカの煮汁と海洋性発光細菌を小瓶に詰めた、夜間用の光源を開発した[2]。今回これを簡易的に再現するため、1000 μ L のマイクロチューブで液体培養し、1 週間密閉した後、開封して 10 時間放置する実験を行った。

1 九州大学大学院芸術工学府修士課程芸術工学専攻
Department of Design, Graduated School of Design, Kyushu University
2 九州大学芸術工学研究院
Faculty of Design, Kyushu University

4.3 インク化

液体培地をシルクスクリーンでインクとして、実際に布に対して印刷を試みた。次に粘度を高める試みを行った。増粘剤としてグリセリン、ポリエチレングリコールの2種類でそれぞれ濃度60%になるように人工海水に溶かして印刷を試みた。さらに粘度を上げた状態で海洋性発光細菌が発光するか確認するため、培養した液体の増粘も行った。

5. 結果・考察

5.1 イカから海洋性発光細菌の分離

イカに付着した海洋性発光細菌は大きな個体差があり、一晚放置しても発光が見られないものもあった。イカでの発光の違いは、水揚げ後に行われる水洗いの質的な違い、温度や湿度、日光による紫外線、イカの種類などによって、個体差が生まれると考えられる。また、付着していた菌の種族の違いが考えられる。吉澤准教授からいただいた菌株の一つ、LC2-086 *Photobacterium aquimaris* の発光では、市販のイカから分離した海洋性発光細菌よりも強い発光を確認した。これは単離を行なっていることで、純度の高い状態であることはもちろん、生息している地域によって発光の強度の違いが見られる可能性がある。

5.2 羽根田の研究の再現

羽根田の開発した夜間用の光源は、密閉状態で液体培養した海洋性発光細菌を、使用の10時間前に開封することで任意の時間に発光を再開させるものであった。簡易的に1000 μ L マイクロチューブで1週間保存したものを作製したが、10時間後に発光を確認できたため、再現ができたと言える。この性質を利用し、今後作品展示の際に活用する。



図1 イカの体表の海洋性発光細菌



図2 羽根田の研究の再現

5.3 インク化

実際に培養した液体を用いて印刷を行ったが、インクとして扱うためには、粘度が低く、製版した像が印刷できなかったため、液体の増粘を試みた。しかし、グリセリン、ポリエチレングリコールを加えた場合も同様の結果であった。また、グリセリン、ポリエチレングリコールをともに液体培養した海洋性発光細菌に注入したところ、発光しなくなった。これは、増粘剤の成分が、発光細菌の生きていける環境ではなかったと考えられる。

6. 今後の展望

今後はまず、増粘のために、培地として用いられる標準寒天の使用を試みる。本来溶媒に1.5%溶解させることで固形の培地を作るのに対し、1%、0.5%、0.25%のように段階的

に低濃度のものを作製し、印刷ができる粘度かつ発光細菌が培養できる条件を模索する。作品制作では、支持体には従来の寒天培地の他、布への印刷を行う予定である。布への印刷は、乾燥を防ぐための保湿が必要であるが、現在試みている海洋性発光細菌のインクは溶媒が水であり、印刷した像が滲むことが予想されるため、油性インクで縁を作るなど、明瞭な像を描画する工夫が必要である。また具体的に描画する像については、映像メディアの技術や歴史を参照しつつ、発光細菌のもつ特性や生物学的な位置付けを考慮して検討していく。以上を踏まえ、本研究では、海洋性発光細菌をインクとして用い、デジタルスクリーン製版によって映像を表示する構造の構築を目指す。

謝辞 本研究で使用した海洋性発光細菌は東京大学大気海洋研究所の吉澤晋准教授より提供して頂いた。

また本研究の一部は、日本学術振興会科研費・基盤研究 (B) 生命の物質化・物質の生命化に関する理論調査と制作実践 [21H00495] の支援を受け実施されました。

参考文献

- [1] Kumiko Kita-Tsukamoto et al., Rapid identification of marine bioluminescent bacteria by amplified 16S ribosomal RNA gene restriction analysis, FEMS Microbiology Letters, 2006, Vol. 256 No.2, pp. 298-303
- [2] Yata Haneda, Preservation and utilization of luminous bacteria as a light source, 1981, SCIENCE REPORT OF THE YOKOSUKA CITY MUSEUM, No. 28, pp. 79-83
- [3] Valentina A. Kratasyuk, Elena N. Esimbekova., Applications of luminous bacteria enzymes in toxicology, Current Computer-Aided Drug Design, 2015, Vol. 18, No. 10, pp. 952-959
- [4] Bernard L. Strehler, Milton J. Cormier., Kinetic aspects of the bacterial luciferin-luciferase reaction *in vitro*, Archives of Biochemistry and Biophysics, 1954, Vol. 53, No.1, pp. 138-156
- [5] J. W. Hastings, K. H. Nealson., BACTERIAL BIOLUMINESCENCE, Annual Review of Microbiology, 1977, Vol. 31, pp.549-595
- [6] Annelie M. Elväng et al., Use of green fluorescent protein and luciferase biomarkers to monitor survival and activity of *Arthrobacter chlorophenolicus* A6 cells during degradation of 4-chlorophenol in soil, Environmental Microbiology, 2001, Vol.3, No.1, pp.32-42
- [7] 小本章, シルクスクリーンの発想と展開 発想から実制作まで。16の最新技法と効果, 美術出版社, 1980, pp.16-22
- [8] Alexander Fleming, "The Growth of Microorganisms on Paper," in Proceedings of Second International Congress for Microbiology, R. St. John-Brooks, (ed. London: Harrison & Sons), 1936
- [9] ASM Agar Art Contest, American Society for Microbiology, <https://asm.org/Events/ASM-Agar-Art-Contest/Home>, (参照 2022-05-17)
- [10] "発光細菌の分離", 吉澤晋, <https://sites.google.com/edu.k.u-tokyo.ac.jp/susumu-yoshizawa/bioluminescence/%E7%99%BA%E5%85%89%E7%B4%B0%E8%8F%8C%E3%81%AE%E5%88%86%E9%9B%A2?authuser=0>, (参照 2022-05-17)
- [11] 発光細菌 (イカの発光細菌) の培養 高校生物実験, 矢嶋正博, <https://www.youtube.com/watch?v=w8TWmkMhjzE&t=515s>, (参照 2022-05-17)