

クラゲと水草の共生を表現するアクアリウムセラピー型浮遊培養地

Aquarium therapy-type floating culture that expresses the symbiosis of jellyfish and aquatic plants

茅原 琢斗¹, 小林 竜也², 小川 純², 渡邊 洋輔²,
エムディ ナヒン イスラム シブリ², 古川 英光²

Takuto CHIHARA¹, Tatsuya KOBAYASHI², Jun OGAWA², Yosuke WATANABE²,
MD Nahin Islam SHIBLEE², Hidemitsu FURUKAWA²

¹山形大学工学部, ²山形大学大学院理工学研究科

¹Faculty of Engineering, Yamagata University, ²Graduate School of Science and Engineering, Yamagata University

【要約】

我々はアニマルセラピーを目的とした本物に近い人工クラゲをゲルで作製することに成功している。このクラゲは本物に近い柔軟性と透明性をもつゲル材料を選定しており、形状も本物に近づけることによって模倣することができる。この動作は一方向の水流で制御しており、循環的に行われている。本研究ではこのクラゲを浮遊培養地として活用し植物が成長するのか？、またクラゲにゲル製の構造体を搭載することによって動作を変えるとどのように植物の成長に影響を与えるのか？を検証する。セラピーと培養を融合した新たなアニマルセラピーとしてのゲルクラゲが誕生するのかどうかを議論する。

キーワード: ゲルクラゲ, 浮遊培養, 水草, セラピー効果, 概念融合

【Abstract】

We have successfully created an artificial jellyfish using gel, closely resembling the real appearance, intended for animal therapy. The jellyfish is made with a selected gel material possessing flexibility and transparency akin to the real one, and its shape is mimicked by closely resembling the authentic form. Its movement is controlled by unidirectional water flow and occurs cyclically. In this study, we explore whether plants can grow by utilizing this jellyfish as a floating cultivation medium, and how altering the movement of the jellyfish by incorporating gel structures influences plant growth. We discuss the potential emergence of this gel jellyfish as a novel form of animal therapy integrating therapy and cultivation.

1. 緒言

1-1. 研究背景

令和を生きる現代人はペットを家族として迎える人口が年々増加し、家のインテリアとして観葉植物を置いたりなど、セラピー効果をもたらす環境物を自らのQoLを向上させるために邁進している。これはSNSを筆頭に新たなメディアによる超情報化社会ならではの心的ストレスに晒されて生きる人間が無意識的に癒しを求めていることに他ならない。この社会的背景の中で、環境物にセラピー効果を見出すべく、多くのアプローチが生まれている。その中でもアクアリウムセラピーというものがある。アクアリウムセラピーでは非日常的な水空間を切り取り、その空間にエビや金魚、水草などの配置をデザインし、育て、眺めることで癒しを得る。活発に動く生物はアニマルセラピーとして能動的な動作による癒しを提供するが、アクアリウムの中には水草のみを育てる水槽もあり、水草自体の受動的な動作の鑑賞によるセラピー効果を提供することができる。そこで我々はこのように生物が生み出すセラピー効果と植物が生み出すセラピー効果、これらの組み合わせが相乗効果をもたらしてアクアリウムセラピーはさらに効果を増していくのではと着想する。

我々は前述のアニマルセラピーを目的とした観賞用クラゲを、クラゲの組織構成と類似するゲルで作製することに成功している。このゲルクラゲは本物にそっくりな

姿だけでなく柔らかさや含水率、透明度など機械的性質までもが再現されている。このゲルクラゲの演出力向上を促すため、ゲルクラゲ専用の照明効果を引き出す水槽も設計している。これらの技術により通常のアクアリウムで起こさないような強い水流を静音にて発生させ、ゲルクラゲを動かし本物のクラゲのように泳がせることでさらなる需要を生み出すことに成功した。実際にこのゲルクラゲは全国各地に設置されており、幅広い層から支持を受けている。そこで我々はゲルクラゲと水草を融合できれば、受動的なセラピー効果による相乗効果を生み出せるのではないかと考える。ゲルクラゲは限りなく生物に近いが人工物である。すなわち、水草の培養地としての役割を付与しうる可能性はあり、ゲルクラゲの遊泳とともに水草が揺らぎ成長してゆく。そのような概念を打ち出せるはずである。

1-2. 研究目的

本研究は図1に示す通り、2つのセラピー効果の融合と水草の培養という全く異なる概念を組み合わせ、水草とゲルクラゲをひとつのオブジェクトとしてデザインし、浮遊培養地としても成立させる環境システムを提案する。そこで水草はクラゲの触手と見立てて培養し、それぞれ種から育てる場合と水草を直接取り付けの場合の2通りの方法で、クラゲを培養基盤としつつも、その中でどの

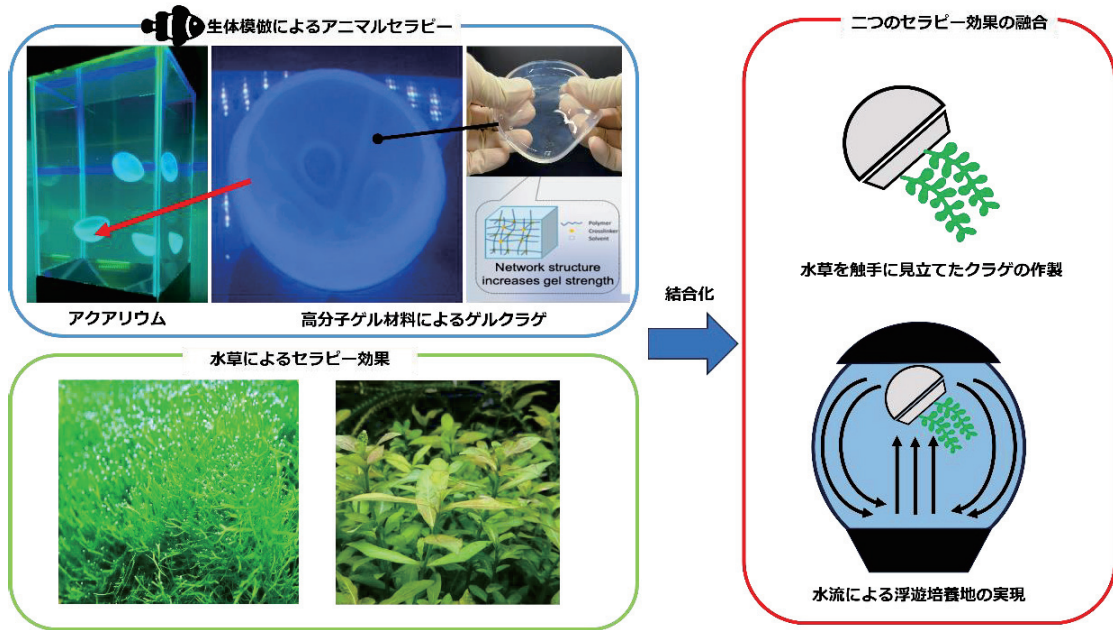


図 1. 本研究の概念図

ように生育されるかを検証する。ゲルクラゲ自体は実際のクラゲに似せており、かなり薄く造形してあるため、水草を意図した位置に取り付けることは困難である。しかし、ゲル製の部品を触手に見立ててゲルクラゲに取り付けることで、種と水草を取り付けやすくするとともに、触手をデザインすることで意図的なクラゲの遊泳誘導を引き起こす狙いをもつ。そのように作製したゲルクラゲを水槽内で膨潤させることで水草を発芽、または成長させることを目指す。

2. ゲルクラゲを利用した浮遊培養地の作製

2-1. 使用する水槽の概要

培養に使用する水槽の概要を示す。本研究ではクラゲを浮遊させるために強い水流を発生させることができる水槽を採用した。

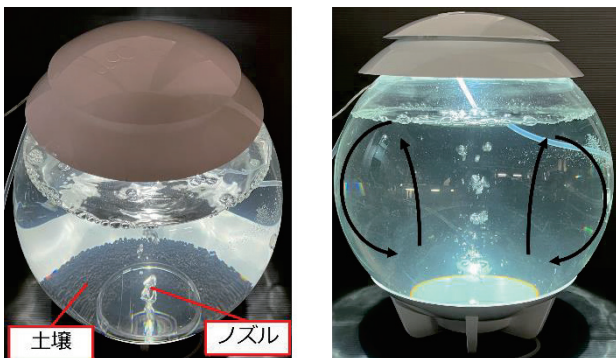


図 2. 本研究で使用する水槽

水槽の底には通常のアクリウムで扱うような土壌を敷いており、中央のノズルから空気が排出されるようになっている。図 2 に示すように、これにより水流が発生し円を描くように水は循環する。また、約 10 時間照明をつけ光合成を促すように設定した。そして作製したクラゲの培養地は膨潤させるとき、この水槽内で膨潤させるとす

る。このようにして水草を育てるのに適した環境の水分をゲルに吸収させることで水草により成長を促す。

2-2. 水草を直接植える形式の培養地作製

前述の通りクラゲに直接水草を植え付けることは困難であるため、その課題を解決に向けたゲルクラゲ改良および培地化の手順を本節で示す。

今回考案したのはゲルを硬化させて水草を取り付けやすくするために、穴の開いたゲルの造形物をクラゲ自体に取り付ける方法である。まず、ゲルを形作るためのシリコンを用意する。このシリコンを作製するためには型が必要であり、この型は FDM 方式の 3D プリンタ (X-Pro, QIDI Tech 社) を使用して PLA (ポリ乳酸) で造形した。この型にシリコン (Ecoflex™ 00-30) を流し入れ、シリコン型を作製する。図 3 に示す通りシリコン型にゲルクラゲと同じ組成のゲル溶液を流し込み、これを UV ライトと呼ばれる紫外線に当てることによって硬化させる。このようにして造形したゲルをクラゲに設置し、透明なゲル溶液を添加する。再び UV ライトで硬化させることによってクラゲに接着することができるようになる。4 つ接着し水草を穴に差し込む。今回使用した水草はウィローモスと呼ばれており、穴に設置したときに 15 mm になるようにあらかじめトリミングしたものである。これらを設置し終わら透明なゲル溶液を穴に添加する。このゲル溶液はほとんどクラゲの組成と同じだが硬化したときに白色にならないよう組成をわずかに調整したものである。UV ライトで硬化させ水草を固定することにより、培養地を完成させることができる。

2-3. 種を植える形式の培養地作製

種を植える実験では本来、図 3 で示したようなゲルと一緒に種を植えこむ方法もあるが、種は必ずすべてが発芽するとも限らないため、より多くの種を使用する必要が

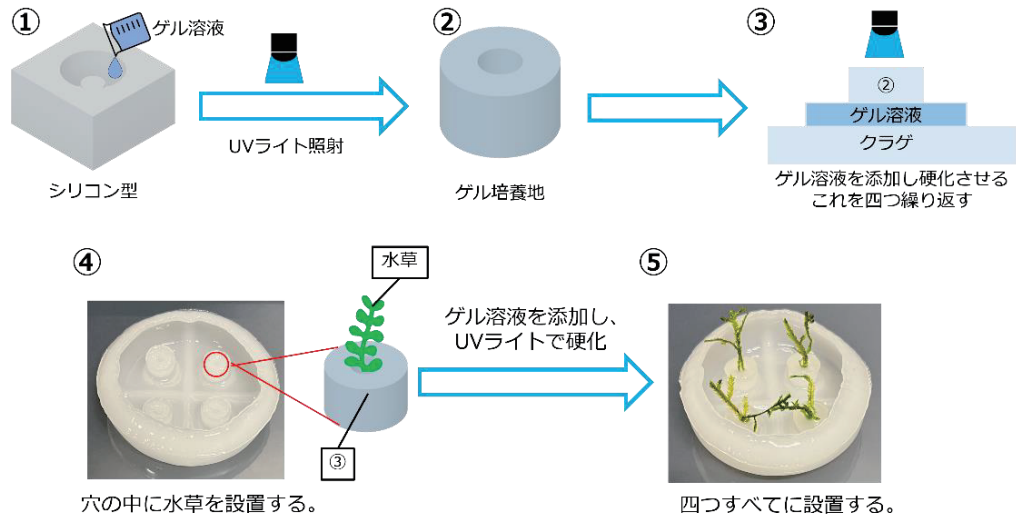


図 3. 水草を植えつける培養地の作製手順

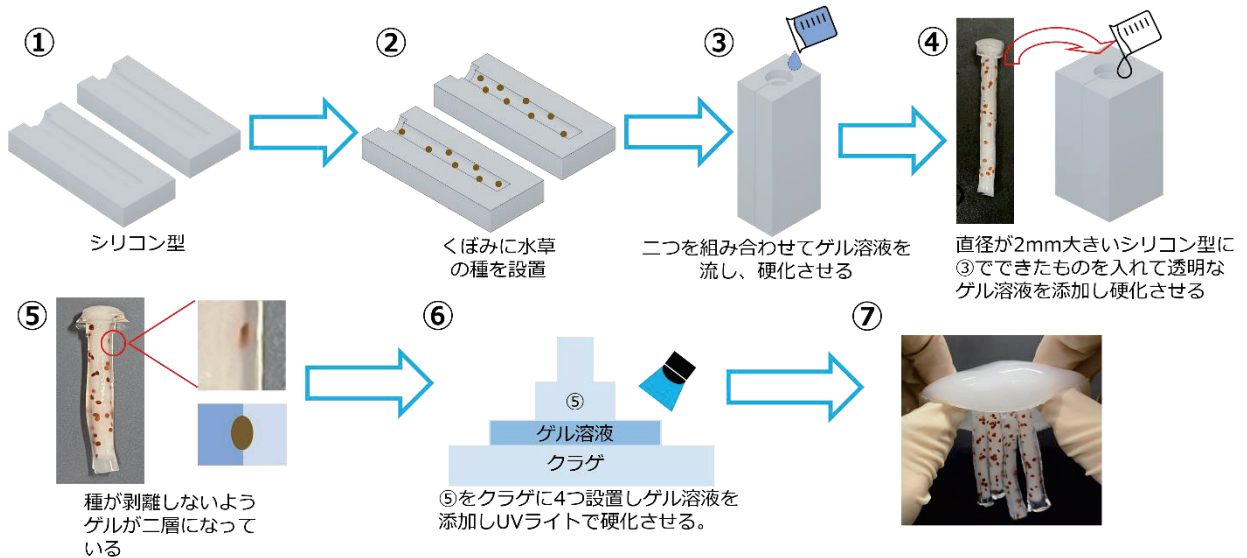


図 4. 種を植えつける培養地の作製手順

ある。そこで触手と見立てた長いゲルをクラゲに接着させ種をそこに植えつける方法を考案した。このようにすることで種を植える表面積を増加させることができ、より多くの種を使用し観察することが可能である。

今回作製するゲルは曲面が多く、長細いものを作製するためシリコンの型を作製する時点で高精度な造形をする必要がある。したがって、シリコンの型の造形にはより造形精度の高い SLA 方式の 3D プリンタ (Form3B+, Formlabs 株式会社) を使用して、材料は UV 硬化性樹脂 (Clear レジン, Formlabs 株式会社) を使用した。作製した型にシリコン (Ecoflex™ 00-30) を流し入れ、シリコン型を 2 個用意する。図 4 に示すように、用意したシリコン型のくぼみに種を設置する。種はハイグロフィラと呼ばれる水草を使用している。次にこれら 2 つを組み合わせ離れないよう固定し、そこにゲルクラゲと同じゲル溶液を流し込み UV ライトで硬化させる。このときシリコンの粘着力により種は下に落ちたり、剥離することはない。このようにして一点に種が集中するといったことを防ぐことができる。硬化させたゲルには種が表

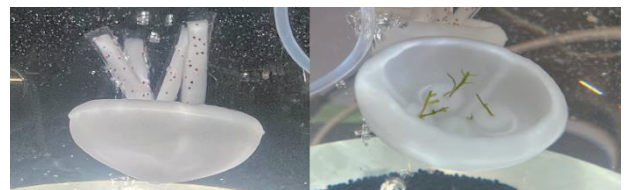


図 5. クラゲが水槽内で泳いでいる様子

面に付着した形となっており、そのまま水槽に入れると種が剥離してしまう。それを防ぐため 2mm ほど直径が大きいシリコン型を同様の方法で用意し、同じように組み合わせた穴の中に作製したゲルを入れる。そこに透明なゲル溶液を添加し、UV ライトで硬化させることでゲルの層を増やすことができ、種が剥離することを防ぐことが可能となる。透明なゲルを使用したのは水槽の照明をより照射させやすくするためのものである。これらを 4 つ作製し図 3 と同様にゲル溶液を添加して UV ライトで硬化させる。このようにしてクラゲと種が含まれる触手に見立てたゲルを接着させ、完成させることができる。

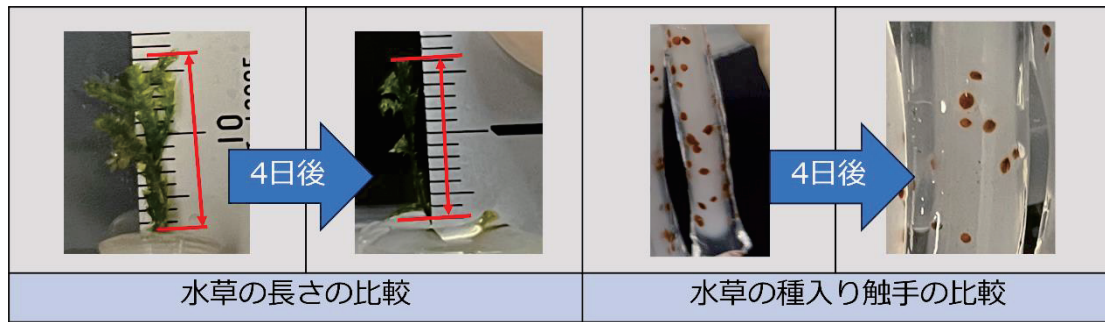


図 6. 膨潤前と膨潤から 4 日目の比較

3. 実験結果

水槽で十分に膨潤させた後、水槽の中で泳がせたまま水草と種に成長を促した。図 5 に示すようにクラゲは通常のクラゲと同じように泳ぐ姿を示した。軸に重さに耐えられず落下したままになるのではないかと懸念点もあったが、そのようなことにはならぬ見事な泳ぎを見せた。また、図 6 に示すように膨潤させてから 4 日目の時点では種のほうには大きな変化はなかった。ただ、触手の外側のゲルの透明度がかなり増していることからかなりの光の透過度を期待することができた。

次に水草を取り付けたクラゲだが、図 6 に示すように長さにはほとんど変化はなかった。中にはわずかに短くなっているものもあったが、この原因と考えられるのが今までゲルで埋め込まれていなかったところが膨潤させたことによって埋め込まれてしまったということである。このことから全体的に水草の成長はあまり観測されていない。

4. 考察

今回の研究では目立った変化を見ることができなかった。現時点では膨潤から 4 日目までしか観察することができなかったが、通常の方法で種が発芽するまでには通常 7 日から 14 日ほどかかることとされているため、ここからの観察も期待できる。また、さらに成長に適した環境にするためにはゲルの水分に関係があると思われる。今回使用しているクラゲの含水率は膨潤前が約 65%であり、膨潤後が約 95%である。現在はゲルの作製には純水を使用しているが、この代わりに水槽にも使用している土壌の栄養分が含まれている水をゲルの作製に使用することで、ゲルの水分の大部分を水草の成長を促すものに変更することができると思われる。

また、水草が十分に成長した際にはクラゲのビジュアルだけでなく動きの変化も期待できる。本研究では水草を触手に見立ててゲルクラゲを作製したので水中での挙動はさらに興味深いものになると思われる。具体的には、ゲルクラゲ自体は大きな動きは見せなくても一定の高さで漂っている状態で水草の触手部分が水流に対してなびくような挙動を示し、本物のクラゲの触手に近いような動きであれば、本物を再現すると同時に水草というイレギュラーな存在によって新たなセラピー効果の創造を期待できる。このためには水草がゲル上で成長する最適な環境を模索していくことが必要であり、これらを繰り返し改善していくことで実現可能となっていくだろう。

5. 結言

本研究ではゲルクラゲを使用した浮遊培養地の水草の成長の有無を検討した。従来のセラピーロボットでは本物に近い動きをすることによってアニマルセラピーを生み出すという手法だったが、この研究では本物を再現しつつアニマルセラピーの要素と植物のセラピー効果を培養という形で物理的に融合することを目的とした。

今回の研究の特徴はその融合を実現させるために水草をクラゲの触手と見立てて、種から育てる場合と水草をそのまま植える場合の 2 通りの方法で実験を行ったことである。ゲルによる造形物で本来組み合わせにくいクラゲと水草、種を組み合わせることに成功した。種の発芽や水草の長さの変化というものはあまり見ることができなかったが、光を透過しやすい透明なゲルの強い接着や水草自体が枯れることなく保持できたことなど今後につながる様々な成果が上げられた。

しかし、改善の余地は十分にあり水草とゲルの間の環境を試行錯誤して作り出すことで成長させることができるであろう。また、うまく成長につながれば新たな価値観の創造にも繋がると期待できる。本研究がそのような、セラピーという分野に新しい風を吹き込む第一歩となることを大いに期待している。

6. 参考文献

1. Saito, K., Ogawa, J., Watanabe, Y. M.D.Nahin Islam Shiblee, Furukawa H., "Mushroom cultivation and harvesting in media supported by 3D-printed anisotropic elastic structures. *Artif Life Robotics*, 2023.
2. Li Deng, Xi Li, Hao Luo, Er-Kang Fu, Jun Ma, Ling-Xia Sun, Zhuo Huang, Shi-Zhen Cai, Yin Jia, "Empirical study of landscape types, landscape elements and landscape components of the urban park promoting physiological and psychological restoration", *Urban Forestry & Urban Greening*, Volume 48, 2020,
3. Cracknell, D., White, M. P., Pahl, S., Nichols, W. J., & Depledge, M. H. "Marine Biota and Psychological Well-Being: A Preliminary Examination of Dose-Response Effects in an Aquarium Setting". *Environment and Behavior*, 48(10), 1242-1269. 2016.