

【研究報告】

ヒトエグサの遊走子放出の日間変動

上原匡人*, 又吉直樹¹

Daily variation of zoospore release of *Monostroma nitidum*

Masato UEHARA*, Naoki MATAYOSHI¹

ヒトエグサの適正かつ効率的な種付け時期を検討するため、天然環境下においてヒトエグサ接合子から放出される遊走子量の日間変動について調べた。その結果、ヒトエグサの遊走子放出の盛期は、旧暦の8月15日（十五夜）付近ではなく、十五夜後の下弦付近に盛期があることがわかった。また、ヒトエグサは、水温29℃以上の時期に放出の盛期が観察された。これらの結果は、水温が遊走子放出の必要条件ではなく、ヒトエグサも多くのサンゴ礁生物と同様に月齢に同調した放りリズムを有する可能性を示唆している。

ヒトエグサ *Monostroma nitidum* は、モズク類（モズク *Nemacystus decipiens* とオキナワモズク *Cladosiphon okamuranus*）やクビレズタ *Caulerpa lentillifera* に次ぐ沖縄県の重要な海藻養殖対象種である。近年、その栄養価と効用が注目され（藤田ら, 1988; 中村ら, 2011; 上村ら, 2010）, 「海の緑黄色野菜」と呼ばれて全国的に需要が高まっている。

本県では、サンゴ礁池内の最も岸側で養殖が行われており、近年は100トン前後の生産量で推移している。本県のヒトエグサ養殖は、現在でも天然採苗に依存した種付けが行われており、長年の慣習から、毎年、旧暦の8月15日頃（以下、十五夜という）に網を張り出している生産者が多い。一方、十五夜後の中潮や小潮の時期に張り出す生産者もいる。北部海域での予備調査によれば、十五夜後のいずれの時期（潮）に網の張り出し始めても、最終的には収穫に至っている例がほとんどである（上原, 未発表）。仮に、ヒトエグサにおいても、多くのサンゴ礁生物で報告されているように、配偶子の一斉放出のタイミングがあるのであれば、その時期を特定することで、より効率的な種付けが可能となる。このため、ヒトエグサの遊走子が接合子から大量放出される時期の解明が強く望まれている。

沖縄海域での遊走子放出に関する調査・研究については、伊野波（1966）や瀬底（1969）を除いてはほとんど報告がない。これらによれば、ヒトエグサの遊走子は、海水温25～26℃に達する10月中旬から下旬に、接合子から大量に放出されることが報告されているが、その後約50年間、調査・研究は行われていない。また、鹿児島海域でも遊走子放出に関する研究が行われているが、沖縄海域と同様の結果が得られている（野呂・根本, 1991）。これらの報告は、いずれも「海水温約25℃に達する10月頃に放出される」という点で共通するが、大量放出が海水温依存な

のか、あるいは時期依存なのかについては、詳細な検討がなされていない。

そこで、著者らは、ヒトエグサ遊走子の大量放出のタイミングを詳細に検証することを目的として調査を行ったので、その結果を報告する。

なお、前報（上原ら, 2024）に従い、本県で養殖されているヒトエグサは *M. nitidum* として扱った。

材料及び方法

（1）予備調査

予備試験は、恩納村屋嘉田のヒトエグサ養殖場において行った。試験網は3枚1セットとし、2016年9月15日（旧暦の8月15日）から概ね2週間ごとに、4回に分けて張り出した（図1A; 2セット/回: 9月15日, 10月3、14、29日）。後日、養殖場に設置したHOB0ペンダントロガー（Onset社製 水中用温度計測ロガー）を回収し、水温変動と網に着生した遊走子量の関係について検討を行った。このとき、計測した水温データは、干潮時刻の前後2時間を除いて、1日の平均を算出した。また、遊走子量は、網に着生して発生が進んだ幼体（germlings）の数から定性的に判断し、最後の張り出しから30日以上を経過した2016年11月29日に行った。

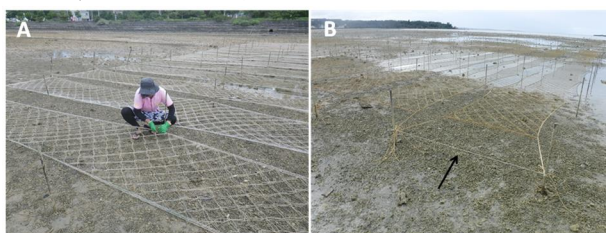


図1 遊走子の放出時期を調べるために実施した試験網と採苗糸の設置状況（A: 2016年9月15日撮影, B: 2017年10月19日撮影）。矢印は採苗糸を示している。

*E-mail: ueharmst@pref.okinawa.lg.jp 水産海洋技術センター普及班（現所属：恩納村漁業協同組合）

¹ 恩納村漁業協同組合

(2) 着生密度の推定

2017年9月20日～10月31日にかけて、恩納村屋嘉田のヒトエグサ養殖場3か所に、養殖網と同質の素材の糸（以下、採苗糸という）を、養殖網と同じ高さに設置した（図1B）。この採苗糸を3～5日間おきに交換して実験室に持ち帰り、水道水で洗浄後、ランダムに5か所を選び出し、5cm単位で切り出して、肥料（海藻培養液KW21、第一製網株式会社製；1 ml/l）を添加した滅菌濾過海水に入れ、室温条件下で35日間培養した。このとき、培養開始から15日後を目途に、換水と施肥を行った。これによって生育の進んだヒトエグサ幼体数を実体顕微鏡下で観察して計数し（図2）、採苗糸1cmあたりの幼体数（以下、着生密度という）を算出した。

なお、同期間中には、遊走子の放出量と水温の関係を調べるために、養殖場にはHOBOペンダントロガーを設置した。後日、回収したロガーは、上原ら（2024）の方法により、1日あたりの平均を求めた。

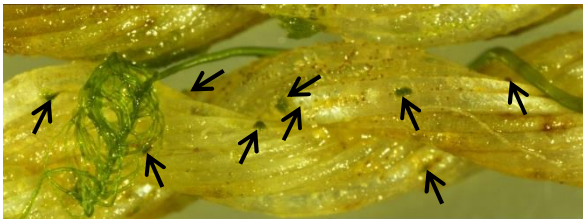


図2 培養35日後の採苗糸の状況（採苗期間：2017年10月8～12日）。矢印はヒトエグサの幼体を示している。

(3) 統計解析

採苗糸の設置場所間における着生密度の比較は、TukeyのHSD検定を行った。また、各月齢区分における着生密度の比較についても、TukeyのHSD検定を行った。

以上の解析には、R ver.3.0.2 (R core Team, 2013) を用いた。

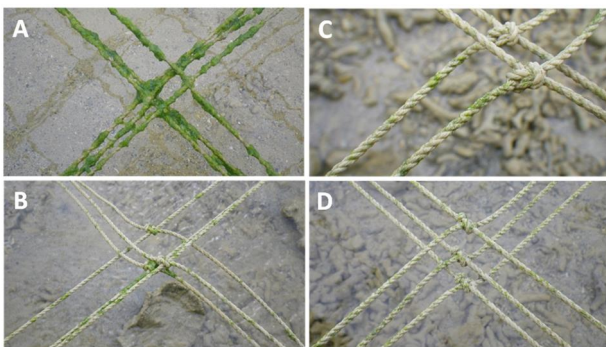


図3 着生した遊走子量を調べるために設置した試験網の状況（いずれも2016年11月28日に撮影）。A：2016年9月15日張り出し、B：2016年10月3日張り出し、C：2016年10月14日張り出し、D：2016年10月29日張り出し。

結果

(1) 予備調査

各大潮のタイミングで設置した試験網のうち、1回目に設置した網は、幼体が多数確認された（図3A）。2～4回目張り出し分については（図3B～D）、幼体は確認された

ものの、その数は少なく、網の色付きも疎らであった。これらの網では、スジアオノリ類や藍藻類も繁茂していた。

試験期間における水温を見てみると（図4）、9月15日～10月28日までの間、27.4～30.2℃で推移した。その後、11月4日まで急激に低下した後、以降、23.2～26.0℃で推移した。このように、試験期間中、1～3回目の張り出し時は、水温が25℃に低下しておらず、4回目以降に25℃以下に達した。

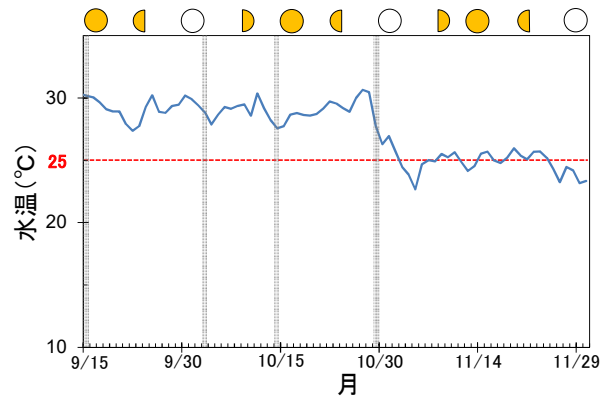


図4 試験期間における養殖場の水温の推移。灰色のバーは試験網の張り出し日を示す。

(2) 着生密度と水温・月齢の関係

養殖場に設置した採苗糸は、各採苗期間においても設置場所による着生密度の違いは認められなかった（TukeyのHSD検定、いずれも $p > 0.05$ ）。このため、以下に述べる解析では、設置場所による区分は行わなかった。

各採苗期間を月齢に変換し、その月齢区分と着生密度の関係を図5に示した。着生密度は、月齢24～26および月齢27～28日の区分を除いて、11.6～92.9個/cm（平均±標準偏差：49.5±16.7個/cm）の範囲で、期間を通して概ね一定であった。一方、月齢24～26の平均着生密度は、114.5±24.4個/cm（範囲：85.8～175.2個/cm）で最も高く、すべての月齢区分と有意差が認められた（TukeyのHSD検定、いずれも $p < 0.001$ ）。月齢27～28日の平均着生密度は80.9±24.9個/cm（44.6～131.2個/cm）で、月齢6～8を除き、有意差が認められた（いずれも $p < 0.001$ ）。月齢24～26日および27～28日の平均水温は、それぞれ29.9℃と29.4℃であった。

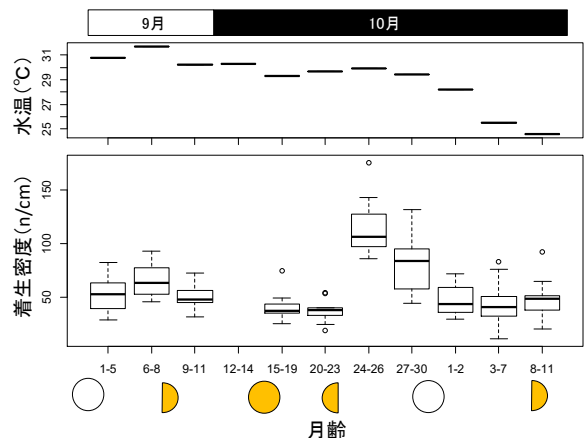


図5 各月齢区分における着生密度の推移。データのばらつきを可視化するために、箱ひげ図を用いた。箱は四分位範囲を、箱内の線は中央値を、ひげは最大値と最小値を、○は外れ値を示す。

の登川朝夫氏, 瀬良垣有夫氏には, 有益な助言と激励を頂いた。記して謝意を表する。

考 察

本研究より, ヒトエグサの遊走子放出の盛期は, 水温が29℃以上の下弦付近に認められた。定性的な評価のため, 単純に比較することはできないが, 予備調査の結果においても, 遊走子の着生状況は, 水温の低下が認められた4回目の張り出し後に悪く, 水温が26℃以上で推移した1回目に最も良かった(図3, 4)。このことは, 本種の遊走子放出が, 水温に起因するのではなく, 特定の月齢に同調している可能性を示唆している。

そこで, 野呂・根本(1991)の報告について, 月齢を考慮して再検討を行ったところ, 鹿児島においても遊走子の最初の盛期は, 下弦付近と一致することが明らかとなり, 本研究の結果とよく一致した。このような海藻類の月齢同調性は, サンゴ礁域に広く生息する褐藻類のアミジグサ *Dictyota dichotoma* でも報告されている(滝本, 1968)。

ヒトエグサ養殖は, 現在でも天然採苗を行っている。接合子から放出された遊走子は, 数時間から半日程度で基質に着生するという。この活動時間を鑑みると, 分散能力は低く, 地域単位で個体群の遺伝的構造が異なる可能性も十分考えられる。このため, 各環境に応じて異なる生活史戦略をもち, 遊走性放出の盛期も異なることが予想される。今後は, 各地域で遊走子の放出時期を明らかにする必要がある。さらなる調査・研究が望まれる。

謝 辞

本研究を進めるにあたり, 沖縄県水産課の岸本和雄主幹, 太田 格主任技師, 恩納村漁業協同組合の比嘉義視参事, 同組合指導事業担当の仲村英樹氏, 同組合アーサ生産部会

文 献

- 藤田修三, 中井晴美, 藤田静子, 広川 清, 曾根良昭, 中谷延二, 1988: ヒトエグサ (*Monostroma latissimum* Wittrock) の抗酸化性と Sarcoma180 移植マウスに対する抗腫瘍性効果について. 日本栄養・食糧学会誌 41, 411–414.
- 伊野波盛仁, 1966: ヒトエグサの養殖試験. 昭和41年度琉球水産研究所事業報告書. 94–100.
- 中村昌宏, 山城陽一, 小西照子, 花城 勲, 田幸正邦, 2011: 養殖ヒトエグサから分離したラムナン硫酸の構造特性. 日本食品科学工学会誌 58, 245–251.
- 野呂忠秀, 根本隆夫, 1991: 鹿児島産養殖ヒロハノヒトエグサ(緑藻)の生態. 水産増殖 39, 429–434.
- R Core Team, 2013: R: a language and environment for statistical computing. R foundation for statistical computing, Vienna, Austria.
- 瀬底正武, 1969: 沖縄におけるヒトエグサ (*Monostroma*) の増殖に関する研究-I 遊走子の放出時期と葉体の生長. 昭和45年度琉球水産研究所事業報告書, 73–77.
- 滝本 敦, 1968: 植物の体内時計. 植物学雑誌 81, 105–116.
- 上原匡人, 吉直樹, 仲村英樹, 2024: 養殖ヒトエグサの生産と成長に及ぼす水温の影響. 平成29年度沖縄県水産海洋技術センター事業報告書 79, 47–50.
- 上村佑也, 橋口健司, 長田裕子, 坂 智秀, 吉田睦子, 牧野陽介, 天野秀臣, 2010: 緑藻ヒトエグサの血糖値上昇抑制作用. 日本食品科学工学会誌 57, 441–445.