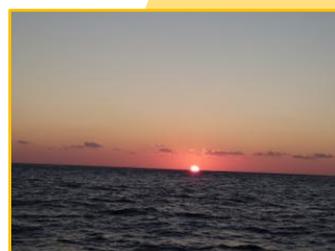


# 光周期調節で成熟を抑制する キタムラサキウニ養殖マニュアル

Manual for Cultivating Northern Sea Urchins  
Using Photoperiod Manipulation to Suppress Maturation



東北大学大学院農学研究科 鞆沼 辰哉

国立研究開発法人水産研究・教育機構 高木 聖実, 長谷川 夏樹

地方独立行政法人北海道立総合研究機構 合田 浩朗

岩手県水産技術センター 及川 仁

神恵内村 塚本 春香

# 光周期調節で成熟を抑制する キタムラサキウニ養殖マニュアル

Manual for Cultivating Northern Sea Urchins  
Using Photoperiod Manipulation to Suppress Maturation

東北大学大学院農学研究科  
鵜沼 辰哉

国立研究開発法人水産研究・教育機構  
高木 聖実, 長谷川 夏樹

地方独立行政法人北海道立総合研究機構  
合田 浩朗

岩手県水産技術センター  
及川 仁

神恵内村  
塚本 春香

## はじめに

国内におけるウニの漁獲量は 1970 年代から減少が続き、近年は全盛期の 4 分の 1 程度に留まっている。一方、日本食の世界的な普及に伴い、海外でも生ウニがよく食べられるようになって、輸出量は年々増加している。かつては世界中で漁獲されるウニの 8 割以上が日本で消費されていたが、その割合は徐々に低下し、現在は 6 割を下回る。ウニは日本を中心に一部の国だけで消費される地域的な食材から、世界各地で広く消費される食材に変わりつつある。

このような状況の下、2010 年以降、国内ではウニの価格高騰が続いている。近年は、この高値を受けてウニ養殖に対する期待が高まっており、各地の漁協や企業がウニ養殖に取り組み始めたという報道を目にする機会が増えた。ただし、実際に訪問してみるとほとんどは試験段階に留まっており、産業として自立するまでには解決しなければならない課題を数多く抱えている。また、数年間の試行の後、撤退した事例も少なくないと聞く。

価格面では強い追い風となっているにもかかわらず、成功事例がなかなか増えないのは、ウニ養殖が一般に思われているほど簡単ではないからである。単にウニを飼育するだけであればそれほど難しくはなく、むしろ水産生物の中でもかなり飼いやすいほうである。しかし、できるだけ飼育費用をかけずに品質の高いウニを育て、商売として成り立たせようとすると、途端に難しくなる。

ウニ養殖を成功させる決め手のひとつが、成熟の抑制である。ウニは成熟すると商品価値を失うため、成熟を抑制することで品質を保ち、出荷期間を延ばすことが可能である。そこで、国立研究開発法人水産研究・教育機構を中心とする 5 機関は、平成 31 年度から令和 6 年度まで、生物系特定産業技術研究支援センターのイノベーション創出強化研究推進事業 (JPJ007097)「光周期を利用して成熟を抑制し生産性を飛躍させる魚介類養殖手法の開発」において、光周期(昼夜の明暗周期)を調節して北日本の重要種であるキタムラサキウニの成熟を抑制し、品薄となる成熟期に出荷する技術開発を行った。本マニュアルでは、新たにウニ養殖を始める人々に役立ててもらおうよう、このプロジェクト研究で得られた成果を中心に、キタムラサキウニの養殖を成功させるための方法を簡潔にまとめた。

令和 7 年 11 月 7 日

東北大学大学院農学研究科/国立研究開発法人水産研究・教育機構 鵜沼 辰哉

## 目次

はじめに	2
研究課題担当者	4
1. ウニの特性と成熟抑制の意義	5
2. 光周期調節による成熟抑制効果	10
3. 痩せウニの採集と給餌	16
4. 光周期調節を導入した海面養殖	18
5. 光周期調節を導入した陸上養殖	22
謝辞	25
参考文献	26

## 研究課題担当者

国立研究開発法人水産研究・教育機構

鵜沼 辰哉(2023年3月まで)\*, 高木 聖実\*, 長谷川 夏樹\*, 町口 裕二  
村田 裕子

地方独立行政法人北海道立総合研究機構

秋野 雅樹, 麻生 真悟, 加藤 慎二, 金田 友紀, 川井 唯史, 北谷 朋也  
合田 浩朗\*, 菅原 玲, 高橋 和寛, 高橋 夢伽, 武田 忠明, 武田 浩郁, 辻 浩司  
中島 幹二, 成田 正直, 三上 加奈子, 宮崎 亜希子, 鑑水 梢

岩手県水産技術センター

及川 仁\*, 小林 俊将, 野呂 忠勝

神恵内村

塚本 春香\*

東北大学大学院農学研究科

鵜沼 辰哉(2023年4月から)\*, 長澤 一衛

(各機関内は五十音順, \*は執筆者)

### 【引用のしかた】

鵜沼 辰哉, 高木 聖実, 長谷川 夏樹, 合田 浩朗, 及川 仁, 塚本 春香 (2025) 光周期調節で成熟を抑制するキタムラサキウニ養殖マニュアル. 国立研究開発法人 水産研究・教育機構 水産資源研究所. 横浜.

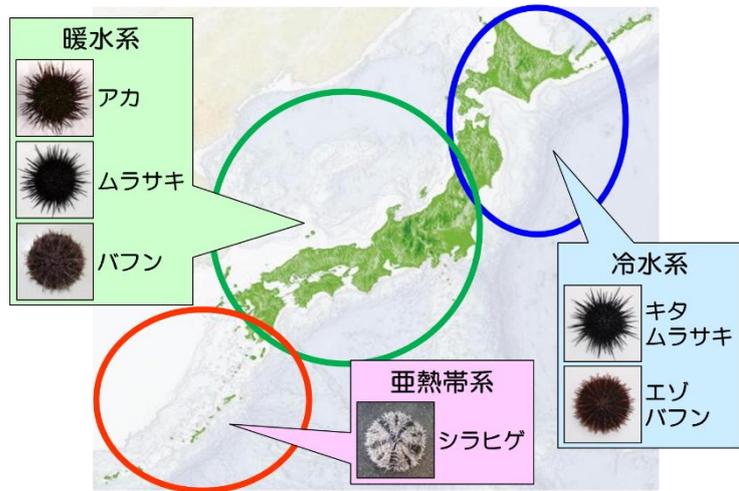
Unuma T, Takagi S, Hasegawa N, Gouda H, Oikawa J, Tsukamoto H (2025) Manual for Cultivating Northern Sea Urchins Using Photoperiod Manipulation to Suppress Maturation. Fisheries Resources Institute, Japan Fisheries Research and Education Agency. Yokohama.

# 1. ウニの特性と成熟抑制の意義

養殖を成功させるには、まず対象種の特性を正しく理解することが重要である。とくに、ウニは成熟する仕組みが他の多くの動物と異なっているが、このことが正しく理解されずに誤解を招くことがしばしばある。そこで、はじめに成熟の仕組みを中心に生物としてのウニの特性を解説し、なぜ成熟を抑制すると有利なのかを考える。

## 国内の主な食用ウニは6種

日本の海に棲むウニのうち、食用となるのは主としてエソバフンウニ、キタムラサキウニ、バフンウニ、アカウニ、ムラサキウニ、シラヒゲウニの6種である。冷水系のエソバフンウニとキタムラサキウニは北海道と東北地方、亜熱帯系のシラヒゲウニは九州南部と南西諸島、暖水系のバフンウニ、



アカウニ、ムラサキウニはそれ以外の海域で漁獲される。このうち、最も多く獲れるのがキタムラサキウニで、ウニの漁獲量全体の5割以上を占めている。ウニの間には砂泥域に棲む種もあるが、美味しいウニはいずれも岩礁域に棲み、主にコンブ類などの大型海藻を食べている。

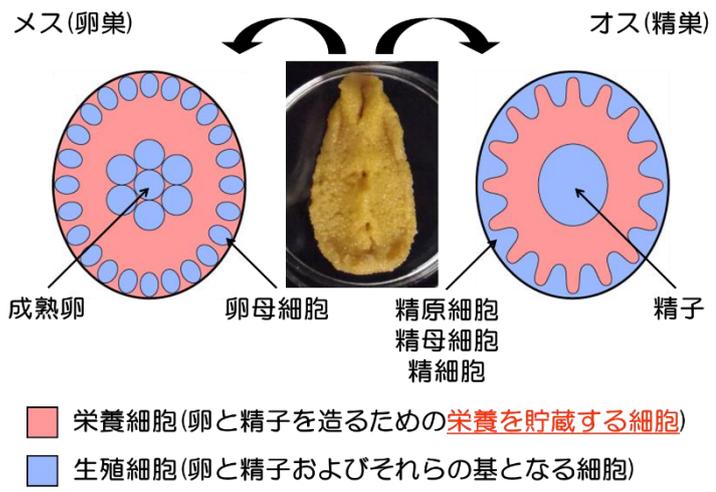
## 可食部は卵巣と精巣

ウニの殻の内側には、可食部である5房の生殖巣が放射状に貼り付いている。ウニは雌雄がはっきり分かれており、雌なら卵巣、雄なら精巣を持っている。両者の見た目はよく似ており、成熟期を除けば簡単には区別できない。1房の生殖巣は多数の粒粒が集まった構造をしている。この粒粒を生殖小嚢と呼ぶ。



## 生殖小囊の中には 2 種類の細胞

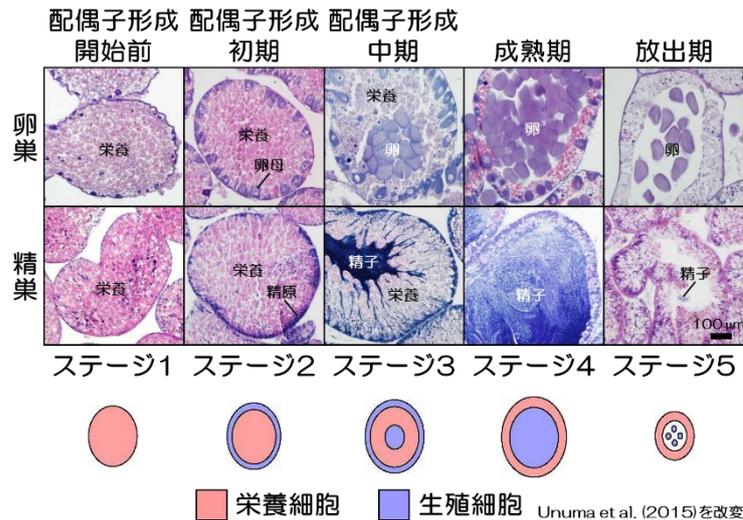
雌でも雄でも、生殖小囊の中は主として栄養細胞と生殖細胞という 2 種類の細胞群で構成されている。生殖細胞は卵や精子、およびそれらの基となる細胞(卵母細胞, 精原細胞, 精母細胞, 精細胞)である。一方、栄養細胞は卵と精子を造るための栄養をあらかじめ貯蔵するための細胞である。



Unuma et al. (2015) を改変

## 成熟とともに栄養細胞が減り生殖細胞が増える

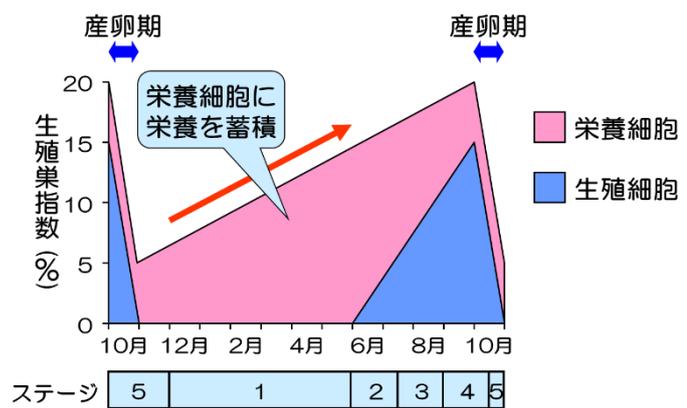
右の図は、成熟にともなって生殖小囊の中で起こる変化を顕微鏡で観察した様子である。配偶子形成(卵や精子を造ること)が始まる前のステージ 1 では、生殖小囊はほぼ栄養細胞のみで占められている。しかし、配偶子形成が進むにつれて生殖細胞の割合が徐々に増え、栄養細胞は蓄えていた栄養を生殖細胞に



提供することで、自らは次第に小さくなる。成熟期にあたるステージ 4 では、生殖小囊は卵や精子で満たされ、栄養を失った栄養細胞は縁辺部に薄く残るのみとなる。放出期のステージ 5 では、空隙と残留卵や残留精子(放出されずに残った卵や精子)が観察される。

## 生殖巣指数および栄養細胞と生殖細胞の割合の周年変化

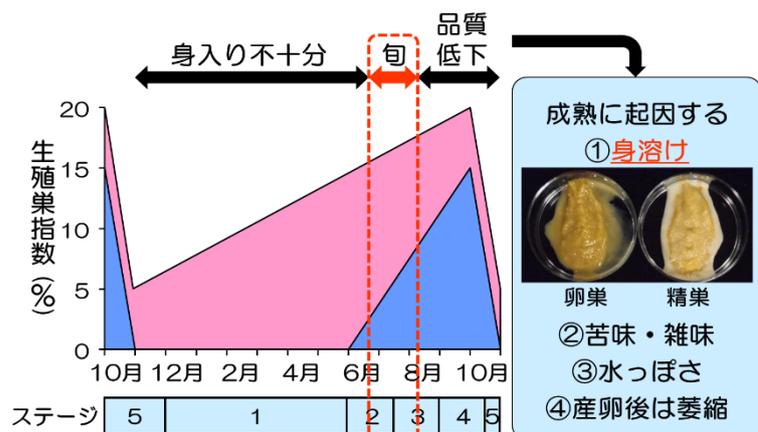
右の図はキタムラサキウニの生殖巣指数(体重に対する生殖巣重量の割合)、および生殖巣中の栄養細胞と生殖細胞の割合の周年変化を表す。キタムラサキウニの産卵期は9月末から10月で、この時期に生殖巣指数は急減するが、間もなく回復に転じ、翌年の産卵期に向けて長い間、



上昇を続ける。しかし、生殖細胞の割合が増えるのは産卵の3、4か月前からであり、それまでは栄養細胞に栄養を蓄えることで生殖巣は大きくなる。成熟ステージで見ると、ステージ1の期間が最も長く、ステージ2から4までは速やかに進む。

## 良質なのはいつか?

キタムラサキウニの旬は7月前後、すなわち、栄養細胞には十分な栄養を蓄積したが、まだ生殖細胞はそれほど増えていない時期である。これより前は、身入り(殻に対する生殖巣の大きさ)が不十分で、これより後は、成熟が進むにつれて、卵巣から



卵、精巣から精子がそれぞれ溢れだす「身溶け」や、苦味・雑味、水っぽさなど、成熟に起因する様々な問題が生じて品質が低下し、やがて商品価値を失う。さらに、産卵後には生殖巣がひも状に萎縮する。つまり、成熟のためにウニの旬は短いのであり、養殖する場合には成熟を抑制できれば極めて有利である。

## 北日本の磯焼け海域に多い痩せたキタムラサキウニ

全国的に、岩礁域でコンブ類などの大型海藻が消失する磯焼けが問題となっている。北海道の日本海側や東北地方の太平洋側の磯焼け海域にはキタムラサキウニがたくさんいるが、餌不



北海道日本海側の磯焼け



痩せウニ

足で生殖巣への栄養蓄積が不十分なため、「痩せウニ」と呼ばれて商品価値がない。しかし、数か月間の給餌(短期養殖)で身入りを向上させることは可能である。しかも、磯焼け海域から痩せウニを除去すれば、ウニが海藻を食べ尽くす危険性が減り、磯焼けからの回復の一助にもなりうる。ただし、高い飼育費用がかかる養殖ウニを、獲るだけで済む天然ウニと同じ価格で売っても儲からない。

## 天然ウニより高く売らないと儲からない

このことは、1kgの殻付きウニを出荷するのにかかる費用を、天然ウニと養殖ウニで比べてみるとよくわかる。最も重要なのは漁獲にかかる費用だが、計算が難しいのでここではX円と置く。天然ウニを漁獲後に出荷するなら生かしておく必要はないが、養殖用は飼育が前提なので、丁寧に獲らねばならない。手荒く扱えば、飼

		天然ウニ	養殖ウニ
殻付き 1kg当たり 必要経費	漁獲経費	X円	X+α円
	養殖施設費	0円	324円
	餌料費	0円	450円
	燃油代その他	0円	102円
	<b>合計</b>	<b>X円</b>	<b>X+876+α円</b>
殻付き 1kg当たり 出荷価格	夏(旬)	1,500円	1,500円
	秋(産卵期前後)	—	もしあれば 3,000円

後志地区水産技術普及指導所の協力を得て試算  
プロジェクト研究開始時(2019年)の試算

ウニ加工業者聞き取り

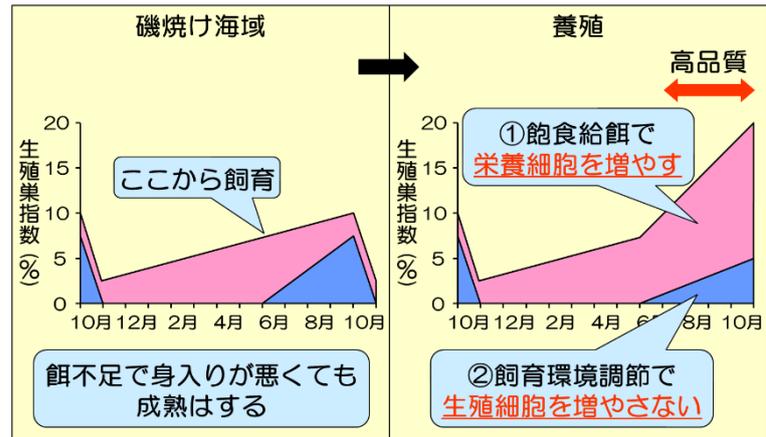
鶴沼(2023)を改変

育開始後にストレスで弱ったり斃死したりする。丁寧に獲る分、余分に費用がかかるので、それをα円と置く。これ以外にも、養殖ウニでは養殖施設費、餌料費、作業のための燃油代その他を要するので、合計すると天然ウニよりも876+α円も多くかかることになる。

これだけの費用を投じて育てたウニを、良質な天然ウニが比較的安価に出回る旬の季節に、それらと同じ価格で売ったのでは商売にならない。天然ウニが市場から消える産卵期前後を狙い、天然ウニとの競合を避けて旬の天然ウニよりも高く売るのが良い。

## 痩せウニ養殖成功の決め手は二つ

磯焼け海域にいるキタムラサキウニは、餌不足で身入りが悪くてもそれなりに成熟して産卵するため、生殖巣指数の周年変化の図が上下に扁平した形をしている。このようなウニを5～6月頃に集めて数か月間養殖し、図の形を人間に都合の良いように書き換えると良い。



Unuma et al. (2015)を改変

成功の決め手は2つあり、1つ目は飽食給餌(餌を食べただけ食べさせること)で栄養細胞への栄養蓄積を促し、ピンクの面積を広げること、2つ目は飼育環境を調節して生殖細胞を増やさないようにし、青い面積を狭めることである。これらを同時に行うことで、ピンクが多くて青が少ない人間に都合の良い状態を延長できたなら、天然個体が商品価値を失い、地域によっては資源保護のために禁漁にもなっている産卵期、すなわち品薄期に高価格で出荷できる。

## 2. 光周期調節による成熟抑制効果

執筆者らの研究により、光周期(昼夜の明暗周期)を調節することによって、キタムラサキウニの成熟を抑制できることが明らかになった。ここでは、具体的にどのように調節すればどれだけの抑制効果を得られるのかを紹介する。

### 動物は温度や光周期の変化から産卵期を知る

動物は温度や光周期の変化から季節の進み具合を感知し、子孫を残すのに最も有利な季節に成熟して産卵する。そのため、温度や光周期を上手に調節すれば、動物に季節を勘違いさせ、成熟を促進したり抑制したりすることが可能である。ウニ類においても、これまでに温度や光周期と成熟の関係が様々な種で調べられてきた。ただし、それらのほとんどは成熟を支配する因子を解明するための基礎研究や、成熟を促進して産卵期でなくても卵や精子を得られるようにするための技術開発(発生実験や種苗生産をいつでも可能にするため)であった。しかし、これまで述べてきたように、ウニ養殖で求められるのは促進ではなく抑制である。

### 調節するなら温度と光周期のどちらか？

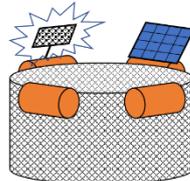
ここで、成熟を抑制するのに温度と光周期のどちらを調節するのが有利か、比べてみる。夏に成熟が進むキタムラサキウニでは、低温に保つと成熟が抑制される。このときに必要となる冷たい海水を調達するには種々の方法があるが、いずれも費用や確実性に問題があるうえ、陸上養殖でしか利用できない。

温度(低温)

- ◆ 冷却機：設備投資・ランニングコストが高額
- ◆ 海洋深層水：設備投資が高額
- ◆ 地下海水：確実に掘り当てられない
- ◆ 陸上養殖に限定(海面ではできない)

光周期

- ◆ 設備投資・ランニングコストが少額
- ◆ 長日条件が効くなら海面でも可能(夜間電照)



LED, ソーラーパネル, 蓄電池の  
価格低下が追い風  
(ひと昔前の数分の一)

これに対し、光周期の調節であれば少ない費用で済むうえ、もしも長日条件が効くなら、夜間に電照すれば良いので海面でも利用できる。とくに、この十数年間でLED照明やソーラーパネル、蓄電池の価格が数分の一に下がっており、ひと昔前なら費用がかかりすぎて不可能だった海上での電照も、今なら実現できる。

## ウニは眼を持たないが管足で光を感じる

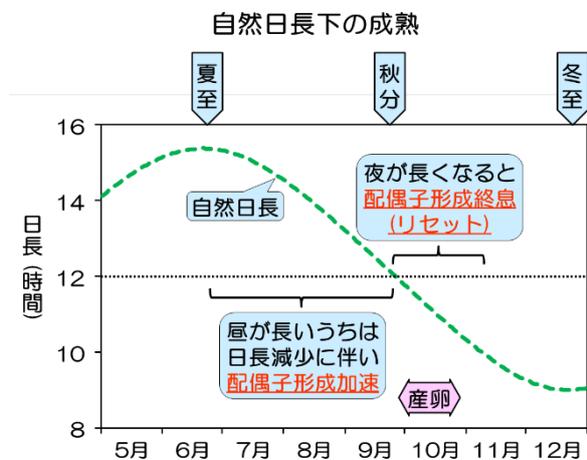
ウニは先端に吸盤がある管足を使って移動する。管足の付け根と先端には、ヒトなどの光受容タンパク質であるオプシンと相同な遺伝子が発現しており、光受容細胞として機能していると推察されている。このことから、ウニは管足で明暗を感知すると考えられている。



管足を伸ばして這うキタムラサキウニ

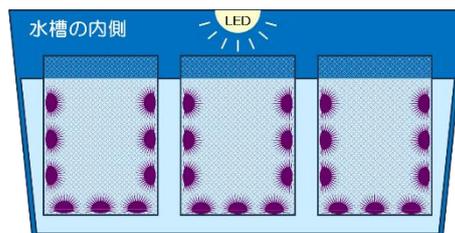
## キタムラサキウニの成熟は夏至から秋分にかけて進む

天然のキタムラサキウニでは、日長が最も長い夏至(6月21日前後、日長が15時間以上)の頃から配偶子形成が始まり(ステージ2になる)、昼夜の長さがほぼ等しくなる秋分(9月23日前後、日長が12時間)を過ぎる頃に成熟する(ステージ4になる)。その後、日長が12時間を下回ると、配偶子形成は終息(リセット)する。すなわち、15時間以上だった日長が12時間程度まで次第に短くなるのが、キタムラサキウニの配偶子形成を加速すると考えられる。

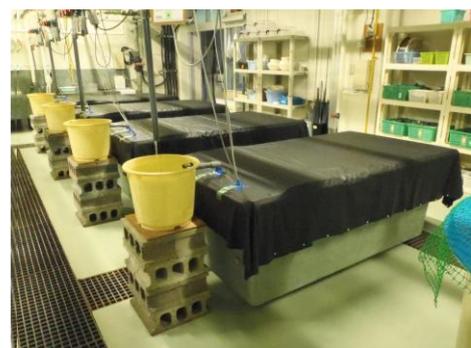


## 日長を短くしなければ配偶子形成は遅れる

この性質に着目すると、日長が次第に短くなることを妨げれば、配偶



子形成を遅らせることができると考えられる。実際に、右図のような水槽にキタムラサキウニを収容し、自然な水温の海水を給水しながら、夏至から10月まで日長が短くならないように、すなわち電照によって長日条件を維持しながら飼育すると、成熟は抑制される。



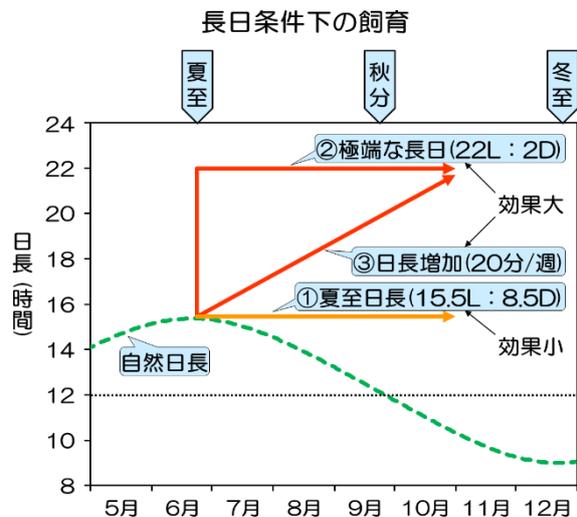
水槽を遮光幕で覆い、内側でLED照明とタイマースイッチを用いて光周期を調節しながらキタムラサキウニを飼育する実験

ただし、単に夏至の日長(明期 15.5 時間 : 暗期 8.5 時間, 15.5L : 8.5D, 次の図の①)をそのまま維持しただけでは、配偶子形成は遅延するものの、成熟期(ステージ4)の到来が2~3週間遅れるだけなので、十分な効果とは言えない。

## 極端な長日条件で飼育すると配偶子形成は6週間遅れる

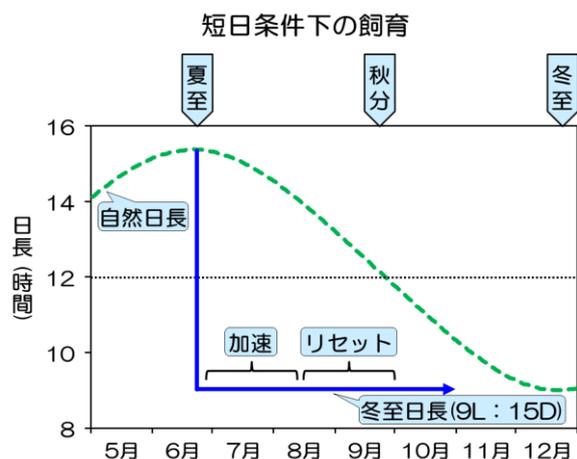
夏至の日長の代わりに、もっと極端な長日条件、例えば明期 22 時間：暗期 2 時間 (22L：2D、右図の②)あるいは明期 24 時間：暗期 0 時間(24L：0D、全日明期)でキタムラサキウニを飼育すると、配偶子形成の遅延効果が高まる。また、夏至以降も少しずつ日長を延ばし続けても(例えば 1 週間に 20 分の割合で日長を増加、右図の③)、配偶子形成の遅延効果が高まる。

いずれの方法でも、成熟期の到来が 6 週間程度遅れ、天然のキタムラサキウニが成熟期に達する 9 月下旬から 10 月にかけて、それよりも 6 週間遡った状態の生殖巣を提供できる。すなわち、天然ウニが商品価値を失う時期に、まだ身溶けせず、苦味・雑味、水っぽさのない良質な生殖巣を持つウニを出荷できる。



## 短日条件で飼育しても成熟は抑制される

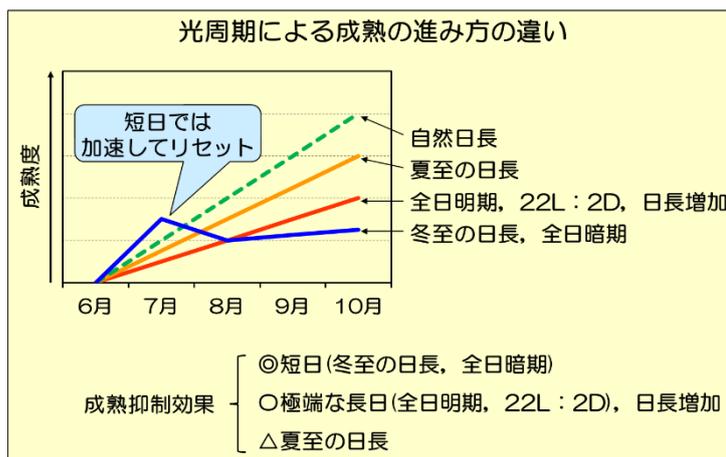
夏至から 10 月まで、短日条件で飼育しても成熟は抑制される。例えば冬至の日長(明期 9 時間：暗期 15 時間、9L：15D、右図)あるいは明期 0 時間：暗期 24 時間(0L：24D、全日暗期)でキタムラサキウニを飼育すると、いったん配偶子形成は加速するが、少量の卵や精子を造っただけでやがて終息し、結果として 10 月には成熟が抑制される。これは、長日条件から短日条件への急激な変化を経験することにより、日長減少に伴う配偶子形成の加速と、日長が 12 時間を下回ることによる配偶子形成の終息(リセット)が連続して起こるため(加速してリセット)と考えられる。すなわち、ウニは日長が短くなったことに反応してあわてて配偶子を造り始めるものの、やがて秋分の日長よりも短いことに気づき、産卵期を逃したと判断して配偶子形成をあきらめると想像される。



この方法は、前述の極端な長日条件や日長増加条件で飼育した場合よりも、さらに成熟抑制効果が高い。また、いったんリセットした配偶子形成は、そのまま低水温期になれば翌年の夏まで再開しないと考えられるので、長期間にわたって品質を維持し、出荷を継続できる。なお、冬至の日長も全日暗期も、効果はほぼ同じである。全日暗期では、1日中暗くしておく必要はなく、給餌などの飼育作業を行う短時間であれば、光が入っても問題ない。

### 短日、極端な長日、日長増加が効果的

光周期による成熟の進み方の違いを整理すると、右図のようになる。成熟の進み方は自然日長が最も速やかで、夏至の日長ではやや抑制される。また、全日明期や22L:2Dという極端な長日や日長を伸ばし続けること(日長増加)でさらに抑制される。一方、冬至



日長や全日暗期ではいったん成熟が加速されて少量の卵や精子を造るものの、すぐにやめ、結果的に10月には成熟が最も抑制される。抑制効果の強さを比べると、短日が最も強く、極端な長日や日長増加がそれに続き、夏至の日長では不十分である。すなわち、短日、極端な長日、日長増加でキタムラサキウニを養殖すれば成熟を十分に抑制でき、遮光を要する短日は陸上養殖でなければ無理だが、後の2つは海面養殖にも適用できる。

### 光周期調節は7月下旬までに始める

長日条件、短日条件とも、遅くとも7月下旬までに処理を開始する必要がある。それより遅れたとしても、処理開始後の成熟抑制効果がなくなるわけ

光周期調節の開始時期を変えた場合の10月の身溶け抑制効果

	4/28開始	6/9開始	7/21開始	9/1開始
長日条件 (22L:2D)	○	○	○	△
短日条件 (冬至の日長)	◎	◎	○	△

はないが、処理開始前にある程度まで成熟が進んでしまうため、10月まで身溶けを十分に抑えることができない。

反対に、あまり早く処理を始めても、10月の品質がさらに向上することはない。とくに、長日条件の場合には無駄な電力を使わないためにも、6~7月に処理を開始するのが良い。

## 長日条件を続けるとやがて成熟する

短日条件とは異なり、長日条件には配偶子形成を終息(リセット)させる効果はない。生殖巣の品質を良好に保てるのは10月が限度である。それ以降は、長日条件での飼育を続けても成熟がゆっくりと進んで身溶けが悪化するだけであり、11月以降に長日処理を行う意味はない。10月いっぱいに出荷を完了すべきである。

## 高水温下では短日条件は効力を失う

短日条件の欠点は、高水温の年には効力を失うことである。北海道の日本海側の場合、8月中旬の海面水温の平年値は22~23℃であり、この程度の水温であれば、短日条件の成熟抑制効果は高い。しかし、25℃を超えるような高水温が続くと、配偶子形成が終息しなくなり、自然日長で飼育した場合よりもかえって9月から10月にかけての身溶けがひどくなる。詳しい仕組みはわかっていないが、高水温下では「加速してリセット」のうち、加速の状態が継続してリセットに切り替わらないものと推察される。これに対し、長日条件による成熟遅延効果は高水温でも失われることはない。キタムラサキウニの分布域の南限に近い地域ほど、短日条件の適正水温を超えるリスクが高まるので、陸上養殖であっても長日条件を選択するほうが安全である。また、建屋がなく屋外に設置した水槽で養殖する場合には、たとえかけ流し式(23ページ参照)であっても、真夏には水槽に日光が当たって水温が上昇する。屋外での陸上養殖なら、地域によらず長日条件を選ぶのが無難である。

## ウニは弱い光にも反応する

キタムラサキウニを長日条件で飼育する際に、強い光は必要ない。海水中のウニがいる場所で測定した光量が概ね0.04  $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ (照度換算で3ルクス程度)以上であれば、十分な効果を得られる。これは、満月の夜の地上における光量の約10倍である(水面がこの光量では水中はもっと暗くなるので不十分)。このように、ウニは弱い光でも明期と認識するため、長日条件で飼育する際に大掛かりな照明は必要ない。

反対に、短日条件で飼育する際には、僅かな光の侵入があるだけでもウニが明期と認識して効果が弱まる懸念される。水槽を遮光幕



建屋の中に置いたFRP円形1トン水槽の内面。直射日光が水槽の外面に当たっていない状態



建屋に差し込んだスリット状の直射日光が水槽の外面に当たった状態。透過して内側まで明るくなる

で確実に覆い、想定外の光が侵入することを防ぐ必要がある。とくに、最近のFRP水槽は軽量化のため、水槽壁が薄くできている。そのため、外面に直射日光があたると水槽内に光が入ることがある。そのような場合には、水槽全体を遮光幕で覆う必要がある。

### 3. 痩せウニの採集と給餌

ここからは、飼育実験で明らかになった成熟抑制効果がある光周期条件を利用して、実際にウニを養殖する工程を見ていく。まずは、ウニと餌の確保を考える。

#### 飼育するウニは丁寧に扱う

ウニは少々手荒に扱ったとしても、すぐに死ぬことは少ないため、丈夫で飼いやすい動物だと思われる。しかし、実際には想像以上にダメージを受けている場合があり、時間を経てから死んだり、死なないうちでも数か月間にわたって活性が低下し、摂餌量が減って身入りが停滞することがある。そのため、養殖用に痩せウニを採集する際には、水揚げして加工するときよりも丁寧に扱わねばならない。採集後は、ウニ同士が棘で傷つけあわないように注意し、干出す時間を最小限に留め、雨や低塩分の海水との接触を避ける必要がある。とくに、気温が高い日に採集したウニを船上で海水から出したままにしておくと、10分程度であってもウニにダメージを与え、後の飼育に悪影響を及ぼす可能性が高い。

#### 潜水またはウニ籠で採集

痩せウニは潜水で採集するのが一般的だが、ダイバーを雇用すると費用が嵩む。費用を抑えたいければ、ウニ採集用の籠(ウニ籠)に魚肉や海藻を入れ、海底に沈めてウニが入るのを待ち、数時間から1日程度経ってから引き揚げてウニを回収する方法もある。右の写真は岩手県で用いられているウニ籠だが、地域により形状が異なる。



岩手県で使われるウニ採集用の籠

#### 餌料の確保が重要

食用ウニは本来、岩礁域で主に大型海藻を食べているが、他に餌がなければ肉類、魚介類、野菜、果物など何でも食べる。しかしながら、ウニの餌として生鮮海藻に優るものはない。ウニの生殖巣は生鮮海藻を食べた時に最も美味になり、乾燥・冷凍・塩蔵などによって保存した海藻(加工海藻)や魚肉などを与えると、苦味が生じて不味となる。また、生きた海藻であれば、海中で腐らないので、大量の餌で海水が濁まないう



ウニ養殖場付近で餌料用に養殖したマコンブ

に注意すれば、数週間分の餌をまとめて与えることも可能である。これに対し、他の餌では腐敗が早いので、数日で食べきる程度の量を頻繁に与えなければならない。

生鮮海藻の欠点は、使える季節が限られることと(夏の終わりから冬にかけては入手が難しくなる)、とくに、磯焼けが発生している地域では地場の天然海藻を入手できないことである。餌料用に海藻を養殖するか、海藻以外の餌を調達する必要がある。

### 生鮮コンブの代わりは生鮮ハクサイが良好

近年、野菜などの陸上植物をウニの餌として用いることが増えてきた。野菜を与えた場合、生鮮海藻を食べたウニと同じ味にはならないが、加工海藻や魚肉を与えたときのような苦味は生じず、商品として十分に通用するウニに育つ。海中での腐りにくさも、生鮮海藻ほどではないが、加工海藻や魚肉などを上回る。欠点は、野菜の種類によっては、生殖巣の食味にその野菜独特の癖が移ることである。

ハクサイは他の野菜と比べて生殖巣の食味に癖が生じにくいという、身入りを向上させる効果も生鮮海藻にそれほど劣らず、生鮮海藻の代替餌料として推奨できる。生産地に近ければ、規格外のハクサイを輸送費の負担のみで入手できることがある。ただし、その地方における収穫期以外の季節には入手が困難となる。一



規格外のハクサイ



適当な大きさに切って給餌

方、漬物工場があれば、年間を通して様々な産地からハクサイを仕入れて操業していることが多く、ハクサイの中心部など、商品に適さない部分が毎日大量に排出される場合がある。規格外品と同様に輸送費の負担のみで、しかも季節によらず入手できる可能性がある。

### 十分量の餌を準備

短期間で身入りを高めるには、飽食給餌が重要である。ウニの食欲はすさまじく、大量に食べて大量の糞を出す。冬場には摂餌量が減るが、暖かい季節に生鮮海藻や野菜を与えると、1日に体重の10%以上の量を食べる。ただし、身入りが高まり、生殖巣指数が20%を超えると、食欲は収まってくる。

ウニ養殖では、餌の確保に割く労力が極めて大きい。重要なのは、養殖を開始する前に飼育期間中に十分量の餌を確保できるか否か、見通しを立てることである。入手可能な餌の量から、養殖個体数の上限を決めるべきである。

## 4. 光周期調節を導入した海面養殖

痩せウニを養殖するには、養殖籠や生け簀にウニを収容して海面で飼う方法(海面養殖)と、水槽にウニを収容して陸上で飼う方法(陸上養殖)がある。はじめに、海面養殖における資材や飼育方法、光周期調節の方法を紹介する。

### 海面養殖の長所と短所

陸上養殖と比べた海面養殖の長所は、飼育設備が簡易で圧倒的に初期投資が少ないことである。養殖期間中の電気代などのランニングコストも少なく済む。また、土地の制約を受けないので、陸上養殖よりも事業規模を拡大しやすい。

一方で、海面養殖には漁業権を要する。企業が区画漁業権を取得して新規参入することは、以前よりも容易にはなったが、依然として簡単とは言えない。

海面養殖は悪天候や自然災害に弱い。ウニ養殖に限らず、暴風雨や津波によって養殖生け簀や養殖籠が破損して飼育動物が逃げたり、生け簀や籠ごと流失したりする事故や、大雨後に低塩分海水が養殖場に流入して飼育動物が斃死する事故がしばしば報道される。また、荒天時には飼育管理や水揚げができず、いったん海が荒れると1週間くらい給餌も出荷もできないことも珍しくない。

#### 海面養殖の長所と短所

##### 【長所】

- 初期投資，ランニングコストとも少額
- 大規模化しやすい

##### 【短所】

- 区画漁業権が必要
- 悪天候や自然災害に弱い

### 生け簀と養殖筏の例

ウニ養殖では、魚類養殖に用いるような巨大な生け簀は必要ない。数メートル四方の大きさで十分である。ただし、生け



生け簀の例(上面側から見たところ)



養殖筏の例

簀の深さが不十分だと、大雨のときに表層水の塩分濃度が下がり、それがウニに悪影響を及ぼすことがある。海面から生け簀の底面まで、少なくとも1m以上の深さは必要である。生け簀の上面が開いているので、餌を与えるときに養殖籠のように蓋を開閉する必要がない。生け簀を浮かべるには、右上の写真のような筏を用いる。生け簀、筏とも、補修を繰り返せ

ば 10 年以上の使用に耐える。

### 養殖籠の例

ウニ養殖には  
様々な形状の養殖  
籠が使われるが、  
比較的多いのが右  
の写真のような円  
筒形の籠である。



円筒形の養殖籠



上面の蓋を開けて給餌

養殖業者が自作す

る場合が多い。直径 60 cm，長さ 150 cm の籠であれば，殻径 6 cm(90g 前後)のキタムラサキウニを 200 個体程度収容できる。上面が蓋になっており，開いて給餌などの飼育作業を行う。筏や生け簀と同様，補修を繰り返せば 10 年以上の使用に耐える。

### 生け簀や籠を使わない養殖-1(築堤池)

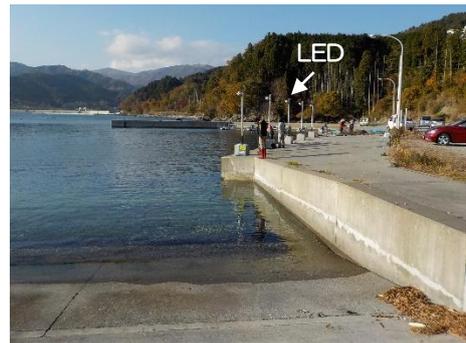
粗放的な養殖方法として，ウニを生け簀や籠に閉じ込めることなく，養殖場に放流する地撒き式の養殖も行われている。岩手県の綾里漁業協同組合では，昭和 40 年代にアワビの蓄養を目的として造られ，近年は使われていなかった築堤池をウニの養殖場として利用している。磯焼け海域で集めた瘦せウニを池に撒き，近隣で養殖しているコンブやワカメなどを餌料として池に投入する。池の海水は水面下で外海と繋がっているが，金網の仕切りでウニが逃げないようにしている。堤防上に LED 照明を設置し，陸上の電力を使って夜間に池全体を電照している。



地撒き養殖が行われている築堤池

## 生け簀や籠を使わない養殖-2(漁港)

築堤池よりもさらに粗放的な方法として、岩手県の越喜来漁業協同組合では、外海との仕切りのない漁港をウニ養殖に利用している。磯焼け海域で集めた痩せウニを漁港内に撒き、逃げないように頻りにコンブやワカメなどを投入している。常に餌が供給されていれば、ウニは摂餌を続けるので、外海との仕切りが無くても逃げる個体は少ない。ここの事例では、ウニを撒いてから半年も経てば逃げる個体もいるが、斃死を含めても養殖期間中の個体数の減少は2~3割に留まる。岸壁にLED照明を設置し、陸上の電力を使って夜間にウニの餌場となっている海底を照らしている。



地撒き養殖が行われている漁港

## 照明の方法

堤防や岸壁に照明を設置する場合には、陸上の電力を使うのが便利であるが、難しければソーラーパネルと蓄電池を用いてその場で発電する方法もある。あるいは、十分な明るさの常夜灯があれば、その近くに生け簀や養殖籠を配置することで、専



漁港にある常夜灯



筏の上に設置した照明装置

用の照明を用いなくても長日の効果を得られることがある。生け簀や養殖籠が陸から離れている場合には、海上での発電が必要となる。右図のように、筏の上に蓄電池を収容した箱とソーラーパネルを載せ、LED照明を取りつける。点灯と消灯には、タイマースイッチや暗くなると点灯する照度センサースイッチを用いる。

## 光周期の調節方法

13 ページで述べたように、キタムラサキウニの成熟は長日条件でも短日条件でも抑制できるが、海面養殖では日長を実際よりも短くすることは不可能であり、長日条件を選択せざるを得ない。夏至程度

の日長を継続しながら飼育しても成熟抑制効果は不十分なので、全日明期や22L:2Dといった極端な長日条件か、夏至以降も日長を延ばし続ける方法(日長増加)のいずれかを選ぶ必要がある。このうち、最も簡単なのは夕方に暗くなったら点灯し、朝に明るくなったら消灯



する全日明期である。

長日条件での飼育は遅くとも7月までに開始し、出荷完了まで続ける。ウニを採集した時点での生殖巣の大きさにもよるが、通常は2~3か月で生殖巣指数が15%を超え、出荷可能となる。長日条件下で生殖巣の品質を良好に保てるのは、10月までである。それ以上飼育を続けても身溶けが悪化するだけなので、10月いっぱいに出荷を完了する。

## 5. 光周期調節を導入した陸上養殖

最後に、陸上養殖における資材や飼育方法、光周期調節の方法を紹介する。

### 陸上養殖の長所と短所

陸上養殖を行う際に、漁業権などの特別な権利は必要ない。土地と飼育施設を用意すれば、水産庁に届け出るだけで着業できる(その後は年1回の実績報告が必要)。

陸上養殖は海面養殖よりも悪天候や自然災害に強い。給餌や水揚げなどの作業を天候に左右されずに行うことができ、波浪や流水による施設損壊も、陸上なら回避できる。大雨による塩分低下や赤潮の発生のように海水の質に問題が生じたとしても、例えば海からの取水を一時的に停止し、給気を続けながら餌止めをすることで、低塩分海水や赤潮が解消するのを待つことが可能である。

陸上養殖の欠点は初期投資とランニングコストの大きさである。建屋、水槽、配管、ポンプ、ろ過装置などに多額の費用を要する。飼育水の取水や循環のために常時ポンプを使用するので、電気代も安くはない。

陸上養殖の長所と短所
<b>【長所】</b> <ul style="list-style-type: none"><li>● 漁業権不要で着業前の届出と年1回の実績報告のみ</li><li>● 悪天候や自然災害に強い</li></ul>
<b>【短所】</b> <ul style="list-style-type: none"><li>● 初期投資、ランニングコストとも高額</li><li>● 大規模化には広大な土地が必要</li></ul>

### かけ流し式と循環式

陸上養殖には、海からくみ上げた海水を水槽に注入し続け、飼育水を絶えず新しい海水と入れ替えながら飼う「かけ流し式」と、飼育水中に排出されるアンモニアなどの有害物質を微生物の力を借りたろ過装置によって無害化し、飼育水を再利用する「循環式」がある。さらに、循環式には毎日、あるいは数日ごとに飼育水の一部を新しい海水と入れ替える「半循環式」と、飼育水を長期間にわたってほとんど入れ替えない「閉鎖循環式」がある。閉鎖循環式は海から離れた場所でも実施でき、加温や冷却を導入する場合でも費用が少なくて済むなど、うまくいけば利点は大きい。しかし、大量の残餌や糞が出るウニ養殖で水質を維持するには、とくに高度な水質管理技術が求められ、難易度は高い。循環式養殖に取

循環式養殖の専門書
<ul style="list-style-type: none"><li>● 循環式陸上養殖 監修：山本 義久，森田 哲男，陸上養殖勉強会 ISBN978-4-89531-294-3，2017年4月発行 8,800円(税込み)，緑書房</li><li>● 循環式陸上養殖 Vol.2 監修：陸上養殖勉強会 ISBN978-4-89531-987-4，2024年6月発行 11,000円(税込み)，緑書房</li><li>● ここからはじめる陸上養殖 監修：竹村 明洋 ISBN978-4-910558-46-2，2025年6月発行 3,960円(税込み)，科学情報出版</li></ul>

り組むなら、専門書が数多く出版されているので、それらを参考に水質管理の原理と方法について十分に理解してから着手するのが望ましい。

閉鎖循環式が他の方法に勝る点の一つは、病原体の侵入を防げることだと言われている。確かに、無病の種苗を導入し、餌も配合飼料のような加熱処理したものをを用いるなら、病原体侵入の危険性をかなり低下させることができる。しかしながら、キタムラサキウニ短期養殖の場合には、天然水域から採集した痩せウニを用いるので、搬入時に入ってくる病原体を防ぐことは難しい。また、生鮮海藻を餌に用いれば、それも病原体の侵入経路となりうる。いったん疾病が発生すると、むしろ閉鎖循環式のほうが被害が大きくなる可能性があることを念頭におく必要がある。

### ウニの収容

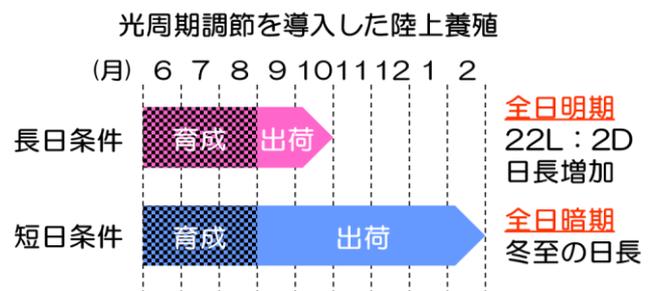
陸上水槽を設置したら、そのままウニを収容するよりも、プラスチック製の網(トリカルネット)を用いて作成した小割り籠にウニを入れてから水槽内に収容したほうが、後の飼育管理がやりやすい。このとき、小割り籠を小さめに作るか、小割り籠の中に網で間仕切りを作ると、ウニが付着する面積が増え、収容できる個体数が増える。目安として、殻径 6 cm(体重 90 g 前後)のキタムラサキウニを飼育する場合、1 個体あたりの付着可能面積(ウニが付着可能な網の総面積を収容する個体数で割った値)が 250 cm<sup>2</sup>(約 16 cm×16 cm)を超えるのが理想である。これより小さいと、餌が行きわたりづらくなったり、局所的に水質環境が悪くなったりするために、身入りに悪影響を及ぼすことがある。



小割り籠の例

### 光周期の調節方法

陸上養殖では、長日条件も短日条件も選択できる。どちらにしても、光周期調節は遅くとも 7 月までに開始し、出荷完了まで続ける。通常は 2~3 か月で生殖巣指数が 15%を超え、出荷可能となる。



短日条件であれば、全日暗期でも冬至の日長(9L : 15D)でも効果はほとんど変わらない。より簡便で安価なのは、照明が不要で、水槽を覆うための遮光幕とそれを載せるための枠(水槽に被せて使う)があれば済む全日暗期である。全日暗期とはいっても、給餌などの飼

育作業を行う間、遮光幕を外して自然光が入ったとしても問題ない。

短日条件には配偶子形成をリセットさせる効果があり、リセットした状態で低水温期になれば翌年の夏まで配偶子形成は再開しないので、1年近く出荷を続けることも可能である。ただし、飼育期間が長くなるとそれだけ飼育費用が嵩むため、採算性の点で好ましくない。出荷期間を延ばしたい場合には、天然ウニの産卵が終わって配偶子形成がリセットする10～11月に痩せウニを新たに採集し、(もともと成熟しない季節なので)光周期を調節せずに養殖する。冬季は低水温のために摂餌が不活発で歩留まりの上昇に時間を要するものの、3～4か月もすれば出荷可能となるので、短日条件で飼育したウニの出荷を2月頃までに完了し、その後は秋採集ウニの出荷に切り替えるのが良い。

14ページで述べたように、短日条件は25℃を超えるような高水温が続くと効力を失う。取水がこのような高水温になりやすい海域や、建屋の中が暑くなりやすい条件下で陸上養殖を行うなら、長日条件を選ばざるをえない。海面養殖の場合と同様、全日明期でも22L：2Dでも日長増加でも効果はほとんど変わらないが、最も簡単なのは全日明期である。長日条件下で生殖巣の品質を良好に保てるのは10月までなので、それまでに出荷を完了する。

## 謝辞

本マニュアルを執筆するにあたり、綾里漁業協同組合、越喜来漁業協同組合、唐丹町漁業協同組合、古宇郡漁業協同組合神恵内支所のみなさまには、聞き取り調査や写真撮影でたいへんお世話になりました。また、研究を進めるにあたり、宮崎県水産振興協会の桑田博様には、外部アドバイザーとして様々な魚介類の飼育経験に基づく貴重なご意見を数多くいただきました。さらに、生物系特定産業技術研究支援センターの乙竹充様と渡部俊広様には、プロジェクトの進行の隅々にまで目配りしていただきました。以上みなさまに、心から感謝申し上げます。

## 参考文献

- 吾妻行雄 (2025) 1 章 商業種の生物学と生態学. 「日本の食用ウニ—その生物学, 生態学, 水産科学」 (吾妻行雄 編), 恒星社厚生閣, 東京, pp.1-108.
- 石井正孝, 鵜沼辰哉, 向阪信一, 増田篤稔, 村上克介 (2022) 光周期調節によるキタムラサキウニ *Mesocentrotus nudus* の成熟促進. 生態工学 34(3): 59-69.
- 高橋和寛, 鵜沼辰哉 (2024) ウニの生理学 (第 6 回) ウニを健全に育てる: 飼育成績を上げるための環境条件. 月刊養殖ビジネス 61(2): 57-62.
- 鵜沼辰哉 (2009) ウニをおいしく食べる. 「ウニ学」 (本川達雄 編), 東海大学出版会, 神奈川, pp.159-179.
- 鵜沼辰哉 (2009) 身入りの科学—栄養貯蔵と配偶子形成—. 「ウニ学」 (本川達雄 編), 東海大学出版会, 神奈川, pp.181-204.
- Unuma, T., Murata, Y., Hasegawa, N., Sawaguchi, S., Takahashi, K. (2015) Improving the food quality of sea urchins collected from barren grounds by short-term aquaculture under controlled temperature. Bulletin of Fisheries Research Agency 40: 145-153.
- 鵜沼辰哉 (2021) II-2. 成熟を抑制してウニを養殖する利点とその方法. 日本水産学会誌 87(6): 692-692.
- 鵜沼辰哉 (2023) ウニの生理学 (第 1 回) ウニ漁業の現況と生理学的視点で見たウニの身. 月刊養殖ビジネス 60(2): 42-46.
- 鵜沼辰哉 (2025) 2 章 繁殖生理学. 「日本の食用ウニ—その生物学, 生態学, 水産科学」 (吾妻行雄 編), 恒星社厚生閣, 東京, pp.109-145.
- 鵜沼辰哉, 村田裕子, 吾妻行雄, 高木聖実 (2025) 5 章 水産科学. 「日本の食用ウニ—その生物学, 生態学, 水産科学」 (吾妻行雄 編), 恒星社厚生閣, 東京, pp.181-243.

光周期調節で成熟を抑制するキタムラサキウニ養殖マニュアル  
Manual for Cultivating Northern Sea Urchins  
Using Photoperiod Manipulation to Suppress Maturation

著者：鶴沼 辰哉，高木 聖実，長谷川 夏樹，合田 浩朗，及川 仁，塚本 春香  
Tatsuya UNUMA, Satomi TAKAGI, Natsuki HASEGAWA, Hiroo GOUDA  
Jin OIKAWA, Haruka TSUKAMOTO,

発行日：2025年11月28日

発行者：国立研究開発法人 水産研究・教育機構 水産資源研究所  
〒236-8648 神奈川県横浜市金沢区福浦2-12-4  
電話：045-788-7615  
ファックス：045-788-5001

Fisheries Resources Institute, Japan Fisheries Research and Education Agency, Fukuura,  
Kanazawa-ku, Yokohama, Kanagawa 236-8648, Japan.