

【本研究事業の概要と目的】

北海道沿岸に生息するウニは重要な水産資源であるが、その漁獲は近年の気候変動（温暖化など）により沿岸海域の変化に伴い不安定化を増している。北海道道南や日本海側沿岸海域で拡大している「磯焼け」海域に生息する商品とならないウニを養殖によって商品化する気運が高まっている。本研究の目的は、ウニの可食部である生殖巣において、①遺伝子転写産物データベース（ESTDB）を整備し、②ウニ生殖巣の肥大に関わる核内受容体の探索および発現量を解析し、③核内受容体の作動成分を含むウニ用人工餌料を設計および試作し、水槽試験によりウニ生殖巣の品質を検証する。さらに、北海道をはじめ各地域からウニ養殖を事業化したいと要望を受け、開発したウニ用飼料を用いた海洋実証試験を実施した。本研究は、これらの取り組みによりウニ養殖事業の効率化・拡大に適用する基盤を築くことである。

1. ウニ生殖巣の肥大に関わる核内受容体の探索および発現量解析

【研究方法】

キタムラサキウニにおいて商品となる未成熟で肥大した生殖巣を用いて、定法に従い総 RNA を抽出し次世代シーケンス解析により生殖巣で発現している核内受容体の同定を行った。また、ウニ生殖巣の肥大に伴う同定した核内受容体の発現量解析を定量 qPCR 法により行った。定量 qPCR 法は、定法に従って確立した。遺伝子発現量解析は、肥大前後の生殖巣から総 RNA を抽出し、cDNA を合成したサンプルを用いた。

【結果】

次世代シーケンス解析およびトランスクリプトーム解析の結果、ウニ生殖巣で発現している核内受容体は 20 種類であった（表 1）。これらの核内受容体の内、脊椎動物において脂肪酸、コレステロール代謝物、ビタミン A 代謝物をリガンドにする核内受容体が主に発現していた。また、これら 20 種類の核内受容体のウニ生殖巣肥大前後の発現量解析の結果を図 2 に示す。20 種類の内、5 種類の核内受容体の発現量が有意に増加していた。

表1. 同定した生殖巣肥大時に発現している核内受容体

Subclass 1	PPAR, RAR, E78, E75, NR1D1, THR, RXR α b, LXR, BAR, EcR/FXR
Subclass 2	COUP-TF, PNR, HNF4, spSHR2, RXR
Subclass 3	ERR
Subclass 4	NR4A2
Subclass 5	NR5A2, FTZ-F1
Subclass 6	spSHR3

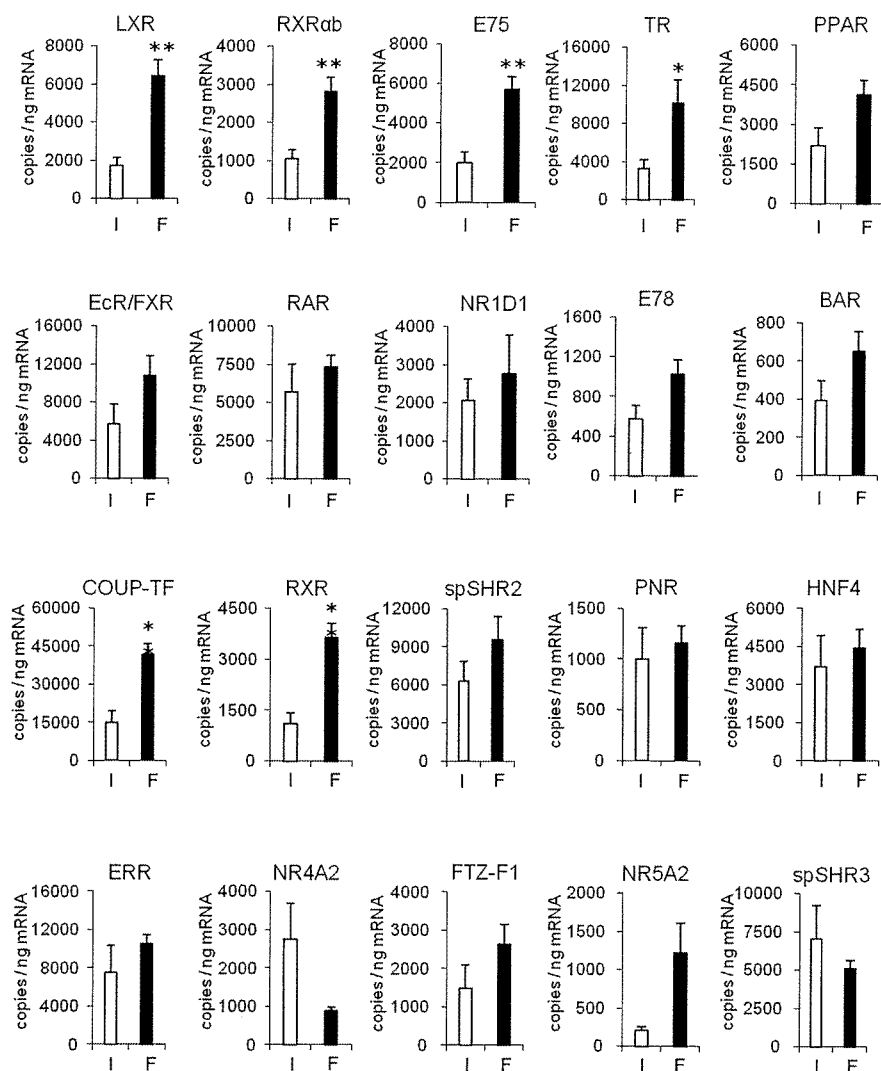


図1. ウニ生殖巣肥大前後の核内受容体 mRNA の発現量変化
(*) は統計的に有意差を示す。

2. ウニ用飼料の設計、試作および実証試験

【研究方法】

上記1で同定した核内受容体のデータを基にウニ用配合飼料を設計、試作を行い、水槽および海洋での給餌試験を実施した。特に育成するウニ生殖巣の色を加工場がA級品とする色になるように原材料と配合量も変えて給餌試験を実施した。給餌試験は、図3に示す条件で水槽試験を実施した。

また、色上げ用の原材料と配合量を図3に示しているように条件を変え配合飼料を設計・試作した。これらの飼料を用いて、1週間に1回、10個体のウニに対し330gの飼料を10週間給餌した。給餌前の生殖巣体指数（歩留まり）（%）、色の変化に関してデータを取得した。色調解析の方法は、図4に示しているように、補正紙を置いて生殖巣の写真を取り、赤色（R）、緑色（G）、青色（B）の色を数値化し、天然ウニのA級品の色と比較を行った。R、G、Bの値が天然ウニのA級品のウニ生殖巣の数値と有意差がないほど育成したウニ生殖巣がA級品の色に近いことを示している。さらに、海洋での実証試験を試作した配合飼料を用いて、共同研究先の（株）北清が開発したウニ養殖籠を用いて秋季から冬季にかけて漁港内で実施した。使用したウニの個体数は100個体で、週1回の給餌で10週間の実証試験を行った。なお、本研究に用いたウニ用配合飼料の試作は、共同研究先である（株）北清に試作してもらった。



図3. 給餌試験の条件と配合飼料の設計

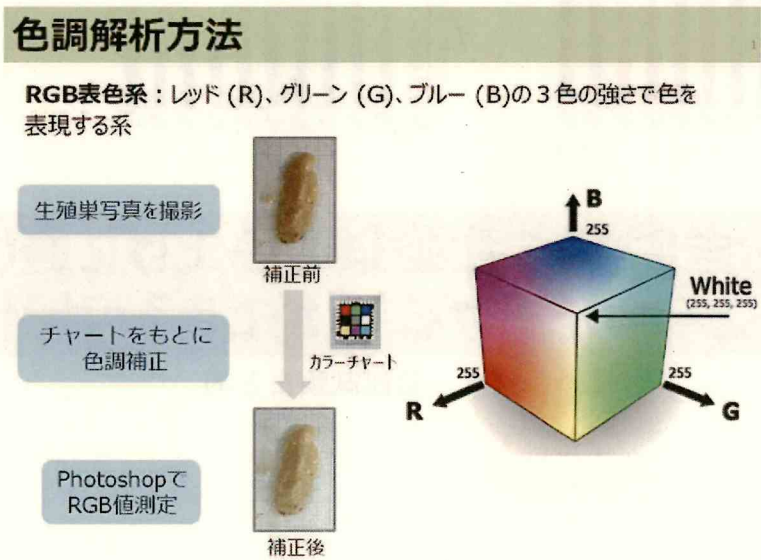


図4. 色調解析方法

【結果】

(1) 生殖巣体指数（歩留まり）の変化

給餌開始前の平均歩留まりは、約7%であったが、10週後には、どの群もA級品サイズの15%を超え、平均歩留まりがプレミアムサイズの20%以上になった（図5）。

（2）色調の変化

色調を補正紙を用いて色調解析を行った。赤色（R）、緑色（G）、青色（B）の色を数値化し、天然ウニのA級品の色と比較を行った。その結果、Cの粉末を使用することで、天然と同等と色にすることが可能であると示唆された。また、Cの粉末を1/2量使用しても天然ウニと同等の色調になることから、餌原材料代金を下げることが可能と思われる（図5）。

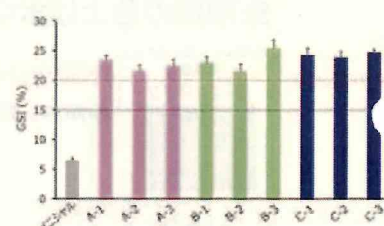
（3）海洋での実証試験

ウニ用配合飼料およびウニ養殖籠を用いて漁港内での海洋養殖実証試験を実施した。給餌前、平均歩留まりが約5%であったが、10週間の給餌で給餌後の平均歩留まりはプレミアムサイズの約22%になったが、個体のばらつきが見られた（図6）。海洋での実証試験の給餌前後のウニの状態を図7に示す。

GSI（歩留まり）算出

全群の平均GSIがプレミアム品とされる20%に達した

$$A = B = C$$

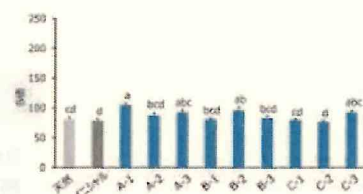
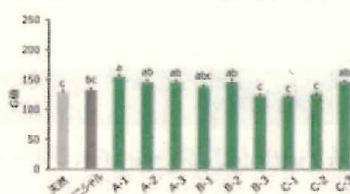
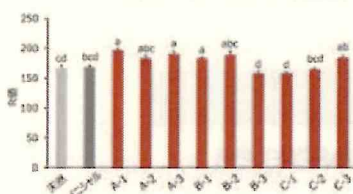


色調解析

R値とG値：B-3, C-1, C-2で天然と有意差がなかった

B値：C-1, C-2で天然と有意差がなかった

$$C-1, C-2 > B-3 > A, B-1, B-2, C-3$$



粉末Cがウニ生殖巣の色上げに適しており、コストを半分に下げることができる可能性が示された

図5. 給餌試験まとめ

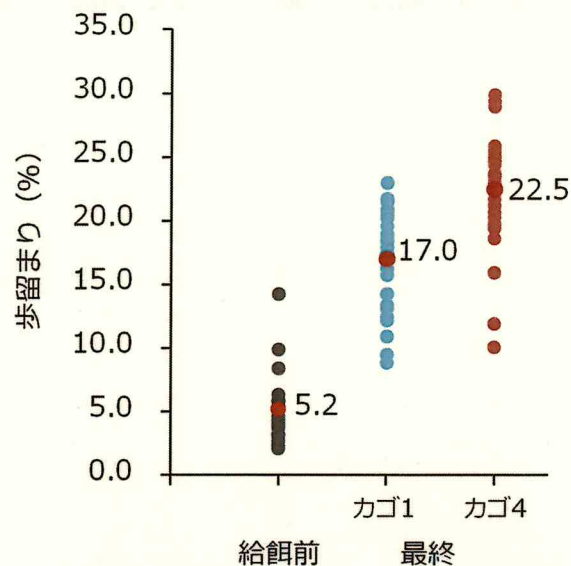


図 6．海洋養殖実証試験における歩留まりの変化

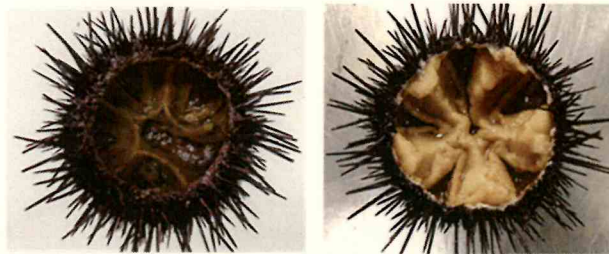


図 7．給餌前後のウニ

【味の評価】

今回の試験で、官能試験方法が不適切であったため、正確なデータは取れなかったが、一般消費者から身が柔らかく、旬の時期のウニより味が薄い、苦みが無く商品レベルに達しているという評価を得た。

【まとめ】

ウニ用配合飼料の原材料として C 粉末を用い、10 週間でプレミアムサイズの生殖巣を水槽試験レベルで作出できた。今回のウニ用飼料の原材料代金から簡単に試算すると、ウニ 1 個体あたり商品にするまでに 10 週間で約 50 円かかると試算された。また、ウニ用養殖籠を用いた秋季から冬季にかけて行った海洋養殖実証試験の結果から、高額で取引される時期に商品レベルのウニの作出が可能と思われる。今後は、ウニ養殖の事業化を考慮し、より低コストの餌で大きさ、色、味において A 級品にすることが可能なウニ用配合飼料の改良ならびに個体のばらつきが無い養殖方法の検討が必要と思われる。

【業績・投稿論文】

「Identification of nuclear receptor genes involved in gonadal growth and their expression patterns during gonadal growth in the sea urchin, *Mesocentrotus nudus*」 Shiori Tsue, Kazuhiro Ura, Takushi Sato, Seishi Hagihara, Mizuha Satoh,

Ichiro Higuchi, Osamu Nishimiya, Shigeho Ijiri, Shinji Adachi, Yasuaki Takagi. General Comparative Endocrinology (受理可能・査読中)