

磯焼けの話⑭ 磯焼けと身のないウニの大発生（Ⅱ）

～「痩せウニ」の蓄養と商品化の取り組み～

裏方 思考

はじめに

磯焼け地帯では、餌となる海藻が乏しいにも関わらず「サンゴモ」の戦略でウニが大発生し、海藻を食べ尽くす。これにより海底のサンゴモは光合成が容易になるので繁殖・拡大する。その結果、海藻も魚介類も育たない貧弱な海へと変貌する。ウニの大増殖は磯焼けを促進するとの理由で駆除されているが、本当は磯焼けの結果、ウニが大増殖することを「環境施設」前号（第160号）で紹介した。

異常発生したウニは、餌の海藻が乏しいため身の入っていない「痩せたウニ」なので商品価値がなく、駆除されている。磯焼けの拡大とともに、生きたウニを展示する水族館では、餌の海藻を確保することが難しくなり、雑食性のウニの特性に注目してキャベツなど様々な植物を与えたところ、意外にも野菜が大好物らしく、大きな話題になった（写真1）。

当然、高級食材であるウニが大量に簡単に採取でき、これを野菜などで蓄養できるとなると、商



写真1 キャベツを食べるムラサキウニ

品化への取り組みが熱を帯びる。今回は、ウニの餌に関する様々な知見を探索するとともに、餌と生育状況等に関する取り組みを調べてみた。すでに蓄養に有効な餌の開発が進んでおり、実用化段階にある。磯焼けの結果、増えすぎて豊かな海を荒廃するウニを陸上で蓄養して安価に大量に市場に供給しようとするイノベーションが進んでいる。

1. ウニの海藻以外の餌に関する知見

ウニは、海中で見つけやすいし、採取が容易、かつ水槽で育てることができるので、実験も容易である。様々な研究機関や個人がウニの餌に関する知見を投稿しているので、これらをピックアップした。なお、ウニの食べられる部分（可食部分）は、身（生殖巣）であり、その色合いは黄色～橙色～赤色まで様々である。

（1）ウニの餌について

ウニは雑食性であり、海藻に限らず、魚、肉、穀物でも野菜でも何でも食べる。最近では商品化のために、雑海藻などを活用した配合餌料（餌）の開発等が試みられている。

- キタムラサキウニに生息域の海藻を与えたところ、コンブ目海藻が適し、流れ藻のホンダワラ、オオバモクはよく食べられていたが、ヒジキやタマハハキモクでは食べ残しが多かった。
- ムラサキウニは海藻のほか、貝やイカ、魚、牛肉なども食べ、魚の身はすべて食べ尽くした。生殖巣の色も変わらず、味は濃厚であったが、苦味が強くなることがある。

- パン、うどん、白米などの食品残渣はすべて食べてしまったが、食べ続けなかった。
 - 空腹状態以外では、血合部位や骨を含むマグロ残渣は摂餌しなかった。
 - 冷凍イカナゴを餌にすると身は大きくなるが、苦味成分のバリンが増大するとの報告がある。
 - 大根の葉っぱ、キャベツ、雑草などを与えたところ、葉物はよく食べることが分かった。また、ミニトマトやアスパラガス、サトウキビやバナナの葉を与えたところ、よく食べたとしている。
 - ブロッコリー、大根、キャベツなどの野菜は問題なく摂餌した。特に水温が高くなった4月以降は活発に動き回ってキャベツを索餌するようになった。なお、ブロッコリーの蕾と葉はよく食べ、その茎は表面だけしか食べず、トウモロコシの皮はまったく食べなかった。
 - ニンジンやジャガイモ、サツマイモ、赤色大根のレディーサラダはほとんど食べず、春菊、ミント、ヨモギは避けるようであった。
- 野菜類を餌として系統的に調べた結果の一覧表

を表1に示す。これらからもムラサキウニは、絶食後の状態であれば、基本的に何でも食べるが、好き嫌いがあり、根菜類など硬い植物や苦味などくせの強い野菜を忌避する傾向にあるらしい。空腹状態では何でも食べるようであるが、基本的には植物性を好む傾向が強いことを示唆する。

【私見】ムラサキウニは、基本的には繁殖、生育環境で餌となる柔らかい昆布に類似した野菜を好むように思った。早く生育するためには動物性タンパク質が効果的とあったが、苦みが残るとあった。植物性タンパク質の大豆を餌にすれば、どうなるか？ 硬いので軟かいエダ豆でも良いかも？

(2) 「痩せたウニ」の身入りについて

畜養とは、自然界である程度の大きさまで成長したウニを採取し飼育することを指し、養殖とは、一般に卵からふ化させ、収穫できる大きさまで育てることを指す。今回は、磯焼け地帯で異常繁殖した身のほとんどない「痩せたウニ」の駆除を兼ねて採取し、これらに餌を与えて身入りを良くする蓄養の取り組みなのである。

表1 野菜残渣等に対するムラサキウニの摂餌行動の評価¹⁾

餌料の種類		摂餌行動	餌料の種類		摂餌行動	
残渣	マグロ血合	×	他野菜	トウモロコシの皮	×	
	パンの耳	×		ニンジン	▲	
三浦の野菜	ブロッコリー	◎	他野菜	ジャガイモ	▲	
	同上の葉	◎		サツマイモ	▲	
	同上の茎	○		雑草	ミント	×
	大根の葉	○	ヨモギ		×	
	大根の皮	○	ツルナ (山菜)		◎	
	キャベツ	◎	浮遊海藻他		アカモク	◎
	キャベツ外葉	◎			ヒジキ	○
	赤色大根	×		ホンダワラ	◎	
他野菜	白菜	○		タマハハキモク	○	
	ほうれん草	○	オオバモク	◎		
	春菊	×	ミル	○		

◎：よく食べた ○：食べた ▲：少しは食べた ×：ほとんど食べない
 ※ただし、絶食期間を入れてから与えると、ほとんどの食材は食べた。



写真2 試験前（身のないウニ：左）と試験後（畜養ウニ：右）（廣大水産増殖学研究室提供）

商品化を目指すのであれば、餌による成長の度合いも重要な要素である。通常、可食部分である生殖巣の増加量を次式で算出して評価している。いわば、これは身入りを示す指標であり、痩せウニは5%以下、出荷目安は15~18%といわれている。

• 生殖巣指数 (GI) =

$$(\text{生殖巣重量} / \text{体重} \times 100) (\%)$$

当然、ウニが好む餌を与えるとたくさん食べるので身が増えるし、嫌いな餌では増えそうにない。また、生殖巣はタンパク質なので、餌の種類によっても増え方が異なる。いかなごや貝、魚や肉などの動物性タンパクを与えると増量が早く、短時間で生殖巣が大きくなるが、苦味が増えると報告されている。

また、畜養時の水温が高いと増量は早い傾向があるが、ウニの生息適温である25℃以下が望ましい。餌の種類、水温にもよるが、1日当たり0.06%から0.15%程度の増量報告が多い。ウニにも個体差があるので一概に比較できないが、キャベツのみをエサにしても生殖巣はある程度効率よく増量できると報告されている¹⁾。

神奈川県水産技術センターの研究事例より、畜養実験に供した「痩せウニ」の実験前の生殖巣指数 (GI) を1%に仮定した場合の67日と77日のGIの推移を抜粋してグラフ化し、図1に示した。おおよそ2ヵ月から3ヵ月くらいの畜養でウニとして出荷できそうである。

他県での身入りの季節変化の事例では、7月から8月が最も多く、この季節がウニの解禁季節である。様々な海藻や植物を餌にした場合の身入り状況を図3に示す²⁾。海藻でも大きな違いがあり、昆布が最も餌に適しており、魚肉も身入りには優れた餌になることを示す。餌によっては色合いや

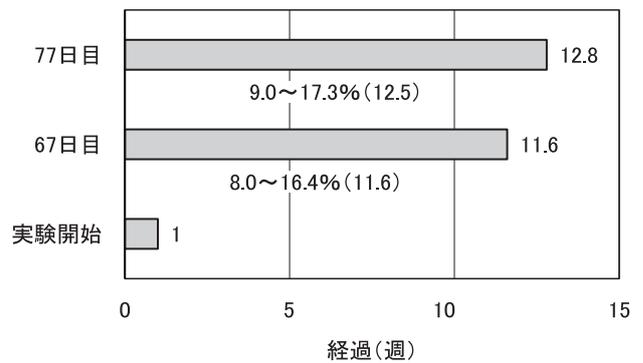


図1 キャベツによるムラサキウニの蓄養実験より¹⁾

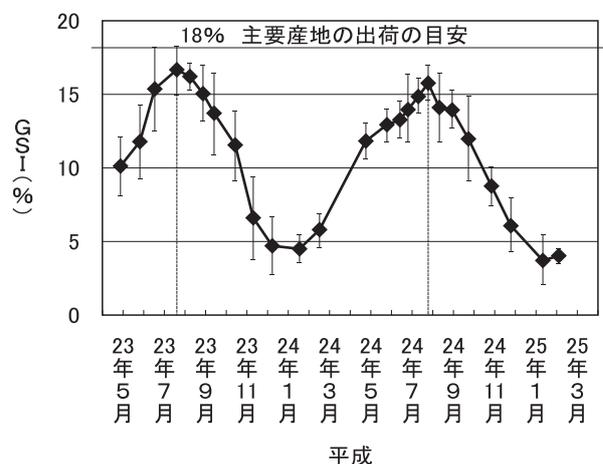


図2 身入り状況の季節変化²⁾

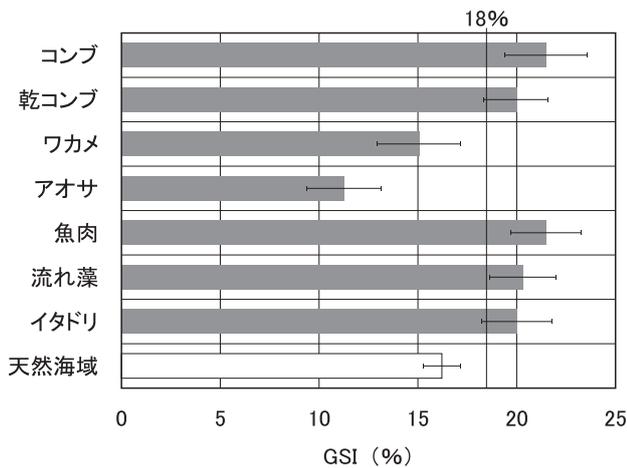


図3 飼料別身入り状況²⁾

味に違いが出るので、早く育てて、味の良いウニの生育に適した人工餌の開発にしのぎを削っている。

(3) ウニの味について

「ウニ」の風味と色はウニが食べた餌に依存し、コンブのような「旨味成分」を豊富に含んだ海藻で育ったウニは、最高の旨味を生み出し、「高級ウニ」として市場で高く評価されている。一方、雑海藻や、貝類、魚などの動物性タンパク質を食べたウニは、味が劣る傾向にあるとされている。なお、畜養当初に動物性タンパク質を与えて短期間に肥大させ、最後に高級な昆布で仕上げる方法も試されているが、味は良くならなかったとの報告がある。

ウニの味は、タンパク質を作るアミノ酸に依存している。アミノ酸には、多くの種類がある。それぞれの味のもとの代表的なアミノ酸を下記に示す。

- 甘味：グリシン、アラニン、トレオニン、セリン
- 旨味：グルタミン酸、グルタミン
- 苦味：パリン、イソロイシン、ロイシン
- 酸味：アスパラギン

神奈川県水産技術センターの報文²⁾では、キャベツを餌にして67日と77日目の身(生殖巣)のアミノ酸を分析して一覧表で示しているが、含まれるそれぞれのアミノ酸含有量と味を定量的に評価

できないので省略した。また、天然ウニ及び高級ウニの代名詞である昆布を餌にして育てた生殖巣の分析が行われていないので比較・考察ができない。

一方、長崎県内の天然ムラサキウニの遊離アミノ酸組成分析が報告されており³⁾、その結果では、生殖巣100g当たり、甘味のグリシンが平均で813mg、アラニンが275mgであった。キャベツのみで飼育したウニと比べると、グリシンは100mg多いが、アラニンは85mg低かった。また、67日から77日目の10日間で旨味成分が急激に増加し、苦味成分が激減したので、甘味が強く、苦味がなく美味しくなると報告されている。これらの研究成果から未利用のムラサキウニをキャベツで育てても天然物と遜色のない品質になることが可能であると結論している。

2. 注目される「痩せたウニ」の畜養事業!

(1) 概要

平成28年度の我が国におけるウニの生産量は約8千トンであり、産地は北海道が55%強を占める。チリ、中国、韓国、ロシア沿海州においても漁獲され、主に日本に輸出されている。生ウニとして、新鮮なものを生食するほか、塩蔵した塩ウニ、生ウニを貝殻に詰めた蒸しウニ等、高級食材として利用される。各地で資源保護のため種苗生産・放流が行われており、漁期が設定されている。

現在の価格は、ムラサキウニの「剥きウニ」が100gで2,500円程度であり、ロシア産は3割程度安い。購入してみたが、色合いや味は日本産に比べるとやや劣る。利尻ウニなど昆布の名産地で漁獲された高級生ウニには2倍以上の価格である。生ウニ100gがほぼ殻付きウニ10個程度であり、1個当たり10g程度の身(生殖巣)が目安である。なお、採取時期、水温、地域、海藻の繁茂状況などにより2倍程度変動する。

(2) ウニの蓄養事業の事例⁴⁾

高級食材であるウニが、磯焼け地帯で異常発生しているが、海藻を食べていないので身のない「瘦

せウニ」であり、食用にならず海の荒廃を招いている。つまり、ウニは、磯焼け地帯ではたくさん分布しており、移動速度が遅いので簡単に採捕でき、しかも海藻ではなく、キャベツなど野菜等で育成できるのである。当然、商品化されると事業として成り立ち、漁業の振興、地元産業の創生、廃棄野菜の有効利用など、漁業関係者のみならず水産業界は言うに及ばず、大学、自治体や商社までも巻き込んで急速に実用化に取り組まれている。

商品化して事業として確立するためには、痩せウニを早く育て、色合いや味の優れたウニを生育する必要があり、そのための人工飼料の開発が急務になる。すでに各地で飼料の開発が進められており、実用化されているとの報告もある。ノルウェーとオランダに本社を置くA社は、2017年に日本支社を設立し、駆除したウニに専用の餌を与えて6～10週間で15%以上の身入りを実現するプロジェクトを進めている。同プロジェクトは、すでに米国、豪州、カナダやノルウェーなど海外で展開するとともに、青森県、宮城県や大分県などの地域企業等と共同で実験など商業化に取り組んでいる。以下、技術的な要素を紹介する。

①ウニの人工餌の開発

餌はノルウェーの国立研究所で開発された配合飼料をもとに、日本の養殖や天然の食用昆布やワカメの端切れを配合して旨味を向上させている（写真3）。なお、抗生物質、ホルモン剤、魚肉、魚油は一切使用していないとしているが、詳細は特許



写真3 開発中の人工餌

申請中でもあり、非公開としている。

これまでの知見によると、短期間に蓄養するためには、動物性タンパク質が必要であることが分かっているが、甘味よりも苦みが強くなる。まず、苦みの少ない魚の切り身で成長を促進し、旨味を増すために昆布で仕上げる流れが思い浮かぶ。

②人工餌の蓄養効果

この餌による蓄養試験が広島大学で行われている。水温を18℃に設定し、2日に1度給餌を行い、ウニ全体の重量と生殖巣の重量を10週間にわたって計測した結果を図4に示す。実験初期はGIが3%であったが、10週間で15%にまで向上した。GIの1日当たりの増加率は0.17%であり、かなり早く増量することを示す。蓄養後、2～3ヵ月で商品として出荷できる早さである。

関係者による試食会でも、蓄養ウニの味や色などに高い評価が得られており、温泉旅館などで取り扱いの要望があると報道されている。

③蓄養設備の概要

蓄養設備は、海から海水をポンプで汲み上げての掛け流し式と、水温をコントロールしてオフシーズンでもウニの成長を促進する閉鎖循環システムを併用し、陸上蓄養で飼育する方法がある。大分うにファーム（大分県）の事例では、図5に示したように閉鎖循環式で、2階建の工場にレースウェイ水槽200台を徐々に稼働させている。飼育サイクルは6～8週間とし、フル稼働で年間45トンのウニ（殻付き）の生産を予定している。

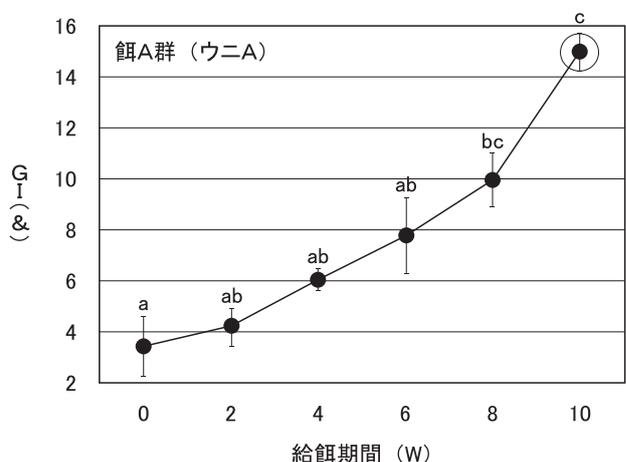


図4 給餌期間とGIの相関

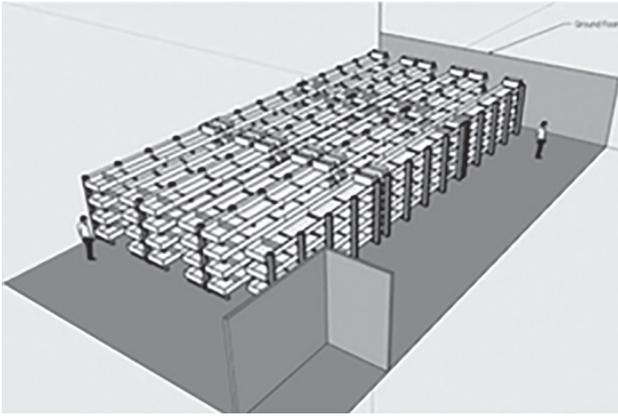


図5 閉鎖循環式蓄養設備のモデル

(3) 今後の展開について

従来、磯焼け地帯で異常繁殖するウニは、駆除するために対策費など無駄な費用を要していたが、ウニの蓄養事業は、この「痩せたウニ」を人工餌で飼育し、商品として出荷できる段階に至っている。痩せウニに手を焼いていた漁師の副業、本業にもなるし、陸域での作業であれば主婦や老人の仕事、あるいはさびれた漁村の起爆剤にもなりうるので、社会全体として取り組む価値がある。

一方、展開の目を海外にまで広げると、それぞれの国の味覚に適したウニの味を開発するとともに、正確に品質管理を行うためには、自動化が必

須になる。蓄養技術の流れを俯瞰すると自動化はそれほど難しくなさそうで、すでにNTT東日本と共同実験協定が締結されている(2020.6)⁴⁾。

【追記】最新ニュース：ウニの養殖にタケノコ⁵⁾

2020年8月に「痩せたキタムラサキウニ」をタケノコだけで飼育した実験事例が掲載された。キタムラサキウニ15個体をタケノコだけで40日間飼育し、試食したところ、身の大きさや色にはばらつきはあったが、濃厚な味と磯の香りは天然のものと同色ないとの評価であった。荒廃した竹林の利用にも有効であり、地域創生に寄与できると期待されている。

おわりに

磯焼けシリーズは、海藻の繁茂や植物プランクトンの増殖などをテーマに進めてきたが、磯焼け地帯で「痩せウニ」が異常発生することから蓄養による事業化に目を向けて紹介した。

今回は、海の二酸化炭素の吸収、排出問題を追及してみたい。

鍵谷 司 (ペンネーム：裏方思考)

〈引用・参考文献〉

- 1) 白井一茂、田村怜子、原英雄；野菜残渣を餌としたムラサキウニ養殖について、神水セ研第9号(2018)
- 2) 大迫一史ら5人；天然と飼育したムラサキウニの生殖巣の遊離アミノ酸組成、水産増殖、5(3)、301-304(2006)
- 3) 平成25年度 キタムラサキウニの普及技術；新潟県水産海洋研究所佐渡水産技術センター
- 4) 大分うにファームに関する記事；みなと新聞、NHK「おはBIZ」、大分合同新聞、ウニノミクス株式会社ホームページ (<https://www.uninomics.co.jp/>)
- 5) 朝日新聞デジタル；2020年8月25日「ウニ養殖、エサはタケノコ 荒れる竹林対策との一石二鳥」