

## バフンウニの餌料別飼育試験

日比野憲治・安田政一<sup>※</sup>・安田 徹<sup>※※</sup>

(福井県水産試験場)

バフンウニは福井県名産の越前雲丹(うに)の原料として利用され、県内各地のウニ漁場では、従来からの増産対策として投石事業や稚ウニ礁沈設事業が継続されてきた。しかし、近年の漁獲量は著しく減少し、地域によってはバフンウニが全滅したのではないかと憂慮される漁場も見受けられる。そこで、生殖腺が小さく色調の良くない県外産バフンウニを安価に購入して、2ヵ月間程度の短期飼育による生殖腺の改善が可能かどうかを知るために、5種類の海藻を用いた餌料試験を行った。また、バフンウニ生殖腺の色調に対する各種海藻の餌料価値については、松井(1966)や角田ら(1970)による報告がみられ、この点についても若干の検討を加えたので、その概要を報告する。

### 1. 材料と方法

1987年5月26日に、青森県東津軽郡今別町から天然バフンウニ3,807個体が試験用として福井県水産試験場に搬入され、陸上コンクリート水槽内に垂下したタキロンネット製(目合10mm)の籠(1×2×1m)6個に仮收容し、流水式で飼育した。その翌日から死亡個体が出現し始めたので、毎日の死亡個体数を記録するとともに、水試周辺で採集した生鮮ウミトラノオを2~3日に1回給餌した。死亡個体の出現が減少した6月13日から、コンクリート水槽での各試験区で餌料別の飼育試験を開始し、各々の試験区では表1に示す餌料を用いた。試験区1区につきタキロンネット製(同一目合)の籠(1×1×0.5m)を2個用い、籠1個当たり200個体の收容密度とした。この籠はコンクリート水槽の底から20cm上げて設置し、籠の中には塩化ビニル製パイプ(外径42mm、長さ90cm)と塩ビ製雨樋

表1 各試験区に使用した餌料と給餌頻度

試験場所	試験区	餌料の種類	給餌頻度
陸上コンクリート水槽	ワカメ区	塩蔵ワカメ	毎日1回
	クロメ区	生鮮クロメ	数日に1回
	ヤツマタモク区	冷凍ヤツマタモク	毎日1回
	ウミトラノオ区	生鮮ウミトラノオ	2~4日に1回
	アナアオサ区	生鮮アナアオサ	2~4日に1回
	混合区	生鮮ウミトラノオ+生鮮アナアオサ(1:1)	2~4日に1回
海面	ワカメ区	塩蔵ワカメ	毎日1回
	混合区 <sup>※</sup>	生鮮ウミトラノオ+生鮮アナアオサ(1:1)	1週間に1回

※ 試験期間の後半はウミトラノオが入手できなかったため、アオサのみを給餌

※ 現在福井県あゆ種苗センター

※※ 現在福井県栽培漁業センター

(幅15cm, 長さ90cm) で組み立てたシェルターを沈めた (図1)。バフンウニは剥離して別の籠に移し替えると, 数日間程度, 摂餌量が減少することを経験的にみているので, 試験開始日からの1週間を新たな籠に馴致させる期間とみなし, 試験期間に加えなかった。

一方, 同年7月7日には水試前の浮棧橋にタキロンネット製 (同一目合) の籠 (1×2×1.5m) を試験区1区につき2個ずつ, 籠の底面が水深1mとなるように垂下し, 籠1個当たり200個体のバフンウニを収容した。籠の底にはコンクリート水槽での試験区に用いたものと同じシェルターを2個沈め, 海面の試験区でも初めの1週間は馴致期間とした。

コンクリート水槽での試験区においては, 1ヵ月後と2ヵ月後に, 各試験区とも2個の籠からバフンウニ25個体ずつを無作為に抽出して, 1区当たり50個体を測定した。海面の試験区では2ヵ月後のみ, 同様の測定を行った。測定項目は殻径, 殻付重量, 生殖腺重量及びその色調とし, 色調については色名事典 (日本色研事業株式会社1983) を用いた肉眼判定とした。なお, 試験開始時には, あらかじめバフンウニ100個体を抽出して同様の測定を実施し, 殻径25mm以下の個体は試験に供しなかった。

なお, コンクリート水槽のウミトラノオ区とアナアオサ区については, 翌年の夏季まで飼育試験を継続して, 生殖腺指数と色調の変化を追跡した。

## 2. 結 果

試験に用いたバフンウニは水を切って, 氷冷して陸上輸送 (約24時間) されたので, そのストレスによると思われる死亡が搬入翌日から始まった。海面での飼育試験を開始するまでの42日間の仮収容中に合計430個体が死亡し, 1日の死亡個体数が最大となったのは搬入後4日目で, 196個体と全死亡個体数の45.6%を占めた。

試験期間中におけるコンクリート水槽と海面 (水深1m層) での水温変化は, 図2に示したとおり, コンクリート水槽では19.4~26.8℃, 海面では23.0~30.1℃の範囲にあった。海面での試験開始日から同月23日までの間は, 日本原子力発電株式会社の敦賀発電所1号機からの温排水が放出されていたため, 海面の水温はコンクリート水槽に比べて3.6~7.2℃高かった。

コンクリート水槽の各試験区における飼育日数, ウニ殻付重量及び日間給餌率等は試験期間を前半と後半に分けて表2にまとめ, 海面の各試験区は全飼育期間を一括して表3に示した。これらの各項目のうち, ウニ殻付総重量と日間給餌率は次式によって求めた。

$$\text{ウニ殻付総重量} = \frac{(\text{開始時の平均重量} \times \text{開始時の個体数}) + (\text{終了時の平均重量} \times \text{終了時の個体数})}{2}$$

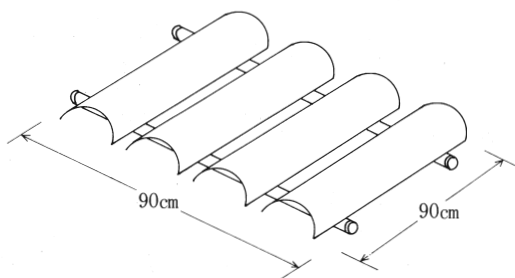


図1 バフンウニの飼育用に組み立てたシェルター

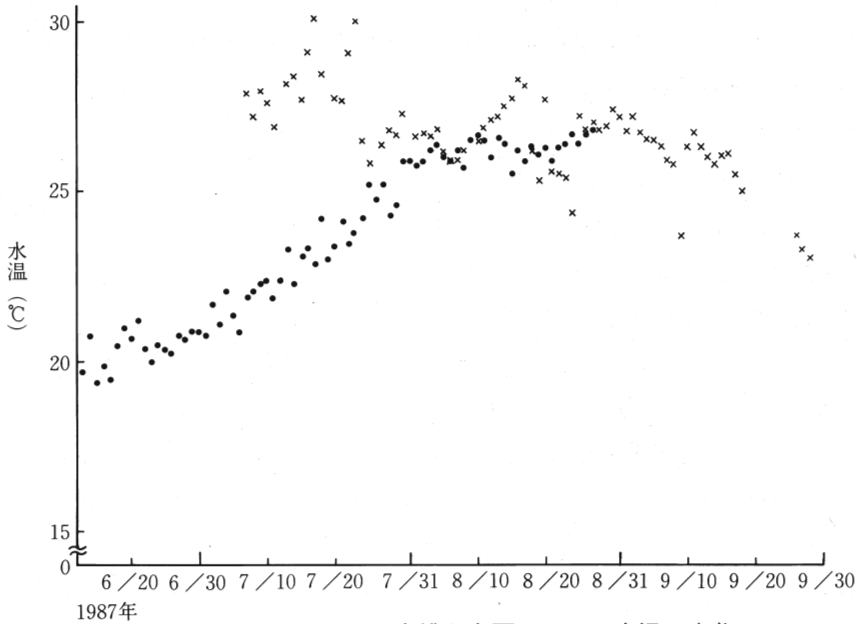


図2 コンクリート水槽と海面における水温の変化  
●：コンクリート水槽 ×：海面（水深1m）

$$\text{日間給餌率} = \frac{\text{総給餌量}}{\text{ウニ殻付総重量} \times \text{飼育日数}} \times 100$$

表2, 3から各試験区の死亡個体数をみると、コンクリート水槽では0または1個体にすぎなかったが、海面ではそれよりやや多かった。日間給餌率は餌料海藻の種類によって異なり、コンクリート水槽では数値の高い順にウミトラノオ区、ヤツマタモク区、混合区、アナアオサ区、ワカメ区、クロメ区となった。ヤツマタモク区を除くと、各試験区の日間給餌率は試験期間の前半に後半よりほぼ1%高い値を示し、高水温期ほど低かった。海面の各試験区における日間給餌率はコンクリート水槽の同一区より低く、その傾向は混合区で著しかった。また、毎日給餌したコンクリート水槽のヤツマタモ

表2 陸上コンクリート水槽の各試験区における飼育結果 (1987年)

項目	試験区											
	ウミトラノオ区		ヤツマタモク区		ワカメ区		クロメ区		アナアオサ区		混合区	
飼育期間	6/20~7/20	7/21~8/24	6/20~7/22	7/23~8/25	6/20~7/22	7/23~8/26	6/20~7/20	7/21~8/24	6/20~7/21	7/22~8/26	6/20~7/21	7/22~8/27
飼育日数	31	35	33	34	33	35	31	35	32	36	32	37
開始時の個体数(N)	400	350	400	349	400	350	400	350	400	349	400	349
終了時の個体数(N)	400	350	399	349	400	350	400	350	399	349	399	349
死亡個体数(N)	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0
生残率(%)	100	100	99.8	100	100	100	100	100	99.8	100	99.8	100
ウニ殻付総重量(g)	7,466	6,727	7,073	6,232	7,221	6,469	7,318	6,318	6,984	5,990	7,197	6,329
総給餌量(g)	9,650	8,050	8,350	7,500	6,707	4,037	4,700	2,400	7,400	5,200	8,780	6,450
日間給餌率(%)	4.2	3.4	3.6	3.5	2.8	1.8	2.1	1.1	3.3	2.4	3.8	2.8

ク区では残餌がほとんど生じなかったが、ワカメ区ではコンクリート水槽、海面ともに残餌の生じる場合があり、その頻度は海面で高かった。

各試験区における生殖腺指数（生殖腺重量×100／殻付重量）\*の変化を図3に表したところ、生殖腺指数はコンクリート水槽のワカメ区でもっとも増加し、1ヵ月後におよそ2倍となったが、他の試験区に比べて生殖腺が非常に柔らかく、水分含量が多いように観察された。次いで、コンクリート水槽のウミトラノオ区、アナアオサ区、混合区で大きく増加したが、ヤツマタモク区とクロメ区では若干の増加にとどまった。海面では両試験区ともにほとんど変化がみられなかった。コンクリート水槽の各試験区では、試験期間の後半よりも前半に生殖腺指数の増加が大きかったが、後半にはワカメ区、クロメ区のように減少した試験区もみられた。このような生殖腺指数の変化は、コンクリート水槽のヤツマタモク区を除くと、日間給餌率の変化とよく一致した。

次に、バフンウニの生殖腺はその色調が品質を大きく左右させるため、漁業者からの聞き取りによって、表4に示したような色調区分の基準を作成し、色番号の類型化を行った。この基準に基づいて、各試験区の記録結果を整理したところ（図4、5）、試験開始時にはもっとも良い色とされる明るいオレンジ色の生殖腺をもつ個体は皆無で、暗いオレンジ色と淡褐色がほとんどを占めていた。コンクリート水槽の各試験区では、試験開始後1ヵ月、2ヵ月を経ても明るいオレンジ色の出現が非常に少なく、試験区によっては暗いオレンジ色の増加や淡褐色の減少がみられる程度の変化にすぎなかった。海面の各試験区では色調組成にほとんど変化がみられなかった。

コンクリート水槽のウミトラノオ区とアナアオサ区の翌年の飼育結果から日間給餌率をみると、前年同期よりやや高い値となった（表5）。生殖腺指数の変化は図6に示したように、1988年7月下旬には、ウミトラノオ区で大きく増加したが、アナアオサ区では若干減少した。また、生殖腺の色調組

表3 海面の各試験区における飼育結果 (1987年)

項目	試験区	
	ワカメ区	混合区
飼育期間	7/14~9/28	7/14~9/27
飼育日数	77	76
開始時の個体数(N)	400	400
終了時の個体数(N)	386	389
死亡個体数(N)	14	11
生残率(%)	96.5	97.3
ウニ殻付総重量(g)	6,770	7,329
総給餌量(g)	10,128	4,300
日間給餌率(%)	1.9	0.8

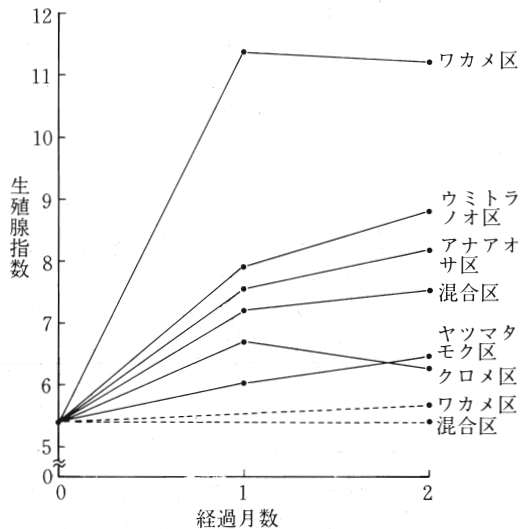


図3 各試験区における生殖腺指数の変化  
実線：コンクリート水槽の試験区  
破線：海面の試験区

\* バフンウニの測定結果は、福井水試（1989）に表示した

成の変化は図7に示したように、ウミトラノオ区では暗いオレンジ色の割合が増加したのに対して、アナアオサ区では淡褐色が増加し、色調組成に僅かな悪化がみられた。

表4 バフンウニ生殖腺の色調区分

類型	色名	色番号※	特徴
A	明るいオレンジ色	65	鮮やかなオレンジ色で、越前雲丹の原料として最高級となる。
B	暗いオレンジ色	59, 60, 61, 62, 66, 68, 69	黒味があったオレンジ系の色で、製品に多く混在すると暗い色になり、品質を低下させる。
C	ベージュ色 暗黄色	67, 77, 121, 124, 125, 128, 132, 135, 142	アカウニ、ムラサキウニの生殖腺とほぼ同様な色で、製品に混合すると色が薄くなるので、原料として使われない。
D	淡褐色	74, 86, 87, 88, 112, 114	アカウニ、ムラサキウニの生殖腺よりやや濃い色で、塩蔵にすると褐色系の色に変化するため、原料として使われない。
E	褐色	72, 90, 91, 93, 94	茶色系の色で、苦味をもつものが混在するので、味覚の面からも食用として適さない。
F	暗褐色	71, 97, 99, 100, 115	濃い茶色～赤褐色の色で、強い苦味があるため、食用にできない。
G	黒色	380	黒色そのものの色で、食用にできない。
H			生殖腺の存在が肉眼で確認できない。

※ 色番号は日本色研事業株式会社（1983）による

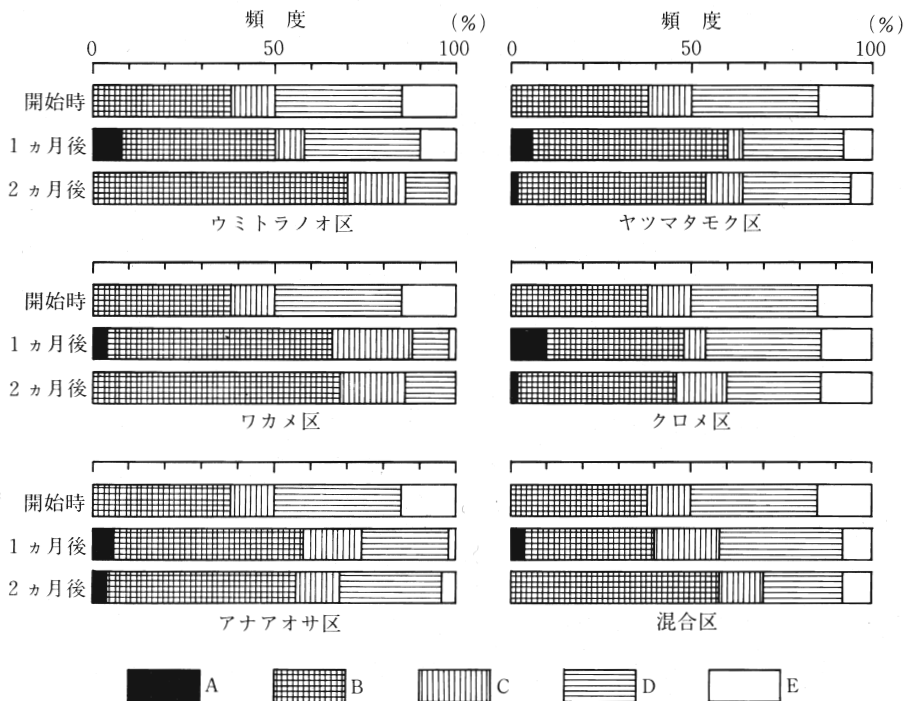


図4 コンクリート水槽の各試験区における生殖腺の色調変化  
A：明るいオレンジ色，B：暗いオレンジ色，C：ベージュ～暗黄色，  
D：淡褐色，E：その他

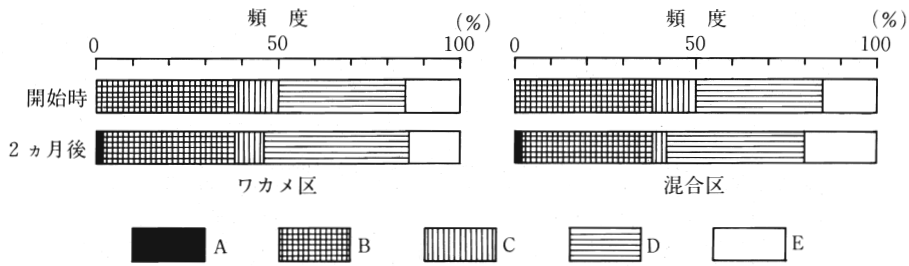


図5 海面の各試験区における生殖腺の色調変化  
A～Eは図4を参照

表5 コンクリート水槽の両試験区における飼育結果\* (1988年)

項目	試験区		ウミトラノオ区***		アナアオサ区****	
	ウミトラノオ区**	アナアオサ区****	ウミトラノオ区**	ウミトラノオ区**	アナアオサ区****	アナアオサ区****
飼育期間	5/25～7/24	7/25～8/29	5/27～7/24	7/25～8/30	5/27～7/24	7/25～8/30
飼育日数	61	36	59	37	59	37
水温範囲(℃)	15.8～23.5	21.8～26.9	15.8～23.5	21.8～26.9	15.8～23.5	21.8～26.9
開始時の個体数(N)	237	171	228	175	228	175
終了時の個体数(N)	221	171	225	175	225	175
死亡個体数(N)	16	0	3	0	3	0
生残率(%)	93.2	100	98.7	100	98.7	100
ウニ殻付総重量(g)	4,974	3,521	4,967	3,848	4,967	3,848
総給餌量(g)	18,600	6,500	16,000	10,400	16,000	10,400
日間給餌率(%)	6.1	5.1	5.5	7.3	5.5	7.3

\* 1987年8月下旬～1988年5月下旬は両試験区ともに、飽食状態に給餌したが、給餌量の測定は実施していない。

\*\* 1987年9月～1988年3月の7ヵ月間は生鮮ヤツタモクを給餌。

\*\*\* 1988年1～2月の2ヵ月間は生鮮ヤツタモクを給餌。

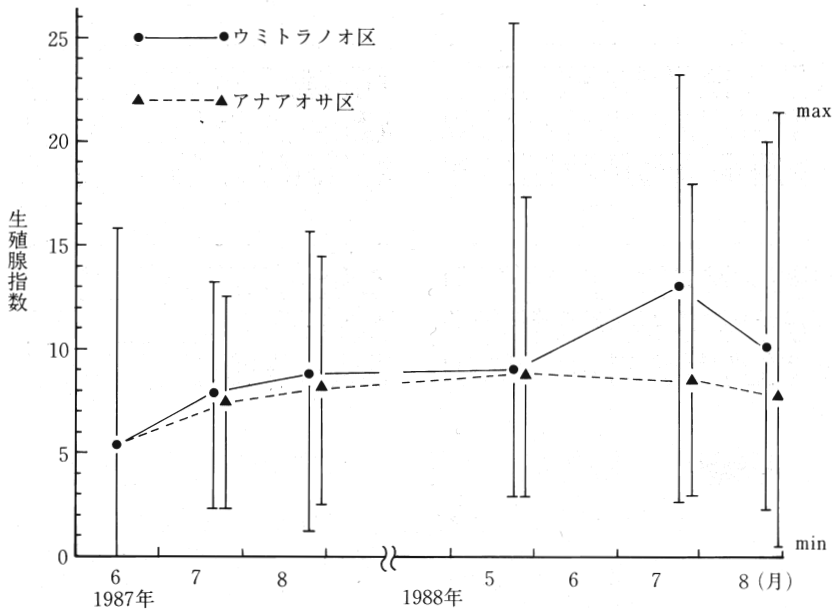


図6 コンクリート水槽の両試験区における生殖腺指数の1年後の変化

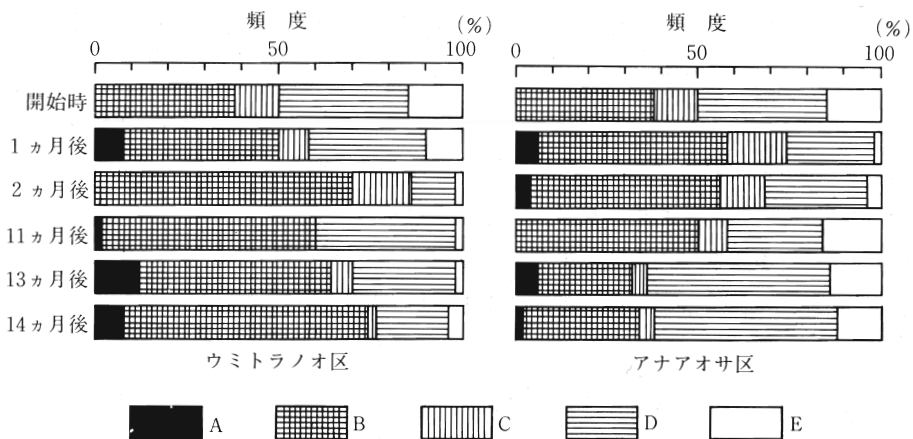


図7 コンクリート水槽の両試験区における生殖腺の1年後の色調変化  
A～Eは図4を参照

生殖腺の色調を県内産のバフンウニと比較するために、2ヵ所のウニ漁場から得た天然バフンウニを用いて、同様な色調区分を行い、表6に示した。これらの色調組成をみると、明るいオレンジ色がおよそ40～50%の割合を占めていた。

表6 県内の2ヵ所のウニ漁場(水深1m)から採集したバフンウニの測定結果

項目	地名		
	三国町梶	越廼村蒲生	
採集年月日	1987. 6. 19	1987. 6. 24	
測定個体数	33	33	
平均殻径(mm)	35.0	33.9	
平均殻付重量(g)	18.3	16.3	
平均生殖腺指数	8.8	7.8	
色調 (%)	A	51.5	42.4
	B	24.2	33.3
	C	24.2	15.2
	D	0	0
	E	0	9.1
	F	0	0
	G	0	0
	H	0	0

### 3. 考 察

今回の一連の飼育試験のなかで、コンクリート水槽の各試験区では、ヤツタモク区を除くと、水温が23～24℃を超える高水温期に給餌量の減少がみられたことは興味深い。これまでにバフンウニの摂餌量と水温の関係に関する詳細な報告は見当たらない。コンクリート水槽の各試験区における試験結果から、生殖腺指数の増加に対する餌料価値を検討すると、塩蔵ワカメを除いて、ウミトラノオとアナアオサがもっとも高い値を示した。ワカメ区で生殖腺指数が倍増した現象については、湯抜き塩ワカメを給餌したことによって水分含量が増加したと考えられ、生鮮物を給餌できたとすれば、今回とは異なる結果が得られたかもしれない(角田ら1970)。また、ヤツタモク区において、試験期間の後半に日間給餌率の低下がみられなかったのは、6月以降に本種の生鮮物が入手できないため、あらかじめ凍結保存しなければならず、試験期間前半の給餌量が少なかったことによると思われる。ヤツタモクはウミトラノオと同じホンダワラ科藻類に属し、試験期間を通じて飽食できる程度に給

餌できていれば、試験期間後半の増加量からみても、ウミトラノオと同程度の増加が期待できるものと考えられた。クロメはアワビ類やアカウニにとって良好な餌料海藻とされるアラメやカジメ（菊地ら1967、浮1981）の近縁種であるが、ウミトラノオやアナアオサに比べると給餌量が少なく、生殖腺指数の変化からみても、バフンウニにとって好適な餌料とは判断されなかった。おそらく、クロメは栄養葉が堅く偏平で肉厚であるため、バフンウニにとっては口器の形態から摂食し難いと考えられ、大島ら（1957）によるカジメでの実験結果とは一致しなかった。

コンクリート水槽の各試験区では籠の汚損防止と餌料海藻の生長抑制のために、1日の最大照度を3,000lx以下としたが、海面の試験区ではこのような遮光手段を講じなかった。このために、海面の混合区では自然光によるアナアオサの生長が考えられ、これが日間給餌率を低下させる一因になったと推察される。しかし、海面のワカメ区においても日間給餌率が低かったことや生殖腺指数が増加しなかったことから、海面の試験区ではコンクリート水槽に比べて、バフンウニの摂餌量が著しく少なかったと判断された。この原因としては、仮収容中のコンクリート水槽から高水温の海面に移動した温度ショック、波による籠の動揺、日光の影響等が考えられた。

一方、コンクリート水槽のウミトラノオ区とアナアオサ区では、翌年まで飼育を継続したところ、1年後の生殖腺指数と色調組成に相違がみられ、アナアオサの単独投与では生殖腺の色調に黒みがかかると判断された。このようなアナアオサの餌料価値については角田ら（1970）も同様に述べているが、松井（1966）の報告とは一致しなかった。

以上のように、今回の試験では、色調の面から越前雲丹の原料として使用できるまでに至らなかったが、今後はバフンウニ漁場に多産する紅藻類や人工配合飼料を用いた飼育試験も行っていく必要がある。また、生殖期に人工的に放精・放卵させた個体を用いた飼育試験や、海面での飼育技術の確立等も必要であると考えられる。これらの問題点が解決できれば、漁獲量減少に対する即効的な対応策のひとつとして、県外産のバフンウニを養殖用または移殖用として導入することができると考えている。

## 文 献

- 福井県水産試験場（1989） 昭和62年度特産魚種栽培事業化試験報告書（バフンウニ）。福井水試報告、(1), 1-50.
- 角田信孝・寺尾百合正・中村達夫・井上 泰（1970） 人工採苗バフンウニの成長と摂餌について。水産増殖, 17(3), 155-165.
- 菊地省吾・桜井保雄・佐々木実・伊藤富夫（1967） 海藻20種のアワビ稚貝に対する餌料効果。東北水研報, (27), 93-100.
- 松井 魁（1966） ウニの増殖。水産増養殖叢書12, 日本水産資源保護協会, 103pp.
- 日本色研事業株式会社（1983） 色名事典。第5版, 財団法人日本色彩研究所編, 東京, 71pp.
- 大島泰雄・石渡直典・田中二良（1957） ムラサキウニとバフンウニの食性。水産増殖, 5(1), 26-30.



浮 永久（1981） エゾアワビに対するコンブ目海藻の餌料価値. 東北水研報, (42), 19-29.

### [質疑応答]

栗原（日水研） 県外産のパファンウニの移殖を考えているということは、パファンウニの生息可能な場が減っていないにもかかわらず漁獲量が減ったと考えているということか。

日比野（福井水試） 県内の主要なパファンウニ漁場のなかには、転石が砂に埋没してパファンウニの生息空間が減少している漁場も見られる。しかし、好適な生息空間があり、海藻植生にも問題がみられない漁場において漁獲量が急減していることが問題となっている。このため、漁協によっては移殖を考えているところがある。

梅澤（日水研） 配合飼料の試験は行っているのか。また、日間の摂餌率はどの程度か。

日比野 配合飼料については、昭和63年度に試験を行っているが、その結果については別の機会に発表したい。また、日間給餌率と摂餌率はほぼ等しい。

堀（兵庫但馬水産事務所） ウニの生殖腺の色調を決定する要素として餌料以外のものは考えられないか。

日比野 今後の餌料試験で、今回以上の色調改善が困難ということになれば、遺伝的な要素を考えなければならない。

山本（鳥取裁試） 他県のウニを地先漁場に移植して、生殖腺の発達とその色調について調査した事例は他にあるか。

日比野 昭和62年度に、山口県の漁協が青森県のパファンウニを移植したが、色調はあまりよくならなかった。その他には、事例がないと思う。