

低品質ノリの有効利用への取り組み

秋本 恒基・志水 信弘*
(研究部)

The Measure of Effective use of Low Quality *Porphyra* Laver

Tsuneki AKIMOTO, Nobuhiro SHIMIZU
(Research Department)

福岡県有明海沿岸でのノリ養殖は支柱式養殖法の特徴を生かした柔らかく旨味のあるノリを生産しており全国での有数の生産地となっている。近年では生産が比較的安定していた冷凍網の初期生産にも色落ちした低品質のノリが収穫されている。色落ちノリの一部は海域に投棄され他の漁業の妨げになったり、入札されずに焼却処理されている。これら低品質ノリな未入札分の板海苔を用いて、アワビ用の配合餌料を試作し、クロアワビ *Nordotis discus discus* (Reeve) の餌料としての有効性の検証及びその他の利用の可能性について情報収集し検討したので報告する。なお、本研究費の一部は財団法人 福岡県環境保全公社 リサイクル総合研究センター (以下、リサイクル総合センター) の低品質ノリの有効利用研究会の助成を受けて実施した。

方 法

1. アワビ配合餌料への応用

- (1) 既往知見収集 文献収集及び聞き取りによりノリのアワビ餌料への応用事例について既往知見を収集した。アワビ配合餌料の国内トップシェアを誇るA社にて、2003年8月9日に情報収集した。
- (2) アワビ配合餌料でのノリの利用 A社での利用状況及び試作品について協議した。
- (3) 低品質ノリの性状 入札されなかった低品質ノリのタンパク質含量をシー・アール・シー食品環境衛生研究所には'03年9月9日及び11月に、日本食品分析センターには'03年10月24日に分析依頼した。分析サンプルは共販漁連未入札分の低品質ノリを用いた。分析方法はケルダール分解法でタンパク質換算係数は6.25とした。また、一般成分及びアミノ酸分析を日本食品セン

ターに依頼した。

(4) クロアワビへの投餌試験 飼育試験にはクロアワビ (平均殻長 34.2 ± 3.3 mm) を 1500 個/ m^2 の密度で収容した。飼育試験は'03年11月10日から開始した。ノリ添加餌料はA社製アワビ用配合餌料 (以下、A社配合) をベースとして作成し、製品重量比でノリ含有量を30%と15%の2種類とした。対照区にはA社製アワビ配合餌料、B社製アワビ配合餌料 (以下、B社配合) の2種類とした。いずれの投餌区もそれぞれ3試験区設定し合計12試験区とし、飽食量給餌で飼育した。試験区の配置を図1に示した。試験には2水槽用いそれぞれ6区の設定した。当初の4ヵ月はそれぞれ50個体、5ヵ月目は150個体、6ヵ月以降は100個体サンプルを任意に抽出し平均値をそれぞれの試験区代表値とした。殻長測定は約1ヵ月毎に実施し、全重測定は2ヵ

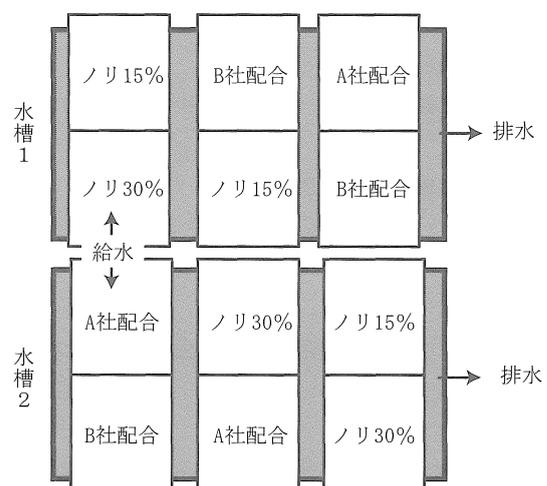


図1 餌料試験区の配置

*財団法人 福岡県環境保全公社 リサイクル総合研究センター

結 果

月毎に実施した。肥満度、日間成長及び餌料転換効率¹⁾は下記の式により求めた。

$$\text{肥満度} = TW_1 \times 100 / SL^3$$

$$\text{日間成長} (\mu\text{m}/\text{日}) = (SL_1 - SL_0) \times 1000 / n$$

$$\text{餌料転換効率} (\%) = (TW_1 - TW_0) \times 100 / c$$

ここで、 TW_1 ：測定時全重 (g)、 SL ：殻長 (mm)、 SL_1 ：測定時殻長 (mm)、 SL_0 ：飼育開始時の殻長 (mm)、 n ：飼育日数 (日)、 TW_0 ：試験開始時全重、 c ：総投餌量 (g) で計算した。経過 183 日後の日間成長から試験区毎に順位付けし、餌料試験区毎に上位から 3lot に区分し、lot 毎に順位付けし Kendall の順位相関を求めた。

(5) アワビ配合餌料の事業規模への応用 A 社に、'04 年 5 月 19 日及び 8 月 9 日にそれぞれ 1.5t 合計 3t の未入札分の低品質ノリを出荷し、事業規模における利用の問題点について検討した。

(6) 板海苔の粉碎化試験 アワビ配合餌料を製造するためには、板海苔を 150 μm 程度に粉碎化しなければならない。しかし、粉碎化の工程は煩雑で低コスト化が課題である。また、幅広い有効利用を図る上でも効率的な粉碎化の手法について、リサイクル総合センターが株式会社セイシン企業素材加工事業部響灘工場に委託して検討した。粉碎化試験には板海苔を原料として粉碎方法は、粉碎機クイックミル (QMY-30) と粉碎機 (JOM0202) の 2 段階粉碎方法、粉碎機ロールプレス粉碎方法及び粉碎機オリエント VM22 と粉碎機アトマイザー (ハンマーミル (サンプルミル TASM 1 型)) の 2 段階粉碎の 3 手法とした。

2. ペットフードへの利用

リサイクル総合センターがペットフードメーカー 3 社から意見を聴取した。また、1 社では嗜好性の給餌試験を猫 10 匹、2 日間給餌し、2 点比較法で実施した。

3. 水産用餌料への利用

リサイクル総合センターが水産用メーカー 1 社より情報収集した。

4. 釣り用集魚材への利用

集魚材メーカー 1 社に板海苔及びノリ原藻を供給し、釣り用の集魚材及び餌への利用の可能性について情報収集した。

5. 低品質ノリの有効利用に関する生産組合アンケート

アンケートは福岡県内における低品質ノリ排出量及び低品質ノリ処理施設を設置する場合にノリ養殖業者が施設の利用を進めるための状況の概略を把握するために、アンケート内容はリサイクル総合センターで作成し、取りまとめた。アンケートは '04 年 2 月、福岡県有明漁業協同組合連合会に協力を依頼し、福岡県内の有明沿岸漁業協同組合に対して実施した (付表 3 アンケート用紙)。

1. アワビ配合餌料への応用

(1) 既往知見収集

ノリの投餌試験例は有吉ら²⁾がエゾアワビ稚貝 (15mm 以下) の餌料について検討した報告があり、生残率及び成長面では配合餌料に次いでナラワスサビノリであり、日間増重率では配合餌料がナラワスサビノリの約 2 倍値を示した実験例がある。しかし、ノリの投餌方法等について記載がなく、原藻での投餌であったと思われる原藻での投餌はノリ葉体が浮遊し、アワビの捕食が困難であると指摘された事例がある。しかし、ノリを主成分とした配合餌料を投餌した報告はない。

アワビ配合餌料を製造販売している A 社でのアワビ配合餌料の年間生産量は 200 t 程度である。過去国内取引が主体であったが本年度は韓国や中国に輸出した。現在アワビ配合餌料の主原料はコンブ粉末を利用している。原材料費は販売価格の 1/2 程度で、主原料のコンブ乾燥微粉末 (160 メッシュ ; 159 μm) の原料単価は工場着で販売価格の 1/5 程度である。

(2) アワビ配合餌料でのノリの利用

A 社のアワビ配合餌料はスタンダードタイプとスペシャルタイプに大別され各々ノーマル (一般) 商品とエコロジー (高水温期を中心とした環境適応) 商品を販売している。スペシャルタイプは、以前は国産の板海苔を粉碎し利用していたが、粉碎コストが高いため、現在は乾燥微粉末状態で輸入し使用している。アワビ餌料のタンパク質の至適含量は概ね 30 ~ 40% 必要³⁾であり、色落ちノリのタンパク質含量並びに赤色素 (フィコビリジン) の含有量が重要である。また、過去にコンブ、ワカメの廃材をアワビ餌料への利用が検討されたが、製品添加は乾燥微粉末状態から製造するため、加工コストが課題と考られた。ノリのアワビ配合餌料への応用は充分可能であろうが、粉碎を中心としたコスト面が最大の課題であるとの助言を受けた。

A 社における試験規模の生産では約 1,000 円/kg (送料込み、日産 20kg、月産 100kg 程度と仮定) 程度の経費が見込まれた。試験生産したノリ添加配合餌料は、ノリ含量割合が最大値になるものとその 1/2 になるものの 2 タイプの添加配合餌料を生産した。ノリの含有量はコンブ粉末原料に比べ、ノリに含まれる粘結成分のアルギン酸が少ないため最大でも製品重量比で 30% となった。よって、ノリ添加餌料は配合製品重量比でノリ含有量が 30% と 15% の 2 種類をそれぞれ 30kg 作成した。試験に供した配合餌料を図 2 に示した。ノリの含有量が多い方が配合餌料の色合いは黒色が増しており、B 社製アワビ配

合餌料が外見では色が最も希薄であった。

(3) 低品質ノリの性状

シー・アール・シー食品環境衛生研究所及び日本食品分析センターの低品質ノリのタンパク質含量はそれぞれ26.0%と27.0%であった。五訂日本食品標準成分表⁴⁾によるアマノリ(ほしのり)のタンパク質含量は39.4%であり、低品質ノリはこれより約13%程度低い値であった。

低品質ノリの一般成分及びアミノ酸成分分析結果を付表1, 2に示した。一般成分の乾海苔と比較して、低品



図2 試験に供したアワビ配合餌料

質ノリではタンパク質、脂質、灰分、リン、カリウム、マグネシウム、リボフラミン(ビタミンB1)、総アスコルビン酸(総ビタミンC)、ナイアシンで少なかった。

(4) クロアワビへの投餌試験

餌料試験区別の成長を図3に示した。当初1カ月の成長は良好だったが、以後は鈍化した。いずれの試験区でも約6ヵ月後には平均殻長で約8mm程度成長し、差が認められなかった。斃死率はいずれの試験区でも少なく、斃死がみられたのはノリ15%区で2個体、ノリ30%区及びA社配合区でそれぞれ1個体のみであった。試験終了時のクロアワビ外観を図4に示した。ノリ添加の2タイプの餌料は、市販配合餌料と比較して成長、生残及び

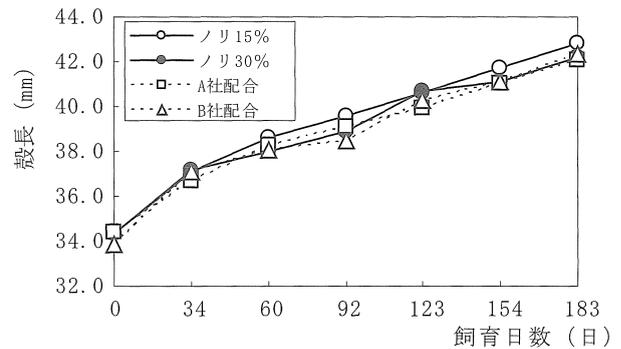


図3 餌料試験区別の成長

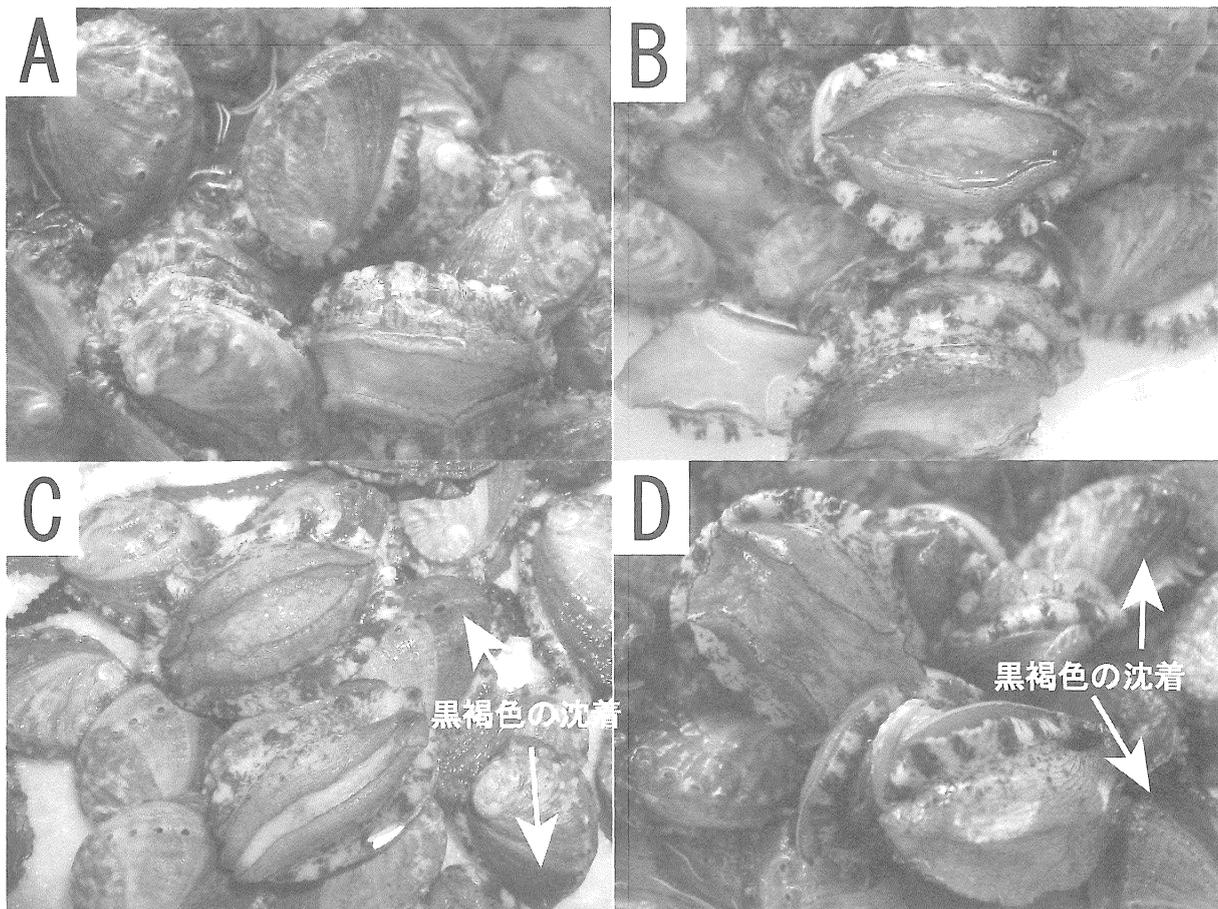


図4 試験終了時(183日後)のクロアワビ外観

A社配合投餌区(A), B社配合投餌区(B), ノリ含量30%配合(C), ノリ含量15%配合(D)

肥満度において餌料試験区間の差は認められなかった。ノリ添加餌料をあたえた試験区のアワビは、殻表に自然色に近い着色効果が認められた。また、上足部の縞模様のコントラストが明確で、上足及び足部はノリ無添加餌料区に比べ褐色がかった。餌料試験区別の肥満度経日変化を図5に示した。いずれの試験区でも順調に肥満度は増加した。餌料転換効率はB社配合、ノリ30%、ノリ15%、A社配合の順でそれぞれ32.8、32.3、31.5、27.5(%)であり大きな差はなかった。試験開始から各測定日までの餌料試験区別の日間成長を図6に示した。日間成長は当初の1ヵ月間が最も良く、飼育日数の経過とともに低下した。飼育試験終了時の日間成長順位を表1に示した。日間成長は試験区毎にバラツキが大きかつ

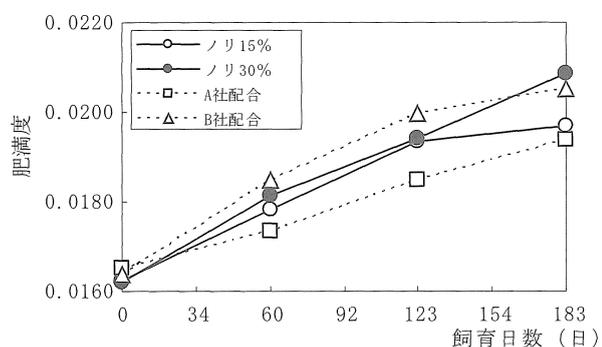


図5 餌料試験区別の肥満度経日変化

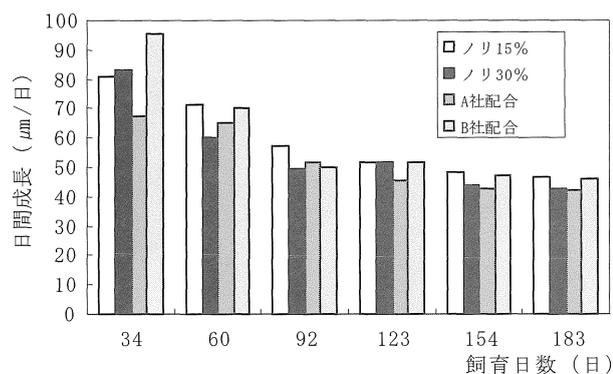


図6 餌料試験区別の日間成長

表1 日間成長の順位

	試験区毎の順位		
	Lot 1	Lot 2	Lot 3
ノリ15%	3	6*	8*
ノリ30%	5	10	11*
A社配合	1*	7	12
B社配合	2*	4	9
	Lot毎の順位		
	Lot 1	Lot 2	Lot 3
ノリ15%	3	2	1
ノリ30%	4	4	3
A社配合	1	3	4
B社配合	2	1	2

*水槽1に収容した試験区

表2 Lot間におけるKendallの順位相関係数(τ)

	Lot 1	Lot 2	Lot 3
Lot 1	—	0.333	-0.334
Lot 2	0.333	—	0.333
Lot 3	-0.334	0.333	—

た。Lot間におけるKendallの順位相関係数を表2に示した。有意水準0.05で3Lotの順位は一致しているとは言えず、日間成長からは餌料種毎の有意な差は認められなかった。

(5) アワビ配合餌料の事業規模への応用

低品質ノリが安価で供給可能となればメリットとして①原料費コストの削減、②良質の植物性タンパク質源の確保(主原料のコンブよりも低品質ノリの方がタンパク質含量が高い)、③成長促進効果(増重効果)、④成貝の商品価値の向上(殻色の改善(天然アワビに近い殻色)、肉質の改善)、⑤耐病性の向上(ノリは有用なビタミン類、特にビタミンA、ビタミンB1、B2、ナイアシン及びCの含有量が非常に高く斃死の予防並びに抑制効果)が期待できるとの報告をA社より受けた。逆に、デメリットとしては、①粉碎に時間を要する(時間当たりの処理能力は主原料では約300kg/hに対し、ノリの場合は約50kg/hで16倍の処理時間を必要とする)。②保管スペースを要する(板海苔状態での保存には1,500kgで150箱になり、2段積の保管でも約98㎡のスペースを必要とするが粉碎状態では約1/2のスペースで保管可能)。③品質保持のために冷蔵保存が必要(室内保存(15~25℃)では色素タンパクが6ヵ月で約10%、8ヵ月で約40%、12ヵ月で約50%減少する。しかし、冷蔵保存(5℃)では6ヵ月ではほとんど変化がなく、8ヵ月で約5%、12ヵ月でも約5%の減少であり保存法は冷蔵保存が有効)。

(6) 板海苔の粉碎化試験

クイックミルとJOM0202の2段階粉碎法では粒度測定の結果、未粉碎品が多く混じっており、パウダー状にはなっていないものが多く含まれていた。ロールプレスによる粉碎法では1枚ずつ投入した場合には粉碎されず、数枚重ねて粉碎機に投入すると圧密された圧片状のものとなった。オリエントとハンマーミルの2段階粉碎法ではオリエント粉碎機では板海苔数枚単位での投入処理が可能で他の粉碎機での処理と同様、粉碎品の排出が難しいが連続的に確実に粉碎できた。また、ハンマーミルではほぼ目的とした粒子径に粉碎可能で、完全にパウダー状にでき、スクリーンがあるため未粉碎のものは含まれていなかった。よって1機種1回通しでの粉碎は難しいが、1日(8時間)1トン生産するものとして算出すると製品製造に要する人員は1名で必要な加工機材及び方

法はオリエント VM-42 (15kw, 1台; 1,700,000円) を使用して粉碎後、アトマイザー (ハンマーミル TAP-10 11kw, 1台; 8,500,000円) を使用しての2段階粉碎法が有効であった。製品製造収率は98%程度であった。粒度分析では平均粒径は141.7 μ mで150 μ m以下の割合は77.4%であった。

2. ペットフードへの利用

(1) ペットフードの原料品質

ペットフードは水分含量によりウエットフード、セミモイストフード、ドライフードの3種に分類される。ウエットフード販売のC社では、ウエットフードに配合するには素材の形状が良かった方が良く、ドライフードに配合する場合の粒度は細かく、かつ水分含量が少ない方が良いと考えられている。

またD社の見解は原料のハンドリング (水分, 嵩比重, 流動性), 流通性・保存性 (劣化の度合い・特別な処置) 等を考慮する。ノリのように嵩比重が軽いと想定される原料は粉碎混合時に困難が予想されるし、吸湿性が高い原料であれば、ハンドリングや保管に特別な対策を講じる必要がある。また、成分的な面では用途により着眼点異なる。タンパク質源として考えるのであればタンパク質含量が高いことが必須となり、逆にタンパク質が低い方が良い (目的に合致した原料となりうる) 場合もある。ミネラルについては一概に多く含まれていれば良いというわけではなく、特にマグネシウムが多いと、猫が尿石症を患うデメリットを指摘した。

(2) ペットフード業界での海藻類利用の可能性

C社の見解はキャットフードでノリを利用しているメーカーがあり、猫はノリをよく食べるとのことであった。また、D社ではペットフード用の原料として海藻粉末が使用されている事例はある。ただし、使用する目的が明確で (何らかの栄養成分の強化もしくは表示対応) 且つコスト面で合致しなければ使用は難しいと考えられていた。E社では期待される機能として、最も重要な事項は嗜好性の改善であり、次に健康維持・向上と考えられる。各社ともフード原料として利用するには乾燥品でないと利用しにくいこと、また価格 (魚パウダーの工場置き場価格は970円/kg) も採用判断の重要な点であることは共通していた。

(3) サプリメント及び栄養補助成分 C社の見解は猫では糞尿臭の抑制や毛玉排泄機能、犬ではシニアに関節炎抑制, DHA, EPA, ビタミン強化などヒトと同様に様々な機能性を付加したフードが販売されている。今後はより増加すると考えていた。

また、D社はペットフードに求められる栄養補助成分はビタミンやミネラル, 脂肪酸やアミノ酸など非常に幅

広く存在する。ただし、一般に市販されているペットフードは「総合栄養食」というカテゴリーの製品が普及しており、この「総合栄養食」はペットの栄養要求 (ビタミン, ミネラル, アミノ酸, 一部の脂肪酸) を充足しているものでフードと水のみでペットを飼育することができる。従って、サプリメントや栄養補助成分としてはより機能性に特化し、健康面に配慮された成分 (DHAやカテキン類など) を含む商品が出回り始め、求められていると考えていた。

(4) ノリのサプリメント的使用の可能性

C社の見解はノリを高濃度に抽出することで機能的な成分があればペットフードへの利用の可能性もあると思うが、臨床試験が必要かもしれないとの回答であった。また、D社はノリの中に健康維持などに効果の高い機能成分があり、それがペットに対して有効であれば可能性はあるかもしれない。しかし、消費者がそれを受け入れてくれるか否かは未知数である。なお、現在D社ではノリに関する消費者のニーズは高いものではなく、必須の原料とは考えていないとのことであった。

(5) キャットフードの嗜好性給餌試験 E社における嗜好性改善効果の給餌試験結果を表3に示した。嗜好性及び選択比とも良好な結果は得られなかった。

表3 キャットフードの嗜好性改善効果給餌試験結果

素材	総採食量 g/10頭×2日	平均 g/頭/日	嗜好性	選択数
A ニボシパウダー	497	24.9	1.00	6
B ノリ	252	12.6	0.51	3
合計	749	37.5		Even1

A: 基本飼料3.0%+魚パウダー0.5%

B: 基本飼料3.0%+ノリ0.5%

3. 水産用魚類餌料への利用

海藻粉末 (ジャイアントケルプ等) は養魚用餌料に使用されているが、それほど多くはない。用途は粘結剤の補助 (アルギン酸の補給) や栄養補助剤である。使用されているもののほとんどが輸入物 (ノルウェー) で、価格、グレードも様々で各社とも価格や成分内容により取捨選択して使用していると思われるとのことであった。

F社は年間20t程度使われていた。養魚餌料に使う原材料は水分10%以下の乾燥品でないと使用はできない。また、周年安定供給が必要である。配合餌料原料として使用を検討する場合の条件は、乾燥品としての価格、包装形態, 包装単位重量 (例: 20kg紙袋等), 成分内容 (特徴), 供給能力 (t/月等) が考えられると回答があった。

4. 釣り用集魚材への利用

釣り餌の集魚材の色彩は白色が好まれ、黒色系は好まれない。アオノリ添加の利用例はあるが植食性のヘラブナ用餌料として利用できるかはフィールドで試験をしてみないとわからない。ただし、集魚材の販売価格から考

えて原材料費はかなり安価でないと増量材としてさえ利用できないとの意見を得た。

5. 低品質ノリの有効利用に関する生産組合アンケート

アンケートは福岡県有明海沿岸漁業協同組合の26組合に送付し、20組合から回答を得た。アンケート結果を表4に示した。平均養殖面積は10コマ以下から30コマと様々で20～25コマ（1コマ：18×36m）が多かった。1漁期に発生する低品質ノリの排出量についての回答は20トンが半数を占めた。そこでこの値にノリ養殖業者数1,000名を乗じると、年間推定排出量は20,000トンとなる。また、別に各組合毎に組合員数と発生量を

表4 低品質ノリに関するアンケート結果

質問	回答数	割合
質問1 貴組合の組合員数はどのくらいですか？	10名	6 30%
	20名	4 20%
	30名	2 10%
	50名	4 20%
	100名	3 15%
	150名	0 0%
	200名	1 5%
	有効回答数	20 100%
質問2 貴組合の組合員の平均養殖面積はどのくらいですか？	10コマ以下	1 5%
	15コマ以下	1 5%
	20コマ以下	5 25%
	25コマ以下	11 55%
	30コマ以下	2 10%
	有効回答数	20 100%
質問3 貴組合において1漁業者が1漁期に発生する低品質ノリはどのくらいですか？原藻の含水重量として。	1トン	3 18%
	5トン	3 18%
	10トン	2 12%
	20トン	9 53%
	50トン	0 0%
	100トン	0 0%
	有効回答数	17 100%
	質問4 今後、低品質ノリの有効な利用方法（機能性食品、飼料、堆肥）が開発され、処理施設ができた場合、貴組合の組合員は、この施設に持ち込むと考えますか？	はい
いいえ		0 0%
無回答		3 15%
有効回答数		20 100%
質問5 低品質ノリの処理施設があり、処理費用が無料であった場合、貴組合の組合員は、最大どのくらいの量ならば処理施設に持ち込むと考えますか？（組合員1人あたり）	1トン	2 11%
	5トン	5 28%
	10トン	3 17%
	20トン	8 44%
	50トン	0 0%
	100トン	0 0%
	有効回答数	18 100%
質問6 低品質ノリの処理施設があり、処理費用が無料であった場合、貴組合の組合員は、港から最長どのくらいの距離にあればトラック等で処理施設に持ち込むと考えますか？	1km又は港内	7 37%
	5km又は10分	9 47%
	10km又は20分	3 16%
	20km又は30分	0 0%
	有効回答数	19 100%
質問7 低品質ノリの処理施設があり、処理費用が有料であった場合、貴組合の組合員は、1漁期に低品質ノリの処理費用を最大いくら支払い可能と考えますか？（組合員1人あたり）	5,000円	4 22%
	10,000円	12 67%
	50,000円	2 11%
	100,000円	0 0%
	有効回答数	18 100%
質問8 低品質ノリの管理や処分に関して、今後取り組む予定はありますか？	はい	4 25%
	いいえ	12 75%
	有効回答数	16 100%

乗じた値の総和は、約12,000トンとなることから、年間約12,000～20,000トンの低品質ノリが発生していると推定された。持ち込みに関する条件を勘案する必要があるが、漁業者の基本的な姿勢は低品質ノリを処理施設に持ち込むことに前向きな意見であった。持ち込み可能量について最も回答数が多かったのは、1漁期に20トン程度であった。この値は1漁業者の排出量にほぼ等しく、発生した低品質ノリのほとんどを持ち込むものと考えられる（ただし、処分料が無料であった場合と仮定）。持ち込み可能距離は、5キロまたはトラック等で10分の場所が多く希望されていた。処理施設の立地は、水揚げ港の周辺が希望されている。この方式であると小規模の施設を多数設置する必要がある。処理費としての支払い可能額について質問で最も多かった回答は、1漁期当たり一人当たり10,000円だった。ノリ養殖業者を約1,000人とし組織的な料金徴収が可能だと仮定すれば、1千万円の処理費が回収できるが、漁協単位であれば数百万円単位でしか徴収できない。加えて現在、漁協単位ではほとんど取り組む予定が無いことが明らかであった。よって施設を維持するには、水揚げ量の多い港湾をいくつか選定し、処理能力規模の比較的大きな施設を数カ所程度運営することが現実的である。

考 察

今回、低品質ノリの有効利用法として検討したアワビ配合餌料、ペットフード、水産用餌料及び釣り用集魚材のうち、アワビ配合餌料の原料としての利用が最も可能性が高いと考えられた。ノリのアワビ配合餌料への応用には、第1にノリ原材料価格、第2に乾燥（脱水）、第3に粉碎化の問題が考えられる。ノリ原藻からの利用では板海苔加工と同様に脱塩、乾燥の処理が必要となるため、未入札分で焼却処理されている板海苔の方が利用、加工、コスト面から適しているものと思われる。

コンブ類のタンパク質含量は8%程度であり、今回使用した未入札の低品質ノリでも約3倍程度の含有量があることから、動物性タンパク質等の添加がコンブ類に比べて少量でも良い利点が考えられる。コスト面での問題をクリアすれば低品質ノリでも主原料の代替品としての可能性が期待される。

成長面では当初1ヵ月の日間成長は良好であったが、いずれの試験区でも経日とともに日間成長が鈍化する傾向と餌料転換効率が低調であった。これは付着板にアワビの付着する空きスペースがほとんどなく、アワビが互いに重なり合って付着していたことから、高密度飼育により成長が阻害されたものと推察される。

アワビ類の殻表は褐藻及び緑藻の給餌では緑色(グリーンマーク)を呈することが知られており、⁵⁾ 放流種苗としての判別にも利用されている。ノリ添加配合餌料は市販品に比べより殻色が濃い茶褐色の着色効果が認められた。また、肉質部にも市販品に比べ肉眼視できる着色がみられており、ノリ添加による肉質の変化も示唆される。さらに、今回試験に用いた低品質ノリでは有用ビタミン類の含有量が高いため耐病性の向上も可能性がある。

低品質ノリの有効利用には民間企業等と連携した有効利用法の検討と製品化試験が必要である。利用にあたっては原材料の価格が極めて重要であり、既存の取引価格での利用は厳しい状況にあると思われる。ノリ原藻及び未入札海苔の回収、処理、加工、保存、利用制限の緩和など、漁業者や海苔流通に係る課題も多い。

低品質ノリの有効利用を図るには原材料が無償あるいはより安価に供給できるかが課題である。既存の未入札海苔(低品質ノリ)は焼却処理されており、焼却費用もかかっている。物質循環と資源のリサイクル面から未入札ノリの有効活用を図るための体制整備と更なる有効利用手法の開発が重要と思われる。また、海域に投棄されているノリも環境面、他種漁業への影響を考慮すると海域から陸上へと回収し、海域への負荷を軽減する必要がある。事業規模での有効利用には脱水、脱塩、乾燥、粉碎化、保存などの一連の大量処理が必要となるため、市町村が管轄するゴミ処理施設の熱源を利用したノリの処理加工施設の整備及び粉碎、低温保存施設などの整備が必要と思われる。

要 約

- 1) 既往知見の収集ではノリ添加の配合餌料投餌試験の事例はみあたらず、ノリ投餌が配合餌料に次いで生残及び成長が良かった事例が認められた。
- 2) ノリは現主原料に比べ粘結成分のアルギン酸が少ないためアワビ配合餌料へのノリの最大可能添加量は製品重量比で30%でノリ含有量が多くなるにつれて配合餌料は黒みが増していた。
- 3) 低品質ノリのタンパク質含量は26～27%で、日本食品標準成分表記載のアミノリ(ほしのり)に比べ13%程度低い値であった。その他脂質、灰分、リン、カリウム、マグネシウム、リボフラミン(ビタミンB1)、総アスコルビン酸(総ビタミンC)、ナイアシンが少ない傾向であった。
- 4) 成長及び肥満度では餌料種による差はみられず従来タイプと遜色がなかった。餌料転換効率も大きな差はみられなかった。日間成長からは餌料種毎の有意な差は認められなかった。生残はいずれの試験区でも良好であった。ノリ添加餌料区はいずれも殻表が天然色に近い着色効果と上足部の縞模様のコントラストが明確で、上足及び足部はノリ無添加餌料区に比べ褐色であった。
- 5) コンプ類のタンパク質含量は8%程度であり、今回使用した未入札の低品質ノリでも約3倍程度の含有量があることから、動物性タンパク質等の添加がコンプ類に比べて少量で良い利点が伺える。コスト面での問題をクリアすれば低品質ノリでも主原料の代替品としての可能性がある。
- 6) 低品質ノリ添加によるアワビ配合餌料の事業化のメリットは安価で供給可能となれば原料費コストの削減、良質の植物性タンパク質源の確保、成長促進効果(増重効果)、成貝の商品価値の向上、耐病性の向上の可能性がある。デメリットは、粉碎に時間を要すること、板海苔状態での保存には粉体での保存に比べ2倍の保存スペースを必要とすること、品質保存には冷蔵保存が必要であることが考えられた。
- 7) 板海苔の粉碎化には2種類の機械を使用して2段階で粉碎することが有効である。1日一人で1tの粉碎処理が可能で製品製造収率は98%であった。
- 8) ペットフードの原料品質はウェットフードへの配合は素材形状が良かった方が良く、ドライフードでは粒度は細かく水分含量が少ない方が良いと考えられている。原料のハンドリング(水分、嵩比重、流動性)、流通性、保存性等を考慮する必要がある。ミネラル分は一概に多ければ良いというわけではなく、マグネシウムが多いと猫が尿石症を患うデメリットとなる場合もある。
- 9) ペットフード業界での海藻利用の可能性についてはノリ利用のメーカーもあり、猫はノリを良く食べるとのことであるが、使用目的の明確化及びコスト面が課題である。
- 10) ペットフード用のサプリメント及び栄養補助成分としては健康面に配慮された「総合栄養食」製品が普及し始めている。サプリメント的利用の可能性は各社で意見が異なるが、ペットへの有効性を臨床試験し可能性を検討する必要がある。
- 11) キャットフードによる嗜好性改善効果試験ではニボシパウダーとノリを比較した場合、嗜好性及び選択比とも良好な結果は得られなかった。
- 12) 水産餌料として海藻粉末利用用途は粘結剤補助や栄養補助剤である。養魚餌料に使う場合は水分10%以下の乾燥品で周年安定供給可能な原料でないとい

用できない。

- 13) 釣り用集魚剤としては白色が良く、黒色系は難しい。
アオノリ添加の利用例があった。植食性魚類用の餌として利用できるかはフェルドテストによる判断が必要である。ただし、集魚材としての利用は原料費が安価でないと増量剤としても利用できない。
- 14) 福岡県有明海沿岸漁業協同組合の全20組合からのアンケート結果によると低品質ノリの排出量は、福岡県内で1年間に約12,000tから20,000tと推定された。処理施設が設置された場合、多くの養殖業者が持ち込む意志があるが、処理施設の距離及び処理料金に関する制約がある。処理施設があり処理料金が無料であれば1漁期に含水重量で1業者最大20トン程度処理施設へ持ち込む意志がある。処理施設は、水揚げ港から10km内に設置されることが望まれている。処理料金は、1業者1漁期10,000円以内に抑えることが望まれている。

文 献

- 1) 浮永久: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, 第42号, 19-29 (1981)
- 2) 有吉俊和, 野田進治:エゾアワビ稚貝の飼育方法-I 中間育成時における餌料について, 佐賀県栽培漁業センター研究報告, 57-60 (1987)
- 3) 浮永久, 煙山彰, 渡辺武:アワビ飼料におけるタンパク質の至適含量, 日水誌, 52(6), 1005-1012(1986)
- 4) 細谷憲政:最新食品標準成分表, 五訂版, 全国調理師養成施設協会, 2004
- 5) 酒井誠一:エゾアワビの生態学的研究-I. 食性に関する実験的研究, 日水誌, 28(8), 766-779(1962)

付表1 低品質ノリの一般成分分析結果

検体名 分析試験項目	A漁協A7	A漁協A6	B漁協A7	検出限界	分析方法
水分	8.8 g /100g	9.2 g /100g	9.4 g /100g	****	常温加熱乾燥法
たんぱく質 ^{*1}	24.9 g /100g	28.4 g /100g	24.8 g /100g	****	ケルダール法
脂質	3.4 g /100g	3.5 g /100g	3.5 g /100g	****	酸分解法
灰分	8.5 g /100g	8.6 g /100g	9.3 g /100g	****	直接灰化法
糖質 ^{*2}	10.2 g /100g	12.4 g /100g	11.6 g /100g	****	****
食物繊維	44.2 g /100g	37.9 g /100g	41.4 g /100g	****	酵素—重量法
エネルギー ^{*3}	174 kcal /100g	173 kcal /100g	171 kcal /100g	****	****
リン	396 mg /100g	425 mg /100g	435 mg /100g	****	パナトモリデン酸吸光度法
鉄	23.2 mg /100g	8.13 mg /100g	13.2 mg /100g	****	o-フェナントリン吸光度法
カルシウム	395 mg /100g	120 mg /100g	105 mg /100g	****	ICP発光分析法
ナトリウム	270 mg /100g	1.01 mg /100g	888 mg /100g	****	原子吸光度法
カリウム	2.80 mg /100g	2.26 mg /100g	2.94 mg /100g	****	原子吸光度法
マグネシウム	277 mg /100g	285 mg /100g	217 mg /100g	****	原子吸光度法
銅	496 μg /100g	565 μg /100g	431 μg /100g	****	原子吸光度法
亜鉛	2.17 mg /100g	3.09 mg /100g	2.06 mg /100g	****	原子吸光度法
ビタミンA(レチノール当量)	5,250 μg /100g	5,600 μg /100g	5,450 μg /100g	****	****
カロテン(β-カロテン当量)	31,500 μg /100g	33,600 μg /100g	32,700 μg /100g	****	****
α-カロテン	2,900 μg /100g	2,900 μg /100g	3,000 μg /100g	****	高速液体クロマトグラフィー
β-カロテン	30,000 μg /100g	32,100 μg /100g	31,200 μg /100g	****	高速液体クロマトグラフィー
チアミン(ビタミンB ₁) ^{*4}	0.69 mg /100g	0.77 mg /100g	0.75 mg /100g	****	高速液体クロマトグラフィー
リボフラビン(ビタミンB ₂)	1.37 mg /100g	1.56 mg /100g	1.39 mg /100g	****	高速液体クロマトグラフィー
総アスコルビン酸(総ビタミンC) ^{*5}	107 mg /100g	83 mg /100g	44 mg /100g	****	高速液体クロマトグラフィー
ビタミンD	2.2 μg /100g	1.8 μg /100g	2.0 μg /100g	****	高速液体クロマトグラフィー
ビタミンD(国際単位)	88 IU /100g	72 IU /100g	80 IU /100g	****	****
ビタミンE(α-トコフェロール当量) ^{*6}	5.0 mg /100g	4.8 mg /100g	5.1 mg /100g	****	****
α-トコフェロール	5.0 mg /100g	4.8 mg /100g	5.1 mg /100g	****	高速液体クロマトグラフィー
β-トコフェロール	検出せず /100g	検出せず /100g	検出せず /100g	0.1mg/100g	高速液体クロマトグラフィー
γ-トコフェロール	検出せず /100g	検出せず /100g	検出せず /100g	0.1mg/100g	高速液体クロマトグラフィー
δ-トコフェロール	検出せず /100g	検出せず /100g	検出せず /100g	0.1mg/100g	高速液体クロマトグラフィー
ナイアシン ^{*7}	7.93 mg /100g	9.49 mg /100g	6.97 mg /100g	****	微生物検定法

*1 窒素・たんぱく質換算係数:6.25

*2 栄養表示基準(平成15年厚生労働省告示第176号)による計算式:100-(水分+脂質+灰分+食物繊維)

*3 栄養表示基準(平成15年厚生労働省告示第176号)によるエネルギー換算係数

[たんぱく質4;脂質9;炭水化物(糖質+食物繊維),4]を用いて算出した値に0.5を乗じた。

*4 チアミン塩酸塩として

*5 ヒドラジンで誘導体化した後測定した。

*6 α-トコフェロール1mg、β-トコフェロール2.5mg、γ-トコフェロール10mg及びδ-トコフェロール100mgをα-トコフェロール当量1mgとした。

*7 使用菌株:Lactobacillus plantarum ATCC8014

付表2 低品質ノリのアミノ酸分析結果

検体名 分析試験項目	A漁協A7	検出限界	分析方法
アルギニン	1.37 g /100g	****	アミノ酸自動分析法
リジン	1.20 g /100g	****	アミノ酸自動分析法
ヒスチジン	0.37 g /100g	****	アミノ酸自動分析法
フェニルアラニン	0.92 g /100g	****	アミノ酸自動分析法
チロシン	0.71 g /100g	****	アミノ酸自動分析法
ロイシン	1.65 g /100g	****	アミノ酸自動分析法
イソロイシン	0.88 g /100g	****	アミノ酸自動分析法
メチオニン*	0.49 g /100g	****	アミノ酸自動分析法
バリン	1.47 g /100g	****	アミノ酸自動分析法
アラニン	2.25 g /100g	****	アミノ酸自動分析法
グリシン	1.58 g /100g	****	アミノ酸自動分析法
プロリン	1.13 g /100g	****	アミノ酸自動分析法
グルタミン酸	2.60 g /100g	****	アミノ酸自動分析法
セリン	1.09 g /100g	****	アミノ酸自動分析法
スレオニン	1.36 g /100g	****	アミノ酸自動分析法
アスパラギン酸	2.25 g /100g	****	アミノ酸自動分析法
トリプトファン	0.31 g /100g	****	高速液体クロマトグラフィー
シスチン	0.41 g /100g	****	アミノ酸自動分析法

* 過キ酸酸化処理後、塩酸加水分解した

付表3 アンケート調査票

FAX:0944-72-6161

該当する項目の□印にチェックを入れるか、その他の欄に意見をご記入ください。
また、以下の質問中の低品質ノリとは、出荷に値しない色落ちノリやたきノリを指します。

質問1	貴組合の組合員数はどのくらいですか？ <input type="checkbox"/> 10名 <input type="checkbox"/> 20名 <input type="checkbox"/> 30名 <input type="checkbox"/> 40名 <input type="checkbox"/> 50名 <input type="checkbox"/> 100名 <input type="checkbox"/> 150名 <input type="checkbox"/> 200名 <input type="checkbox"/> 300名 <input type="checkbox"/> 300名以上 (_____)
質問2	貴組合の組合員の平均養殖面積(コマ数)はどのくらいですか？ (_____)
質問3	貴組合において1漁業者が1漁期に発生する低品質ノリはどのくらいのですか？ 原藻の含水重量として。 <input type="checkbox"/> 1トン <input type="checkbox"/> 5トン <input type="checkbox"/> 10トン <input type="checkbox"/> 20トン <input type="checkbox"/> 50トン <input type="checkbox"/> 100トン <input type="checkbox"/> その他 (_____)
質問4	今後、低品質ノリの有効な利用方法(機能性食品、飼料、堆肥)が開発され、 処理施設ができた場合、貴組合の組合員は、この施設に持ち込むと考えますか？ <input type="checkbox"/> 条件次第で持ち込む(条件をお聞かせください) (_____) <input type="checkbox"/> 絶対持ち込まない(理由をお聞かせください) (_____)
質問5	低品質ノリの処理施設があり、処理費用が無料であった場合、 貴組合の組合員は、最大どのくらいの量ならば処理施設に持ち込むと考えますか？ (組合員1人あたり) <input type="checkbox"/> 1トン <input type="checkbox"/> 5トン <input type="checkbox"/> 10トン <input type="checkbox"/> 20トン <input type="checkbox"/> 50トン <input type="checkbox"/> 100トン <input type="checkbox"/> その他 (_____)
質問6	低品質ノリの処理施設があり、処理費用が無料であった場合、貴組合の組合員は、 港から最長どのくらいの距離にあればトラック等で処理施設に持ち込むと考えますか？ <input type="checkbox"/> 1キロ又は <input type="checkbox"/> 5キロ又は <input type="checkbox"/> 10キロ又は <input type="checkbox"/> 20キロ又は 港内 10分 20分 30分 <input type="checkbox"/> その他 (_____)
質問7	低品質ノリの処理施設があり、処理費用が有料であった場合、貴組合の組合員は、 1漁期に低品質ノリの処理費用を最大いくら支払い可能と考えますか？ (組合員1人あたり) <input type="checkbox"/> 5千円 <input type="checkbox"/> 1万円 <input type="checkbox"/> 5万円 <input type="checkbox"/> 10万円 <input type="checkbox"/> その他 (_____)
質問8	低品質ノリの管理や処分に関して、今後取り組む予定はありますか？ <input type="checkbox"/> はい(具体的にお答え頂ければ幸いです) (_____) <input type="checkbox"/> いいえ
低品質ノリの有効利用や適正処理に関するご意見がありましたら、お聞かせください <div style="border: 1px solid black; height: 30px; width: 100%;"></div>	

ご協力に深く感謝いたします。ありがとうございました。