

魚食性動物の人工餌料の開発とその経済的効果

Development of the perfect food for fish-eating animals and its economical affects

太田光明, 坂田亮一, 大木茂

麻布大学大学院獣医学研究科 動物応用科学専攻

Mitsuaki Ohta, Ryoichi Sakata, Shigeru Oki

Azabu University Graduate School of Veterinary Science Department of Animal Science and Technology

Abstract. Only a kind of defrosted fish has been given to the fish-eating animals like a dolphin at most aquariums in Japan due to the cost. In result, their health conditions are worsen and rather their life spans have been shorten, compared with their natural lives. To improve the unpleasant situation in Japan, we have developed the perfect food for them, using the materials that the human does not want to eat.

In this study we have found a sort of the fish introduced into Japan (*Lepomis macrochirus*) to be useful for the materials of artificial food, and some parts of fish like entrails also to be useful. The former is the fish that destroys the original environment of many lakes and ponds in Japan, and thus puts people to annoyance. The later is the materials that are thrown into the discard at all the fish markets. According to the analyses of nutrients in the materials, a freshwater fish have some disadvantage in the energy level, therefore should be mixed in other materials with the higher energy. In the future we should clarify the necessary energy levels per day for fish-eating animals kept in the aquariums and zoos, considering their ages and conditions. We also have to analyze the nutrients of the materials used for the artificial food.

The questionnaire have demonstrated 11 of 47 prefectures discard the uneatable materials such as the entrails and heads which should be useful for the artificial food of fish-eating animals.

Key words: Artificial food, Fish introduced into Japan, Unusable parts of fish, Nutrients, Rejasing

抄録 イルカを飼育するうえで用いる飼料は、栄養学的な面から、より多くの種類を使用することが望ましいが、水族館などのイルカ飼育施設では、コストや入荷の不安定性から単一餌種を与えている傾向がみられる。

本研究では、現在廃棄処分されている魚の非可食部の栄養成分を分析し、吉濱（2002年）の成績と比較することで、イルカ用人工餌料の原材料としての再利用について検討した。供試飼料には、北海道を除く日本各地の湖沼やため池において、その生態系を破壊していると言われる外来魚（ブルーギル：*Lepomis macrochirus*）と、東京都中央区築地にある中央卸売市場築地市場において廃棄処分されているマグロ、キスの頭、アナゴの内臓を用いた。その結果、エネルギー量についてブルーギルとキスの頭はそれぞれ比較的低い値であったため、これらを原材料として用いる場合は、エネルギー量の高い他の原材料と合わせる必要がある。よって原材料の栄養成分を明確にしたうえで、個体の年齢や状態等から一日に必要なエネルギー量を求められるように、各個体に応じた飼料について今後の研究が望まれる。

また、現在廃棄処分されている魚介類の非可食部について、その種類と廃棄方法を都道府県別に電話で調査した結果、47都道府県のうち11都道府県で廃棄物は有効利用されておらず、人工飼料として再利用する可能性があること示唆された。しかし廃棄処分されているものの多くは、傷みの激しいものや腐敗進行の速い内臓であったため、可食部との分別後、速やかに冷凍保存するなどの対応

が必要であり、地方自治体等との連携が不可欠である。

Key words: イルカ用人工餌料, 外来魚, 非可食部, 栄養成分, 再利用

緒 論

日本において初めて鯨類の飼育を行ったのは、1930年にバンドウイルカ (*Tursiops truncatus*) を飼育した静岡県の中之島水族館 (現伊豆三津シーパラダイス) であった。その後、捕鯨が盛んになるとともに鯨類の飼育も盛んになり、1970年には42の水族館に対して鯨類を飼育している施設は11 (対水族館率約26%) であったのが、1980年以降には水族館の半数が鯨類飼育施設を有するまでになり、1999年には水族館65館の約60%にあたる38館が鯨類の飼育施設を備えるようになった。この鯨類飼育施設の増加は、飼育鯨類の種類や頭数にも影響し、1970年からの約30年間に、新たに飼育が試みられた種類は4種類だけであったが、頭数については鯨類の飼育施設の増加とともに急増し、この30年間に300頭以上の増加がみられ、1990年の飼育鯨類の種類と頭数は13種445頭となっている。

このように現在まで、多くの鯨類の飼育が試みられてきたが、全ての種類を長期飼育できた訳ではなかった。鯨類保護から生まれたイルカの飼育に反するアンチ・デルフィナリウム運動が、1970年代から1980年代にかけてヨーロッパで起こったのをきっかけに、水族館でのイルカの飼育施設の基準作りが重要視されるようになったのである (鳥羽山照夫、2002年)¹⁾。

しかし飼料については、現在でもコストや入荷の不安定性から一括購入された単一の餌種を与える傾向が強く、栄養学的及び衛生学的な面が十分に考慮されている訳ではない。水族館で与えられている飼料のほとんどが冷凍魚で、経済的であることや保管が容易であること、寄生虫感染の心配が無いこと、流通が盛んで入手しやすいことなど長所も多いが、ビタミンCが破壊されるという短所もある。また、急速冷凍でも漁獲直後に処置されたものでないと鮮度不良で使用に至らず、鮮度が悪いと脂溶性のビタミン (ビタミンA, ビタミンD, ビタミンE) が消失し、栄養失調を起こしたり中毒を起こしたりする。

海獣類の栄養失調としては、低ナトリウム血症とビタミンB2及びビタミンE欠乏症が知られ、それらは特に切り身の餌を与えていると発症しやすいとされている。飼育された鯨類にとって塩分は餌からしか摂取できず、切り身の魚を長時間水に漬けておくと餌のなかの体液が流出してしまい、栄養成分の欠乏が起きてしまうのである。また、ビタミンCの欠乏により、バンドウイルカが口内炎を起こしたり、食欲不振になった例もあるという²⁾。

以上のように飼料は、生物を飼育している上で最も重要な要素の一つであり、飼育する側には調餌への十分な考慮が要求され、冷凍のサバ、アジ、ホッケ、イカなどを解凍する際、釣り針などの異物が混入していないか、餌の内臓が腐敗していないか、冷凍焼けしていないか等の検査を行う必要がある。そのため飼育施設には、保存用の冷凍完備、解凍用の水道設備、検査、調餌のための人件費など多大な経費が必要となっている。また、仕入れた飼料のすべてが使用出来るわけではなく、検査や調餌の際に廃棄となる飼料も少なくないのである。さらに、冷凍保存による水溶性ビタミンの欠乏を補うため、ビタミン類の添加が行われ、その手間暇とコストも大きな負担となっている。

飼育下の鯨類の餌は、消化が良く、生理的な障害を与える物質を含まないことが望ましく、自然界で採食している飼料を与えるのが理想的である。しかし、経済性や供給の安定性も考慮した場合、自然界と同様の飼料を与えることは困難である。

こうした現状を早急に改善するために、本研究では動物園や水族館で飼育されている主要な魚食性動物 (イルカ、アザラシ、アシカなど) の餌として、安価で、輸送及び保存の容易な、栄養的にバランスの良い人工餌料の早期開発を目的とする。

そこで、北海道を除く日本各地の湖沼やため池において、その生態系を破壊していると言われる外来魚 (ブルーギル: *Lepomis macrochirus*) と、東京都中央区築地にある中央卸売市場築地市場において廃棄処分されているマグロ、キスの頭、アナゴの内臓

について、それぞれ栄養成分を分析し、イルカ用人工餌料の原材料としての再利用を考えた。成分分析は、一般成分である水分、粗タンパク質、粗脂肪、粗灰分を測定し、その結果を『非可食部を用いたイルカ用人工餌料の開発と製造に関する研究～栄養成分とその調整について～』³⁾の成績と比較した。

また現在廃棄物として処分されている魚介類の非可食部について、その種類と廃棄の方法を都道府県別に電話で調査を行い、原材料としての利用が可能であるかどうか検討した。

供試飼料及び分析方法

1) 供試飼料

①ブルーギル (*Lepomis macrochirus*)

2002年5月27日に麻布大学に配送されてきたものを、翌日流水解凍した後、ミンチ状にした。その後直ちに通風乾燥させ風乾物とし、分析に使用した。

ブルーギルとは、スズキ目サンフィッシュ科の魚で、原産地は北アメリカ東部のミシシッピ川流域である。日本には1960年に移入されたのが最初で、現在では日本全国の沿岸の水生植物帯に分布している。雑食性で、水生昆虫やエビ類、水草などを食しているが、産卵期には魚卵や稚魚も食するため、在来種の生態系の破壊が脅かされ、各地で駆除が進められている。全国内水面漁協連合会（東京都港区）によると、平成13年5月時点で全国の565水域のうち56%でブルーギルが確認されており、延べ168水域で自治体や漁協が直接捕獲したり、釣り人から買い取るなどしている（読売新聞夕刊、2002年）⁴⁾

ここで外来種とは、今まで生息していなかった地域に、自然状態では通常起こり得ない手段によって移動し、そこに定着して自然繁殖するようになった種のことである。一般に新しい土地に移入された動物が定着する条件は、環境条件（特に気候条件）が原産地に似通っていること、天敵や競争相手が少ないこと、適当な食物や隠れ場所があること、そして動物自身の繁殖力や適応力が強いことなどがあげられる⁵⁾。

②マグロ身

ミナミマグロ (*Thunnus Haccoyii*),

メバチマグロ (*Thunnus Obesus*)

の混合：産地不明

2002年11月14日東京都中央区卸売市場築地市場において解体されたミナミマグロとメバチマグロの混合物をクーラーボックスに入れ、麻布大学に持ち帰った。その後直ちに通風乾燥させ、風乾物とし、粉碎した。

③キス頭

シロキス (*Silver Whiting*)：日本産

2002年11月14日東京都中央区卸売市場築地市場において、非可食部に分けられた頭部をクーラーボックスに入れ、麻布大学に持ち帰った。その後直ちにミンチ状にし、通風乾燥させ、風乾物とし、粉碎した。

④アナゴ内臓

マアナゴ (*Conger myriaster*)：日本産または韓国産

2002年11月14日東京都中央区卸売市場築地市場において、非可食部に分けられた内臓をクーラーボックスに入れ、麻布大学に持ち帰った。その後直ちにミンチ状にし、通風乾燥させ、風乾物とし、粉碎した。

2) 分析方法

試料の原物は新鮮試料のため、ミンチにした後に通風乾燥させ風乾物とし、粉碎後分析に使用した。乾燥は乾燥用バットにアルミホイルを敷き、そこへ飼料を取り、1規定（塩酸85ml：蒸留水915ml）の塩酸を噴霧後、通風乾燥器内でブルーギルは24時間、マグロ・キス・アナゴについては48時間乾燥させた。その後ミキサーを用いて粉碎し、密封できるプラスチックの容器に入れ、常温で保存した。

水分は常圧加熱乾燥法により原物、風乾物ともに測定した。試料はそれぞれ105℃・3時間通風乾燥させ、放冷後秤量する105℃～110℃乾燥恒量法を用いた。最初の重量（空恒量測定済み秤量缶＋試料）と乾燥後の重量との差をもって水分量とし、この量の供試に対する百分率を求め、これを水分含量とした。

計算式

$$\text{水分 (\%)} = \{(W1 + Sa) - W2\} / Sa \times 100$$

W1= 秤量缶の空恒量 (g)

W2= 乾燥後の秤量缶＋試料 (g)

Sa= 試料の採取量 (g)

粗タンパク質は、ケルダール (Kjeldahl) 法により全

窒素定量し、この値に窒素係数(6.25)を乗じて粗タンパク質重量を求めた。

計算式

$$\text{全窒素量 (\%)} = 2.802 \times F \times t \times 100 / Sa$$

F=1.0375

t= 滴定値 (m?)

Sa= 試料の採取量 (g)

粗タンパク質量 (%)

$$= \text{窒素含量 (\%)} \times 0.001 \times 6.25$$

粗脂肪はソックスレー (Soxhlet) 脂肪抽出装置を用い、エーテルで16時間抽出することにより測定した。あらかじめ脂肪定量ビンは、105℃・3時間通風乾燥し、放冷後恒量を求めた。試料を入れた円筒ろ紙は乾燥させ、ソックスレー脂肪抽出装置に入れた。抽出後は、脂肪ビン中のエーテルを蒸発させ、これを105℃・3時間通風乾燥し、放冷後秤量した。抽出前後の定量ビンの重量の差を粗脂肪とし、供試料に対する百分率を求め、これを粗脂肪含量とした。

計算式

$$\text{粗脂肪 (\%)} = (T1 - T0) / Sa \times 100$$

T0= 脂肪定量ビンの空恒量 (g)

T1= 抽出・乾燥後の脂肪定量ビン重量 (g)

Sa= 試料の採取量 (g)

粗灰分は、電気炉を用いて灼熱灰化し、灰の重量を測定する事により求める直接灰化法により測定した。あらかじめ坩堝を500℃・2時間灼熱し、坩堝の恒量を求める。恒量済みの坩堝に試料を入れ、500℃・2時間灰化し、放冷後重量を測定した。灰化前後の坩堝の重量の差を粗灰分とし、供試量に対する百分率を求め、これを粗灰分含量とした。

計算式

$$\text{粗灰分 (\%)} = (A1 - A0) / Sa \times 100$$

A0= 坩堝の空恒量 (g)

A1= 灰化後の坩堝重量 (g)

(=すなわち灰化後の坩堝+灰の重量)

Sa= 試料の採取量 (g)

熱量(利用エネルギー含有量)については、FAO(国際連合食糧農業機構)の国際食品成分表で使用しているカロリー換算係数(FAO, 1947年)を用いて計算した。日本食品標準成分表で使用しているATWATER・BRYANTの数値は、食事に含まれる栄養素の平均利用エネルギーであり、個々の食品栄養

素の利用エネルギーではない。したがって、ATWATER・BRYANTの数値を用いた場合、各成分の消化率および燃焼熱を同一とみなした値であり、消化率は食品によって異なるため、厳密な数値ではない。FAOのカロリー換算係数は、食品類別に燃焼熱及び消化率を考慮した係数であるため、ATWATER・BRYANTの数値に比べ、より正確に求められることから使用した。(FAO, 1947)⁶⁾

3) 都道府県別廃棄物とその処理方法の調査方法

各都道府県庁に電話で調査を行い、結果を一覧表にした。外来魚の駆除を行っている県については、海に隣接していない県及び、湖のある県について調査を行った。

結 果

1) 一般成分

本分析において求めた一般成分は、水分(MO)、粗タンパク質(CP)、粗脂肪(CF)、粗灰分(CA)およびエネルギー(kcal)である。タンパク質は、飼料中の全窒素を定量し、係数を乗じて求めたもので、これにより飼料中に含まれる窒素を含む非タンパク質態窒素化合物を定量してしまうため粗タンパク質とした。脂肪、灰分においても同様に、脂肪はエーテルに溶解するとともに、色素類、有機酸も同時に溶出されるため、また、灰分は有機化合物が燃え尽くさないで存在する炭素や、炭素の酸化によって生じた金属元素と結びついてできた炭塩素を含むことがあることから、それぞれ粗脂肪、粗灰分とした。一般成分は、ブルーギル、マグロ、キスの頭、アナゴの内臓についてそれぞれ分析を行い、その結果を表1に、吉濱の成績(2002年)を表2に示した。

表1、表2の結果から、ブルーギルは水分含量が78.6%と高く、粗脂肪が1.5%と低い数値であることが分かった。粗灰分においては、他の試料と比べ5.1%とやや多いことが分かった。エネルギーは76.7 kcalと低い値であった。

マグロは、水分含量は70.0%とやや少なかった(表1)が、表2のデータと比較すると、極端に低いという結果ではなかった。しかし粗タンパク質の数値は他の試料に比べ、24.4%と高い数値を示した。粗灰分は骨がすべて取り除かれていたにもかかわらず

表1 一般成分分析結果

サンプル	水分	粗タンパク質	粗脂肪	粗灰分	エネルギー*5
	(g/100g)				(kcal/100g)
ブルーギル	78.6	14.8±0.7 (N=4)	1.5±0.5 (N=5)	5.1±0.6 (N=5)	76.7
マグロ身	70	24.4±0.9 (N=5)	4.9±0.2 (N=4)	3.0±2.2 (N=5)	148.4
キス頭	77.2	12.8±1.7 (N=5)	2.7±0.1 (N=4)	7.1±2.0 (N=4)	79
アナゴ内臓	79.4	12.6±0.9 (N=4)	5.6±0.4 (N=4)	1.9±0.8 (N=5)	104.3

各サンプルの栄養成分を分析した平均値±標準偏差。

赤字：それぞれの項目における最大値

青字：それぞれの項目における最小値

表2 一般成分分析結果（吉濱，2002年）

サンプル	水分	粗タンパク質	粗脂肪	粗灰分	エネルギー
	*1	*2	*3	*4	*5
	(g/100g)				(kcal/100g)
マグロ尾部	72	25.7	1.6	1.2	124.2
マグロ血合い肉	72.1	22.7	3.3	1.7	126.7
マグロソーセージ (ケーシング無し)	66.7	26.8	4.3	3.9	153.2
マグロソーセージ (ケーシング有り)	69.7	24.4	2.8	3.6	129.4
サバミンチ (廃棄無し)	75.2	17	4.8	3.1	115.9
あらとサバのミンチ	66	18	10.1	6	168

各サンプルの栄養成分を分析した平均値

*1：n=2~4の平均 *2：n=3~4の平均 *3：n=3の平均

*4：n=2~3の平均 *5：FAO（1947）のカロリー換算係数を使用

ず、3.0%と表2の他のマグロの部位（尾部、血合い肉）と比べ、高い数値を示した。

キスの頭について、水分含量が77.2%、粗灰分が7.1%と比較的高い数値を示していた。また、粗タンパク質、粗脂肪ともに比較的低い数値のため、エネルギーも79.0kcalと低い結果となった。

アナゴの内臓は、水分含量が79.4%と、最も高い数値であった。一方で、粗タンパク質は12.6%であり最も低い数値であった。しかし、粗脂肪が5.6%と比較的高い数値のため、エネルギーも比較的高い104.3kcalであった。

2) 都道府県別廃棄方法

各都道府県における水産物廃棄方法とその詳細を表3に示し、廃棄方法別に項目を分け、以下に示した。

①リサイクル（魚粉・肥料など）と、産業廃棄物または一般ごみとして処分している県

北海道、岩手県、宮城県、福島県、茨城県、長野

県、石川県、千葉県、神奈川県、静岡県、滋賀県、三重県、和歌山県、広島県、高知県、大分県、熊本県、佐賀県、長崎県、鹿児島県、沖縄県（全21都道府県）

②産業廃棄物または一般ごみとして処分している県

秋田県、群馬県、埼玉県、東京都、山梨県、新潟県、富山県、岐阜県、京都府、鳥根県、福岡県（全11都道府県）

③廃棄量が少量

青森県、福井県、栃木県、大阪府、奈良県、岡山県、山口県、香川県、徳島県（全9都道府県）

④不明

山形県、愛知県、兵庫県、鳥取県、愛媛県、宮崎県（全6都道府県）

以上47都道府県

上記の内、外来魚の駆除を行っている県は、茨城県、栃木県、群馬県、埼玉県、長野県、岐阜県、山梨県、滋賀県の全8県であった。その内、茨城県霞

ヶ浦北浦における外来魚推定現存量の推移を表4に示し、年間駆除量および計画を表5に示した。(内水面水産試験場出典)

考察

一般成分

はじめに、本研究で用いた供試飼料は、そのほとんどが廃棄処分されているものであるため、現在イルカの飼育施設において一般的に飼料とされているサバ、アジ、ホッケ、イカ等と比較して、コスト削減は見込まれると推測した。

水分含量は、アナゴの内臓が79.4%と最も高く、次いでブルーギル78.6%、キスの頭77.2%と、表2の結果と比較しても高い数値を示していることが分かった。このことから原材料は、マグロ、サバ、あらとサバのそれぞれを用いた場合より、アナゴの内臓、ブルーギル、キスの頭を用いた場合の方が水分含量の高い飼料を供給できると考えられた。摂餌による水分給与量の不足は、動物の脱水症状を引き起こす要因の一つとなっており、水分含量の多い飼料を与えることは重要であると考えられる。水分と電解質は食物と水の摂取を通して動物の体内に入り、尿や糞として排出されるが、水分においては皮膚呼吸と肺呼吸によっても失われる。従って一定の体内環境の維持には、動物の体内に入ってくるものと出て行くものを等しくすることが必要である⁷⁾。

粗タンパク質、粗脂肪、エネルギーにおいてマグロ身は、それぞれ $24.4 \pm 0.9\%$ 、 $4.9 \pm 0.2\%$ 、 $148.4 \text{ kcal}/100\text{g}$ と高い数値であったことから、他の原材料と比較して栄養価が高いことが分かった。しかしマグロ身を飼料とする場合、骨と身を分ける作業が必要になるため、他の原材料に比べ手間がかかるという問題点もある。

粗灰分は、特にキスの頭において $7.1 \pm 2.0\%$ と著しく高く、次いでブルーギル $5.1 \pm 0.6\%$ という数値であった。キスの頭は、粗タンパク質 $12.8 \pm 1.7\%$ 、粗脂肪 $2.7 \pm 0.1\%$ ともに低く、エネルギーも $79.0 \text{ kcal}/100\text{g}$ と、ブルーギル $76.7 \text{ kcal}/100\text{g}$ に次いで低い数値であった。キスの頭と同様に、ブルーギルは、粗タンパク質 $14.8 \pm 0.7\%$ 、粗脂肪 $1.5 \pm 0.6\%$ とともに低い値を示した。ブルーギルの粗灰分は、用いた試料が全長約15~20cmと小型で肉薄のものが多

かったため、骨の割合が高いことから得られた結果と思われた。以上のことから、ブルーギルとキスの頭を単一で飼料に用いることは難しく、これらを原材料として用いるときは、他の高エネルギー原材料やアミノ酸などの栄養剤を添加する必要がある。

アナゴの内臓は、粗脂肪が $5.6 \pm 0.4\%$ と最も高く、表2と比較してもあらとサバのミンチ $10.1 \text{ kcal}/100\text{g}$ に次いで高い数値であり、エネルギー $104.3 \text{ kcal}/100\text{g}$ であったことから、ブルーギルやキスの頭と比較し、栄養価が高いことが言える。しかし腐敗進行の速い内臓を原材料として再利用するためには、衛生的に十分な配慮が必要となり、鮮度をいかに保つかという大きな課題も残されている。

大西洋バンドウイルカの食物消費、体調、体重を記録した研究によると成獣のオスや妊娠していないメス、授乳していないメスの食餌消費の一日要求エネルギーの平均は、約 $176 \times 105 \text{ kJ}$ であったことから⁸⁾、 $1\text{J} \div 0.24 \text{ cal}$ 、一年を365日として一日の必要エネルギーを算出すると、 $11572.6 \text{ Kcal}/\text{日}$ であった。この数値をもとにバンドウイルカの一日に必要なエネルギー量を算出すると、マグロを飼料として用いた場合は約 $7.8 \text{ kg}/\text{日}$ 必要になり、マグロに比べエネルギー量の低いブルーギルやキスの頭を飼料に用いる場合は、一日の給餌量を多くしなければならなくなる。餌量は、動物種、年齢、動物の状態(妊娠または授乳中など)、環境(水温や気温)、運動量、餌の種類により異なる。しかし単に量を多くするのは、バンドウイルカの餌に対する欲求が低くなり、トレーニングやショーに支障をきたす可能性があるため、他の高エネルギー原材料やアミノ酸などの栄養剤を添加する必要がある。また魚類は、季節により栄養成分が変化するため、原材料を捕獲した季節と対象動物に与える季節を同じにすることが望ましい。

以上のように原材料の栄養成分を明確にしたうえで、各個体に応じた飼料について今後の研究が望まれる。

都道府県別廃棄物とその処理方法

結果①に該当する都道府県において、魚介類の廃棄物の多くが魚粉や堆肥としてリサイクルされており、一部が産業廃棄物または一般ごみとして処分さ

れていた。リサイクルを行う場合のほとんどが、お金を支払って業者に回収を依頼しており、特に東北地方や九州地方にその傾向が多くみられた。一部例外として、北海道において廃棄処分されている羊腸は、飼料を充填するケーシングの代用として再利用できるのではないかと考えたが、国内で牛海綿状脳症が確認されてから、すべて焼却処分されているということだった。

結果②に該当する都道府県は、廃棄物について有効利用されておらず、魚食性動物の飼料として再利用する可能性があると考えられる。特に、秋田県のホッケやアジの開きを作る際の内臓、新潟県のスルメイカの腸や内臓、富山県の河川に上がってくるサケ(10月から12月限定。傷みの激しいもの)、東京

都築地市場において処分されているマグロ、キスの頭、アナゴの内臓、京都府の魚を干物にする際に出る内臓や鰓などは、魚食性動物の飼料の原材料として検討できる。しかし廃棄処分されているものの多くが、傷みの激しいものや腐敗進行の速い内臓であったため、可食部との分別後、速やかに冷凍保存するなどの対応が必要であり、地方自治体等との連携が不可欠である。

③、④に該当する都道府県は、それぞれ「廃棄量が少量」、「不明」という返事であったため、再利用の可能性は少ないと考えた。

外来魚について、本研究で調査した8都道府県で行われている駆除後の処理は、主に焼却、埋没処分であった(表3)。茨城県霞ヶ浦北浦における平成14

表3 都道府県別廃棄物とその処理方法

調査期間：2002年12月中旬～2003年1月末

1	北海道	廃棄：羊腸 国産の羊腸は、平成13年11月より全て焼却処分となり、食用には一切使用する事が禁止されている。以前は、ケーシングや羊腸料理にも使用されていたが、国内で牛海綿状脳症(BSE)が確認されてからは、国産の羊の脳、目玉、腸などは、食肉業界で自主的に使用禁止になっている。水産物だけで、90%が肥料に、1.2%が埋め立て処分、0.7%が焼却処分している。
2	青森	少量
3	秋田	廃棄：ホッケ・アジの開きの際に出る内臓
4	岩手	リサイクル(魚粉)
5	山形	不明
6	宮城	リサイクル(魚粉)
7	福島	リサイクル(魚粉) 水産加工(干し物・ひらき・ねり製品)の際に出る魚のあら。
8	茨城	霞ヶ浦北浦において県・市町村で外来魚の駆除を行っている。(表5) 平成14年度駆除数は、ブルーギル：115.5トン(県、市町村) アメリカナマズ：20トン 県の平成15年度計画では、ブルーギルを83トン、アメリカナマズを20トン駆除予定。 駆除後は、魚粉または埋没にて処分。
9	栃木	少量(外来魚の駆除も少し行っている。)
10	群馬	コクチバスの駆除を行っている。4993匹/年(平成14年度) 5月23日から11月15日の間に143回行い、3993匹駆除(県) その他約1000匹は釣り人から回収。近くの土地に埋没している。
11	埼玉	外来魚の駆除を、県と保健所で行っている。 県：5日/年(6,7,9月実地) 量：多いときでブルーギル30~40匹。 コクチバス400匹以上を駆除。 多量の場合：産業廃棄物として処理 少量の場合：肥料として処理 保健所：約20日/年(平成14年度)
12	長野	ブルーギル 4000尾/年(平成13年度) オオクチバス 10万匹/年(平成13年度) 諏訪湖でのものは工場で堆肥化されている。
13	岐阜	養殖の際死んだ魚は、病気(ウイルス性)の可能性があるため焼却・埋没している。 河川のものには大量にない。(量は不明)
14	山梨	コクチバスを駆除しているが、すべて研究用としている。 あまり大量に駆除を行っていない。
15	新潟	廃棄：スルメイカの腸・内臓 両津市においては、市の施設で焼却処理している。 近海のスルメイカの廃棄部位は焼却する際、高温にならないため、市で焼却処理しているが、アルゼンチン産のそれは高温になるため、八戸にあるクリーンセンターにおいて処理されている。
16	富山	産卵のために川に上がった鮭を、毎年10月から12月の間に毎日回収している。 傷みの少ないものは食用とし、傷みの激しいものは捨てられている。 7~8万匹/年のうち、廃棄は2~3万匹/年ある。
17	石川	リサイクル
18	東京	廃棄：マグロ・キス頭・アナゴ内臓
19	千葉	315の事業所を対象とした平成6年度アンケート結果 ・飼料として処分：238事業所(データの約8割) ・産業廃棄物として処分：3事業所 一般ごみとして処分：63事業所 ・自家用で処分：11事業所

20	神奈川県	水産食品製造業における魚腸骨の処理方法（平成5年度アンケート実施） ・魚腸骨のみ単独で専門の回収業者で処理：74.2% ・他の動植物残渣と併せて処理業者で処理：1.0% ・市町村の一般ごみとして処理：1.0% ・その他：1.0% ・非該当：22.7%
21	静岡県	加工業者：大手加工業者は、独自の残渣処理施設を設け、飼肥料等を生産している。その他中小加工業者は、飼肥料業者が回収し飼肥料等を生産している。 魚市場・鮮魚小売商：飼肥料業者が回収し、飼肥料としてリサイクルしている。（平成13年度静岡県調査） 県内水産残渣量及びリサイクル率（平成11年度実績）：281千トン（推量） 内訳：57千トン（加工センター等）、122千トン（飼肥料業者が処理したもの）102千トン（その他家庭残骸量） 県人口：3770千人 水産物の一人当たりの年間需要量：57.7kg 魚の47%は残骸となる。☆一般市民の水産残渣量（推定）：102,239トン
22	愛知県	不明
23	福井県	少量
24	滋賀県	ブルーギル・ブラックバスを業者が駆除し、豚の飼料としている。
25	三重県	リサイクル（魚粉） 牡蠣の殻
26	大阪府	少量
27	京都府	廃棄：干物用の魚の内臓・鰓
28	奈良県	少量
29	和歌山県	リサイクル（魚粉）
30	島根県	業者により処分
31	兵庫県	不明
32	岡山県	少量
33	鳥取県	不明
34	広島県	リサイクル（魚粉）
35	山口県	少量
36	香川県	少量
37	徳島県	少量
38	愛媛県	不明
39	高知県	リサイクル（肥料・飼料）
40	福岡県	県の魚腸骨処理場で処理しているが、その後どう利用されているかは不明。
41	宮崎県	不明
42	大分県	今はお金を出して肥料にしている。以前は市に処理装置を設置して処理していた。
43	佐賀県	産業廃棄物として焼却、または肥料などにしている。
44	熊本県	鹿児島県の業者で肥料にしているが、少量。
45	長崎県	練り製品からのアラはスープに、その他の水産加工時に出る残渣は肥料にしている。
46	鹿児島県	リサイクル（肥料、魚粉、飼料） かつお節にする際に出る内臓や鰓などの残渣は、ソリュブルとし、肥料等として利用している。かつおの煮汁は天然調味料として利用。
47	沖縄県	焼却処分のもと肥料にしているものがあるが、量は不明。

色	方法
都道府県数	
21	リサイクル（魚粉・肥料など）と、産業廃棄物または一般ごみとして処分している県
11	産業廃棄物または一般ごみとして処分している県
9	少量
5	不明

8	上記の内、外来魚の駆除を行っている県
---	--------------------

年度ブルーギル駆除量（表5）は、115.5トン（県、市町村で駆除を実施）であり、飼料として利用する際に十分な量を得られると考えられた。またブルーギルのみでなく、茨城県ではアメリカナマズが、長野県、滋賀県ではオオクチバスが、群馬県、埼玉県、

山梨県（現在はすべて研究用）ではコクチバスが、毎年駆除されている。平成12年度以前の茨城県霞ヶ浦北浦における外来魚の推移をみると、オオクチバス、ペヘレイにおいては減少、ブルーギル、アメリカナマズにおいては上昇の傾向があった（表4、図1

表4 茨城県霞ヶ浦北浦における外来魚推定現存量の推移

(単位：t)

魚類	水域	H.5	H.6	H.7	H.8	H.9	H.10	H.11	H.12
ブラックバス (オオクチバス)	霞ヶ浦	90	200	30	50	20	60	70	80
	北浦	180	100	180	170	120	100	30	15
	合計	270	300	210	220	140	160	100	95
ブルーギル	霞ヶ浦	300	600	890	720	470	380	620	540
	北浦	80	310	340	480	400	530	560	740
	合計	380	910	1,230	1,200	870	910	1,180	1,280
ペヘレイ	霞ヶ浦	—	143	0	4	25	501	571	159
アメリカナマズ	霞ヶ浦	—	—	—	—	—	40	60	650

出典：内水面水産試験場

表5 茨城県霞ヶ浦北浦における外来魚の駆除量および計画

(単位：t)

事業名	事業全体	対象魚類	H.8	H.9	H.10	H.11	H.12	H.13	H.14	H.15
有害動植物除去事業	県	ブルーギル	37.6	39.2	51.2	51.2	68.6	68.0	83.0	83.0
		アメリカナマズ	—	—	—	—	—	—	20.0	20.0
沿岸漁業活性化構造改善事業	県	ブルーギル	—	84.0	84.0	84.0	—	—	—	—
ブルーギル除去事業	市町村	ブルーギル	—	33.5	33.5	33.5	32.5	32.5	32.5	未定
合計			37.6	156.7	168.7	168.7	101.1	100.5	135.5	103.0

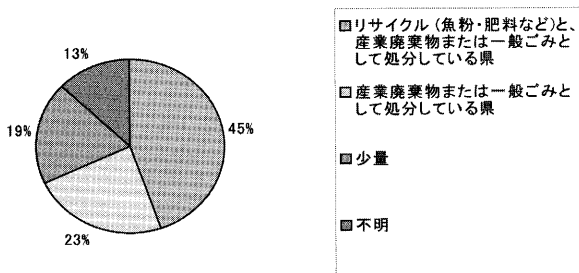


図1 廃棄方法別の割合

リサイクルしている地域45%、廃棄物として処分されている地域23%と、再利用の可能性がある魚の非可食部が、多くの地域にあることが分かる。

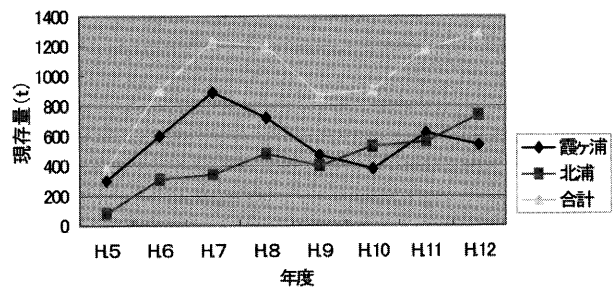


図3 茨城県霞ヶ浦北浦におけるブルーギルの推定現存量の推移平成7年度をピークに一度減少し、平成10年度から再び上昇しているのが分かる。

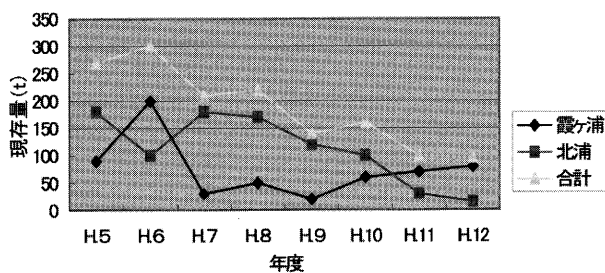


図2 茨城県霞ヶ浦北浦におけるオオクチバスの推定現存量の推移減少傾向を示していることが分かる。

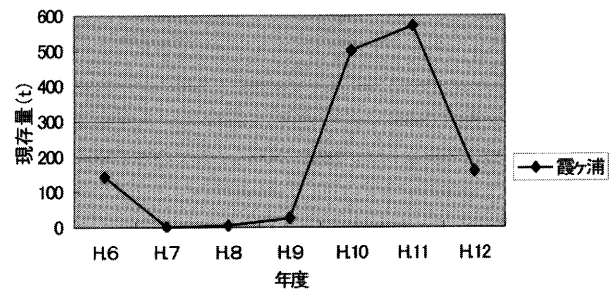


図4 茨城県霞ヶ浦におけるペヘレイの推定現存量の推移平成9年度から急激に上昇し、平成11年度をピークに減少しているのが分かる。

～図4)。従って、ここ数年で以前には存在しなかった外来魚が湖沼やため池に棲みつくようになり、在来魚を食すことで本来の生態系を破壊し、人間に駆除されるというサイクルができた。しかしそれらは水産資源の枯渇に繋がるのではないかと考えた。そこで駆除後の残骸をイルカ用人工餌料の原材料とし

て再利用することによって、結果として地球資源の保存につながるのではないかと示唆する。

結論

本研究を行い、イルカ用人工餌料の原材料として、

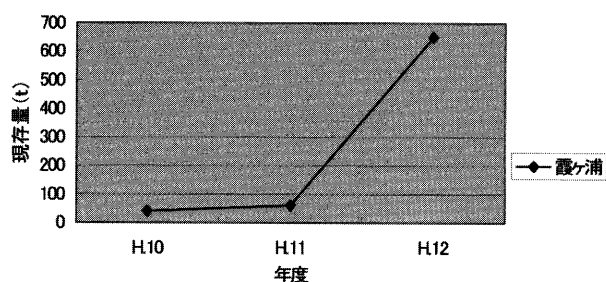


図5 茨城県霞ヶ浦におけるアメリカナマズの推定現存量の推移平成11年度に急激な上昇がみられる。

廃棄処分されている魚の非可食部を用いることは、イルカ飼育施設におけるコスト削減が見込まれるだけでなく、地球上にある水産資源の有効活用と保存にもつながるのではないかと考察した。しかし廃棄処分されているものの多くが、傷みの激しいものや腐敗進行の速い内臓であったため、可食部との分別後、速やかに冷凍保存するなどの対応が必要であり、地方自治体等との連携が不可欠である。また本実験で用いた供試飼料には、栄養成分に偏りがあったため、一つの原材料を用いて人工餌料を作成することは好ましくないと考えた。したがって原材料の栄養成分を明確にしたうえで、個体の年齢や状態等から一日に必要なエネルギー量を求められるように、各個体に応じた飼料について今後も検討していく必要がある。

参考文献

- 1) 鳥羽山照夫. 鯨類飼育の歴史と今後の展望. 動物園水族館雑誌. Vol.43. No.2. 2002年
- 2) 新・飼育ハンドブック 水族館編1 繁殖・餌料・病気. 社団法人日本動物園水族館協会. 1999年
- 3) 吉濱一美. 非可食部を用いたイルカ用人工飼料の開発と製造に関する研究～栄養成分とその調整について～. 卒業論文. 2002年
- 4) 読売新聞. 2002年11月9日夕刊
- 5) 外来種
<http://www.denen.maff.go.jp/InterServ/MULTIMEDIA/html/contents/ikimono/yougo/gairaik.html>
- 6) 芦田淳. 栄養化学概論. 第2次改訂. 養賢堂. 1973年
- 7) W. F. Perrin, B. Würsig, J. G. M. Thewissen. Encyclopedia of MARINE MAMMALS. 837-842. ACADEMIC PRESS. 2002年
- 8) R. A. Kastelein, N. Vaughan, S. Walton, P. R. Wiepkema. Food intake and body measurements of Atlantic bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) in captivity. Marine Environmental Research. 53. 199-218. 2002年
- 9) 鴻巣章二監修 阿部宏貴・福家眞也編. シリーズ《食品の化学》魚の科学. 朝倉書店. 1973年
- 10) 吉中礼二. 魚・貝・海藻の栄養機能. 恒星社厚生閣. 1993年
- 11) E. J. シュライパー (細川宏・神谷敏郎訳) 鯨 第2版. 東京大学出版会. 1984年
- 12) 村山司・笠松不二男. ここまでわかったイルカとクジラ. 講談社. 1996年
- 13) 水口博也. クジラ・イルカ大百科. TBSブリタニカ. 1996年