

イカ内臓の処理・利用技術の開発(第4報)

- イカ内臓の飼料原料化プロセスの開発 -

若杉 郷臣, 富田 恵一, 高橋 徹, 鎌田 樹志,
松嶋 景一郎, 作田 庸一, 長野 伸泰, 蓑嶋 裕典

Development of Processing and Utilizing Technology of Squid Viscera (Part)

- Development of Process of Producing Raw Material of Formula Feed using Squid Viscera -

Motoomi WAKASUGI, Keiichi TOMITA, Touru TAKAHASHI
Tatsuyuki KAMADA, Keiichiro MATSUSHIMA, Youichi SAKUTA
Nobuhiro NAGANO, Hironori MINOSHIMA

抄 録

水産系廃棄物として排出されるイカ内臓には有害重金属や多量の脂肪分が含まれており、そのままでは飼肥料としての有効利用が困難である。本報告では前報¹⁾にて報告した低い製品歩留まりを向上させるため、重金属除去処理工程のプロセス改善を行い、水溶成分も回収可能なシステムを構築した。また、乾燥処理工程にディスクドライヤーを用いることにより飼料の消化率を大幅に改善した。これらの処理システムを用いて約0.8tのイカ内臓を処理し、70%以上の油脂分を除去できた。また、重金属除去処理を行い、カドミウム含有量規制値²⁾の2.5 mg/kgに適合する飼料原料を製造することができた。

キーワード：イカ内臓，飼料，重金属，脱脂，電解

Abstract

It is difficult to produce effectively feed or fertilizer from the squid viscera thrown away as marine waste, because that were contained harmful heavy metal and large quantities of oil. In this investigation, the heavy metals removal process was improved to get the high yield rate from reported system by the previous paper¹⁾, and the system that the solid and soluble material could be recovered was built. And it could obtain the high digestion rate by using the disc dryer. About 0.8 ton of squid viscera was processed by using this system. About 70 % of the oil could be separated by the removal oil process. The cadmium contents of squid viscera were lower enough than 2.5 mg/kg of the cadmium regulation value²⁾, by the heavy metal removal process. We developed the recycling system of the useful material from squid viscera.

KEY-WORDS : squid viscera, feed, heavy metals, oil separation, electrolysis

1. はじめに

北海道では全国第2位の漁獲量を占める豊富なイカを活用した加工業が盛んである。平成15年には塩辛1万7,576 t、スルメ生産8,308 t、イカくん製4,585 tの道内生産量を誇り^{3,4)}、特にイカ加工場が集積している道南地域が生産の大半を占めている。しかし、イカ加工に伴い年間1~2万t程度のイカ内臓を主とした加工残さが同地域から排出されている。

これまで、排出されるイカ内臓については函館に事業所がある飼料製造企業が一手に処理を行ってきたが、平成15年に今後5年以内の事業撤退を表明したことから、それに代わるイカ内臓処理対策技術の検討が行われている。イカ内臓はたんぱく質が豊富で、特有のにおい成分を含有し、魚の摂餌促進効果が高いことから養魚用飼料への活用が期待されるが、一方で多量の油脂分とカドミウム等の有害重金属が含まれており、飼料として活用するためにはこれらを除去する必要がある。

筆者らはこれまでイカ内臓の脱脂処理及び重金属除去処理の検討を行ってきた。前報¹⁾では連続式加熱攪拌装置と三相分離型遠心分離機を組み合わせた脱脂工程と、酸浸出 - 水洗 - 浸出液電解法による重金属除去工程を中心とした飼料原料化システムを構築した。そしてそのシステムにより約1.2tのイカ内臓を処理し、養魚用飼料原料を試作した。しかし、重金属除去工程において、水洗処理水へ多くのタンパク質成分が溶出して製品歩留まりが大幅に減少することが判明した。また、乾燥工程においても、高温で長時間乾燥処理した飼料は消化率が25.4%⁵⁾に低下し、魚の成長に悪影響を及ぼすことが判明した。

これらの結果に基づき、本報では重金属除去工程と乾燥工程の改善を図り、改良システムにより飼育試験用の養魚用飼料原料を試作し、本プロセスの実用性について検討した。

2. 実験方法

2.1 原料

実験に用いたイカ内臓は函館地区の水産加工場から平成16年5月下旬および6月上旬にそれぞれ400kgずつ提供を受けたものである。なお、前報で処理した試料はすべて内臓のみであったが、5月下旬の原料は内臓部分に軟骨や腕(通称ゲソ)の一部が付着したものであった。

2.2 試薬

養魚用飼料原料の試作試験における重金属除去処理工程では、工業用硫酸および工業用消石灰を使用した。

分析用試薬では硝酸は関東化学(株)製電子工業用、過塩素酸、硫酸は関東化学(株)原子吸光分析用、ジエチルエーテルは関東化学(株)特級を使用した。また、オルガノ(株)超純水製造装置

PURIC-Sで精製した超純水を使用した。

2.3 イカ内臓の分析方法

試験試料の重金属含有量は既報⁶⁾の分析フローに従い、湿式分解後ICP発光分光分析装置(セイコーインスツルメツ(株)SPS1200AR)、または図1に示すフローにてマイクロウェーブ分解装置(マイルストーンゼネラル(株)Milestone 1200 MEGA)を用いて前処理し、ICP質量分析装置(横河アナリティカルシステムズ(株)HP4500)により分析を行った。

また、油脂分についても既報⁶⁾の分析フローに従い、ソックスレー抽出法により分析した。

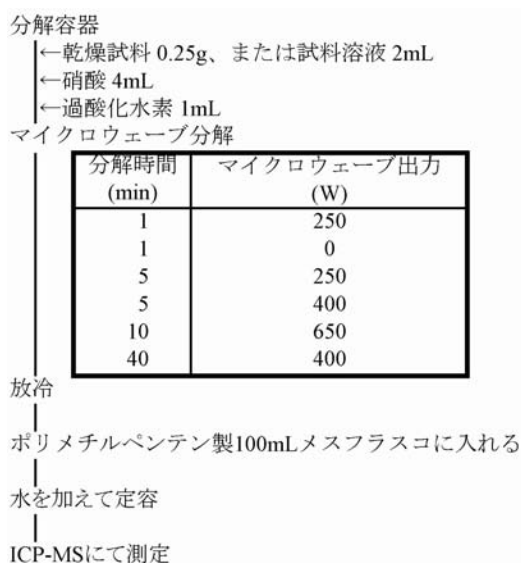


図1 マイクロウェーブ分解フロー

2.4 イカ内臓の飼料原料化プロセス

本報では前報¹⁾の問題点から、図2に示す様に処理フローを改良した。以下、詳細について説明する。

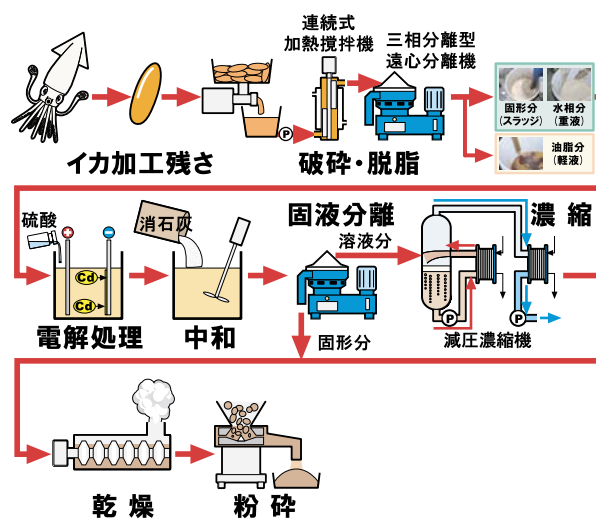


図2 飼料原料化プロセス

2.4.1 破碎処理

脱脂処理を行うためにはイカ内臓を細かく破碎する必要があるため、前報¹⁾と同様にイカ内臓を加水せずにミートチョッパーを用いて細かく破碎した。

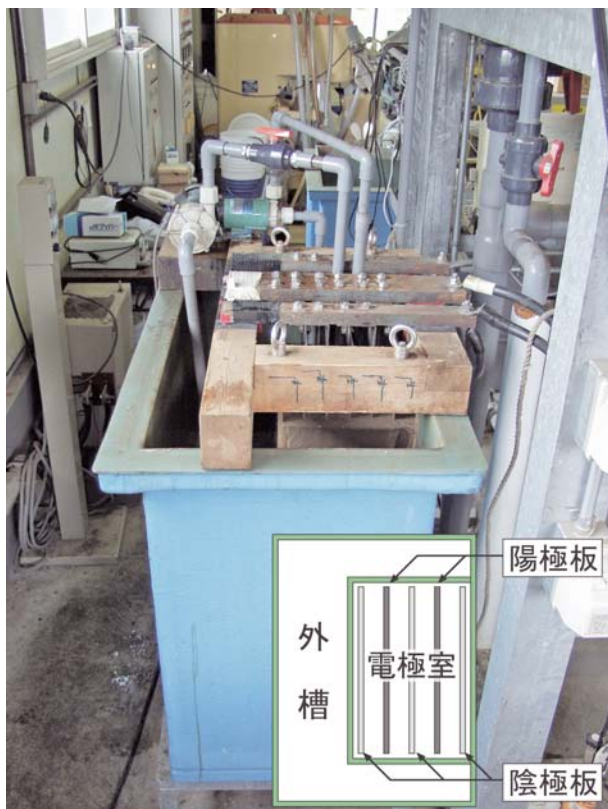
2.4.2 脱脂処理

脱脂処理は前報¹⁾にて報告した供給ポンプ、連続式加熱攪拌機、三相分離型遠心分離機を接続したシステムを使用し、処理を行った。このシステムはイカ内臓を連続的に加熱処理し、油脂分の分離を促進させ、高遠心力の得られる三相分離型遠心分離機にて固形分(スラッジ)、油脂分(軽液)、水溶成分(重液)に連続的に分離するものである。

本脱脂システムの運転条件については、一部の試験を除き前報¹⁾同様の条件で脱脂処理を行った。

2.4.3 脱脂重液の電解処理

脱脂処理で分離した水溶成分については前報¹⁾にて検討したように、水分調整と希硫酸によるpH調整を行い、図3に示す電解装置を用いて、電解法による重金属除去処理を行った。電解槽の構造としては内側の電極室と外槽に分かれており、外槽内の電解液を循環ポンプで吸引し、電極室の下部からゆるやかに噴出させて外槽にオーバーフローさせながら電解処理するものである。処理条件については、以下に示すよ



容積 約290L(電極室45L, 外側245L)
(図は上から見たところ)

図3 電解装置

うに加水して処理する方法と、全く希釈せずに処理する方法の2通りの条件で試験を行い、電解処理への影響を比較した。

(1) 電解液調製条件

- ・試験 1
 - ・脱脂重液(kg-WB) 約170
 - ・加水量(kg) 約130
 - ・硫酸(kg) 約5.9
 - ・浸出pH 2.0
 - ・水分量(%) 87.7
- ・試験 2
 - ・脱脂重液(kg-WB) 約170
 - ・加水量(kg) 加水せず
 - ・硫酸(kg) 約4.2
 - ・浸出pH 2.5
 - ・水分量(%) 80.5

(2) 電解条件

- ・陽極板 白金酸化物被覆チタン電極
(350×680mm) 2枚
- ・陰極板 ステンレスSUS304
(350×680mm) 3枚
- ・極間距離(mm) 45
- ・電圧(V) 5.0V定電圧
- ・電流(A) 70～100
- ・電流密度(A/dm²) 0.88～1.25
- ・液温() 30～40

2.4.4 脱脂スラッジの電解処理

前報¹⁾では脱脂スラッジの重金属除去処理方法として、希硫酸溶液にスラッジを分散し重金属を浸出した後、遠心分離により固液分離し、分離した固体成分については水洗処理を繰り返し、酸浸出液については電解処理により重金属除去処理を行う酸浸出 - 水洗 - 浸出液電解法を採用した。この方法は電解処理での電極板の汚れの低減、中和処理での中和剤使用量の低減を目的としているが、水洗の度に固体成分が水洗液に溶解するため、遠心分離でのスラッジ回収率が極めて低くなることが分かった。また、排水処理のコスト増加の問題も考えられる。

そこで、本報では回収率の向上と排水処理コストの低減化を図るため、脱脂後の固形分に水と硫酸を加えてpHおよび水分調整を行った後、スラリー状の電解液として全量を電解処理することとした。ただし、電解液調製条件によっては有機物濃度や粘性が高くなり、電極にたんぱく質等が付着して電解処理が困難となる可能性があることから、水分量が80%程度となるように希釈して電解処理を行った。以下に処理条件を示す。

(1) 電解液調製条件

・脱脂スラッジ(kg-WB)	約100
・加水量(kg)	約70
・水分量(%)	約80%に調整する
・硫酸(kg)	約2.4
・浸出pH	2.5

(2) 電解条件

・陽極板	白金属酸化物被覆チタン電極 (350×680mm) 2枚
・陰極板	ステンレスSUS304 (350×680mm) 3枚
・極間距離(mm)	45
・電圧(V)	5.0V定電圧
・電流(A)	50~70
・電流密度(A/dm ²)	0.63~0.88
・液温()	30~40

2.4.5 中和・固液分離処理

重金属除去処理後のイカ内臓は硫酸を含んでいることから、中和する必要がある。本報でも前報¹⁾と同様に消石灰により中和を行った。また、中和後の濃縮・乾燥処理工程における負荷を軽減するため、中和処理物を遠心分離して固形分と溶液分として分離回収し、固形分は直接乾燥処理を行い、溶液分は濃縮処理を行った後に乾燥処理を行うこととした。

また、消石灰の添加方法としては、(1)電解処理液を150Lタンクに移し、消石灰粉末を所定量投入して混合中和するパッチ法と、(2)処理液と消石灰スラリーとを供給ポンプにて所定の割合で攪拌機に送り込み、連続的に混合攪拌することによって中和する連続法について検討した。連続法については基本的に脱脂工程と同様のシステムを使用し、連続式加熱攪拌機の入口直前で消石灰スラリーを添加して加熱攪拌機では加熱をせず混合中和を行い、三相分離型遠心分離機に直結して固液分離を行うこととした。

2.4.6 濃縮・乾燥処理

前報¹⁾では大型アルミバットに中和後のイカ内臓を約10kg程度ずつ入れ、電気乾燥機により約105~120℃で2~3日間乾燥したが、長時間の乾燥と品温の上昇により消化率が低下していたことが分かった⁵⁾。

そのため、乾燥には図4に示すような間接蒸気加熱式ディスクドライヤー(北興化工機(株)製)を使用し、品温の過度の上昇防止、攪拌による乾燥時間の短縮を図った。また、水溶成分については乾燥時間短縮のため、ある程度濃縮してから乾燥するのが良いと考えられることから、図5に示す減圧下での低温濃縮が可能なプレート式真空濃縮装置(アルファ・ラバル(株)製AVM-3)を使用し、濃縮処理を行った後、濃縮物をディスクドライヤーで乾燥することとした。減圧乾燥条件は品温40~60℃、圧力0.015~0.03MPaで行った。



図4 ディスクドライヤー



図5 プレート式真空濃縮装置

乾燥後のイカ内臓は高速摩砕機(増幸産業(株)MKCA6-3)にて約0.6mm以下の粒径になるよう微粉碎し、養魚用飼料原料とした。

3. 実験結果

3.1 破碎処理

半解凍状態のイカ内臓約800kg(ゲソの一部含有:約400kg, 内臓のみ:約400kg)をミートチョッパー(孔径3mm)により破碎した。破碎したイカ内臓の水分、油脂分および重金属濃度を表1に示す。ゲソの有無で水分量や重金属濃度に差があり、ゲソ付き内臓の方が水分量が多く、逆に油脂分や重金属濃度は低い。これはゲソの水分量が多く、重金属含有量が低いためである。しかし、両試料とも油脂分含有量は高く、またカドミウムは飼料の有害物質の指導基準²⁾の2.5mg/kgを大きく上回っている。

表3 脱脂処理でのイカ内臓処理量

	ゲソ付き-1		
	試料量 (kg-WB)	油脂分 (kg)	油脂分 (%)
原料	201.6 (100)	29.8	100
スラッジ	95.7 (47)	9.7	33
重液	84.2 (42)	2.6	9
軽液	15.6 (8)	15.6	52
損失分	6.1 (3)		

	ゲソ付き-2		
	試料量 (kg-WB)	油脂分 (kg)	油脂分 (%)
原料	167.8 (100)	24.8	100
スラッジ	61.9 (37)	6.5	26
重液	86.6 (52)	2.3	9
軽液	15.2 (9)	15.2	61
損失分	4.1 (2)		

	内臓のみ-1		
	試料量 (kg-WB)	油脂分 (kg)	油脂分 (%)
原料	180.8 (100)	42.6	100
スラッジ	67.1 (37)	8.5	20
重液	81.2 (45)	2.7	6
軽液	30.4 (17)	30.4	71
損失分	2.1 (1)		

	内臓のみ-2		
	試料量 (kg-WB)	油脂分 (kg)	油脂分 (%)
原料	188.0 (100)	44.3	100
スラッジ	68.0 (36)	9.0	20
重液	88.4 (47)	2.5	6
軽液	29.8 (16)	29.8	67
損失分	1.8 (1)		

※括弧内は原料に対する重量割合%

銅についてはスラッジと重液との差は見られなかった。これは、銅は主にイカの血の成分であるヘモシアニンの形態で存在し、スラッジ、重液に均一に分散したためであると考えられる。さらに、ひ素については脱脂処理により重金属濃度が低下しているが、これはひ素は主に有機ひ素の形態で存在していることから、油脂分に溶解しやすく、脱脂により油脂分に濃縮されたためであると考えられる。

3.3 脱脂イカ内臓の重金属除去

3.3.1 脱脂重液の電解処理

脱脂工程において、ゲソ付き・内臓のみのイカ内臓を処理し、得られた脱脂重液をそれぞれゲソ付きおよび内臓のみの2つにまとめ、2.4.3で示した条件にて電解処理した。まず、加水を行い水分87.7%とした試験1の電解処理結果を図8に示す。電解処理によりカドミウム、銅は順調に濃度が低下していったが、電解開始後70時間で除去速度が低下していることが分かった。原因解明のため電解70時間で一旦電解処理を中断し電極板を引き上げ、電極板を観察した(図9)。有機物の付着はあまり見られなかったが、陰極板の析出物は指でこ

すると落ちる程度の弱い付着であった。この理由としては、電解液循環用に設置されていた配管の不備により循環流量が低下していたために電解液の流れが弱く、電解処理で陰極板表面に発生した微細な気泡をはがすことができなかったことで析出に悪影響を及ぼしたためと考えられた。そこで、配管の不具合を修正し、電極板を洗浄して再電解を行ったところ、カドミウムは1 mg/kg以下、銅も50mg/kg以下まで除去できた。そのため、以後の試験は電解処理途中で電極板を洗浄する工程を新たに導入し、電解処理を行うこととした。しかし、洗浄処理前後で若干カドミウム・銅の濃度上昇が見られた。この理由は電極板の引き上げの際に電極面に付着した電

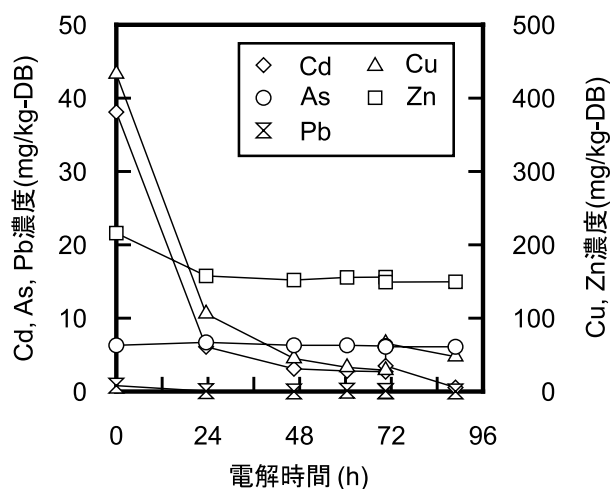


図8 脱脂重液電解試験1の重金属濃度変化



指でこすると析出物が落ちる

図9 試験1の電解70.5 hで引き上げた陰極板

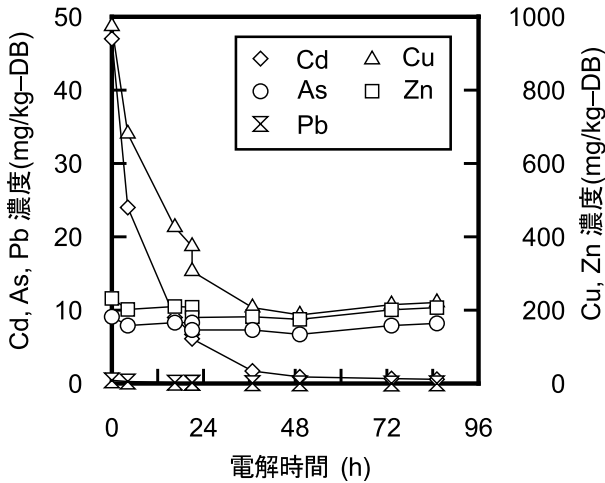


図10 脱脂重液電解試験2の重金属濃度変化



(上)21 h, (下)85 h

図11 試験2電解途中で引き上げた陰極板

溶液を水で洗い落としながら電極室内部の電解液を抜いていたが、これが不十分であり、析出物が溶解したためであると考えられる。そこで、次回からは、電極室内部の電解液を水で完全に置換してpHを上昇させてから、液を抜き取る方法とした。

なお、鉛も電解処理により除去されているが、元タイカ内

臓の含有量が1 mg/kg未満であるため、再溶解が起きても無視できるレベルである。

一方、亜鉛、ひ素については電解処理による除去は困難であった。これは前報¹⁾でも述べたが、亜鉛については共存する銅により陰極板が銅メッキ状となることにより、水素発生電位が亜鉛還元電位より高くなって水素の発生が優勢になり、亜鉛の析出が困難となるためであると考えられる。また、ひ素については有機ひ素もしくは陰イオンの形態で存在すると考えられるため、電解法による除去が困難である。

試験2では、試験1での陰極板への有機物の付着がほとんど見られなかったこと、また水溶成分の性質により水分量が80%程度にも関わらず粘性が低いことから、処理コスト低減のため脱脂重液を希釈せず、pHも2.5に設定し、硫酸使用量を減らした条件で電解処理を行った。図10に電解処理結果を、図11に電解21時間での陰極板と、陰極板を洗浄後再び電解処理を行い、電解終了後(85時間)の陰極板の状況を示す。電解液の有機物濃度が高くなったが、電解終了後の陰極板は若干の有機物を巻き込んではいるものの良好な析出状態であった。重金属除去についても、pHを若干上昇させたことからpH2.5では浸出率が低い銅については200mg/kg程度と若干高いが、カドミウムについては0.57mg/kgと十分に除去することができた。

3.3.2 脱脂スラッジの電解処理

脱脂工程において得られた脱脂スラッジを3つに分け、2.4.4で示した条件に従い電解処理を行った。

- ・試験1 ゲソ付き94kg 計 94kg
- ・試験2 ゲソ付き35kg, 内臓のみ40kg 計 75kg
- ・試験3 ゲソ付き10kg, 内臓のみ93kg 計 103kg

図12に試験1の電解処理における重金属濃度変化、図13にその電解21時間で引き上げた電極板と、電極板を洗浄後再び電解処理を行い、電解終了後(70時間)の陰極板の状況を示す。この結果から、脱脂スラッジをスラリー状として電解処理を

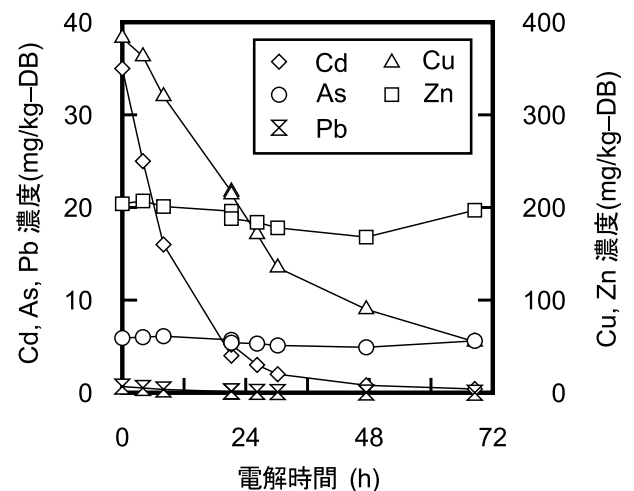


図12 脱脂スラッジ電解試験1の重金属濃度変化



(上)21 h, (下)70 h

図13 試験1 電解処理途中で引き上げた陰極板

行っても問題なくカドミウムと銅を除去できることが分かった。陰極板についても、電解21時間の時点では析出物は強固に付着しており、高濃度の有機物の析出への影響は少ないものと思われる。そこで、試験2では電解途中で電極板の洗浄をせず電解処理を行うこととした。

図14に試験2の電解処理における重金属濃度変化、図15に

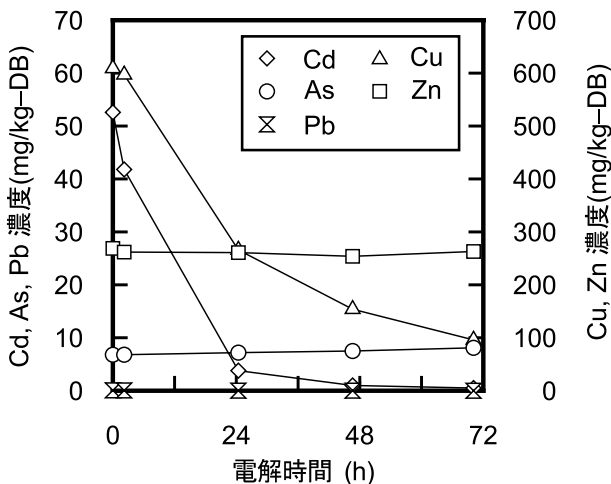


図14 脱脂スラッジ電解試験2の重金属濃度変化



図15 試験2 電解終了後(70 h)の陰極板

電解終了後(70時間)の陰極板の状況を示す。その結果、カドミウムおよび銅は除去され、電解処理後の陰極板の析出状況も若干の有機物の汚れは見られるが、概ね良好であることが分かった。

さらに試験2と同様に試験3についても電解途中で電極板の洗浄を行わず処理を行ったが、試験2と同様に良好な結果が得られた。

3.4 重金属除去後イカ内臓の中和・固液分離

電解処理後の脱脂重液については実規模の処理を考慮し、連続中和法により処理を行った。予備試験として、脱脂重液の電解試験1で使用した脱脂重液1Lを用いて、10w/v%消石灰スラリーで中和処理し、図16に示す中和曲線を作成した。その結果、脱脂重液1Lに対し、10w/v%消石灰スラリー210mL程度でpH7となることが分かった。そこで、実際の中和試験においては脱脂重液2L/minに対して10w/v%消石灰スラリー420mL/minの割合で混合し、pHの制御は中和液のpHを逐次測定して、pHの高低に応じて消石灰添加量を微調整することとした。図17に処理時間ごとのpHと消石灰スラリー添加量の推移を示す。この結果から人手による調整では消石灰添加量の微調整が難しいためにpHの揺らぎが大きく、pHの安定化には中和液のpHから消石灰スラリー添加量を迅速に自動制御する中和システムが必要であることが分かった。

一方、脱脂スラッジについては、処理液約100Lに消石灰粉末を投入し、ミキサーにて攪拌混合して中和後、遠心分離を行った。表4に中和後の遠心分離で得られた固形分および溶液分の回収量を示す。脱脂重液については、乾基準で全体の8割、脱脂スラッジについても6割以上の成分が溶液分に分離されており、消石灰を用いた中和による凝集沈殿効果等はあまり見られなかった。そのため、今後中和工程で凝集剤等の添加を行い、溶液分の減量など、濃縮工程への負荷を下げる検討が必要がある。

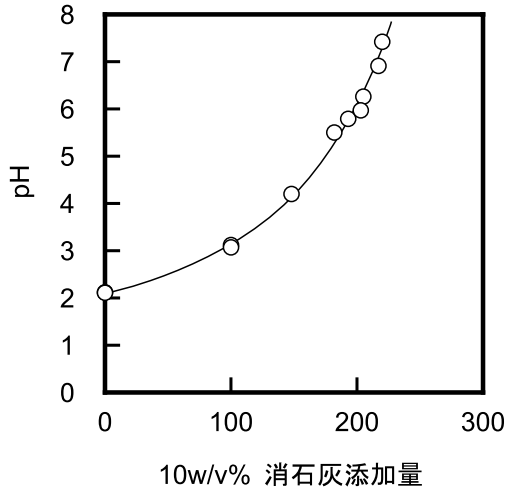


図16 脱脂重液 1 Lに対する10 w/v%消石灰の中和曲線

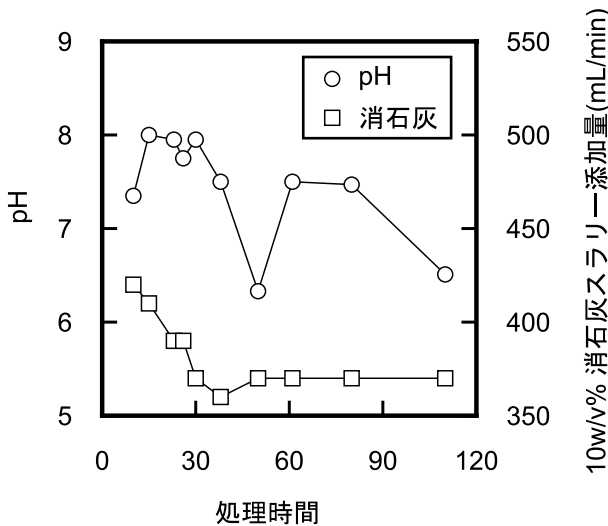


図17 脱脂重液の連続中和処理における消石灰の添加量とpH変化

表4 中和・固液分離後の各成分への回収量

中和試料	固形分				溶液分		
	水分量 (%)	回収量(kg)		水分量 (%)	回収量(kg)		
		湿基準	乾基準		湿基準	乾基準	
脱脂重液(1)	78.7	36.8	7.8	89.4	263.8	27.9	
脱脂重液(2)	76.2	28.3	6.7	84.4	167.4	26.2	
脱脂スラッジ(1)	72.1	35.9	10.0	87.8	138.1	16.8	
脱脂スラッジ(2)	67.7	22.7	7.3	87.3	102.9	13.1	
脱脂スラッジ(3)	69.0	23.6	7.3	81.7	70.8	12.9	

3.5 濃縮・乾燥・粉碎処理

中和・固液分離工程で得られた溶液分は、表4のとおり水分量が多いことから、乾燥前処理工程としてプレート式真空濃縮装置による濃縮処理を行った。表5に濃縮処理における溶液の処理量と濃縮による水分量変化を示す。その結果、4倍程度までは濃縮可能であることが分かった。

表5 濃縮処理における溶液処理量と水分量変化

処理No.	濃縮前		濃縮後	
	水分量 (%)	溶液量 (kg)	水分量 (%)	溶液量 (kg)
1	89.4	263.75	57.2	53.10
2	84.4	167.40	69.7	69.90
3	87.8	84.05	60.5	19.85
4	87.3	102.85	66.2	34.65
5	81.7	70.75	66.6	30.40
計		688.80		207.90

この濃縮物と中和固形分を合わせ、ディスクドライヤーにより乾燥を行った。乾燥途中の様子を図18に示す。乾燥が進むにつれ、半練り状態から団子状に、そして最終的に粉末状となった。品温が過度に上昇し消化率が低下しないよう、最終的に水分が6～11%程度残る状態で乾燥を終了した。

乾燥物のうち、水溶成分が多い重液乾燥物は若干潮解性を持ち、湿気を含みやすいことから粉末に粘着性があり、粉碎に用いた高速摩砕機の砥石の目が詰まって粉碎不能となることがあった。このことから、粉碎する際には消化率が低下しない程度にさらに乾燥を進めるか、もしくは重液乾燥物とスラッジ乾燥物を混合してから粉碎するなど、粉末の粘着性を抑える対処が必要と思われる。



(上)乾燥開始直後ではかなり液状
(中)乾燥途中では団子状態
(下)乾燥終了直前では粉末状態となる

図18 乾燥の様子

3.6 試作飼料原料の性状

表6に試作した飼料原料の性状を示す。カドミウムは有害物質の指導基準を下回る濃度となった。また、蓄積の心配のある銅については完全に除去できていないが、この濃度レベルではクロソイ稚魚の飼育試験による魚体への蓄積はないと報告されており^{5, 7)}、問題はないと考えられる。また、消化率についても、ペプシン消化率89.5%、トリプシン消化率98.4%⁷⁾と大幅に向上し、乾燥工程の改善に効果があったことが分かった。

表6 試作飼料原料の性状

試料	水分 (%)	油脂分 (%-DB)	試料濃度(mg/kg-WB)				
			As	Cd	Cu	Pb	Zn
飼料原料	8.3	17.8	6.3	2.4	180	0.02	190

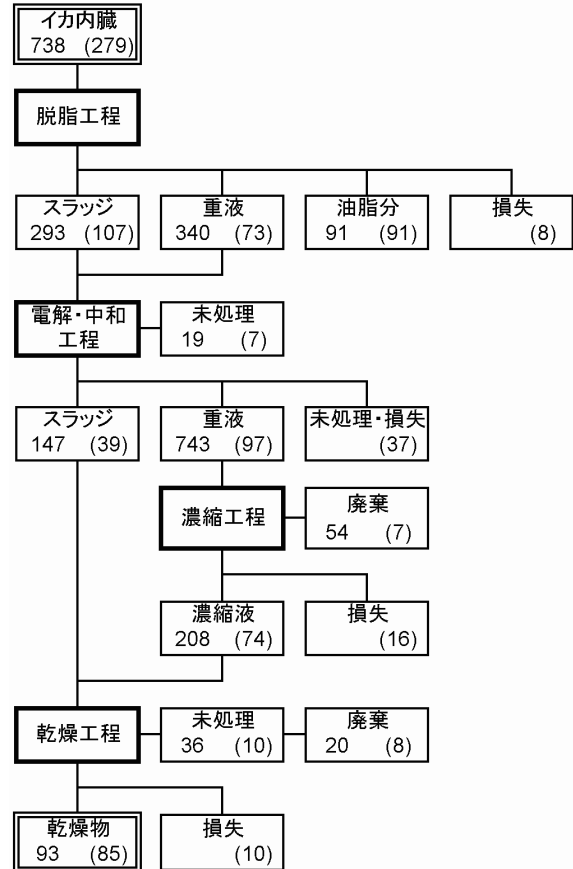
3.7 イカ内臓処理の物質収支

図19にこの処理におけるイカ内臓の物質収支を示す。分析用の試料採取、廃棄その他いくつかの損失原因があるために厳密ではないが、この処理システムを用いてイカ内臓を738kg処理し、93kgの乾燥物が得られたことから、全体としての回収率としては約13%となるが、乾燥物基準では原料279kg中85kgを回収し、回収率は30%となった。しかし試験の都合上、未処理・廃棄とした部分もあることと、油脂分91kgも有価物回収・燃料等への活用が可能であることから、これらを含めると回収率は更に向上すると考えられる。

4. まとめ

水産系廃棄物のイカ内臓に含まれる有害重金属や脂肪分を除去し、養魚用飼料として利用するための処理システムを構築し、養魚用飼料原料を試作した。得られた結果を示す。

- (1) 内臓のみの試料はミートチョッパーにより良好に破碎が可能だが、ゲソの一部が付着した試料を処理した場合、閉塞の可能性があることが分かった。また、脱脂処理においても、内臓のみの試料の方が脱脂効率が高いことから、本システムはゲソを除いたイカ内臓を処理するのが好ましいことが分かった。
- (2) 電解処理法を排水の少ない直接電解処理法に変更し、処理を行ったところ、途中で電極板を洗浄する必要があるが、カドミウムと銅について十分に除去可能であることが分かった。
- (3) 連続中和法はプラント化には必要な方法と考えられるが、バッチ式と比較してpH制御が難しく、自動化等の技術が必要であることが分かった。
- (4) 水溶成分を真空濃縮機で濃縮し、乾燥処理することにより、乾燥工程の負荷軽減、回収率の向上が可能となった。



四角内左側数値：湿重量基準重量(kg)
 四角内右側括弧内数値：乾重量基準重量(kg)
 未処理：処理を行わなかったもの
 損失：装置内残留等により回収不能なもの
 またはサンプリング・別の試験への利用による減量
 廃棄：腐敗等の理由により廃棄したもの

図19 イカ内臓処理試験の物質収支

(5) ディスクドライヤーを用いて乾燥することにより、消化率の高い飼料原料を製造することができた。また、乾燥した水溶成分は潮解性を持つために若干粘着質となるため、粉碎処理には注意が必要であることも分かった。

以上の結果より、開発した処理システムはいくつかの課題も残されているが、排水が少なく製品回収率が高いことを特徴とし、製造した飼料原料は有害物質が指導基準以下で消化率も高く、養魚用飼料として十分に利用可能であることが分かった。

謝辞

本研究を進めるに当たり、実験用飼料のイカ内臓を手配して下さいました函館市役所商工観光部 神和幸氏に深く感謝いたします。

また、本研究で使用したICP発光分光分析装置は、日本自転車振興会の補助により整備されました。記して感謝いたします。

引用文献

- 1) 若杉郷臣・富田恵一・長野伸泰・蓑嶋裕典・鎌田樹志・松嶋景一郎・作田庸一：イカ内臓の処理・利用技術の開発(第3報), 北海道立工業試験場報告, No.303, pp.37-45 (2004)
- 2) 農林水産省畜産局長通知, 60畜B第2050号
- 3) 農林水産省：平成15年水産加工統計調査結果の概要(陸上加工) (2004)
- 4) 農林水産省：平成15年水産加工品生産量(陸上加工品生産量) (2004)
- 5) 若杉郷臣・他：イカ内臓の有効利用に関する研究, 平成15年度共同研究報告書 (2004)
- 6) 若杉郷臣・富田恵一・長野伸泰・作田庸一：イカ内臓の処理・利用技術の開発(第1報), 北海道立工業試験場報告, No.301, pp.39-47 (2002)
- 7) 若杉郷臣・他：イカ内臓の有効利用に関する研究, 平成16年度共同研究報告書 (2005)