

イカ内臓の処理・利用技術の開発（第2報）

—脱脂工程の大規模処理に向けた検討—

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

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

—The study on Large-scale Processing of the Oil Separation—

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

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いるため、そのままでは飼肥料として有効利用するのは重金属含有量の規制値等もあり困難である。本報告では前報¹⁾で不十分であったイカ内臓の脱脂効率を高めるため、連続的にイカ内臓を加熱可能な連続式加熱装置を試作した。そして、高遠心力が得られ連続的に軽液・重液・固相分離可能な三相分離型遠心分離機と組み合わせた連続脱脂システムを構築し、脱脂条件の検討を行った。その結果、脱脂効率についてはさらに改善の必要はあるが、連続脱脂システムがイカ内臓の脱脂処理に有効であり、大規模処理可能なシステムとして適用可能であることが分かった。

キーワード：イカ内臓，飼料，肥料，重金属，脱脂，酸浸出，電解

Abstract

The squid viscera discharged as marine wastes contains large quantities of harmful heavy metals and oil. Therefore, it is difficult to use effectively as feed or fertilizer. In this investigation, the continuous heating equipment which can heat the squid viscera continuously and quickly was manufactured for experiments to raise the oil separation efficiency of the squid viscera which were imperfection in previous report¹⁾. And three phase separation centrifuge which made high centrifugal force was purchased. Then, the continuous oil separation system which combined the two equipments was built and oil separation examination was performed. Consequently, although there was the necessity for a further improvement about oil separation efficiency, a continuous oil separation system is effective in oil separating processing of squid viscera, and it turned out that it can apply as a system which can be processed large-scale.

KEY-WORDS：squid viscera, feed, fertilizer, heavy metals, separation of oil, continuous oil separation system

1. はじめに

事業名：重点領域特別研究
課題名：イカ内臓の有効利用に関する研究

北海道は水産業が盛んである。そのうち、代表的な魚種の一つであるイカは、平成14年は全国41万4,900トンのうち

約21%の8万7,100トンの漁獲量を上げている²⁾。また、イカ加工業も非常に盛んであり、平成12年にはイカ塩辛1万2,648トン（全国シェア40.1%）、スルメ生産8,455トン（同63.9%）、イカくん製3,622トン（同95.0%）の生産量を誇っている³⁾が、それに伴い年間1～2万トン程度のイカ加工残さが排出されている。

イカ加工残さは図1.1で示すように、イカの内臓に目や口球、および一般的にゲソと呼ばれている部分の一部（目や口球の周辺部分）が付着した物であり、珍味加工ではこのような形態で排出される場合があるが、スルメ加工ではゲソの一部は含まれず、イカ内臓と目、口球のみ排出されるため、本報ではこれらイカ加工残さをイカ内臓と称することとする。このイカ内臓の特徴としてはたんぱく質が多く、内臓部分にDHA、EPA等を多く含んだ脂肪分が豊富であるが、カドミウム等の有害重金属も含まれている。そのため、飼肥料として有効利用するためには含有する重金属や脂肪分を除去する必要がある。

これまで、著者らは脱脂条件および重金属除去条件の検討を行った¹⁾。脱脂条件についてはイカ内臓を破碎後、加熱処理を行いたんぱく質を凝固後、遠心分離による脱脂方法を検討し、脱脂が可能であることが分かった。しかし、長時間の加熱を行うことによる脂肪分の酸化や、エマルジョンの形成により脱脂が不完全となる問題があった。一方、重金属除去条件については、脱脂後のイカ内臓を希硫酸溶液と混合し、pH3程度で浸出処理してから遠心分離機により固液分離を行うことによって迅速にカドミウム等の重金属を除去可能であることが分かった。しかし、これまでの検討はバッチ式の処理方法であったことから、大量処理を行うためには新たに連続処理システムを検討する必要がある。

そこで、本報では脱脂方法として、まずスチームを直接破碎したイカ内臓に吹き込み90℃程度まで加熱後、連続的に固形分・水分・脂肪分に同時分離が可能な三相分離型遠心分離機による脱脂方法を検討した。そしてプラントメーカーの協力を得て実機規模の連続式加熱装置とデカンター、三相分離型遠心分離機による脱脂試験を行った。さらに、その試験結果を基に実験規模で使用できる小型の連続式加熱装置を試作して三相分離型遠心分離機と組み合わせた脱脂システムを構築し、脱脂検討を行った。

2. 実験方法

2.1 供試材料

実験には、主に函館地区から排出されるイカ内臓（図1.1）を-30℃で冷凍保存した物を使用した。

2.2 試薬

硝酸は関東化学㈱製電子工業用、過塩素酸、硫酸は関東化



図 1.1 イカ加工残さ

学㈱原子吸光分析用、ジエチルエーテルは関東化学㈱特級、超純水はオルガノ㈱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分析は前報¹⁾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ンツ㈱ SPS1200AR）、または電気加熱原子吸光分析装置（パーキンエルマー SIMAA6000）にて分析を行った。

また、粗脂肪分も前報¹⁾と同様、ソックスレー脂肪抽出法により分析した。

2.4 イカ内臓の脱脂工程前処理における破碎方法の検討

前章で述べた通り、イカ内臓はイカの加工形態により、イカの内臓部分のみだけではなく、ゲソの一部分も付着した状態で排出される場合もあり、内臓部分とゲソ部分は重量比で1:1程度である。本報では以下に示す2通りの方法について検討し、それぞれの前処理法での利点と問題点について検討した。

1) ゲソの一部分を分離後脱脂処理

イカ内臓に同量の水を加え、大型ミキサー（㈱愛工舎製作所マイティ120）により攪拌し、内臓部分のみ破碎した後、網かご（網目8mm）にてスラリー状になった内臓部分と破碎されないゲソ部分を分離し、スラリー状となった内臓部分についてさらに篩い（網目2mm）で濾過して異物を除いた後脱脂処理する。

2) イカ内臓をすべて破碎後脱脂処理

イカ内臓を市販の電動ミートチョッパー（㈱大道産業 OMC-12 に孔径3.2mm穴プレートを装着）にて破碎後、内臓部分とゲソ部分が混合したスラリーを脱脂処理する。

2.5 実機規模の装置による脱脂試験

前報¹⁾において、イカ内臓を破碎し加熱処理を行いたんぱく質を凝固させた後、遠心分離機で固液分離により脱脂を行

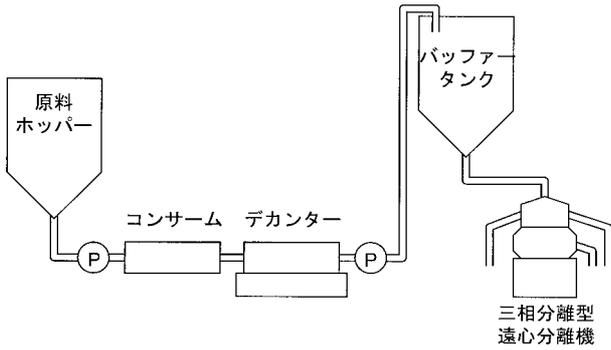


図 2.1 実機規模装置による脱脂試験での装置配置

う方法が有効であることが分かった。しかし、大量処理に向けた連続式脱脂システムを構築するためには連続処理可能な加熱装置および遠心分離機の使用が不可欠である。

そこで、プラントメーカー（アルファ・ラバル㈱, ㈱朝日エンジニアリング）の協力を得て、図 2.1 に示すような実際の食品加工プロセス等で使用されている連続式加熱装置（アルファ・ラバル㈱コンサーム 6×9 型）、デカンター（アルファ・ラバル㈱ Model NX314B-31）、三相分離型遠心分離機（アルファ・ラバル㈱ Type FUVPX407BGP-74-60）によるシステムにより、イカ内臓 200kg の脱脂試験を行った。

2.6 連続式脱脂システムの構築

前節の実機スケール試験より、イカ内臓の脱脂処理に連続式加熱装置－三相分離型遠心分離機のシステムは有効であることが分かった。

そこで、次項に示すような実験規模で使用できる小型の連続式加熱装置を新たに試作し、三相分離型遠心分離機と組み合わせた連続式脱脂システムについて検討した。

2.6.1 連続式加熱装置

当初、イカ内臓の加熱方法として鍋状の容器にスラリー化したイカ内臓を入れて生蒸気を吹き込み加熱するバッチ式加熱法をとっていたが、90℃程度まで加熱するのに数10分、さらに遠心分離機に試料を全量導入するまで1時間程度加温し続ける必要があった。しかも開放系であるため加熱中に脂肪分等が酸化劣化し、脱脂効率が低下する傾向が見られた。そこで、脱脂効率が向上し、また大量処理が可能になるよう、実験規模に対応した小型で密閉系の連続式加熱装置を企業（㈱朝日エンジニアリング）と共同で試作した。

この装置は図 2.2 に外観および図 2.3 に組立図を示すように原料ホッパー、ギャポンプ、攪拌式加熱機、そしてそれらを接続する配管から構成されており、次のような仕様となっている。

- (1) ホッパーから吐出口まで開口部がなく、吐出口を遠心分離機に直結可能であるため、加熱中の空気酸化の低減化



図 2.2 連続式加熱装置

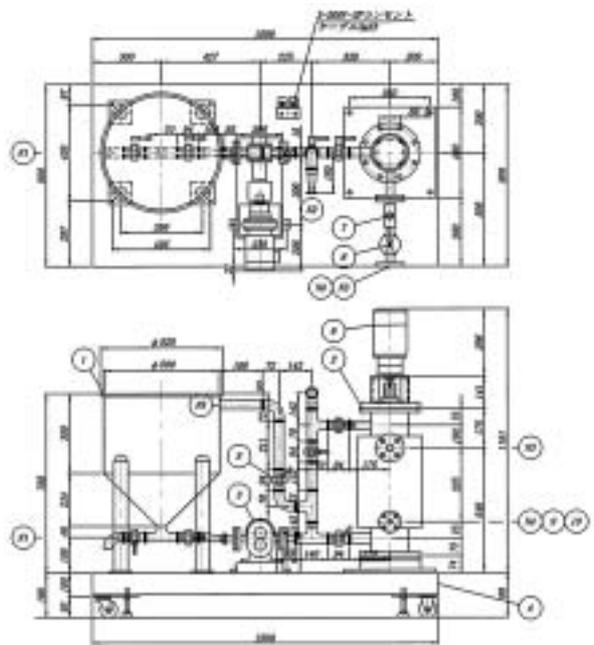


図 2.3 連続式加熱装置の組立図

を図った設計となっている。

- (2) 接液部はすべて SUS304 以上の耐食性材料を使用しており、希硫酸溶液も使用可能とした。
- (3) 配管はサニタリー仕様となっており、分解洗浄も容易で、試験条件により配管を組み替えて運転することもできる。
- (4) 蒸気による間接加熱で、毎時 100L 程度の試料を 100℃以上に加熱可能である。
- (5) 加熱機内壁への付着や焼き付きを防止するため、加熱機内部には内壁をかき取りながら攪拌を行うかき取り羽つき攪拌ローターを装備している。

本報ではバッチ式、連続式の両方の加熱方法により脱脂試験を行い、脱脂効率などを検討した。

2.6.2 三相分離型遠心分離機

イカ内臓は破碎するとクリーム状となるため、通常フィッシュミール製造などに用いられるスクリーブプレスでは固液分離が不可能である。そこで、遠心分離機による脱脂処理を検討したが、スラリー化したイカ内臓は図 2.4 の様に 2,500G 程度の遠心力では強固なエマルジョンを破壊できず脂肪分離できないため、一般的に連続固液分離用遠心分離機として用いられるデカンターでは遠心力不足で脱脂不可能であることが分かった。そこで、連続処理が可能で、デカンターより高い遠心力を発生可能な三相分離型遠心分離機（アルファ・ラバル(株)ディスク型セパレータ WSPX403TGP-61G）による脱脂を検討した。

この装置の特徴としては、

- (1) 試料の連続導入が可能。
- (2) スラッジ（固体）・重液（水分）・軽液（油分）の三相分離が可能。
- (3) 10,000G の遠心力を発生可能。
- (4) 耐食性を考慮し接液部材質は SUS316 以上相当。

と、通常の遠心分離機では困難なイカ内臓処理に適したものである。

ただし、デカンターと異なり、構造上固形分体積で 30%以上の濃度の高い試料は処理できないため、適度に希釈する必要がある。また、粒子の大きい固形分は詰まりの原因となるため、1mm 程度以下に破碎する必要がある。



図 2.4 イカ内臓スラリーの遠心分離前後

内臓部分のみを水で 1:1 に希釈し、水浴で 95℃・1 時間加熱後、2500G-20 分間遠心分離。

左図：加熱後遠心分離前。

右図：加熱後遠心分離後。上部にエマルジョンが大量に浮き、脂肪分は全く分離しない。

2.7 大量処理に向けた連続脱脂処理試験

イカ内臓の破碎-加熱-遠心分離という脱脂方法の基本フローに基づき、次の 3 つの条件でイカ内臓を 24 ~ 80kg 使用して脱脂処理を行い、脱脂効率等を検討した。

- (1) 実験 1：ゲソ部分分離-バッチ式加熱-遠心分離法
 - a) 破碎条件：イカ内臓 30kg と水 30kg を混合し、ミキサーにより破碎し、ゲソを分離。
 - b) 加熱条件：得られた内臓スラリー 44.7kg に生蒸気を吹き込み、95℃ 程度で 1 時間保持。
 - c) 分離条件：スラリーを 30L/h で導入し、遠心力 10,000G で分離。
- (2) 実験 2：ゲソ部分分離-連続式加熱-遠心分離法
 - a) 破碎条件：イカ内臓 80kg と水 80kg を混合し、ミキサーにより破碎しゲソを分離。
 - b) 加熱条件：得られた内臓スラリーのうち、49kg について連続式加熱装置にて約 100℃、滞留時間 5 分間の条件で加熱。
 - c) 分離条件：スラリーを 100L/h で導入し、遠心力 10,000G で分離。
- (3) 実験 3：チョッパー破碎-連続式加熱-遠心分離法
 - a) 破碎条件：イカ内臓 24kg をミートチョッパーで破碎。
 - b) 加熱条件：連続式加熱装置にて約 100℃、滞留時間 5 分間の条件で加熱し、その後同重量の熱湯で混合希釈。
 - c) 分離条件：スラリーを 100L/h で導入し、遠心力 10,000G で分離。

3. 実験結果

3.1 試験試料の性状

実験 1 および 3 で使用した試料の破碎後の脂肪分と重金属濃度を表 3.1 に示す。これより、ゲソ部分も一緒に破碎混合した実験 3 の方が脂肪分が若干低めである。なお、実験 2 の試料は実験 3 と同じロットであるが、ゲソ部分を分離している点が異なる。

また、実験 2 および実験 3 のイカ内臓の内臓部分とゲソ部分の重金属濃度を表 3.2 に示す。ここで、内臓部分とゲソ部分の分離方法は、連続脱脂処理試験での破碎方法を考慮し、内臓部分を手でつぶしてスラリー化し、ゲソ部分については水道水で念入りに洗浄後分析した。さらに参考として、表 3.3 に食用として市販されていた冷凍イカ（2002 年 4 月 10 日購入。石川県産）の部位別の重金属濃度の分析結果を示す。

これらの結果より試験試料および市販品の両方とも内臓部分には重金属が高濃度で含まれていた。しかし、ゲソ部分については試験試料と市販品で大きく異なり、市販品はカドミウム濃度が 0.35mg/kg と低いのに対し、試験試料は 22mg/kg とかなり高い。この原因としては、市販品の分析の際、内臓部分が破碎されて内臓スラリーが他の部分に接触しないように分析を行ったのに対し、試験試料は加工場での排出時にすでに内臓部分のスラリーに浸っている状態であり、内臓に含まれる重金属がゲソ部分に吸着されていて表面