

# わが国のイカ原料フロー，ゼロエミッション資源化技術および窒素収支

三浦汀介\*・渡辺一仁\*・塩出大輔\*・藤森康澄\*・清水 晋\*

## 摘 要

わが国，ならびにイカ加工業の盛んな地域として函館の場合について，イカ原料の生産・輸入をインプット，製品輸出をアウトプットとする物質フローモデルを示し，窒素収支ならびにゼロエミッション化技術について検討を加えた。函館の場合インプットは 2,755 トンでアウトプットは 2,581.4 トンとなり 173.6 トンの窒素が系内に残留するが，人間が食べる分 121.8 トンを除くと残率は 51.8 トン(インプットの 19%)の窒素しか系内に廃棄されていない。この値は函館のイカが物流フローや窒素収支の面から見てうまく循環している地域であることを示している。しかし，問題は残滓が有料で処理業者に引き取られていて，本来の未利用資源の資源化ではなく逆ザヤになっている点が指摘される。一方，わが国全体では，イカに関連する産業は他の食料産業と同様に大量に原料を輸入し，そのほとんどを国内で消費している。1997 年では輸入全体 73 万トンに対して輸出は 2.1 万トンしかない。その内訳は原料で 12 万トン，製品で 0.29 万トン，再資源化製品で 0.606 万トンである。窒素ベースでインプットが 1.82 万トンでアウトプットが 0.109 万トンで 1.71 万トンが国内に滞留する。結果的に 94%の窒素が国内に残留することになる。この状態を改善するには輸出可能な商品や国外で消費可能な商品の開発を推進しなければならない。当然，ゼロエミッション化に必要な要素技術は，この点を十分に配慮した技術でなければならない。

キーワード：物質フロー，窒素収支，イカ残滓，ゼロエミッション

## 1. はじめに

イカ類はすべて海産で，約 450 種が知られている。沿岸域から外洋域，表層域から深海域，熱帯海域から極極海域にいたるまで様々な環境に適応している多くのイカが生息している。日本のイカは種々の漁法で漁獲されるが，その主役はイカ釣漁船で，日本の漁獲の約 70%を獲る。船は，500 トンの遠洋船から，5 トンの沿岸小型船までである。漁法は強力な集魚灯とコンピュータ制御された自動イカ釣機が，標準装備されている。500 トンの船で釣機約 50 台を装備している。遠洋船は漁獲物を船内で，日本向けの仕様に加工し冷凍する。冷凍スルメイカの 70 - 80%はニュージーランド，アルゼンチン等で漁獲し，加工場の集中する八戸港や函館港を中心に水揚げされ，その大部分が，地で冷蔵や加工に回される。一方，生鮮イカは，

各地の漁港で，分散して水揚げされる。<sup>1)</sup> 世界でイカ漁獲量の最も多い国は日本で，ついで韓国，東南アジア諸国が続き，イカ食性のあるスペイン，イタリアなども比較的多い国である。イカ類の輸入もまた日本はスペインとならんで最も多い国である。<sup>2)</sup> このような状況から，原料としてのイカが大量に日本国内に流れ込み，我が国全体で物質収支のバランスをくずす。そこで本研究では，日本国内をモデルの境界条件として，輸入と日本船による漁獲をインプットとし，現状での原料，加工品ならびに残滓の資源化による製品輸出をアウトプットとするイカの物質フローモデルを示し問題点を明らかにする。次に，イカ加工業が盛んな函館の場合について調べ，地域の物質フローモデルの例を示し特徴を明らかにする。最後に，ゼロエミッション化に必要な要素技術の問題点について検討を加える。

2000 年 8 月 14 日受付，2000 年 11 月 24 日受理

\*北海道大学大学院水産科学研究科，〒041-8611 北海道函館市港町 3-1-1

## 2. わが国のイカ類の物質フローと窒素収支

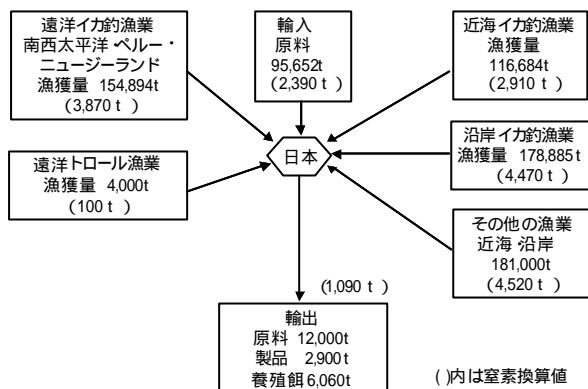


図1 イカ類の物質収支と窒素換算

イカ類の年間漁獲量<sup>3)</sup> (1997年)は図1に示すように約63.5万トンである。その内訳は、ニュージーランドやペルー沖で行われる遠洋イカ釣漁業と、日本国内の沿岸・近海イカ釣漁業の合計で45.0万トンとなる。遠洋トロール漁業は、ニュージーランド・北米・南米やアフリカ沖で行われ0.4万トンであり、その他の漁業で18.1万トンが漁獲される。わが国のイカ類の年間輸入量(1997年)は約9.6万トンで主たる輸入国はタイ(2.3万トン)、中国(1.4万トン)、モロッコ(0.9万トン)、ベトナム(0.6万トン)で、その他の輸入国にはインド、アルゼンチン、アメリカ、韓国、マレーシア、ペルーが含まれる。イカ類の輸出は大蔵省の日本貿易統計(1997年)<sup>4)</sup>によるとイカ関連原料として1.2万トン、イカ関連製品が0.29万トンとなっている。これが動脈系製品の輸出であるが、一方、イカ類の内臓を養殖エビの餌にする静脈系のパスも函館、八戸で行われていて、1997年でおよそ0.6万トンがフィリピンなどに輸出された。日本国内に持ち込まれるイカ原料の内訳は1988年のデータ<sup>5)</sup>しか入手できなかったため、これを解析してフローチャート(図2)に表した。イカ原料は生鮮品、冷凍品と調整品(前処理加工品)の3種類で、漁業生産は生鮮品(26.1万トン)と冷凍品(40.3万トン)、輸入は冷凍品(10.2万トン)と調整品(8.0万トン)がある。また、それらは生鮮消費(50.9万トン)と加工(33.8万トン)に向けられるが、一部(0.1万トン)が輸出に回される。日本国内で発生する残滓総量は使用される生鮮品と冷凍品の総量にイカの内臓の重量比をかけることで求まる。しかし調整品の場合は事前に内臓が除かれているものなので

残滓発生量にはカウントされない。このようにして国内に何らかの形で排出するイカ残滓の総量はおよそ22.0万トンと推定される。

また、日本におけるイカ類の窒素収支(1997年)は図1に示すようにインプットの合計が1.82万トンでアウトプットの合計が0.109万トンであり、1.71万トンの輸入超過となっている。計算に必要なイカの原料や関連製品の含有窒素は、「純食料100g中の栄養成分」<sup>6)</sup>より、含有たんぱく質を求め、さらにそれらを6.25(窒素-たんぱく質変換係数)で除して算出した。原料イカは、工場に運び込まれた段階で食品加工される。その際、残滓として排出されるものには肝臓、墨汁嚢、骨、皮膚、目、その他の内臓器官等が含まれる。これらは混合状態のままでは価値がなく廃棄物として処理される。しかし、各部位別に分離することができれば、それぞれが別の企業にとっては必要な原料になり大きな付加価値を生む。我々は函館で使われ

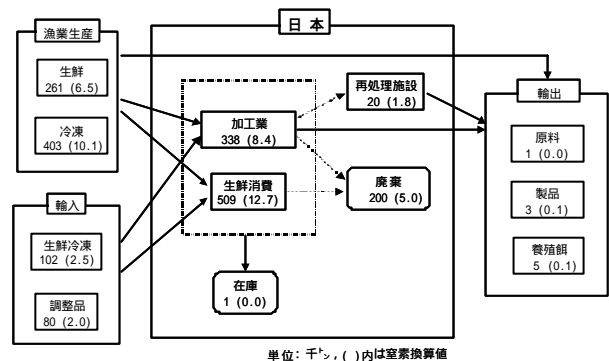


図2 日本におけるイカ類の物質フロー (1988年) 加工原料イカ60匹を入手して各部位別重量の1尾全体に対する重量比(表1)を求めた。それを基に日本国内で消費されるイカ全量84.6万トンから発生する残滓を求めると最も量的に多いのは肝臓で9万8千トン、続いて生殖器・消化器系他が6万3千トン、皮は2万1千500トン、眼球が2万2千トン、口球部が1万1千トン、骨は2.5千トンで墨汁嚢は2.5千トンとなる。

## 3. 函館におけるイカ類の物質フローと窒素収支

函館市内に持ち込まれるイカ原料には、函館産地卸売市場を経由する市場流通とトラック等で陸

送される市場外流通がある。<sup>7)</sup> 市場流通では生産 エビ餌料に変換され輸出される。

表1 スルメイカの部位別重量比率と廃棄物の部位別原料換算値  
ラウンド換算値 内蔵系 肉部<sup>1)</sup> 肝臓 甲 皮 墨汁囊 眼部 口球部 生殖器・  
消化器系他<sup>2)</sup>

スルメイカの部位別重量比率 (%) <sup>3)</sup>	100	26.0	74.0	11.6	0.3	2.5	0.3	2.6	1.3	7.4
部位別原料換算値 <sup>4)</sup> (日本国内) (kg)	846154	220000	626154	98154	2538	21154	2538	22000	11000	62615

<sup>1)</sup> 頭足肉部, 胴肉部, 鱭

<sup>2)</sup> てんらん腺, 生殖器官, その他消化器系

<sup>3)</sup> 計測された雌39尾, 雄21尾の平均値

<sup>4)</sup> 産出されるイカ廃棄物の内訳

者(遠洋, 近海, 沿岸イカ釣漁業), 市場流通業者(卸売業, 仲卸業, 買出人, 買受人) 市場外流通業者(大手水産会社, 商社), 小売業者, スーパー, 加工業者, 冷蔵業者等が関係する。これらについて個別にヒヤリングを実施することで, 函館産地卸売市場を中心とした生産から消費のフロー(図3)を明らかにした。函館に入るイカ原料にはラウ

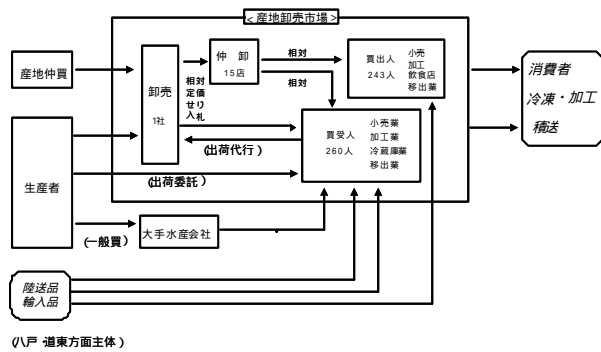


図3 函館におけるイカの流通経路

ンド(内臓の含まれるもの)と抜き(内臓を除去したもの)がある。全体として110千トンほどで, 函館特産食品工業組合が用いる原料はそのうち約98千トン(1997年)である。函館港に水揚げされて市場を経由する量は42千トンほどで全体の38%である。内訳は生鮮品(13千トン)と冷凍品(29千トン)で, 残りはトラック輸送による市場外流通(冷凍品)で, およそ68千トンと推定される。これらは, 道東や八戸方面から陸送される。1例として, 1997年のデータを使って作ったイカ原料と製品のフローチャートを図4に示す。イカ原料は, 生鮮消費が市内消費で1千トン, 加工には1.3千トン, 冷凍品は加工向けに29千トンが使われる。その結果, 市内消費分からおよそ1千トンの残滓が廃棄されるものと考えられる。一方, 加工から生じる6.5千トンの残滓については, すべて日本化学飼料株式会社で処理されて1.5千トンほどの

窒素収支の面から函館をみると, 全インプットは2,755トンで, 全アウトプットは製品の市外へ移出分2,450.4トン, エビ餌量131トンの合計2,581.4トンとなる。その結果173.6トンの窒素が系内に滞留し, 人間が食べる分121.8トンの窒素を除くと51.8トン(全体の1.9%)の窒素が廃棄されものと推定される。この値から, 函館はイカの物流が窒素収支の面から見るとほぼ完全に循環している地域であるといえる。しかし, 問題は残滓が有料で処理業者に引き取られていて, 本来の未利用資源の資源化ではなく逆ザヤになっている点である。実態は, 日本化学飼料株式会社が, 搬入運賃4千円/トン, 処理費用8千円/トンの合計12千円/トンで請け負っている。能力的には80トン/日の処理能力があり, 現状ではバランスしているが, この金額的負担が水産加工業者の経営を圧迫し始めている。また, 処理された残滓が, 東南アジア向け養殖エビ

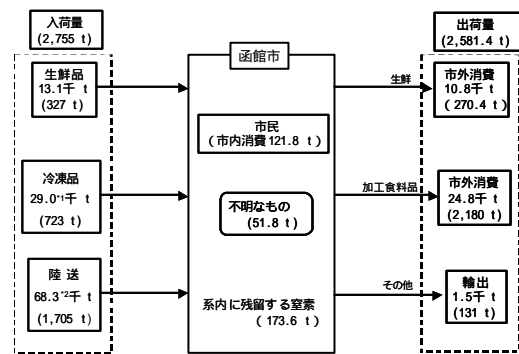


図4 函館市におけるイカ類の物質フロー(1997年)

(ブラック・タイガー)の餌として加工されるが, アジアの経済不況, 為替変動による輸出の不安定さ, 施設の老朽化等から問題が顕在化してきていることも事実である。ゼロエミッション資源化技

術が必要な理由の一つは、この逆ザヤ現象の解消にある。そのためにはイカ加工業者が現在行っている残滓の処理方法（有料）を関係者全体で考え直さなければならない段階に来ていると言える。

#### 4. ゼロエミッション資源化技術

我々の研究グループは残滓を釣の人工餌として活用する技術を開発した。<sup>8-11)</sup>一つは鹿児島大学水産学部との協力で近海・沿岸漁業への応用を考えた沿岸延縄釣漁業用餌の開発である。対象はキンメダイやメヌケなどの比較的金額の高い魚種で地域の漁業者から期待が高まっている。いま一つは北海道大学水産学部が行うマグロ延縄釣漁業用餌の開発である。マグロ延縄漁業は遠洋漁業の代表とも言える漁業である。現在、マグロ漁船は1船が総延長100キロメートルにも及ぶ大型の漁具を用い、1年を通して操業を行う。水揚げ金額は一隻あたりおよそ1億2千万円である。年間、この漁業全体で6万トンほどの天然餌料（イカ、サンマなど）が消費される。この漁業の問題の1つに餌に使うイカ、サンマなどの天然餌料の価格が不安定なことがある。現状では餌の単価45円程度が採算分岐点といわれている。したがって、今後は収益性を高めるためにより安価で量的確保がしやすく、それでいて価格が安定したものが供給されなければならない。このような状況の中で天然餌料を残滓から作った人工餌で代替できれば、ほぼ30円台後半の安定した価格で提供することが可能になる。また、量的には北海道・道南地域で年間1万8千トンほど残滓が発生することから、天然餌料全体の30%ほどが代替できる。マグロ延縄漁業の餌としては最も釣獲率のよいのがイカでその次がサンマやサバである。ハワイ沖漁場で行ったイカと人工餌の比較実験の結果を表2に示しておく。関係者の意見では人工餌はイカには劣るがサンマやサバよりは良いとのことである。それよりも強調すべき点はサメ類がかからないことであろう。漁業者はサメ類がかかることを嫌うし、野生生物保護の観点からもサメの乱獲が、現在、問題になりつつあり、この点は人工餌の持つ利点の一つである。

イカは外敵から身を守る時に吐いた墨で敵を攪乱させ、それを逃避の手段として使う。イカ墨は魚のエラに付着すると呼吸を困難にするので、魚にとって好ましくはない物質である。そのため、

イカの内臓から釣餌を作る過程で墨汁囊全体を取

表2 餌種類別の漁獲尾数

魚種	イカ餌	イカゴロ人造餌
	10797 <sup>*</sup>	3680 <sup>*</sup>
メバチマグロ	43	10
ピンナガマグロ	13	3
キハダマグロ	1	1
メカジキ	2	0
マカジキ	16	3
カツオ	3	1
フウライカジキ	7	0
カマスサワラ	1	0
クロムツ	0	1
サメ類	121	9
シイラ	19	0
ミズウオ	32	3
ヒレジロマンザイウオ	5	2
マンダイ	1	0
アブラソコムツ	1	1
種不明	3	0
合計	268	36

\* 使用餌数

り除かなければならない。そこで、残滓から釣餌を作る過程で廃棄される墨汁囊を利用して、それからセピア色の色素を抽出し、これを利用した染料の開発を行った。現在では墨絵やシルクプリントの商品化も可能となった。現在、イカ墨染めという商品登録も完了し函館の特産品化（アートや工芸品）を目標にした全体的な計画を進めている。この構想は、イカを単に食品として利用するのではなく文化や芸術と結びつけることで、産業の地域性を出そうとするものである。技術的には、染料の消臭・脱臭技術、染色後の色止め技術、色彩・色調の定量評価技術等の問題もあるが、北海道大学水産学部を初めとする産官学の協力で製品化が進められている。

#### 5. おわりに

函館はイカの物質フロー、それに伴う窒素循環がうまく行われている地域といえる。問題なのは再資源化のプロセスが経済的原理に反して逆ザヤになっていることである。この点を改善することで、当地域のイカ類の物質フローと窒素収支はより健全なものに変わり得る。また、日本全体では、イカに関連する産業は他の食料産業と同様に大量に原料を輸入し、そのほとんどを国内で消費する。<sup>12)</sup> ちなみに1997年では輸入や漁獲などで国内に入る全入荷量73万トンに対して輸出は2.1万トンしかなく、その内訳は原料で1.2万トン、製品で0.29万トン、再資源化製品で0.606万トンであった。結果的に94%の窒素が国内に滞留することに

なる。この状態を改善するには輸出可能な商品または国外で消費される商品が開発されなければならない。現状でのエビ養殖餌料も該当製品のひとつである。しかし、この製品は東南アジアでブラック・タイガー養殖に使われ、再び、養殖されたエビに姿を変えて日本に上陸することになる。エビの体内にはイカの肝臓に含まれていたカドミウムは当然含まれており、たとえ健康に影響のないほどの微量であっても、この問題は今後改善されなくてはならない。一方、我々が開発した遠洋マグロ延縄漁業の釣餌は、含まれる窒素を世界の海に広く拡散するので窒素の世界循環に貢献する。日本の国内環境を考えれば、特に、水圏の富栄養化防止に貢献することになる。このことを考えると、ただ単に、天然餌との価格競争という業界内の経済原理に任せておくだけでは不十分である。今後は、エコ商品認定による企業サイドの支援やこれを進める大学や関係研究機関の開発支援も含めて国家的な政策対応が必要になる。

謝辞：

本研究の一部は、文部省科学研究費補助金特定領域研究(A)「ゼロエミッション」により行われた。また、函館特産食品工業協同組合には資料の収集にご協力いただいた。ここに感謝の意を表す。

## 文 献

- 1) 津谷俊人(1995) 図説魚の生産から消費 .成山堂書店, p128 .
- 2) 奥積昌世(2000) 日本人の食生活とイカ .イカの栄養・機能成分(奥積昌世・藤井建夫編), 1 - 5, 成山堂書店 .
- 3) 水産年鑑編集委員会(1999)水産年鑑 1999 年版 第 45 集 . 水産社, p462 .
- 4) 大蔵省(2000)日本貿易統計 1997 年品別国別輸出
- 5) 多屋勝雄(1991) 流通と価格 .イカ - その生物から消費まで - (奈須敬二・奥谷喬司・小倉通男編), 295 - 324, 成山堂書店 .
- 6) 科学技術庁資源調査会(編)(1982)日本食品成分表<四訂> .医歯薬出版株式会社, 13 - 14 .
- 7) 仲居裕(1996) 水産物市場と産地の機能展開 . 成山堂書店, p208 .
- 8) 三浦汀介(1998) 平成 9 年度, 支庁がつくる

政策推進事業, ひやまいカゴロ・フォーラム報告書, 北海道松山支庁 .

- 9) 三浦汀介(1998) 文部省科学研究費重点領域研究 # 292 「ゼロエミッション」, 平成 9 年度研究成果報告, 134-135 .
- 10) 三浦汀介(1999) 文部省科学研究費特定領域研究 # 292 「ゼロエミッション」, 平成 10 年度研究成果報告, A03-08 .
- 11) T. Miura (1998) “Approach to Zero Emissions in Squid Processing”, The 3rd Zero Emissions Network UNU Conference, Tokyo
- 12) 川島博之(1996) わが国における食料供給と窒素循環 . 環境科学会誌, 9, 27 - 33 .

# **Squid Material Flow, Zero-emission Technology and the Nitrogen balance in Japan**

Teisuke MIURA<sup>\*</sup>, Kazuhito WATANABE<sup>\*</sup>, Daisuke SHIODE<sup>\*</sup>,  
Yasuzumi FUJIMORI<sup>\*</sup>, and Susumu SHIMIZU<sup>\*</sup>

(\*Graduate School of Fisheries, Hokkaido University, 3-1-1, Minato,  
Hakodate, Japan)

## **Abstract**

The squid raw material supply system models in Japan and in the case of a local city Hakodate were investigated from the concept of nitrogen balance. The amount of nitrogen in imported squid material was 2,755 tons and that in exported all products made from squid material was 2,851.4 tons. As the result, 173.6 tons nitrogen remained in the area of Hakodate. Only the nitrogen of 51.8 tons (1.9% of the input) was abandoned as a waste in the area of Hakodate except the nitrogen of amount of 121.8 tons that man eats. This value shows that Hakodate is a region that circulates well from the respect of squid's nitrogen balance. There is a problem in the processing of the feed maker of squid's internal organs by charge. It means that squid's internal organs are not evaluated.

In Japan, the industry that relates to the squid imports a large amount of raw materials as well as other food industries, and consumes the most domestically. The entire squid import has 730,000 tons to compare with that of export for only 21,000 tons in 1997. It means nitrogen 18,200 tons input and 1,090 tons output. The nitrogen of 17,100 tons stays domestically as a result. It is necessary to promote the development of the commodity which can be consumed in the foreign countries or which can be exported to improve this state.

**Key words:** Material flow, Nitrogen balance, Squid waste, Zero-emission