

# 魚肉ねり製品の製造工程におけるエネルギー投入量の推定

|       |              |
|-------|--------------|
| 誌名    | 日本水産學會誌      |
| ISSN  | 00215392     |
| 著者名   | 渡辺,尚彦        |
| 発行元   | 日本水産學會       |
| 巻/号   | 51巻9号        |
| 掲載ページ | p. 1527-1532 |
| 発行年月  | 1985年9月      |

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター  
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council  
Secretariat



## 魚肉ねり製品の製造工程におけるエネルギー投入量の推定

渡 辺 尚 彦

(1985年2月18日受理)

## An Estimation of Energy Input in the Manufacture of Fish Meat Paste Product

Hisahiko WATANABE\*1

The amount of direct and indirect energy input in the manufacture of fish meat paste product was estimated. The direct energy input was estimated to be 3390 kcal per kilogram of product (64%), and indirect 1882 kcal per kilogram of product (36%); namely, the total energy input was estimated to be 5272 kcal per kilogram of product. This figure is equal to or less than that for various other meat products. It has been said that sea food products are more energy intensive compared to other food products. However, the present results showed that this is not the case as far as the processing of finished product is concerned.

産業連関分析の手法を用いたエネルギー分析によると水産食品はエネルギー多消費型食品であると指摘されている。<sup>3,4)</sup>しかしながらこれらの研究では、水産食品製造のどの過程でどのような形のエネルギーがどれだけ投入されているのか不明であり、水産食品製造のエネルギー依存性を構造的に把握することが困難である。

本研究では、水産食品の典型例として魚肉ねり製品を取り上げ、その製品製造にかかわる各過程におけるエネルギー投入量を推定し、水産食品製造の構造をエネルギー消費の視点から把握することを目的とした。魚肉ねり製品の製造は、原料魚の漁獲過程、冷凍すり身製造過程、最終製品の製造過程、流過程の4つの過程により構成される (Fig. 1 参照)。このうち、原料魚の漁獲過程および冷凍すり身製造過程については既に報告した。<sup>1,2)</sup>本稿では最終製品である魚肉ねり製品の製造過程についてのエネルギー投入量を推定した結果を報告する。

## 推 定 方 法

**複合方式** エネルギー投入量の推定方法は、(A) 積み上げ方式、(B) 産業連関分析方式、(C) 複合方式の3つに大別される。積み上げ方式は、対象とする製品の製造に投入されるあらゆるエネルギー製品および非エネルギー製品を計数し、しかもそれらの諸製品の製造に投入されるあらゆる産品を次々と廻って計数していく方法であり、膨大な調査を必要とするため実行の困難な方法といえる。産業連関分析方式は、産業連関表が整備され

てきているので、日本の全産業を射程に入れたエネルギー分析を行なう上で強力な手法である。実際、TANAKA ら<sup>2)</sup>は産業連関分析方式を用いて日本の農林水産業の諸部門についてのエネルギー密度を算出している。

本研究では、上記の2つの方式を組み合わせた複合方式を採用した。すなわち、まず、積み上げ方式のように対象とする魚肉ねり製品製造の実態を分析・整理し、製品の製造に投入されるあらゆる産品 (電力・石油類等のエネルギー産品、原料・副原料・包装資材等の非エネルギー産品および建物・機械設備等) を計数した。次に、これら諸々の産品の投入量をエネルギー量へ換算した。この換算にあたっては、産業連関分析によるエネルギー分析の結果を用いた。

なお、本稿では、魚肉ねり製品製造を構成する諸過程のうち、最終製品製造過程だけを取り上げて論ずる性格上、魚肉原料を最終製品である魚肉ねり製品にするために魚肉原料に付加される形の種々の産品を計数してエネルギーに換算した。従って、原料魚 (スケトウダラ冷凍すり身を含む) は製品製造に必要な産品に加えていない。

**投入産品数量の調査** 魚肉ねり製品の製造に必要な諸産品の投入量を A, B, 2工場の協力を得て調査した。A工場は年産2,000トン規模の工場で、かまぼこを中心に生産している。B工場は年産7,000トン規模の工場で、かまぼこ、ちくわ、あげかまぼこをほぼ同量ずつ生産している。A工場からは多方面にわたる詳細なデータ

\*1 東京水産大学食品工学科 (Department of Food Technology and Engineering, Tokyo University of Fisheries, Konan-4, Minato, Tokyo 108, Japan).

\*2 Y. TANAKA and T. UDAGAWA: Misc. Publ. Natl. Agric. Sci. Ser. H, No. 25, pp. 37-62 (1981).

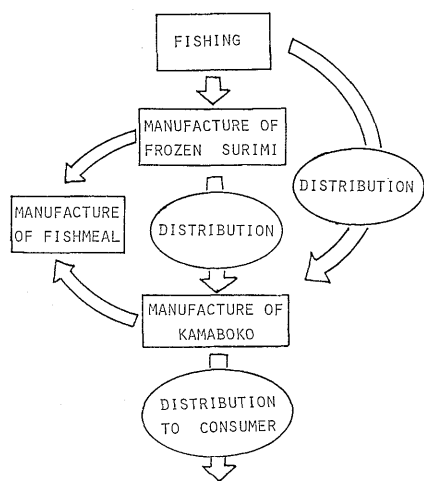


Fig. 1. A flow sheet of kamaboko (fish meat paste) manufacture.

の提供を受けた。すなわち、操業に立ち会い、製造後の諸作業の様態を観察すると同時に、電気、水道等の使用量をチェックする立ち会い調査と、同工場の操業日誌(月報)を過去数年間にわたり閲覧する書類調査を行なうことができた。A工場での立ち会い調査は、1981年10月に行なった。本研究では、魚肉ねり製品の製造工程を、魚肉加工工程、包装工程、低温貯蔵工程、廃水処理工程、管理・販売の5工程に大別し、A工場における立ち会い調査および書類調査の結果を総合的に判断して、各々の工程での諸製品の使用量を推定した。

B工場からは主にエネルギー製品の工場全体としての使用量に関するデータの提供を受けた。これら2工場のデータを勘案して、各工程での諸製品の平均的な使用量を推定した。

**エネルギーへの換算方法** 前節で推定した諸製品の使用量に、産業連関分析法に基づく各製品のエネルギー濃度推定値を乗ずることにより、諸製品の投入量をエネルギーへ換算した。用いたエネルギー濃度を Table 1 に示した。石油類のエネルギー濃度は石油精製に要するエネルギー<sup>3)</sup> 1,013 kcal/l に重油の発熱量 9,900 kcal/l を加えて 10,913 kcal/l とした。電力は水力発電量を考慮した値である 2,000 kcal/kWh を用いた。<sup>3)</sup> 段ボール、包装紙は紙部門の、また、プラスチックフィルムは合成樹脂部門のエネルギー濃度を用いた。<sup>3)</sup> 廃水処理薬剤は前報<sup>1)</sup> と同じ値を用いた。機械設備は食品加工機械のエネルギー濃度\* を用いた。更に、副原料として用いられる種々の食品は、TANAKA らの報告書\* に記載された、単位価格あたりで表示されたエネルギー濃度を単位重量

Table 1. Energy intensity

| Item                       | Energy intensity        |
|----------------------------|-------------------------|
| Petroleum                  | 10,900 kcal/l           |
| Electricity                | 2,000 kcal/kWh          |
| Piped water                | 380 kcal/m <sup>3</sup> |
| Packaging materials:       |                         |
| Wrapping paper & cardboard | 2.9 kcal/g              |
| Wrapping films             | 5.9 kcal/g              |
| Chemicals                  | 6.6 kcal/g              |
| Machines & equipment       | 28.7 kcal/g             |
| Raw materials:             |                         |
| Sugar                      | 2.3 kcal/g              |
| Egg                        | 10.0 kcal/g             |
| Starch                     | 5.6 kcal/g              |
| Salt                       | 2.6 kcal/g              |
| Cooking oil                | 9.0 kcal/g              |
| Mirin (sweetened sake)     | 6.7 kcal/ml             |
| Chemical seasoning         | 36 kcal/g               |
| Chicken                    | 13.8 kcal/g             |

あたりに直して用いた。

## 結果と考察

**投入産品数量** 魚肉ねり製品 1 kg の製造に要する電力・石油類等エネルギー産品および水道水・包装資材等非エネルギー産品の使用量の推定結果を Table 2 に示した。これらの推定値の算出根拠を以下に説明する。

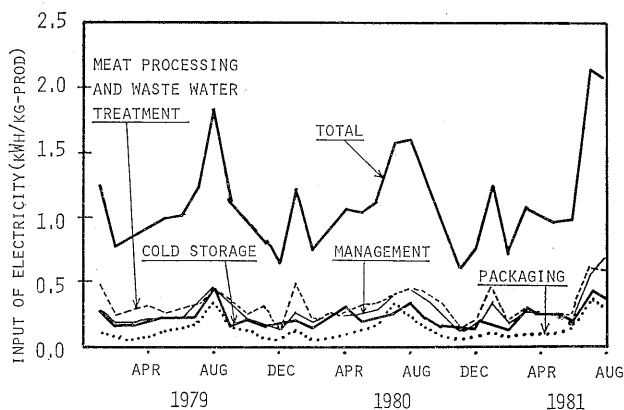
1. 電力 ねり製品 1 kg あたりに投入された全電力量およびその内訳ならびにそれらの月間変動をA工場については Fig. 2A に、B工場については Fig. 2B に示した。

A工場において、電力積算計の指針の記録は工場全体についてのもおよび管理・販売についてのもの2種であった。その他に、毎日一定時刻に配電盤の電圧・電流値を測定した記録があった。そこで、立ち会い調査の際に、工場内の各機器・装置の稼働時刻および配電盤の電圧・電流値の経時変化を数日間にわたり記録し、両者を比較検討した結果、両者に相関関係が認められた。この結果を用いて、工場全体の電力消費量に対する低温貯蔵工程および包装工程の電力消費量の割合を算出した。包装工程の電力消費は、包装機械および、包装作業室の空調・照明の電力消費の総和である。包装工程に要するエネルギーは、Fig. 2A からわかるように、季節の影響が顕著である。これは空調に要する夏場の電力消費量が大きいためであろう。廃水処理に要するエネルギーは活性汚泥処理のための送風機およびスラッジ脱水機の所要電力値から推定した。工場全体の電力消費量から包装、廃水処理、冷蔵に要する電力消費量を差し引いた残りの

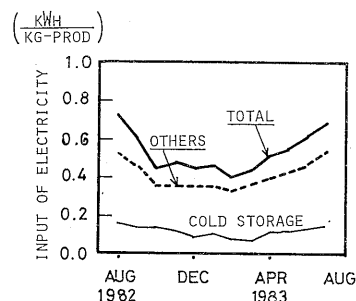
\* Y. TANAKA and T. UDAGAWA: Misc. Publ. Natl. Agric. Sci. Ser. H, No. 25, pp. 37-62 (1981).

**Table 2.** The amount of input of energy and nonenergy goods in the processing of finished fish meat paste per kilogram of product

| Item                  | Process               | Unit               | Amount of input |           |             |
|-----------------------|-----------------------|--------------------|-----------------|-----------|-------------|
|                       |                       |                    | Factory A       | Factory B | Average     |
| Electricity           | Meat processing       | kWh/kg             | 0.33            | 0.41      | 0.25        |
|                       | Packaging             |                    | 0.15            |           | 0.11        |
|                       | Waste water treatment |                    | 0.11            |           | 0.08        |
|                       | Management            |                    | 0.29            |           | 0.22        |
|                       | Cold storage          |                    | 0.24            | 0.10      | 0.17 (0.26) |
|                       | Total                 |                    | 1.12            | 0.51      | 0.82 ( 0.9) |
| Gas                   | Meat processing       | kcal/kg            | 399             | 600       | 455         |
|                       | Management            |                    | 70              |           | 80          |
|                       | Total                 |                    | 469             | 600       | 535         |
| Petroleum             | Meat processing       | l/kg               | 0.057           | 0.054     | 0.050       |
|                       | Waste water treatment |                    | 0.015           |           | 0.013       |
|                       | Management            |                    | 0.031           | —         | 0.03        |
|                       | Total                 |                    | 0.103           | 0.054     | 0.093       |
| Piped water           | Meat processing       | m <sup>3</sup> /kg | 0.047           | 0.020     | 0.034       |
|                       | Waste water treatment |                    | 0.001           |           | —           |
|                       | Total                 |                    | 0.048           | 0.020     | 0.034       |
| Raw materials         | Meat processing       | kg/kg              | 0.27            | —         | 0.27        |
| Packaging materials   | Packaging             | kg/kg              | 0.036           | —         | 0.036       |
| Chemicals             | Waste water treatment | g/kg               | 0.3             | —         | 0.3         |
| Machines & equipments |                       | ¥/kg               | 22              | —         | 22          |



**Fig. 2A.** Input of electricity per kilogram of finished product in factory A.



**Fig. 2B.** Input of electricity per kilogram of finished product in factory B.

値を魚肉加工に要する電力とした。

B工場においては、冷蔵庫に要する電力消費量とその他の電力消費量とを測定した記録が利用できたが、これを更に各工程に配分する作業は行なわなかった。Table 2 に示された A, B 両工場の電力消費を比較すると、B工場の消費量は A 工場の約 1/2 である。A, B 両工場の電力消費量の平均値を Table 2 の右端の欄に記した。ただし、魚肉加工、包装、廃水処理、管理の各工程については、全体の平均を、A工場におけるデータに基づい

て比例配分した値である。

ところで、A工場では、原料魚ならびに製品の貯蔵のために、社外の低温倉庫を借り上げて使用している。その容積は社内の低温倉庫の 4 倍に相当する。従って、A工場の生産活動に直接必要な冷蔵倉庫のための電力投入量は 0.24 kcal/kg-製品の 5 倍で、1.20 kcal/kg-製品となる。しかし、この値は、B工場の 10 倍にも達する値である。他方、冷凍工程のために多大の電力投入を行なうと思われる冷凍食品工場での製品 1 kg あたりの電力

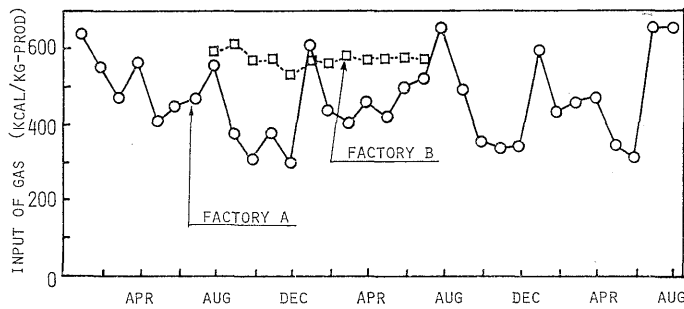


Fig. 3. Input of gas per kilogram of finished product.

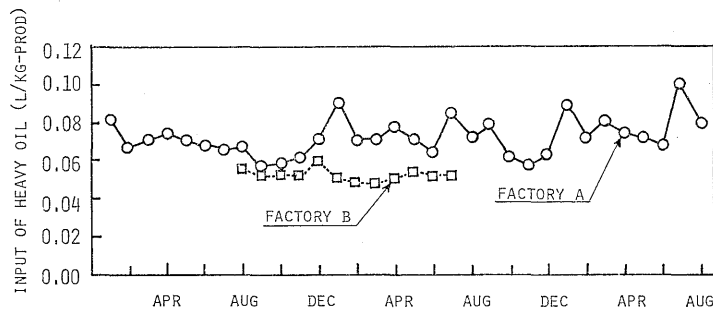


Fig. 4. Input of heavy oil per kilogram of finished product.

投入量は、0.1~0.5 kWh と報告されている\*。この数値と比較しても A 工場の 1.20 kcal/kg-製品という冷蔵庫のための電力投入量は異常に多い。この原因をさぐるために、年間の総生産量に対する冷凍庫容積（社外冷蔵庫を含める）の比を A, B 両工場と比較したところ、A 工場の方が B 工場よりはるかに大きくなった。そこで、この比が B 工場と等しくなるように A 工場の社外冷蔵庫の規模を決め、社外においても社内と同様の電力消費があるものとして A 工場での冷蔵工程に要する電力使用量を算定した。その結果を Table 2 のカッコ内に示した。

2. ガス ガスの使用量を Fig. 3 に示した。ガスは焼きちくわ、だてまきなど“焼きもの”および揚げかまぼこの製造において熱源として用いられる。A, B 両工場で大きな差異はないが、B 工場の方が A 工場よりやや多いのは、ガスを熱源とする製品の比率が A 工場よりずっと大きいことから納得できる。A, B 両工場のガス使用量の平均値およびその内訳を A 工場のデータに基づいて比例配分した値を Table 2 に示した。

3. 石油類 工場で用いられる重油の使用量を Fig. 4 に示した。重油はかまぼこの蒸煮、廃水処理スラッジの乾燥などに用いるスチームの熱源として使われる。Fig. 4 より、A 工場では 0.07 l/kg-製品、B 工場では

0.05 l/kg-製品程度の使用量であることがわかる。A 工場での他の石油類の使用量は、灯油が 0.006 l/kg-製品、ガソリンが 0.03 l/kg-製品、軽油が 0.001 l/kg-製品程度であった。また、潤滑油類は 0.0001 l/kg-製品程度であり、無視した。ガソリンと軽油は、原料・製品の運搬や営業活動に使用される車輛の燃料に用いられる。

4. 水道水 水道水の使用量は魚肉加工工程での使用量が圧倒的に多い。廃水処理用の用水量は、現場担当者の経験的な推定によるものである。井水を使っている場合も水道水として扱った。

5. 副原料 かまぼこの製造に利用される副原料は多種多彩である。調査した結果によると、主な副原料の製品 1 kg 当りの使用量は、鶏卵 37 g, 砂糖 40 g, デンプン 26 g, 食塩 23 g, 食用油 8 g, みりん 24 g, 化学調味料 5 g, 鶏肉 2 g であり合計 165 g であった。

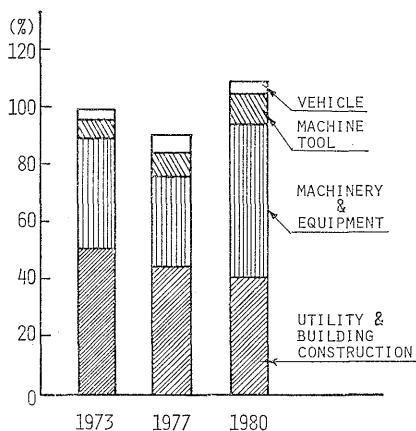
6. 包装資材 かまぼこを例として、その包装材料の使用量を調査した結果、製品 1 kg あたりの使用量は、段ボール 20 g, プラスチックフィルム 5.5 g, 包装紙 9.7 g, 紐 0.3 g で合計 35.5 g であった。

7. 廃水処理薬剤 廃水処理に用いられる苛性ソーダ、硫酸アルミニウム、高分子凝集剤の使用量は 0.3 g/kg-製品と見積った。

\* 矢野俊正・飯淵貞明：文部省科学研究費補助金エネルギー特別研究 昭和 56 年度研究成果報告書、pp. 113-116 (1982).

**Table 3.** The amount of energy input per kilogram of product at each stage in the manufacture of fish meat paste

| Process               | Item of goods       | Manufacture of finished product |                           | Manufacture of frozen surimi of Alaska pollack |
|-----------------------|---------------------|---------------------------------|---------------------------|--|
|                       |                     | Input of goods                  | Input of energy (kcal/kg) | Input of energy (kcal/kg)                      |
| Meat processing       | Electricity         | 0.25 kWh/kg                     | 500                       | 60<br>—<br>188<br>125<br>72<br>} 455 (24.9%)   |
|                       | Gas                 | 455 kcal/kg                     | 455                       |  |
|                       | Petroleum           | 0.050 l/kg                      | 546                       |  |
|                       | Raw materials       | 0.27 kg/kg                      | 1114                      |  |
|                       | Piped water         | 0.034 m <sup>3</sup> /kg        | 13                        |  |
| Packaging             | Electricity         | 0.11 kWh/kg                     | 220                       | —<br>287<br>} 287 (16.1%)                      |
|                       | Packaging materials | 0.04 kg/kg                      | 122                       |  |
| Cold storage          | Electricity         | 0.26 kWh/kg                     | 520                       | 401<br>3<br>} 404 (22.6%)                      |
|                       | Piped water         | —                               | —                         |  |
| Waste water treatment | Electricity         | 0.08 kWh/kg                     | 160                       | 150<br>94<br>3<br>6<br>} 253 (14.2%)           |
|                       | Petroleum           | 0.013 l/kg                      | 142                       |  |
|                       | Piped water         | 0.001 m <sup>3</sup> /kg        | —                         |  |
|                       | Chemicals           | 0.3 g/kg                        | 2                         |  |
| Management            | Electricity         | 0.22 kWh/kg                     | 440                       | —  |
|                       | Gas                 | 80 kcal/kg                      | 80                        |  |
|                       | Petroleum           | 0.03 l/kg                       | 327                       |  |
| Machines & equipments |                     | 22 ¥/kg                         | 631 (12%)                 | 397 (22.2%)                                    |
| Sum total             |                     |                                 | 5272                      | 1786   |



**Fig. 5.** The relative change of depreciation at factory A. The value in 1973 is taken as 100 per cent.

8. 機械設備 A工場の建物、機械設備の減価償却費の年次変化を Fig. 5 に示した。変動は ±10% 程度と小さい。昭和 55 年の減価償却費をねり製品 1 kg あたりの数値に換算すると、22円となる。この数値がどのように会計上の都合の影響を受けているのか不明であるが、本研究ではこの工場全体の減価償却費を基に建物、機械設備に対応する間接エネルギーを推定した。

**Table 4.** Energy input in meat processing

| Product                         | Energy input kcal/kg-product | Researcher  |
|---------------------------------|------------------------------|---|
| Fish meat paste                 | $5.27 \times 10^3$           | Present work<br>WATANABE<br><i>et al.</i> <sup>1)</sup> |
| Frozen surimi of Alaska pollack | $1.8 \times 10^3$            |   |
| Hams                            | $6.9 \times 10^3$            | } JACQUES <i>et al.</i> <sup>5)</sup>                   |
| Bacon                           | $10.5 \times 10^3$           |   |
| Pork sausage (65% meat)         | $9.8 \times 10^3$            |   |
| Pork pie                        | $10.0 \times 10^3$           |   |
| Smoked & cooked joints          | $29.6 \times 10^3$           |   |

エネルギー投入量

Table 2 に示した諸製品の平均使用量を Table 1 の換算値を用いてエネルギーに換算した。結果を Table 3 に示した。同表には既に報告したスケトウダラ冷凍すり身製造の場合のエネルギー投入量<sup>1)</sup>も比較のために記載した。同表より魚肉ねり製品製造においては製品 1 kg あたり約 5,000 kcal のエネルギーが主原料に対して投入されることがわかる。この値は、冷凍すりみの製造における値の約 3 倍に相当する大きな値である。Table 3 の各項について魚肉ねり製品とスケトウダラ冷凍すりみとを比較すると、包装、冷蔵、廃水処理の各工程では両者はほぼ同じ値を示しており、両者における大きな差異

は、専ら、魚肉加工工程において生じていることがわかる。冷凍すりみ加工に比べてねり製品加工がより多くのエネルギーを要する複雑な加工工程であるので、この差異は当然とも考えられる。

エネルギー投入量を比較できる他の公表された数値は少ないが、イギリスにおける2,3の食品加工についての調査結果が報告されているので、これらと比較を行なった。(Table 4 参照)。同表より、魚肉ねり製品はハムと同程度であり、ベーコンやポークソーセージの1/2のエネルギー投入量であることがわかる。従って、最終製品の製造段階で比較する限りでは、魚肉ねり製品は畜肉製品と比較してエネルギー投入量が同程度もしくはより少ないものと推定される。

本研究の遂行にあたり東京水産大学長天野慶之教授に

有益なご助言を賜った。本研究の経費の一部は昭和56年度文部省科学研究費補助金によった。記して感謝の意を表す次第である。

#### 文 献

- 1) 渡辺尚彦・高井陸雄・長谷川浩：日水誌，**48**，941-944 (1982).
- 2) 渡辺尚彦・内田純一：日水誌，**50**，417-423 (1984).
- 3) 科学技術庁資源調査会編：衣食住のライフサイクルエネルギー（資料第69号）大蔵省印刷局，1979，pp. 29-392.
- 4) 小林登史夫・松永隆司・石田信昭・柳本正勝・水田 昂・田村真八郎：日食工誌，**29**，298-304 (1982).
- 5) J. K. JACQUES and K. L. BLAXTER: *J. Sci. Fd Agric.*, **29**, 172-181 (1978).