魚肉ねり製品の原料魚の漁獲に投入される直接および 間接エネルギーの推定

渡 辺 尚 彦・内 田 純 一

(1983 年 6 月 15 日受理)

An Estimation of Direct and Indirect Energy Input in Catching Fish for Fish Paste Products

Hisahiko WATANABE*¹ and Jun-Ichi UCHIDA*¹

There has been no publication on the energy analysis of catching fish for fish paste products. This paper reports an estimation of direct and indirect energy input per kilogram of catch of these fishes, by use of the census of fisheries economics. It was found that the energy input per weight of catch in the fishing of Alaska pollack (distant trawl in North Pacific Ocean) was nearly constant at the level of about 5,000 kcal/kg from 1967 to 1977. But it increased greatly in the year of 1978. It reached 20,000 kcal/kg in 1980. On the other hand, the energy intensity in the fishing of croaker and others (trawl in East China Sea) has been gradually increasing year by year. It was 8,000 kcal/kg in 1967 and 18,000 kcal/kg in 1980. It was also found that 80-90% of the total energy was consumed as fuel oil by fishing boat in both cases.

産業連関表を用いたエネルギー分析¹⁾によると水産食品部門はその製品 1 kg に対する 1 次エネルギー投入量(全エネルギー原単位)が 1.65 kcal である。この数値は肉製品部門の 0.65 kcal/kg や酪農品部門の 0.31 kcal/kg と比べて大きい。本研究は、このようにエネルギー投入量が大きいとされる水産食品の中でも、加工度が高くかつ生産量の大きい魚肉ねり製品について、原料魚の漁獲から最終製品の製造に至るまでの各過程においてエネルギーがどのように投入されるかを明らかにし、今後の対策に資することを目的とする。魚肉ねり製品製造の諸過程を Fig. 1 に示す。スケトウダラ冷凍すり身製造の過程

における投入エネルギーの分析については既に報告した。²⁾ 本稿では原料魚の漁獲過程での投入エネルギーについて検討する。

魚肉ねり製品には極めて多種類の製品があり、また、その原料には 100 種類以上の魚種が利用されている。³⁾ しかしながら、量的に大半を占めるのはスケトウダラと、グチ・ニベ・タチウオ等以西底びき網漁業の漁獲物と考えられる。本研究では、原料魚の漁獲を代表するものとして北洋の遠洋底びき網漁業(北転船)と以西底びき網漁業をとり上げる。

推 定 方 法

スケトウダラ漁業の代表例として、北洋における 200-500 トン規模の漁船による遠洋底びき網漁業(北転船)を、また、グチ・ニベ・タチウオ等については、東シナ海 2 区の 100-200 トン規模の漁船による以西底びき網漁業を選ぶ。これらの漁業の 1 漁撈体あたりの平均的な漁船トン数、航海数、漁獲量および漁業支出金額は、農林水産省統計情報部編の「漁業経済調査報告」⁴⁾ に報告されている。⁵⁾ (Table 1 参照) スケトウダラ漁業の場合は、平均して、347 トンの漁船 1 隻によるオッターロールで昭和 49 年に 13 回出漁し、6,089 トンの漁獲が

Fig. 1. The flow chart of the manufacture of fish paste products.

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

*² 間接エネルギーを推定する時に、エネルギー濃度(エネルギー集中度)を必要とするが、本研究では、昭和 49 年の産業連関表を用いたエネルギー分析によるエネルギー濃度¹⁾を用いる。そのため、まず昭和 49 年のデータを用いて検討する。年次による変動については後節にて検討する。

Table 1. The average cost expended by a fisheries operating unit with an average scale in distant trawl in North Pacific Ocean and that in trawl in East China Sea in 1974

Items		Distant trawl in North Pacific Ocean (北 転 船)		Trawl in East China Sea (以西底びき網漁業)	
Fishing boat					
Tonnage of main boat		347.44		117.77	
Number of powered boat		1		2	
Number of voyage		13		5	
Landings of catch [tonnes]		6088.9		1020.8	
[10 ³ yen]		270,454		209,348	
Total cost	(漁業支出合計)	Cost [10 ³ yen] 245,917	(per cent) (100.0)	Cost [10 ³ yen] 212,878	(per cent) (100.0)
Crew-share	(雇 用 労 賃)	78,328	(31.9)	71,015	(33.3)
Boat repair and maintenance	(漁 船 費)	18,837	(7.7)	20,053	(9.4)
Fishing gear repair	(漁 具 費)	20,594	(8.4)	8,833	(4.1)
Fuel oil	(油 代)	53,307	(21.6)	24,630	(11.6)
Bait	(え さ 代)	—	(—)	—	(—)
Ice	(氷 代)	937	(0.3)	2,408	(1.2)
Casings of catch	(魚 箱 代)	1,861	(0.8)	13,220	(6.2)
Miscellaneous coat	(諸 材 料 費)	1,357	(0.5)	1,518	(0.7)
Facilities repair and maintenance	(諸 施 設 費)	1,423	(0.5)	—	(—)
Lent fee	(賃 借 料 ・ 料 金)	1,245	(0.5)	20,069	(9.4)
Sales commission fee	(販 売 手 数 料)	11,001	(4.5)	11,010	(5.2)
Management cost	(事 務 費)	11,581	(4.7)	13,670	(6.4)
Other running cost	(そ の 他 経 常 費)	3,925	(1.6)	11,729	(5.5)
Depreciation	(減 価 償 却 費)	41,522	(16.8)	14,723	(6.9)
Buildings	(建 物)	361	(0.1)	227	(0.1)
Boat	(漁 船)	33,838	(13.7)	11,131	(5.2)
Fishing gear	(漁網・はえなわ)	6,614	(2.6)	216	(0.1)
Fishery right	(漁 業 権)	—	(—)	2,773	(1.3)
Other fixed assets	(その他固定資産)	708	(0.3)	377	(0.2)

あり2億4,592万円の漁業支出を要している。他方、グチ・ニベ・タチウオ等を対象魚種とする以西底びき網漁業では118トンの漁船による二隻底びき網で5回の航海を行ない1,022トンの漁獲を得たが、この漁業の為に2億1,288万円の漁業支出を要した。本研究ではこれらの経済的な情報を利用して投入エネルギーの推定を行なう。

なお、北洋での底びき網漁業(北転船)での漁獲魚種は約90%がスケトウダラでその他にヒラメ・カレイ類が6.8%程度混獲される。⁶⁾ また、以西底びき網での漁獲魚種は、グチ・ニベ類およびタチウオで30%、その他に、ハモ・エソ・エイ・ホウボウの類が15%程度漁獲され、⁵⁾ とともに魚肉ねり製品の原料として利用される。従って、以西底びき網による漁獲物の約1/2がねり製品の原料となる。以西底びき網漁業のその他の漁獲魚種は、ヒラメ・カレイ類、イカ類、エビ類などであり、ねり製品原料魚に劣らぬ市場価値を有している。そこで、

本研究では、これらの非ねり製品原料魚もねり製品原料魚と対等の価値を有すると考え、全エネルギーが全漁獲物に同等に投入されたとして計算を行なう。

直接投入エネルギー

漁獲に際しての直接投入エネルギーは漁船の燃料油および事務で使う電力およびガソリン・灯油等である。Table 1の経常経費の項目に事務費があるが、これは主に人件費であり、⁶⁾ この経費から事務用の直接エネルギーに対応するものを推定するのは困難なので、本稿では漁船の燃料油以外はすべて間接エネルギーとして扱う。また、Table 1中の油代は燃料油費の他に潤滑油費をも含むが、両者を区別するのが困難なので潤滑油費を無視してすべて燃料費として扱う。燃料油はほとんど全部A重油とみなせる。⁷⁾ 昭和49年のA重油平均単価を29×10³円/kgとし、⁸⁾ A重油の全エネルギー原単位を10,913 kcal/lとして*燃料油のエネルギーを算出した。

* 石油精製に投入されるエネルギー¹⁾ 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。

間接投入エネルギー

間接投入エネルギーは特記するものを除いて、一般に、投入金額にエネルギー濃度を乗じて算出した。ただし、エネルギー濃度は資源調査会資料第 69 号に掲載されている値¹⁾を用いた。

1. 漁船建造および同修理 漁業経済調査報告では、漁船の建造に関する費目が減価償却費に、漁船の修理や消耗品に関する費目が漁船費にはいつている。同報告の他の漁法・漁場に関する報告を併せ見ると、漁船の減価償却費は必ずしも漁船の総トン数の大小を反映せず不合理な部分がある。これは、減価償却には会計上の都合による任意操作の加わる余地があるためと考えられる。そこで Table 1 の漁船の減価償却費は採用せず、別途に漁船の建造船価を推定し、それを耐用年数で除して 1 年あたりの漁船建造費とした。漁船の建造船価を推定する試みとして、昭和 45 年、49 年、55 年について、建造船価⁹⁾を総トン数に対して両対数プロットしたところ、各年次ともそれぞれ勾配がほぼ 1 の直線で相関できることがわかった。(Fig. 2 参照) 本研究ではこの図を用いて漁船の建造船価を推定した。

一般に漁船の減価償却の法定年数は、鋼船 12 年、木船 7 年、FRP 船 10 年である。実際は法定償却前に他国

Fig. 2. The relation of the price vs. the gross tonnage in fish boat building. The figure in the symbol denotes each fishery as follows:
 1: distant water tuna long line; skipjack pole-and-line,
 2: offshore tuna long line; skipjack pole-and-line,
 3: distant trawl 4: offshore trawl
 5: offshore salmon drift gill net
 6: factory ship type salmon fishing
 7: North Pacific Ocean long line and gill net
 8: purse seines 9: others

へ転売される例も多いらしいが、ここでは上記の値を参考にして、漁船の耐用年数を 10 年と仮定した。このようにして得た漁船建造費に、造船・同修理部門のエネルギー濃度¹⁾ (15.91 kcal/円) を乗じて投入エネルギーを算出した。なお、漁船修理については、Table 1 の漁船費を対応するものとし、エネルギー濃度を乗じて投入エネルギーとした。

2. 漁具製造および同修理 遠洋底びき網漁業 (北転船) は平均して 347 トンの漁船によって行なわれ、1 隻あたり約 21 トンの漁具が積まれる。^{*1} その漁具構成をおおよそ、ナイロンロープ類 (66.8%)、ナイロン網地 (4.2%)、オッター・ボード (29%) と推定した。(カッコ内は重量パーセント^{*2}) 漁具の耐用年数を 3 年とした。また、ロープおよび網地のエネルギー原単位としてナイロンのエネルギー原単位¹⁾ (33.9×10^8 kcal/kg) を、また、オッター・ボードについては、熱間圧延鋼材のエネルギー原単位¹⁾ (5.17×10^8 kcal/kg) を用いた。Table 1 に漁具費として計上されているものは漁具消費費・修繕費である。この漁具費に「ロープ・漁網」部門のエネルギー濃度を乗じて漁具修理の投入エネルギーとした。

以西底びき網漁業に出漁する各々 118 トンの漁船は 2 隻で 12.4 トンの漁具を積んでいると推定し、その漁具はナイロンロープおよびナイロン網地により構成されているとみなした。漁具の耐用年数を 3 年と仮定した。漁具修理の投入エネルギーについては、北転船の場合と同様に計算した。

3. 砕氷製造 漁船用の砕氷を製造する製氷工場で年間 3.73×10^5 トンの氷を生産するのに 3.46×10^8 kWh の電力消費を要したとされている。¹⁰⁾ 電力を 1 次エネルギー (1 kWh = 2,000 kcal とする) に変換すると砕氷 1 トンあたりのエネルギー投入量は 1.86×10^4 (kcal/t) となる。製氷工場の建物・機械装置等に投入されている間接的なエネルギー投入量を直接投入エネルギー (電力) の 1/2 と仮定する¹¹⁾と、砕氷 1 トンに投入される全エネルギーは 2.79×10^4 kcal となる。一方、漁船の積載する砕氷の量を漁船要覧¹²⁾によって推定すると、1 航海あたり、北洋の遠洋底びき網漁業で 15.0 トン、以西底びき網漁業で 67.2 トンになる。これらの値を用いて、漁獲量 1 kg あたり砕氷製造に投入されたエネルギーを推定した。

4. 魚箱代 Table 1 で見る通り、以西底びき網漁業では魚箱代への支出が油代の 1/2 という巨額に達している。以西底びき網漁業によるねり製品原料魚は大部分木箱に入れられるので、「木製品」部門のエネルギー濃度¹⁾ (11.2 kcal/円) を用いてエネルギーに換算した。

5. 諸材料 諸材料費の項目は、漁具を除く一般作業

*1 水産庁監修「漁船要覧 (昭和 49 年版)」水産経済新聞社発行 p. 33 第 2 表より推定した。

*2 農林水産省統計調査部編「漁網図鑑 (下) 底網漁具編」農林統計協会発行 (昭和 36 年) p. 11-12 より推定した。

用の用品・雑貨類であると考え、ゴム製品で代表させて投入エネルギーを算出した。

6. 建物・諸施設 建物の減価償却費および経常経費の諸施設費の合計金額に、「非住宅新建築」部門のエネルギー濃度¹⁾ (22.85 kcal/円) を乗じて建物・諸施設への投入エネルギーとした。

7. 賃借料・料金について 以西底びき網漁業の賃借料・料金は他と比較して異常に大きい。また、経常経費の漁船費（修理・艀装の材料費・部品費）が大きいにもかかわらず、漁船・漁網の減価償却費が小さい。これらのことから、Table 1 に示した以西底びき網漁業では漁船1隻が賃借により運用されているものと考えられる。このことから、投入エネルギーの推定に減価償却費を利用することは適切でないといえる。

8. 事務費について この項目は、役員給与・手当、事務職員給与・手当、接待費、出張費、事務用品費を含むもので、⁴⁾ 大部分が人件費と推定される。従って、間接投入エネルギーから除外した。

9. 労賃・手数料等について 本来、労働やサービスに関する投入エネルギーも検討の対象となるべきものであるが、取り扱い方に難点を有するので本研究では除外した。

結果と考察

昭和49年におけるスケトウダラ漁業（北転船）および以西底びき網漁業における平均的1漁撈体あたりの直接および間接投入エネルギー（全投入エネルギー）および漁獲1kgあたりの全投入エネルギーの推算結果をTable 2 に示した。同表より、1漁撈体あたりの年間のエネルギー投入量はスケトウダラ漁業の方が以西底びき

網漁業より約2倍大きい、単位漁獲量あたりのエネルギー投入量（エネルギー原単位）は以西底びき網漁業の方が約3倍大きいことがわかる。これはスケトウダラ漁業の方が1漁撈体あたりの漁獲量が約6倍多いからである。

産業連関分析の手法を用いたエネルギー分析では、昭和49年の日本の海面漁業部門のエネルギー原単位は 9.3×10^3 kcal/kg である。¹⁾ また、イギリスにおける同様な分析¹³⁾ では、1969年のイギリスの漁業部門のエネルギー原単位は 34.6 MJ/kg (8.0×10^3 kcal/kg) であり、日本の値とほぼ一致している。このような産業連関分析により得られたエネルギー原単位は、その国のさまざまな漁法による漁業の平均的な値を示すのであるが、国外における燃料油の購入を無視しているの、遠洋漁業の占める割合の大きい国では、実際はより大きな数値になると思われる。

Table 2 に示したスケトウダラ漁業のエネルギー原単位は 3.3×10^3 kcal/kg であり、産業連関分析による値の1/3と少なく、また、以西底びき網漁業の原単位は 10.6×10^3 kcal/kg で産業連関分析による値とほぼ一致する。一般に、漁船の燃料使用量の公表されたデータは乏しいが、最近、省エネルギー研究を目的として、まぐろ漁船の燃料油の使用状況が詳しく調査された。¹⁴⁾ それによると、漁獲量1kgあたりの重油使用量は昭和55年～昭和56年において、 $2.0 \sim 8.0$ l であり、エネルギー換算すると $2 \times 10^4 \sim 9 \times 10^4$ kcal/kg となる。これは、本研究による以西底びき網漁業の2～9倍である。漁場の遠近、漁獲物の価格等の較差を考えると、本研究の結果はほぼ納得できる数値を与えているものと考えられる。

投入エネルギーの項目別内訳をみると、燃料油がスケ

Table 2. The average energy input of a fisheries operating unit in distant trawl in North Pacific Ocean and that in trawl in East China Sea in 1974

Items	Total energy input per fisheries operating unit [10^3 kcal]		Total energy input per kilogram weight of catch [kcal/kg]	
	Distant trawl in North Pacific Ocean	Trawl in East China Sea	Distant trawl in North Pacific Ocean	Trawl in East China Sea
Direct energy input			(%)	(%)
Fuel oil	18,179	8,340	2,986 (90.1)	8,820 (85.8)
Indirect energy input				
Boat building and repair	1,070	871	176 (5.3)	852 (8.3)
Fishing gear manufacture and repair	818	413	135 (4.1)	404 (4.0)
Ice manufacture	5	9	1 (0.0)	9 (0.1)
Casing of catch	21	148	3 (0.1)	145 (1.4)
Miscellaneous	44	49	7 (0.2)	48 (0.5)
Building and facilities	41	5	7 (0.2)	5 (0.0)
Total	20,178	9,835	3,315 (100)	10,283 (100)

トウダラ漁業で約 90%，以西底びき網漁業で約 80%と、いずれにおいても圧倒的な比率を占めている。従って、省エネルギーの方途は、漁船計器や漁具・漁法の高度化、適切な漁船運用等による燃料油消費の軽減にあると言える。しかしながら、支出金額に占める比率においては、Table 1 に示す通り、燃料油の比率は全体の 10-20% にすぎず、エネルギー投入量における比率とは全く異なっている。従って、経営上の判断としては、必ずしも燃料油の節減が第 1 の重要事項にならないことがわかる。

さて、以上の検討は、いずれも、昭和 49 年のデータに限定されたものであった。しかるに、近年、エネルギー価格の暴騰、200 海里経済圏の設定などの要因により、漁業は大きな影響を受けている。そこで、昭和 42 年 (1967 年) から昭和 55 年 (1980 年) までの 14 年間にわたる資料⁴⁾を用いて投入エネルギーの経年変化を検討した。エネルギーへの換算にあたって、昭和 49 年の産業連関表を用いて得られたエネルギー濃度を用いた。そのため、まず各年次の諸資材価格を昭和 49 年の価格に換算し、次いで昭和 49 年のエネルギー濃度を乗じた。A 重油の価格変動は全漁連加盟の漁協の扱い単価変動を用いて補正した^{8,16)}。その他の漁業資材の価格変動は、卸売物価指数¹⁰⁾を用いて補正した。漁業経済調査報告に記載された北洋遠洋底びき網漁業 (北転船) および以西底びき網漁業の各年の平均的 1 漁撈体あたりの全エネルギー投入量、漁獲 1 kg あたりの全エネルギー投入量の推算結果をそれぞれ Fig. 3 および Fig. 4 に示した。また、各年の平均的 1 漁撈体あたりの漁獲量の変化を Fig. 5 に示した。これらの結果をみると、スケトウダラ漁業 (北転船) と以西底びき網漁業とはパターンが全く異なることがわかる。以西底びき網漁業では 14 年間漁獲量がほぼ一定である。しかし投入エネルギーは漸増して来た。そのため、単位漁獲量あたりのエネルギー投入量は昭和 42 年 (1967 年) 頃に 1×10^4 kcal/kg 程度であったが、その後、年々増加し、昭和 55 年 (1980 年) には

Fig. 3. The trend of total energy input per fisheries operating unit.

Fig. 4. The trend of energy intensity per kilogram of catch from 1967 to 1980.

Fig. 5. The trend of landings of catch per fisheries operating unit from 1967 to 1980.

約 2×10^4 kcal/kg となった。他方、スケトウダラ漁業では、投入エネルギーが年々、以西底びき網漁業を上廻る速さで増大していたが、それに伴って漁獲量も増大したため、単位漁獲量あたりのエネルギー投入量は昭和 42 年 (1967 年) から昭和 50 年 (1975 年) までほぼ一定 ($4 \times 10^3 \sim 5 \times 10^3$ kcal/kg) であった。しかし、漁獲量が昭和 48 年 (1973 年) をピークに年々減少したにもかかわらず投入エネルギーが減少しなかったため、単位漁獲量あたりのエネルギー投入量が増加しはじめ、特に昭和 53 年 (1978 年) には従来の 5 倍程度にまで急増し、以西底びき網漁業より多くなった。この急増時期は、ソ連やアメリカの 200 海里漁業水域の設定時期と一致している。

全国統計をみると、この時期のスケトウダラ冷凍すり身の生産量は年間ほぼ 30 万トンで特に減少はしておらず、¹⁶⁾ すり身の生産歩留を 25% と仮定すると、冷凍すり身仕向のスケトウダラ消費量を 120 万トン程度と推定

Fig. 6. The trend of catch of fish and production of fish meat paste.¹⁰⁾ The symbols denote as follows:

- △: total catch of Alaska pollack
- ▲: catch of Alaska pollack by distant trawl in North Pacific Ocean (hokutensen)
- : total production of frozen surimi of Alaska pollack
- : catch by trawl in East China Sea
- : total production of finished goods of fish meat paste

できる (Fig. 6 参照)。全国のスケトウダラ生産量がほぼ 150 万トンであるから、以前には、フィッシュミール用にも大量に消費されていたスケトウダラがこの時期以降は大部分が冷凍すり身用となったことがわかる。また、Fig. 6 に示すように、スケトウダラの全生産量に占める北転船の生産量が昭和 53 年以降は激減している。従って、スケトウダラの漁獲に関して論ずるためには、是非とも、母船式底びき網や北方トロールによるスケトウダラの漁獲に関するデータが必要となるが、データは公表されていない。単純化して言えば、Fig. 4 に示された北転船漁業の昭和 52 年 (1977 年) までの低いエネルギー原単位は主に、従来のフィッシュミール用のスケトウダラ漁業に対応し、昭和 53 年 (1978 年) 以降の高いエネルギー原単位が、現在の冷凍すり身用のスケトウダラ漁業に対応すると言えよう。

要 約

漁業経済調査報告に示された経済的情報および、産業連関表を用いたエネルギー分析の情報を用いて、魚肉ね

り製品の代表的な原料魚であるスケトウダラおよびグチ・ニベ・タチウオ等の漁獲過程に投入される直接および間接エネルギーの推定を行ない、単位漁獲量あたりの全エネルギー投入量 (エネルギー原単位) を算出した。北転船によるスケトウダラ漁獲のエネルギー原単位は昭和 42 年 (1967 年) から昭和 52 年 (1977 年) までは 4,000–6,000 kcal/kg であったが、昭和 53 年 (1978 年) 以降急増し、昭和 55 年 (1980 年) には 20,000 kcal/kg に達している。他方、グチ・ニベ・タチウオ等を漁獲する以西底びき網漁業のエネルギー原単位は、昭和 42 年 (1967 年) に 8,000 kcal/kg 程度であったが、その後漸増し、昭和 55 年 (1980 年) には 18,000 kcal/kg になっている。また、投入エネルギーの項目別内訳では、いずれの場合も燃料油が 80–90% という圧倒的比率を占めている。

本研究の遂行にあたり有益なご助言を賜った東京水産大学の竹内正一・高井雄雄・加瀬和俊・大海原宏の各氏に深謝する。本研究の経費の一部は昭和 57 年度文部省科学研究費補助金 (エネルギー特別研究) による。

文 献

- 1) 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，東京，1979 年，pp. 60–365.
- 2) 渡辺尚彦・高井雄雄・長谷川 浩：日水誌，48 (7)，941–944 (1982).
- 3) 岡田 稔・横関源延・衣巻豊輔編：魚肉ねり製品，恒星社厚生閣，1974，pp. 169–170.
- 4) 農林水産省統計情報部編：漁業経済調査報告，(企業体の部)，農林統計協会，昭和 42 年版 (1969 年)～昭和 55 年版 (1982 年)。
- 5) 農林水産省統計情報部編：漁業養殖業生産統計年報 (昭和 49 年)，農林統計協会，1975，pp. 21–23.
- 6) 農林省統計情報部編：漁業経済調査報告の手引 (企業体の部)，農林統計協会，1970，pp. 31–32.
- 7) 水産年鑑 (昭和 51 年版)，水産社，東京，1976，p. 354.
- 8) 平館漁業協同組合：業務報告書 (昭和 49 年度) p. 14.
- 9) 農林漁業金融公庫：業務統計年報 (下) 昭和 45 年版 (1971)，昭和 49 年版 (1975)，昭和 55 年版 (1981)
- 10) 冷凍空調技術，33，23 (1982).
- 11) Y. TANAKA and T. UDAGAWA: Energy Analyses of Agriculture Fisheries and Forestry, Miscellaneous Publication of the National Institute of Agricultural Sciences No. 25 (1981) p. 77.
- 12) 水産庁監修：漁船便覧 (昭和 49 年版) 水産経済新聞社，p. 33.
- 13) G. LEACH: Energy and Food Production, IPC Science and Technology Press (1976) p. 125.

- 14) 漁船協会： かつおまぐろ漁船の省エネルギー対策
p. 131 (1981).
- 15) 日本銀行統計局： 経済統計年報（昭和 56 年）
- 16) 水産庁監修： 水産資料総覧（昭和 56 年版）地球社，東京，1980，
p. 289.