

魚価格変動のリスクヘッジを目的とした スワップ取引の設計

戸 谷 薫^{†1} 上 山 薫^{†2} 北 栄 輔^{†1}

本論文では、魚養殖業者の魚価変動リスクを避けるためのスワップ契約について述べる。スワップ契約の1つは養殖業者とデリバティブハウスの間で締結され、もう1つは漁業協同組合とデリバティブハウスの間で締結される。シミュレーション結果より、スワップを締結することで3者の収入が安定することが分かる。

Swap Contract for Risk Hedge of Fish Price

KAORU TOYA,^{†1} KAORU KAMIYAMA^{†2} and EISUKE KITA^{†1}

This paper describes the swap contracts for avoiding price risk in aquaculture industry. One swap contract is made between aquaculture industry and derivative house, and another is between derivative house and fishermen's cooperative. Simulation results show that the contracts stabilize the income of the industry, fishermen's cooperative and the derivative house.

1. 結 論

日本では水産物は重要な食糧資源であって、動物性蛋白質供給量の約4割を占め、国民1人あたりの水産物消費量は世界のトップクラスである。近年、世界的な水産物需要の高まりにより供給の不安定化への懸念が心配されている。これらのことから、従来の“とる漁業”から“作り育てる漁業”、つまり養殖業への転換が求められている^{1),2)}。しかし、水産物価

格は様々な外的要因により変化するために従事者の収入が不安定になる。養殖業においても、養殖魚は天然魚と同様に魚市場において毎日せりにかけられ価格が決定されるため、養殖業者の収入は安定しておらず、彼らは日々の魚価変動リスクにさらされている³⁾。

価格リスクを回避するには、主に2つの方法が考えられる⁴⁾。1つは保険のような商品をつくり、価格変動による損失を補償する取引で、これは「オプション取引」と呼ばれる金融商品にあたる。もう1つの手法が本研究で提案する「スワップ取引」である。金融におけるスワップとは、交換当事者が原則として有利な裁定手続きを実現するために債務を交換する契約をいう。金融業界では、固定金利と変動金利を交換する金利スワップや、異種通貨間の固定金利と変動金利を交換する通貨スワップなどが広く行われている。

本研究では、養殖魚の中でも、価格変動が大きくリスクが大きいブリ類の中から、カンパチを取り上げる。カンパチは東部太平洋を除く全世界の温帯・熱帯海域に生息しており、特に南日本の太平洋沿岸に多く分布している。本種はブリよりも美味といわれており、平成16年統計によると、養殖カンパチの年間生産量は約4.7万トン、水揚げ金額では約400億円を誇っている。

本研究では、カンパチの養殖業者（以下、養殖業者）のかかえる価格変動リスクを軽減するためのスワップ取引を提案する。すでに述べたように、養殖業者は外的要因のために魚の価格が安定しないので、デリバティブハウスとの間でスワップ契約を締結し、変動価格を支払う代わりに、固定価格を受け取る。その結果、デリバティブハウスは養殖業者から変動価格を引き受ける。そこで、変動価格のリスクをヘッジするために、デリバティブハウスは変動価格を引き渡すようなスワップ契約を同時に考えることとし、天然カンパチを扱う漁業組合（以下、漁業組合）との間でスワップ取引を締結する。漁業組合は変動価格で仕入れた天然カンパチを大手スーパーに固定価格で卸しているため、リスクヘッジのニーズを有している³⁾。つまり、漁業組合は固定価格をデリバティブハウスに渡し、変動価格を受け取るような契約を結ぶニーズがあると考えられる。以上のことから、養殖業者、漁業組合、それらの間に立つデリバティブハウスからなる市場を考える。

スワップの設計に必要なカンパチの価格と販売量の予測には、気温などの予測で用いる Dischel の D1 モデルを利用する。まず、Dischel の D1 モデルによってカンパチの価格と販売量の変動を予測し、それから養殖カンパチの固定価格を決定する。解析例では、養殖業者、漁業組合、デリバティブハウスの予想収益率を求め、それより提案するスワップ取引が養殖業者と漁業組合の収益を安定化し、デリバティブハウスの営業が可能かどうかを評価する。

^{†1} 名古屋大学大学院情報科学研究科

Graduate School of Information Sciences, Nagoya University

^{†2} 名古屋大学情報化学部

School of Informatics and Sciences, Nagoya University



図 1 養殖業者の取引
Fig. 1 Trading of aquaculture industry.

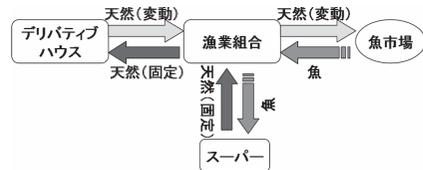


図 2 漁業組合の取引
Fig. 2 Trading of fisherman's union.

2. スワップ契約の概要

養殖業者，漁業組合，デリバティブハウスの3者からなる市場において，デリバティブハウスから養殖業者へのスワップ契約を養殖カンパチスワップ，デリバティブハウスから漁業組合へのスワップ取引を天然カンパチスワップと呼ぶことにする．さらに，両者をまとめてカンパチスワップとする．

2.1 養殖業者の取引

養殖業者は，デリバティブハウスに対して中央卸売市場から発表される養殖魚の変動価格を支払い，代わりに固定価格を受け取るという交換（スワップ）契約をする（図1）．これにより，養殖業者には変動価格の受け取りと支払が発生するため，それらを相殺することができる．

2.2 漁業組合の取引

漁業組合の取引の構成を図2に示す．漁業組合は，市場から変動価格で魚を仕入れ，それをスーパーに固定価格で卸している．そこで，デリバティブハウスに対して固定価格を支払い，変動価格を受け取る契約を行うことで，仕入れ値の変動価格に対するリスクヘッジを行うことができる．

2.3 デリバティブハウスの取引

まず，養殖カンパチと天然カンパチの変動価格の関係について検討する．両者の変動価格に12カ月移動平均法⁵⁾を適用し，それらの相関性を評価したものを図3に示す．相関係数は

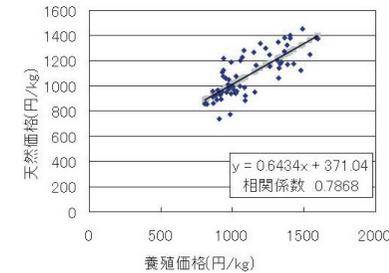


図 3 養殖カンパチ価格と天然カンパチ価格の相関性
Fig. 3 Correlativity of farmed and natural amberjack price.



図 4 デリバティブハウスの取引
Fig. 4 Trading of derivative house.

は0.7868となり，養殖カンパチの変動価格と天然カンパチの変動価格の間には強い相関があることが分かる．その一方で両者の価格変動の増加率にはずれがあり，天然カンパチのほうが増加がゆっくりなことが分かる．そこで，この違いを用いてリスクコントロールを行う．

デリバティブハウスは，図4に示すように養殖業者より引き受ける養殖カンパチの価格変動のリスクを，天然カンパチの変動価格を支払うことで，リスクコントロールを行う．

3. 価格と販売量の予測モデル

3.1 価格シナリオと販売量シナリオ

スワップの設計において価格と販売量の変動予測が重要となる．過去データから予測された*i*月の価格予測値を T_i ，販売量予測値を S_i とし，これらの予測にDischelのD1モデルを用いる．

DischelのD1モデルは，気温変動を予測するために提案されたモデルである⁶⁾．気温変動には次の特徴がある．

- A 周期的な季節変動を示す．
- B 短期的な変動はあまり大きくない．
- C ある日の気温は過去平年気温を中心に上下変動した値を示す．

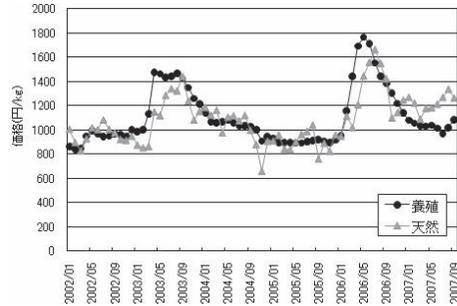


図 5 価格の推移
Fig. 5 Price fluctuation.

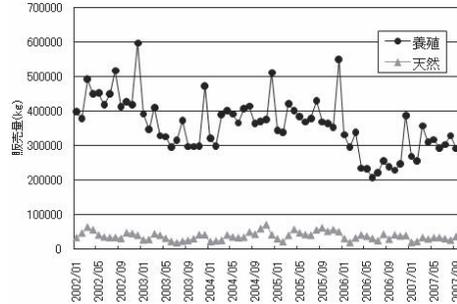


図 6 販売量の推移
Fig. 6 Sale volume fluctuation.

海産物は気温・水温などの環境要因に大きく影響されると想像されるので、カンパチの価格と販売量についても、気候変動とある程度同様な傾向が予想されると考えた。そこで、本研究では、D1 モデルを用いて、価格の変動予想である価格シナリオと販売量の変動予想である販売量シナリオを作成する。

3.2 予測モデル

シミュレーションに用いる、2002 年から 2007 年にかけてのカンパチの価格と販売量の推移を図 5 と図 6 に示す⁷⁾。横軸には年月を、縦軸には価格と販売量を示す。

D1 モデルによれば i 月の価格 T_i は次式で近似できる。

$$T_i = (1 - \beta_i) \times \Theta_i + \beta_i \times T_{i-1} + \epsilon_i \quad \epsilon_i \sim N[\mu_i, \sigma_i^2] \quad (1)$$

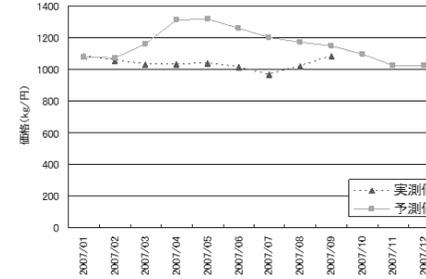


図 7 養殖カンパチの価格変動
Fig. 7 Price fluctuation of farmed amberjack.

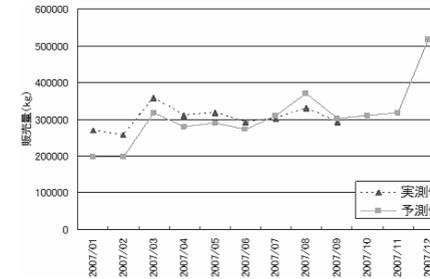


図 8 養殖カンパチの販売量変動
Fig. 8 Sale volume fluctuation of farmed amberjack.

ここで、 Θ_i は第 i 月の平均価格、パラメータ β_i は定数である。 ϵ_i は i 月の平均価格 Θ_i からのずれを表す確率変数であって、ずれの平均 μ_i と標準偏差 σ_i によって定義された正規乱数である。

同様に、 i 月の販売量 S_i は次式で近似できる。

$$S_i = (1 - \gamma_i) \times \Lambda_i + \gamma_i \times S_{i-1} + \zeta_i \quad \zeta_i \sim N[\nu_i, \tau_i^2] \quad (2)$$

ここで、 Λ_i は i 月の平均販売量、パラメータ γ_i は定数である。 ζ_i は i 月の平均販売量 Λ_i からのずれを表す確率変数であって、ずれの平均 ν_i と標準偏差 τ_i によって定義された正規乱数である。

モデルパラメータ $\beta_i, \mu_i, \sigma_i, \gamma_i, \nu_i, \tau_i$ は過去データの統計処理から求める。

3.3 予測結果の検討

2002 年から 2006 年の 5 年間のデータからパラメータを決定し、D1 モデルによる予測結

141 魚価格変動のリスクヘッジを目的としたスワップ取引の設計

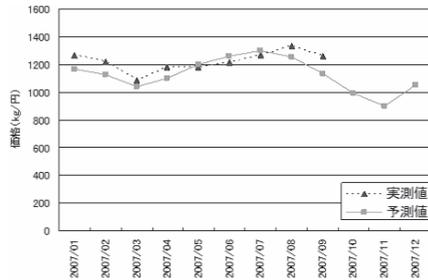


図 9 天然カンパチの価格変動

Fig. 9 Price fluctuation of natural amberjack.

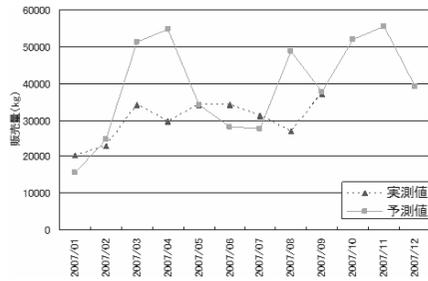
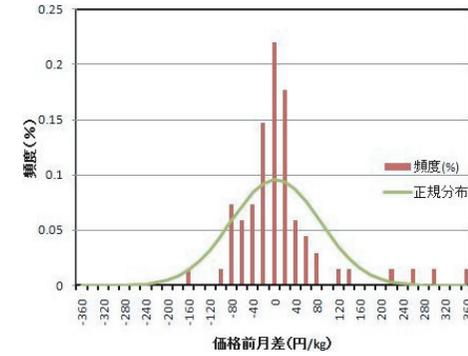


図 10 天然カンパチの販売量変動

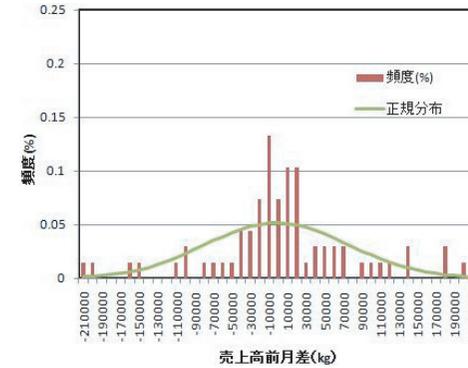
Fig. 10 Sale volume fluctuation of natural amberjack.

果を 2007 年のデータと比較する⁷⁾。予測値と実測値の比較結果を図 7, 図 8, 図 9, 図 10 に示す。これらより, 天然カンパチの価格と養殖カンパチの販売量における予測値は実測値とよく一致しているが, 他については予測精度が十分でないと思われる。そこで, カンパチの価格と販売量について, 前月との値の差を求め, 数値の頻度分布を求めると図 11 と図 12 のようになる。グラフには, 正規乱数分布も記載している。これらのグラフより, 特に, 天然カンパチの販売量と養殖カンパチの価格は頻度分布が正規乱数分布から大きくずれていることが分かる。これが精度が十分でない理由の 1 つと想像される。

以上のように, 特に, 養殖カンパチの価格と天然カンパチの販売量については正規乱数では予測精度が不十分なところがあるので, この点を考慮してスワップを設計しなければならない。



(a) 価格の頻度



(b) 販売量の頻度

図 11 養殖カンパチにおける前月差

Fig. 11 Month-to-month fluctuation of price and sale volume of farmed amberjack.

4. スワップの詳細設計

4.1 設計条件

スワップ設計のために, いくつかの設計条件をあらかじめ定める。

4.1.1 契約期間

契約期間は連続した M カ月間とし, その月を $\{m_1, m_2, \dots, m_M\}$ とする。

4.1.2 天然カンパチ販売量の条件

図 10 から分かるように天然カンパチは販売量の変動が激しく, D1 モデルで十分な予測

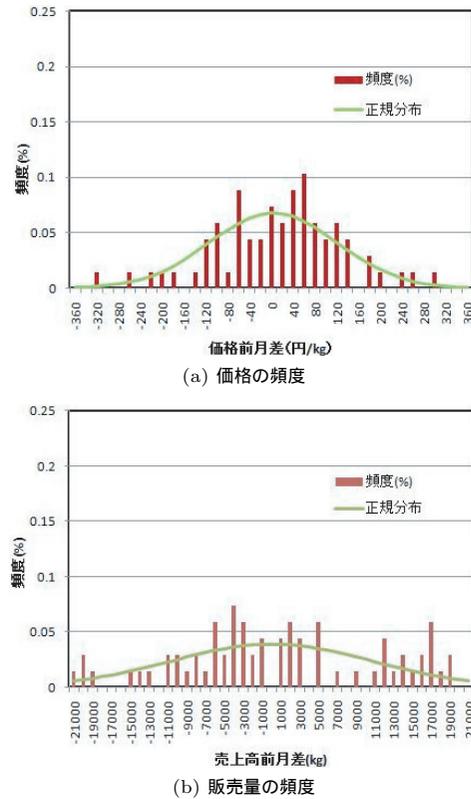


図 12 天然カンパチにおける前月差

Fig. 12 Month-to-month fluctuation of price and sale volume of natural amberjack.

ができていない。そこで、天然カンパチスワップにおける販売量を月ごと販売量の最小値以下に抑える。

4.1.3 養殖カンパチスワップの最大取引額の条件

図 5 と図 6 より、価格と販売量の変動について改めて確認すると、価格については両者に大きな差はないのに対して、販売量では天然カンパチに比べて養殖カンパチが非常に大きいことが分かる。したがって、すべての養殖業者と漁業協同組合を対象としたスワップを締結することは難しそうなので、養殖カンパチスワップの取引総額の上限を、天然カンパチス

ワップの取引総額以下とする。

4.2 天然カンパチスワップの設計

天然カンパチスワップの固定価格を求める。\$m_i\$ 月の予想価格を \$T_{m_i}^N\$、予想販売量を \$S_{m_i}^N\$ とする。4.1.2 項の条件より、12 カ月の天然カンパチの予測販売量の最小値を固定販売量 \$R^N\$ として天然カンパチスワップ取引を行う。固定販売量 \$R^N\$ は次式となる。

$$R^N = \min(S_i^N) \quad (i = 1, 2, \dots, 12) \quad (3)$$

契約期間内に支払われる（もしくは受け取られる）金額の総和を \$P^N\$、固定価格を \$Q^N\$ とすると、

$$P^N = \sum_{i=1}^M S_{m_i}^N T_{m_i}^N = MR^N Q^N \quad (4)$$

これより

$$Q^N = \frac{\sum_{i=1}^M S_{m_i}^N T_{m_i}^N}{MR^N} \quad (5)$$

4.3 養殖カンパチスワップの設計

4.3.1 養殖カンパチスワップの固定価格

養殖カンパチスワップの取引において、契約期間内に支払われる（もしくは受け取られる）金額の総和を \$P^A\$ とする。養殖カンパチスワップ取引における固定価格を \$Q^A\$、\$m_i\$ 月の予想価格を \$T_{m_i}^A\$、予想販売量を \$S_{m_i}^A\$ とすると、次の関係を得る。

$$P^A = \sum_{i=1}^M S_{m_i}^A T_{m_i}^A = \left(\sum_{i=1}^M S_{m_i}^A \right) Q^A \quad (6)$$

これより固定価格 \$Q^A\$ を求めると次式となる。

$$Q^A = \frac{\sum_{i=1}^M S_{m_i}^A T_{m_i}^A}{\sum_{i=1}^M S_{m_i}^A} \quad (7)$$

4.3.2 養殖カンパチの最大取引額

4.1.3 項の条件より、養殖カンパチの最大取引額は天然カンパチと同額以下となるように、養殖カンパチの販売量が抑えられている。そこで、天然カンパチと同額とした場合の \$m_i\$ 月の実際の養殖カンパチ取引量 \$\hat{S}_{m_i}^A\$ を求めることにする。

式 (6) において \$S_{m_i}^A = \hat{S}_{m_i}^A\$、\$P^A = P^N\$ とおくと、4.1.3 項の条件を満たす最大取引額を

表 1 スワップの固定価格
Table 1 Fixed price of swap.

養殖スワップ	天然スワップ
1149.8 円/kg	1127.5 円/kg

得る .

$$\sum_{i=1}^M \dot{S}_{m_i}^A = \frac{P^N}{Q^A} \quad (8)$$

各月の予想取引額に応じて上記の値を比例配分することにする . つまり ,

$$\dot{S}_{m_i}^A = S_{m_i}^A \cdot \frac{\sum_{i=1}^M \dot{S}_{m_i}^A}{\sum_{i=1}^M S_{m_i}^A} = \frac{P^N}{Q^A} \cdot \frac{S_{m_i}^A}{\sum_{n=1}^M S_{m_i}^A} \quad (9)$$

4.4 スワップ設計のアルゴリズム

スワップの設計は以下のようにして行う .

- (1) 過去データより D1 モデルのパラメータ $\beta_i, \mu_i, \sigma_i, \gamma_i, \nu_i, \tau_i$ を求める .
- (2) D1 モデルによって変動価格・販売量シナリオ 1,000 通りを求める .
- (3) それらの期待値として天然カンパチスワップの販売量 S_i^N を求める .
- (4) 養殖・天然両方のカンパチスワップの固定価格 Q^A, Q^N を決定する .
- (5) 天然カンパチスワップ取引総額 P^N より , 養殖カンパチスワップ販売量の修正値 \dot{S}_i^A を求める .

以下のシミュレーションでは , 乱数発生に Mersenne Twister を用いる .

5. 計算結果

5.1 スワップの固定価格

4.4 節に示したアルゴリズムに従ってスワップにおけるカンパチの固定価格を決定すると表 1 のようになる . この値を元にして , スワップ契約を締結した場合 , 養殖業者 , 漁業組合 , デリバティブハウスの営業収益がどのようになるかを確認する . その際 , 異なる乱数列を用いて 1,000 回のシミュレーションを行い , その平均値で検討する .

5.2 養殖業者の収益

養殖業者の営業利益 G は , カンパチの販売量 S , 市場価格 T , 総変動費 C_1 , 総固定費 C_2 から次式のように求めることができる .

表 2 養殖カンパチ業者のひと月の収支状況

Table 2 Monthly income of farmed amberjack company.

	スワップ導入前	スワップ導入後
総固定費 (円)	1,900,000	1,900,000
総変動費 (円/kg)	1,020	1,020
市場価格 (円/kg)	1,105	1,150
販売量 (kg)	15,342	15,342
営業利益 (円)	292,125	92,271
最大	22,666,888	2,302,753
最小	-6,753,625	-1,384,348

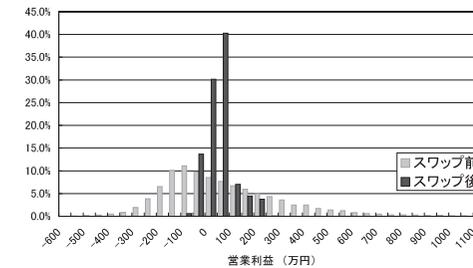


図 13 養殖業者の予想営業収益のヒストグラム

Fig. 13 Histogram of predicted income of farmed amberjack company.

$$G = S \times (T - C_1) - C_2 \quad (10)$$

ここで , 総変動費 C_1 は生産量の大きさに応じて変化する費用のことで , 飼料費 , 稚魚仕入高 , 薬品費 , 消耗品費 , 燃料費などがあげられる . 総固定費 C_2 は生産量に関係なく一定の生産能力を維持する限り , 必然的に発生する費用のことである . 変動費が売上高や操業度によって比例的に増減するのに対し , 固定費は短期間では売上高や操業度の増減と関係なく一定に発生する⁸⁾ . 本研究では , 固定費と変動費の値を農林水産省の平成 18 年度漁業経営調査から推定し , 表 2 のような経費を持つ養殖業者を仮想する⁹⁾ .

スワップ導入前と導入後の養殖業者の月平均収支状況を表 2 に , ひと月の予想営業収益のヒストグラムを図 13 に示す . これらより , スワップ導入により価格を固定化したときよりも導入しないで変動価格のままのほうが , はるかに営業収益のとりうる数値の範囲が広いことが分かる . グラフより , スワップ導入前は利益が約 700 万円の赤字から約 2,200 万円の黒字まで分散していたのに対して , スワップ導入後には約 140 万円の赤字から 230 万円の

表 3 赤字化する可能性のある養殖業者割合
Table 3 Ratio of money-losing aquaculture company.

スワップ導入前	スワップ導入後
53.7%	44.5%

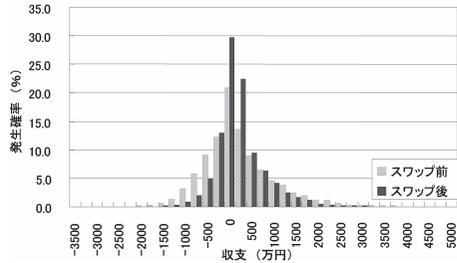


図 14 漁業組合の予想営業収益のヒストグラム
Fig. 14 Histogram of predicted income of fisherman's union.

黒字となっている。

営業利益 $G = 0$ となる可能性がある養殖業者の割合を求めた結果を表 3 に示す。スワップ導入前は 53.7%なのに対して導入後は 44.5%となり、スワップを導入することで、養殖業者は価格リスクを軽減できていることが分かる。

5.3 漁業協同組合の収益

漁業組合は、魚市場に出回るすべての天然カンパチを仕入れ、それらをすべてスーパーに固定価格で卸すとする。スワップ設計の条件より天然カンパチスワップ取引で扱える販売量は毎月一定量に定められているので、天然カンパチスワップで取り扱うことができなかったカンパチに関しては通常取引を行うことにする。また、漁業組合は天然カンパチスワップ取引における固定価格でスーパーに天然カンパチを卸すものとする。

漁業組合の予想営業収益の分布を図 14 に示す。グラフより、スワップ導入前には利益が約 4,900 万円の黒字から 3,300 万円の赤字まで分散していたのに対して、スワップ導入により 3,800 万円の黒字から 2,700 万円の赤字となっている。つまり、天然カンパチスワップ取引を導入することで、収入を少し安定化できることが分かる。

営業利益 $G = 0$ となる可能性がある漁業組合の割合を求めた結果を表 4 に示す。スワップ導入前は 32.83%なのに対して導入後は 21.56%となり、スワップを導入することで、養殖業者は価格リスクを軽減できていることが分かる。

表 4 漁業組合の赤字化する割合

Table 4 Ratio of money-losing fisherman's union.

スワップ導入前	スワップ導入後
32.83%	21.56%

表 5 デリバティブハウスのひと月の収支状況

Table 5 Monthly even income of derivative house.

平均値 (円)	189,013
最大値 (円)	11,077,749
最小値 (円)	-5,519,864

5.4 デリバティブハウス

最後に、デリバティブハウスのひと月の収支状況を確認する。予想収支の平均値、最大値、最小値を表 5 にまとめる。これらより、収益は約 550 万円の赤字から 1,110 万円の黒字の範囲に分布しており、平均 200 円弱の黒字となっている。したがって、適切な契約料をとることでこのリスクをさらに軽減させるとともに、利益をあげることができるのではないかと考えられる。

6. 結 論

水産物は日本における重要な食糧資源であるが、世界的な需要の高まりから安定供給のために養殖産業への転換がすすめられている。しかし、天然・養殖のいずれにおいても、水産物価格は様々な外的要因により変化するために従事者の収入が不安定になる。そこで、本研究では養殖業者の価格変動リスクを緩和するためのスワップ取引について述べた。カンパチを扱う、養殖業者、漁業組合、デリバティブハウスの 3 者からなる市場を考え、デリバティブハウスから養殖業者への養殖カンパチスワップ、デリバティブハウスから漁業組合への天然カンパチスワップを設計した。スワップ設計に必要な価格と販売量の予測には、気温予測に用いる Dishel の D1 モデルを利用した。これらからなるカンパチスワップ契約を利用することで、3 者の収益は以下ようになった。

養殖業者と漁業組合の両者においてスワップ導入により月平均収支の赤字額が小さくなり、赤字になる確率をかなり改善できて養殖業者の価格リスクを軽減できた。養殖業者では、スワップ導入前が 53.7%、導入後が 44.5%と 10%ほど小さくすることができた。また、漁業組合においてもスワップ導入前が 32.83%なのに対して導入後は 21.56%と 10%ほど小さくすることができた。最後に、デリバティブハウスについて確認したところ、その平均利

益も黒字化することができた。

これらのことから、提案したスワップ取引は、いくつかの前提条件が満たされて適切に運用されれば、水産物価格のリスクヘッジに役立つと考えられる。

しかし、解決すべき問題も多い。

第1は価格と販売量の予測モデルである。本研究では、価格と販売量の予測のために気温予測に用いる Dishel の D1 モデルを適用した。しかし、予測モデルのパラメータ設計に利用できる過去データが少ないこともあって、その予測精度は十分でない。これを改良することで、効率的なデリバティブを設計することができる。

第2に、スワップの取引総額の制約についてである。養殖カンパチスワップを締結すると、養殖カンパチの価格リスクをデリバティブハウスが負担するので、それをヘッジするために天然カンパチスワップを設計した。しかし、天然カンパチと養殖カンパチの販売量はかなりの差があるので、設計において両者の取引総額の上限を同じとした。このような制約は本来必要のないもので、2つのスワップは独立に締結されるべきものである。これを解決するためには、取り扱う天然魚の種類をもっと多様にして、取引高を大きくすることも1つの考えである。今後は、このようなスワップの設計を考えたい。

第3に、天然スワップの設計におけるスーパーと漁業組合との取引価格（固定価格）についてである。本研究では、シミュレーションを簡単にするために、「漁業組合は天然カンパチスワップ取引における固定価格でスーパーに天然カンパチを卸す」としている。しかし、実際には、天然カンパチの固定価格は、スーパーが自身の売上げなどを考慮して決定する。したがって、現実的には、スーパーの売上げや価格設定の予測を取り入れたスワップの設計を行うべきである。

今後は、これらの点について研究を進めて、問題点を解決していきたいと考えている。

参 考 文 献

- 1) 水産庁：平成18年度水産白書．<http://www.maff.go.jp/j/wpaper/index.html>
- 2) 虫明敬一：6. 養殖用種苗の国産化（[テーマ] 養殖用人工種苗の現状と展望，日本水産学会水産増殖懇話会，懇話会ニュース），日本水産学会誌，Vol.73, No.2, pp.338-1160 (2007).
- 3) 土方 薫：文系人間のための金融工学の本，日本経済新聞出版社（2004）.
- 4) 土方 薫：総解説保険デリバティブ，日本経済新聞出版社（2001）.
- 5) 松波竜太：@IT 情報マネジメント（2006）.
<http://www.atmarkit.co.jp/im/cbp/serial/hxt/010sadjust/sadjust.html>

6) 土方 薫：総論天候デリバティブ，シグマベイスキャピタル（2003）.

7) 東京中央卸売市場：東京中央卸売市場市場取引情報．
<http://www.shijou.metro.tokyo.jp/torihiki/>

8) 青山公認会計士事務所：固定費と変動費．<http://www.aoyamaoffice.jp/index.htm>

9) 農林水産省：農林水産省 HP．<http://www.maff.go.jp/j/tokei/index.html>

（平成21年4月28日受付）

（平成21年8月13日再受付）

（平成21年9月11日採録）



戸谷 薫（学生会員）

昭和61年生．名古屋大学大学院情報科学研究科修士課程在学中．金融モデル，人工市場モデルの研究に従事．



上山 薫

昭和61年生．名古屋大学情報文化学部卒業．金融経済，ベイジアンネットワークの応用研究に従事．



北 栄輔（正会員）

昭和39年生．平成3年名古屋大学大学院工学研究科機械工学専攻博士課程修了．平成21年より名古屋大学大学院教授．人工市場，交通シミュレーション，ベイジアンネットワーク，数値解析理論等の研究に従事．日本機械学会，日本計算工学会，計算数理工学会等各会員．