

魚養殖業者の価格変動リスクヘッジを目的とした スワップ取引の設計

戸 谷 薫[†] 上 山 薫[†] 北 栄 輔[†]

本研究では、魚養殖業者の価格リスクを回避するためのスワップ契約について述べる。スワップ契約は魚養殖業者とデリバティブハウス、漁業協同組合とデリバティブハウスの間で締結される。養殖業者とデリバティブハウスの収益を確認したところ、スワップ契約を導入することで両者の収益を安定化できることを確認した。

Swap Contract for Risk Hedge of Aquaculture Industry

KAORU TOYA,[†] KAORU KAMIYAMA[†] and EISUKE KITA[†]

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

1. 結 論

水産物の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^{1),2)}。このような価格リスクを回避するには、主に2つの手段が考えられる³⁾。ひとつは保険のような商品を創り、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。もうひとつのリスクヘッジの手法が、本研究で提案する「スワップ取引」である。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。金融の世界では、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、養殖業者の抱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。

スワップ取引は、カンパチの養殖業者（以下、養殖業者）、天然カンパチを扱う漁業共同組合（以下、漁業組合）、デリバティブハウスの間で締結される。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。同様にして、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、リスクのヘッジニーズを持っている²⁾。そこで、両者の間にデリバティブハウスが加わって契約を締結する。このために必要となるカンパチの価格と販売量の予測には Dischel の D1 モデルを利用する。Dischel の D1 モデルによって予測された価格と販売量の変動をもとに、養殖カンパチの固定価格を決定する。

2. スワップの概要

カンパチの養殖業者（以下、養殖業者）、天然のカンパチを扱う漁業組合（以下、漁業組合）、デリバティブハウスの3つの組織からなるスワップ取引を考える。デリバティブハウスと養殖業者のスワップ契約を「養殖カンパチスワップ」、デリバティブハウスと漁業組合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 養殖業者に対するスワップ契約（養殖カンパチスワップ）

養殖業者がデリバティブハウスと締結する契約の概要を図1に示す。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。これにより、養殖業者には

[†] 名古屋大学情報科学研究科
Nagoya University

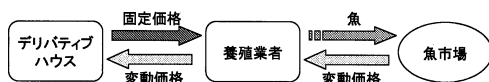


図 1 養殖業者の取引
Fig. 1 Trading of aquaculture industry

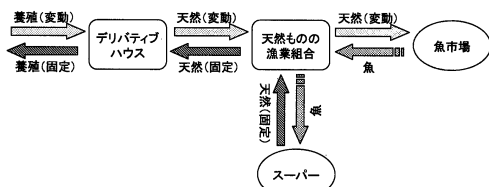


図 2 漁業組合の取引
Fig. 2 Trading of fishermen's cooperative



図 3 デリバティブハウスのスワップ取引の流れ
Fig. 3 Trading of derivative house

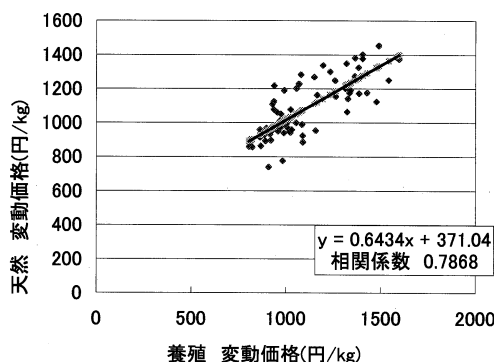


図 4 養殖カンパチ・天然カンパチ間の変動価格の相関
Fig. 4 Correlation of farmed and natural amberjack

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、実質的に固定価格で養殖魚を販売したことになる。

2.2 漁業組合に対するスワップ契約取引 (天然カンパチスワップ)

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リスクコントロール 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。養殖カンパチと天然カンパチの変動価格を 12ヶ月移動平均法により調整し、相関性を評価した結果を図 4 に示す。相関係数を求めると 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わかる。その一方で、線形近似の結果より養殖カンパチと天然カンパチの変動価格にはずれがあるので、これを用いてリスクコントロールができる。つまり、デリバティブハウスは、図 3 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。つまり、養殖カンパチ買い (= 変動価格の受取り、固定価格の支払い)、天然カンパチ売り (変動価格の支払い、固定価格の受取り) のポジションを保有することで、デリバティブハウスのポートフォリオの安定を図ることが可能になる。

3. スワップ取引の詳細設計

3.1 変動価格と販売量の予測モデル

カンパチスワップの変動価格を計算する場合には、契約期間 (12ヶ月) の変動価格を確率的にモデル化して予測する必要がある。この 12ヶ月間の変動価格の予測値 $\{T_1, T_2, \dots, T_{12}\}$ を変動価格シナリオと呼ぶ。変動価格シナリオを作成するための価格予測モデルとして、Dischel の D1 モデルを用いる。D1 モデルによれば期間中の第 n 月目の変動価格 T_n は次式で近似できる。

$$T_n = (1 - \beta) \times \Theta_n + \beta \times T_{n-1} + \epsilon_n$$

$$\epsilon_n \sim N[\mu, \sigma^2] \quad (1)$$

ここで、 Θ_n は第 n 月目にあたる月の変動価格の平均値である。また、パラメータ β は定数であり、 ϵ_n は平均 μ 、標準偏差 σ の正規分布に従う独立な確率変数である。

なお、変動価格と同様に D1 モデルで予測した 12ヶ月間の販売量 $\{S_1, S_2, \dots, S_{12}\}$ を、販売量シナリオと呼ぶことにする。

3.2 取引総額

養殖カンパチスワップ、もしくは天然カンパチスワップの取引において、あるひと月の間に支払われる (もしくは受取られる) 金額を取引額 P_i とし、固定価格 t もしくは変動価格シナリオ $\{T_1, T_2, \dots, T_{12}\}$ と、販売量シナリオ $\{S_1, S_2, \dots, S_{12}\}$ を用いて、以下の式 (2) のように定義する。また、契約期間中 (12ヶ月分) の取引額 P_i の合計を取引総額 P_{sum} とすると式 (3) のように表すことができる。

$$P_i = S_i \times t (\text{もしくは } T_i) \\ (i = 1, 2, \dots, 12) \quad (2)$$

$$P_{sum} = \sum_{i=1}^{12} P_i = \sum_{i=1}^{12} (S_i \times t) \quad (3)$$

ただし、養殖カンパチスワップの取引総額 P_{sum} の最大値は天然カンパチスワップの取引総額 P_{sum} に等しいと仮定する。

3.3 天然カンパチの固定販売量

天然カンパチは販売量の変動が激しく、Dischel の D1 モデルにおいても予測精度が十分ではない。そこで、予測した 12ヶ月分の天然カンパチの販売量シナリオのうち、最小値をとる月の販売量の値を固定販売量 R とし、毎月その固定販売量 R の分だけ天然カンパチスワップ取引を行う。固定販売量 R は販売量シナリオ $\{S_1, S_2, \dots, S_{12}\}$ を用いて次式で与えられる。

$$R = \min(S_i) \quad (i = 1, 2, \dots, 12) \quad (4)$$

3.4 固定価格の決定

単純に変動価格の平均値をとりその値を固定価格とするのではなく、固定価格を販売量に応じて変動するように設定する。

ここで固定価格を販売量で調節した上で決定することを考える。販売量の契約期間内の合計を S_{sum} とし、式 (5) で定義する。また、調節後の固定価格 Q を式 (6) で定義する。

$$S_{sum} = \sum_{i=1}^{12} S_i \quad (5)$$

$$Q = \frac{P_{sum}}{S_{sum}} \quad (6)$$

3.5 養殖カンパチの取引可能な販売量の計算

天然カンパチスワップの固定販売量 R と固定価格 Q より導かれる天然カンパチ取引総額 P_{sum}^n と、養殖カンパチスワップにおける取引総額 P_{sum} が同額になるように、養殖カンパチの販売量を調節する。調節後の養殖カンパチ販売量シナリオ $\{\dot{S}_1, \dot{S}_2, \dots, \dot{S}_{12}\}$ の契約期間中の合計 $\dot{S}_{sum}$ は式 (7) のように表すことができる。

$$\dot{S}_{sum} = \frac{P_{sum}^n}{Q} \quad (7)$$

そして、調節後の養殖カンパチの販売量シナリオ $\dot{S} \{\dot{S}_1, \dot{S}_2, \dots, \dot{S}_{12}\}$ を次式のように設定する。

$$\dot{S}_i = \frac{\dot{S}_{sum}}{S_{sum}} \times S_i \quad (8)$$

3.6 シミュレーション・アルゴリズム

シミュレーション・アルゴリズムを簡単にまとめると Fig.5 のようになる。

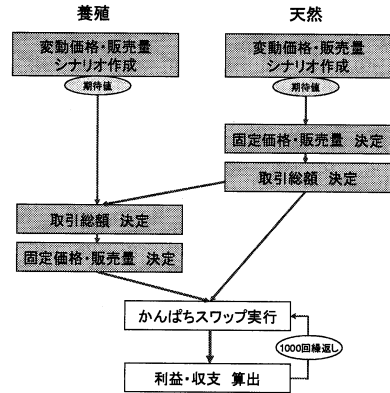


図 5 シミュレーション・アルゴリズム
Fig.5 Simulation algorithm

表 1 養殖カンパチ業者のひと月の収支状況

Table 1 Monthly income of amberjack aquaculture industry

固定費 (円)	1900000
変動費 (円/kg)	1020

- (1) 正規乱数列を用いて Dischel の D1 モデルによって変動価格・販売量シナリオ 1000 通りを求める。
- (2) 養殖・天然双方のカンパチスワップの固定価格を決定する。
- (3) 天然カンパチスワップの取引総額より、養殖カンパチスワップの販売量シナリオを求めなおす。
- (4) カンパチスワップを 1000 回実行する。
- (5) スワップ取引前後における養殖業者とデリバティブハウスの収支状況を検討する。

4. 計算結果

養殖カンパチと天然カンパチの 2002 年から 2006 年の 5 年間の月別変動価格データを用いてそれらの変動価格と販売量について過去平均 Θ_n 、前月との価格差の平均 μ と標準偏差 σ 、パラメータ β を決定し、これをシミュレーションに用いる。

カンパチスワップを設計するにあたり、漁業経営に必要な固定費と変動費の設定を行う。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、Table1 のような経費を持つ養殖業者を仮想する⁴⁾。変動費は販売量に比例して増減するのに対し、固定費は毎月一定としている。また、営業利益は次式で計算する。

$$\text{営業利益} = \text{販売量} \times (\text{市場売価} - \text{変動費} - \text{固定費}) \quad (9)$$

シミュレーションを 1000 回実施し、その結果によっ

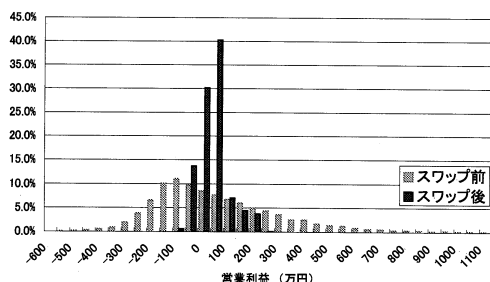


図 6 養殖業者の予想営業収益のヒストグラム

Fig. 6 Histogram of predicted income of aquaculture industry

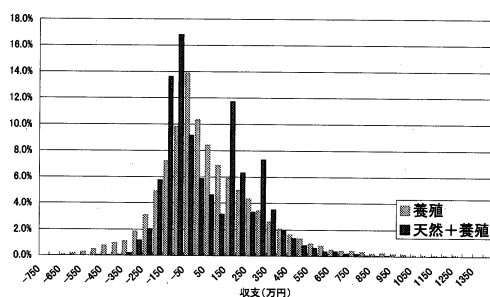


図 7 デリバティブハウスの予想収支のヒストグラム

Fig. 7 Histogram of predicted income of derivative house

表 2 デリバティブハウスのひと月の収支状況

Table 2 Monthly income of derivative house

	養殖 I	天然+養殖 II
平均値 (円)	199,854	189,013
最大値 (円)	21,446,334	11,077,749
最小値 (円)	-7,385,933	-5,519,864

て検討する。

養殖業者の予想営業利益の散らばり具合を表したヒストグラムを Fig. 6 に示す。グラフより、スワップ導入前には利益が約 23,00 万円の黒字から 7,00 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 2,300,000 円の黒字から 1,400,000 円の赤字となっている。つまり、完全に赤字を解消してはいないけれども、赤字幅を大幅に縮小し、赤字に陥る可能性も大幅に改善していることがわかる。

次にデリバティブハウスのひと月の収支状況を確認する。天然カンパチスワップ導入の有効性を検証するため、以下の 2 パターンの予測結果を示す。

I 養殖カンパチスワップのみを行った場合

II 養殖カンパチスワップと天然カンパチスワップを同時に行った場合

予想収支のヒストグラムを Fig. 7 に示す。また収支の平均値、最大値、最小値をまとめたものが Table 2 である。

養殖カンパチスワップ単独契約の場合では、収支は約 730 万円の赤字から約 2,140 万円の黒字の範囲で振れるのに対し、(養殖・天然) カンパチスワップの場合では、約 550 万円の赤字から約 1,110 万円の黒字の範囲で変動することがわかる。Fig. 7 を見ると、養殖カンパチスワップ単独に比べて、カンパチスワップ (天然カンパチスワップ+養殖カンパチスワップ) は、デリバティブハウスの収支棒グラフが約 0 円を軸にして少し中心によっていることがわかる。つまりカンパチスワップを導入することで、スワップ時におけるデリバティブハウス側の損失が養殖カンパチスワップ単独で契約している場合よりも緩和されているといえる。

5. 結 論

本研究では、養殖業者の抱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した。カンパチの養殖業者、天然カンパチを扱う漁業組合、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た。

設計した養殖カンパチスワップを導入することで、養殖カンパチ業者は価格を安定化させ、価格が赤字化する確率を大幅に改善できることがわかった。あわせてデリバティブハウスの収益についても検討した結果、養殖カンパチスワップと同時に天然カンパチスワップを締結することで、デリバティブハウスはリスクの安定化を図ることができた。

参 考 文 献

- 1) 田中経太郎, 近藤健雄. 水産養殖業における商品先物取引を活用した地域活性化方策の基礎的研究. 学術講演梗概集 E-2, 建築計画 II, 住居・住宅地, 農村計画, 教育, 第 1999 巻, pp. 559-560, 1999.
- 2) 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.
- 3) 土方薫. 総解説保険デリバティブ. 日本経済新聞出版社, 2001.
- 4) 農林水産省. <http://www.maff.go.jp/j/tokei/index.html>.