魚価格リスク回避のためのオプション設計

Option Contract for Risk Hedge of Fish Price

関谷 直大, 原田 昌朗, 脇田佑希子, 北 栄輔

(名大)

Naohiro SEKIYA, Masaaki HARADA, Yukiko WAKITA, Eisuke KITA, Nagoya University

Key Words: AR, ARCH, D1, Option, Fish Price

1 緒論

近年, 水産物に対する需要が世界的に高まってきており, 日本国内の水産物供給が不安定化することが懸念されている。そこで, 生産する漁業への転換が求められているが, その転換はなかなか進んでいない。その理由の1つとして, 経営が不安定であるという養殖業の産業特徴が挙げられる [1]。

本研究では, こうしたリスク対策として金融商品であるデリバティブの活用を考える。デリバティブは, 金融取引や実物商品・債券取引の相場変動によるリスクを回避するために開発された金融派生商品である。一次産品を対象としたデリバティブの例として, 飯田はコメ農家を対象とした先物取引・オプション取引の設計について検討している [2]。また横内は農業経営への天候デリバティブの導入可能性について取り上げている [3]。戸谷らは養殖かんぱちの価格安定化のためのスワップ取引を設計している [4]。

本研究では, 養殖業者が抱える価格変動リスクを軽減することを目的としたオプション取引の設計について検討する。2004年から2008年までの東京都中央卸売市場におけるかんぱちの価格データ・販売量データを活用して, オプション取引を設計する。シミュレーション結果より, 養殖業者のリスク回避策としてのオプションの有効性について検討する。

2 時系列予測モデル

2.1 AR モデル

広く用いられている時系列解析手法の一つに AR モデルがある。第 n 月目の予測値 Y_n は次式で与えられる。

$$Y_n = \alpha_0 + \sum_{i=1}^p (\alpha_i \times Y_{n-i}) + \epsilon_n$$

$$\epsilon_n \sim N[0, \sigma^2] \quad (1)$$

ここで, α_i ($i = 0, 1, 2, \dots, p$) はモデルパラメータである。誤差項 ϵ_n は独立な確率変数で, 平均 0, 標準偏差 σ の正規分布に従う。

2.2 ARCH モデル

Engle は AR モデルの誤差項の 2 乗に AR モデルを適用した ARCH モデルを提案している。第 n 月目の予測値 Y_n

は次式で与えられる。

$$Y_n = \alpha_0 + \sum_{i=1}^p (\alpha_i \times Y_{n-i}) + X_n$$

$$X_n = Z_n \times \sqrt{\beta_0 + \sum_{j=1}^q (\beta_j \times X_{n-j}^2)}$$

$$Z_n \sim N[0, 1] \quad (2)$$

ここで, X_n は第 n 月目の誤差項, α_i ($i = 0, 1, 2, \dots, p$) と β_j ($j = 0, 1, 2, \dots, q$) はパラメータで, $q > 0, \beta_0 > 0, \beta_j \geq 0$ である。また Z_n は独立な確率変数で, 平均 0, 標準偏差 1 の正規分布に従う。

2.3 D1 モデル

Dischel は日々の気温変動を表すために, その特性を考慮した D1 モデルを考案している。

$$Y_n = (1 - \alpha) \times \Theta_n + \alpha \times Y_{n-1} + \epsilon_n$$

$$\epsilon_n \sim N[\mu_n, \sigma_n^2] \quad (3)$$

ここで, Θ_n は第 n 月目の過去の値の平均, α はパラメータである。また誤差項 ϵ_n は独立な確率変数で, 平均 μ_n , 標準偏差 σ_n の正規分布に従う。

2.4 D1+ARCH モデル

本研究では D1 モデルの誤差を ARCH モデルで表現することを提案する。これを, D1+ARCH モデルと呼ぶことにする。

$$Y_n = (1 - \alpha) \times \Theta_n + \alpha \times Y_{n-1} + X_n$$

$$X_n = Z_n \times \sqrt{\beta_0 + \sum_{j=1}^q (\beta_j \times X_{n-j}^2)}$$

$$Z_n \sim N[0, 1] \quad (4)$$

ここで, α と β_j ($j = 0, 1, 2, \dots, q$) はパラメータで, $q > 0, \beta_0 > 0, \beta_j \geq 0$ である。

2.5 予測結果

2004~2008 年の東京都中央卸売市場のデータをもとに, 2009 年 1~12 月の養殖かんぱちの月次価格・販売量を 1000 回予測する。予測には AR, ARCH, D1, D1+ARCH の 4 つの時系列解析モデルを用いる。予測結果の相対誤差を Table 1 に示す。Table 1 から, 従来モデルに比べて D1+ARCH モデルが優れた予測精度を示していることが分かる。

Table 1: Relative error (%)

Model name	Market price	Volume of sales
AR model	10.9	16.3
ARCH model	10.8	16.1
D1 model	7.8	16.6
D1+ARCH model	5.9	11.6

Fig. 1: Fish option transaction

3 オプション

3.1 オプションの設計

本研究のオプション取引を Fig.1 に示す。養殖業者は固定価格で魚を販売できる権利を購入する。

オプション取引を実行する際の価格を権利行使価格と言う。また、オプションそのものの価格をオプションプレミアムと言う。オプションプレミアム C は次式より求める。

$$C = \frac{\sum_{n=1}^{12} C_n}{12} \quad (5)$$

$$C_n = \frac{\sum_{j=1}^t \max(K - p_n^j, 0)}{t} \times s_n \quad (6)$$

ここで、 t はシミュレーション回数、 K は権利行使価格、 p_n^j は第 n 月目の j 回目の予測価格、 C_n は第 n 月目のオプションプレミアム、 s_n は第 n 月目の調節後予測販売量である。

オプションの設計では、最初に前節で紹介したモデルを用いて、養殖かんばちの市場価格と市場販売量の予測値を算出する。つづいて、市場販売量から調節後予測販売量および調節後標準偏差を求める。

3.2 オプションの評価

オプション評価は次のようにして行う。調節後予測販売量と調節後標準偏差から販売量パターンを 1000 通り生成する。また、市場価格の予測値と標準偏差から市場価格パターンを 1000 通り生成する。 i パターン目のオプション取引を結んだ場合の漁労利益 BP_1^i は次式より求める。

$$BP_1^i = s_n^i \times (\max(p_n^i, K) - c_v) - c_f - C \quad (7)$$

ここで K は権利行使価格である。

Fig. 2: Histogram of great amberjack farmer's monthly profits (option transaction, based on D1+ARCH model)

Fig.2 は D1+ARCH モデルの予測結果に基づくオプション取引を設計する前後の漁労利益ヒストグラムである。Fig.2 から、オプション取引を実行する場合の方が漁労利益の取りうる範囲が狭くなっていることが分かる。

4 結論

本研究では養殖業者の価格リスク回避を目的としてオプションの設計を試みた。最初に、時系列データの正確な予測のための新しいモデルを提案した。実験の結果、提案モデルが予測精度に優れていること、オプションの実行により養殖業者の価格リスクを軽減できることが確認できた。

今後の課題として、予測誤差をオプションの費用で定量的に評価することなどを検討すべきと考えている。

参考文献

- [1] 田中経太郎, 近藤健雄. 6082 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, Vol. 1999, pp. 559-560, 1999-07-30.
- [2] 飯田直樹. 農業分野でのデリバティブ利用と課題. リアルオプション研究, Vol. 3, No. 1, pp. 95-106, 2010.
- [3] 横内絢子. 農業経営における天候リスクマネジメント技術導入手法. 農業情報研究, Vol. 16, No. 4, pp. 226-234, 2007.
- [4] 戸谷薫, 上山薫, 北栄輔. 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. 情報処理学会論文誌. 数理モデル化と応用, Vol. 2, No. 3, pp. 138-145, 2009-12-11.