

違法・無報告漁業由来の輸入品が国内イカ類漁業に及ぼす経済損失の推定

阪井裕太郎,^{1*} 徳永佳奈恵,^{2a} 松井隆宏^{3b}

(2018年5月24日受付, 2018年10月9日受理, 2018年12月20日J-STAGE 早期公開)

¹アリゾナ州立大学スクールオブサステナビリティ, ²東京大学海洋アライアンス,
³三重大学大学院生物資源学研究科An estimation of the economic loss for the squid and cuttlefish industry in Japan
due to illegal and unreported importsYUTARO SAKAI,^{1*} KANAE TOKUNAGA^{2a} AND TAKAHIRO MATSUI^{3b}¹*School of Sustainability, Arizona State University, Tempe, AZ 85287-5502, U.S.A.*, ²*The University of Tokyo Ocean Alliance, Bunkyo, Tokyo 113-0033*, ³*Mie University Graduate School & Faculty of Bioresources, Tsu, Mie 514-0102, Japan*

This paper estimates the economic loss for the squid and cuttlefish industry in Japan due to illegal and unreported imports. We developed a simultaneous equation model that consists of demand, harvest, and price equations, and an identity that defines the relationship between demand, supply, and inventory. We estimated the model by both the two-stage least squares and the GMM three-stage least squares methods using monthly data from August 1990 to December 2016. Three scenarios for counterfactual import volumes are assumed based on the estimates by Pramod *et al.* (2017). Our simulation results suggest that the economic loss may range from 24.3 to 46.9 billion yen, which amounts to 15–29 percent of the total revenue of the industry.

キーワード : IUU, イカ, シミュレーション, 輸入枠, 連立方程式モデル

違法 (illegal)・無報告 (unreported)・無規制 (unregulated) に行なわれる IUU 漁業は, 水産資源の持続的利用に対する世界的な脅威となっている。Agnew *et al.* (2009) によれば, 54 か国の漁業経済水域および公海を対象とした分析の結果, 違法・無報告漁業による漁獲量は年間で 1,100–2,600 万トン, 漁獲金額は年間 100–235 億ドルにのぼると推定されている。¹⁾ 同様の研究は世界中で蓄積されつつあり, 西アフリカ,²⁾ メキシコ,³⁾ 中国,⁴⁾ 日本のミナミマグロ漁業⁵⁾ などにおいても, IUU 漁業の規模が合法的な漁業と同等かそれ以上である可能性が指摘されている。これらの研究は, IUU 漁業が極めて大きな資源的影響をもつことを示唆している。

一方で, IUU 漁業の影響は資源だけにはとどまらない。IUU 漁業は市場に本来よりも過剰な供給をもたらすので, 市場価格の低下を通じた経済的な損失も発生させる。例えば Pramod *et al.* (2014) では米国への輸入

の 20–32% は違法・無報告漁業由来であると推定されている。⁶⁾ この推計値をもとに, World Wildlife Fund (2016) では, IUU 漁業由来の輸入品が魚価を押し下げていることにより, アメリカの漁業者に年間 10 億ドル相当の損失が生じていると結論付けている。⁷⁾ 同様に, Pramod *et al.* (2017) では 2015 年に日本に輸入された漁獲物 215 万トンのうち, 24–36% は違法・無報告漁業由来であると推定されており, 日本の漁業者が受けている経済的被害は甚大であると考えられる。⁸⁾ そこで本研究では, Pramod *et al.* (2017) で特に日本への違法・無報告漁業輸入品が多いと報告されているイカ類に焦点をあて, 国内漁業への被害額を推定することを目的とする。⁸⁾ なお, イカ類はヨーロッパ連合の主要水産物輸入国であるスペイン, ドイツ, イタリアにおいても IUU 規制対象として言及されており, 国際的に影響の大きな IUU 規制対象魚種である。⁹⁾

IUU 漁業に関する研究は多岐にわたっている。IUU 漁業の傾向については、IUU 漁業が多い港の特徴¹⁰⁾ IUU 漁業のリスクが高い地域の特徴¹¹⁾ IUU 魚種の特徴¹²⁾といった観点から分析がなされている。Gallic and Cox (2006) は IUU 漁業の要因と解決法を網羅的に議論しており、特に経済的な要因としては過剰漁獲能力、有効でない漁業管理、漁業補助金の3つを挙げている。¹³⁾ また、Charles *et al.* (1999) では IUU 漁業者のミクロ経済モデルを構築し、IUU 漁業が生じる条件として規制が厳しすぎないこと、規制逃れが有効であること、規制逃れが安価であることを挙げている。¹⁴⁾ これに関連し、Sumaila, *et al.* (2006) は、IUU 漁船を拿捕したときの罰金を少なくとも24倍に増やさなければ IUU 漁業の限界費用が限界収益を上回らないと推定している。¹⁵⁾ さらに Miller *et al.* (2016) では Sumaila *et al.* (2006) のモデルを拡張し、船主責任保険が IUU を促進させる面を持っていることを示している。¹⁶⁾

IUU 漁業の経済的影響は多くの研究で議論されているが、その大半は IUU 漁業の漁獲量を市場の平均価格に掛け合わせたものを被害額としている。¹⁾ しかし、IUU 漁獲物の規模が極めて大きいことを踏まえれば、IUU 漁業の規制は市場の供給量全体を大きく減少させ、価格の上昇をもたらす可能性が高い。その場合、この価格の変化を考慮しない推定では IUU 漁業の経済的影響を過大に推定することになる。この点を考慮した先行研究は我々の知る限り World Wildlife Fund (2016) のみである。⁷⁾ 彼らの分析手法は、IUU 漁業由来の輸入量⁶⁾ と魚価の輸入量に対する弾力性¹⁷⁾ を掛け合わせることで魚価の低下額を推定し、これに国内漁獲量を掛けることで被害額を算定するというものである。この手法は価格の変化を考慮している点で他の分析手法よりも優れているが、一方で IUU 漁業への規制が国内の漁獲量や需要量に与える影響については考慮していない。実際には、IUU 由来の輸入を規制した場合、まずは国内価格が上昇し、それに伴って国内の漁獲量の増大や需要の減少といった変化が生じることが予想される。このような価格と漁獲量の変化の両方を考慮するためには、World Wildlife Fund (2016) のような誘導形推定ではなく、より構造的な推定が必要である。⁷⁾ 本研究ではこの点に鑑み、連立方程式モデルを推定することにより、より具体的に IUU 由来の漁獲物の禁止が需給にどのように影響するのかを明らかにする。

手法の面では本研究は有路らの一連のアプローチを踏襲する。有路 (2000) は水産物全体を一つの財として捉え、連立方程式モデルの推定を行っている。¹⁸⁾ その結果、水産物が平均して必須財であること、所得弾力性が年とともに低下していること、要素価格が漁獲に負の影響を与えることなど、わが国水産物市場の基本的な特徴

が明らかにされている。有路 (2003, 2006) はサケマス類について連立方程式モデルを推定し、輸入価格が国内市場に与える影響を吟味している。^{19,20)} その結果、輸入価格を100円低くした場合1997年時点で国内漁業は209億円の減収になることが示されている。Ariji *et al.* (2014) では環太平洋戦略的経済連携協定による関税の撤廃の可能性を踏まえて、関税率の変化がサケマス漁業に与える影響を連立方程式モデルによって吟味している。²¹⁾ その結果、現在の関税率がすでに極めて低い水準であることを反映して、関税の撤廃の影響は限定的であることが示されている。水産物市場に連立方程式モデルを適用した研究はこのほかにも存在する²²⁻²⁵⁾ が、有路らのモデルが変数選択において最も理論と整合的なアプローチをとっている。本研究では有路らと同様のアプローチをとるが、ルーカス批判²⁶⁾ や弱操作変数の問題²⁷⁾ などについて踏み込んだ議論を展開し、有路らの一連のモデリングアプローチをより発展させる。

材料と方法

分析アプローチとモデル 違法・無報告・無規制漁業はしばしば一まとめに扱われるが、無規制漁業に関しては現状の国際法に必ずしも違反しないという点で異なっている。²⁸⁾ そのため、多くの先行研究では無規制漁業の影響は重大であるとしつつも、違法・無報告漁業に絞った分析を行っている。^{1,6,8)} 本研究においても、Prמוד *et al.* (2017) による違法・無報告 (IU) 漁業由来の輸入品の推定量をシミュレーションのインプットとして用いるため、IU 漁業に焦点を絞った分析を行うこととする。⁸⁾

現在の国内市場では、IU 由来の輸入品とその他の輸入品とは消費者に全く区別されていない。従って、IU 漁業由来の輸入品を禁止することは、少なくとも短期的には輸入品の量を外生的に減らすことと同義であると考えことに一定の妥当性がある。そこで、本研究では国内イカ類市場を連立方程式モデルによって表し、輸入品を外生的に減らした際の影響をシミュレーションするというアプローチをとる。ただし、イカ類には輸入枠が掛けられているため、IU 由来の輸入品を禁止することは、単純に輸入量を同じ量だけ減らすことには相当しない。詳しいシナリオの設定はシミュレーションセクションで議論する。推定する連立方程式モデルは需要関数、漁獲関数、価格関数の3本の推定式と1本の定義式で構成される。主要変数の因果序列図を Fig. 1 に示した。

需要関数は両対数型として特定化する。標準的な需要理論に従い、需要 D_t は価格 P_t と所得 Y_t の関数と仮定する。また有路 (2000) に倣い、需要の所得弾力性が時間とともに変化する可能性を考慮して、所得とタイムトレンド $Time$ の交差項を含める。¹⁸⁾ さらに、イカ類の

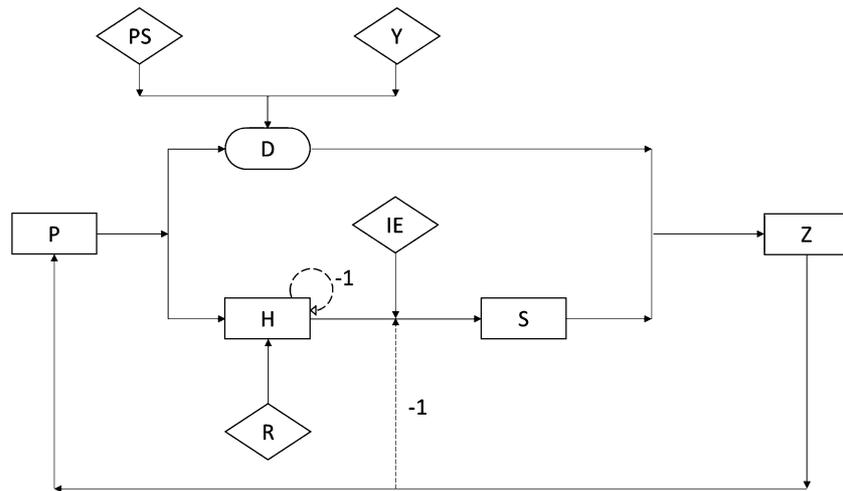


Fig. 1 Structure of the model. Endogenous variables are shown in rectangular boxes, exogenous variables in diamond shapes, and the defined variable in the circle. Solid lines show contemporaneous relationships while dashed lines show one-month lagged relationships. P, price; D, demand; H, harvest; PS, substitute price; Y, income; IE, net import; S, supply; Z, inventory; R, input price.

需要に影響を与える可能性のあるその他の変数ベクトル \mathbf{X}_t^d に、潜在的な代替補完財価格（タコ類）、11 個の月ダミー変数（1 月基準）、26 個の年ダミー変数（1990 年基準）、11 個の月ダミーとタイムトレンドの交差項を含める。これらの変数を含めることにより、イカ類は夏季に購入される傾向があるという季節性や、より高齢者に購入が集中する傾向にシフトしている長期的な需要の変化などをコントロールすることができる。²⁹⁾ これらの変数がもし価格と需要の両方に影響を持つ場合、モデルに含めることによって欠落変数バイアスを防ぎ、価格のパラメータの一致性を担保することができる。また、これらの変数が仮に需要のみに影響する場合には、パラメータの一致性には影響しないが、モデル全体の予測精度を上げることができることになる。

$$\ln D_t = a_1 + a_2 \ln P_t + a_3 \ln Y_t + a_4 \ln Y_t * Time + \mathbf{X}_t^d \boldsymbol{\beta}_t^d + e_1 \quad (1)$$

漁獲関数は両対数型として特定化する。標準的な生産者理論に従い、漁獲量 H_t は価格 P_t と要素価格（燃油価格） R_t の関数とする。また、イカ類の漁獲量に影響を与える可能性のあるその他の変数ベクトル \mathbf{X}_t^h に、前期の漁獲量、11 個の月ダミー変数（1 月基準）および 26 個の年ダミー変数（1990 年基準）を含める。年ダミーは、スルメイカ資源は年変動が大きいことや、外国海域産のイカ類の供給は漁場からの締め出しに伴って衰退傾向にあることなどを考慮した推定を可能にする。²⁹⁾ 月ダミーは、漁場が漁期中にスルメイカの回遊とともに変化していくことを考慮することを可能にする。³⁰⁻³¹⁾ 従って、需要関数と同様に、これらの変数をモデルに含めることでパラメータの一致性の担保とモデルの予測精度の

向上が期待される。

$$\ln H_t = b_1 + b_2 \ln P_t + b_3 \ln R_t + \mathbf{X}_t^h \boldsymbol{\beta}_t^h + e_2 \quad (2)$$

価格関数は両対数型として特定化する。価格 P_t は有路らの一連のモデル¹⁸⁻²¹⁾ に従い、超過供給（=在庫）によって決定されるとするワルラス均衡の概念を援用して、在庫 Z_t の関数と仮定する。またイカ類の価格に影響を与える可能性のあるその他の変数ベクトル \mathbf{X}_t^p に、11 個の月ダミー変数（1 月基準）および 26 個の年ダミー変数（1990 年基準）を含める。イカ類の価格形成は月ごとに異なり、また特に冷凍イカに関しては年ごとにサイズ・アソートや品質等に左右される。²⁹⁾ 月ダミーや年ダミーはこれらの要因を考慮した推定を可能として、パラメータの一致性の担保と予測精度の向上させることが期待される。

$$\ln P_t = c_1 + c_2 \ln Z_t + \mathbf{X}_t^p \boldsymbol{\beta}_t^p + e_3 \quad (3)$$

最後に、モデルを閉じるために、前期の在庫 Z_{t-1} 、今期の漁獲量、純輸入量 IE_t 、需要量、今期の在庫の関係を以下のように定義する。この定義式により、推定式 (1) の被説明変数である需要量を推定する。

$$Z_t = Z_{t-1} + H_t + IE_t - D_t \quad (4)$$

なお、先行研究¹⁸⁻²¹⁾ では輸入についても内生変数として扱い、輸入関数を推定している。しかし、本研究においては以下に述べるような理由から輸入は外生変数として扱う。そもそも、連立方程式モデルを用いてシミュレーションを行うためには、モデルのパラメータが政策前後で変化しないことを仮定する必要がある。しかし、連立方程式モデルに含まれる関数は一般的に経済主体の最適化行動の結果として観察されるものであるため、政策変更によって最適な選択が変化すれば、関数に現れる

パラメータの値も変化する可能性は否定できない。²⁶⁾従って、連立方程式モデルを用いたシミュレーションの妥当性は、一般的に分析対象とする政策によってパラメータが影響されないようなモデルを構築できるかどうか依存している。この点に鑑み、本分析では、IU由来の漁獲物とその他の漁獲物の区別がされていない現状を踏まえて、需要関数・漁獲関数・価格関数のいずれも政策前後で変化しないと仮定することに一定の妥当性があると考えられる。

一方で、輸入量についても国内外の価格差を説明変数とする内生変数として定式化することが技術的には可能であるが、そのパラメータの値はIU輸入品の規制前後で変化する可能性が高い。そもそも、IU由来の漁獲物は漁業規制に従っていないため、合法漁獲物よりも漁獲コストが低いと考えられる。その場合、IU輸入品の生産者と合法輸入品の生産者では内外価格差への反応も異なるのが自然である。そのため、IU由来の輸入品とそれ以外の輸入品を集計した一つの輸入関数を想定すると、IU由来の輸入の禁止に伴って輸入関数のパラメータも変化することになる。以上より、シミュレーションの論理的妥当性を担保するためには、輸入量は外生変数として扱うことが妥当であると考えられる。この輸入量を外生変数とする扱いは、World Wildlife Fund (2016)でも暗黙的に採用されているものである。⁷⁾なお、本論文を通して合法イカとIUイカは同一の財であるとしたうえで、比較的短期の経済モデルを念頭に置いている。これらが同一財である場合、長期的には内外価格差がなくなる方向に裁定が働き、また生産効率の高いIU漁業者が合法漁業者を市場から駆逐する方向に進むと考えられる。しかし、短期的には内外価格差に異なる反応をする二種類の漁業者が存在するという状況を想定することに一定の妥当性がある。

データ データは1990年8月から2016年12月までの月次データを用いる。イカ類の漁獲量は、全漁連が集計している全国イカ水揚げ集計表より得た。具体的な入手先は1990年8-12月分は全国いか加工業協同組合の全国いか組合報、1991-1993年分は全漁連、1994-2016年分は水産物パワーデータブックである。1990年7月以前の漁獲量データは入手できなかった。なお、国が発表している漁業養殖業統計年報にはイカ類の年次データが1950年代より記載されている。しかし、年次データでは分析に使用するサンプル数が大幅に減ってしまうことと、1950年から近年までにイカ漁業がいくつもの構造変化を経験していること(自動イカ釣り機の普及、排他的漁業経済水域の導入、イカ流網の国際的禁止など)を踏まえ、本研究ではより近年の月次データを使用することとした。

全漁連の漁獲量データを用いるうえではいくつか留意

すべき点がある。第一に、全漁連の月次データではスルメイカ *Todarodes pacificus*、アカイカ *Ommastrephes bartramii*、ニュージーランド海域産イカ、ペルー海域産イカの4種類がカバーされているが、その他のイカ類(例えばホタルイカ)はカバーされていない。しかし、この4種類が国内イカ類の利用の中心を占めるいわゆる「スルメイカ系」²⁹⁾を網羅していることを踏まえると、イカ類の市場分析を行う上で大きな影響はないものと考えられる。第二に、全漁連データは国の統計よりも集計範囲が狭いため、年によっては国の統計と乖離が見られる。スルメイカとアカイカの漁獲量合計を年ごとに比較すると、国の統計データが全漁連データより9-38% (平均23%) 大きな値をとっている。ただし、国の統計と全漁連データはほぼパラレルに推移しており、またモデルセクションで述べた通り我々のモデルは両対数型であるので、パラメータの推定に際しては大きな問題はないものと考えられる。一方、漁獲量データが実際よりも小さいことは、シミュレーションの際にIU由来の輸入品の影響の大きさを過少に見積もる可能性を示唆することに注意が必要である。なお、全漁連データではペルー海域産アカイカの月別漁獲量については2009年以降しか掲載されていないため、それ以前の月別漁獲量は年間漁獲量を2009年以降の月別平均シェアで按分して求めた。また南方トロールの漁獲については、年次データは掲載されているものの月次データについては一切掲載されていないため、本分析には含めないこととする。南方トロールによるイカ類の漁獲の年間漁獲量に占めるシェアは1%程度であることから、この分の漁獲は無視しても結果には影響を及ぼさないものと考えられる。

Figure 2に全漁連データの種別漁獲量の年次推移及びスルメイカの漁獲許容量(TAC)を示す。これによれば、スルメイカがイカ類の漁獲に占める割合は極めて大きく、近年では95%以上であることがわかる。従って、イカ類の市場はスルメイカの漁獲量動向に大きく左右されるといえる。一方で、スルメイカの漁獲量とTACを比較すると、その消化率は平均して6割程度に過ぎないことがわかる。この点はシミュレーションの際に重要となる。すなわち、本研究では輸入量を外生的に減らすシミュレーションを行うが、輸入量の減少の一部は国内の漁獲量の増加によって補完されることが予想される。仮にTACによって毎年漁獲量が頭打ちになっている場合には、シミュレーションに際して漁獲量は増加しないという制約条件を置く必要があるが、Fig. 2はこのような制約条件を置かなくてよいことを示している。ただし、漁獲量のシミュレーション値がTACを超えていないかどうかの事後的なチェックは必要である。

輸入及び輸出は財務省貿易統計より得た。イカ類は輸入割当て(IQ)対象魚種である。輸入枠の対象となっ

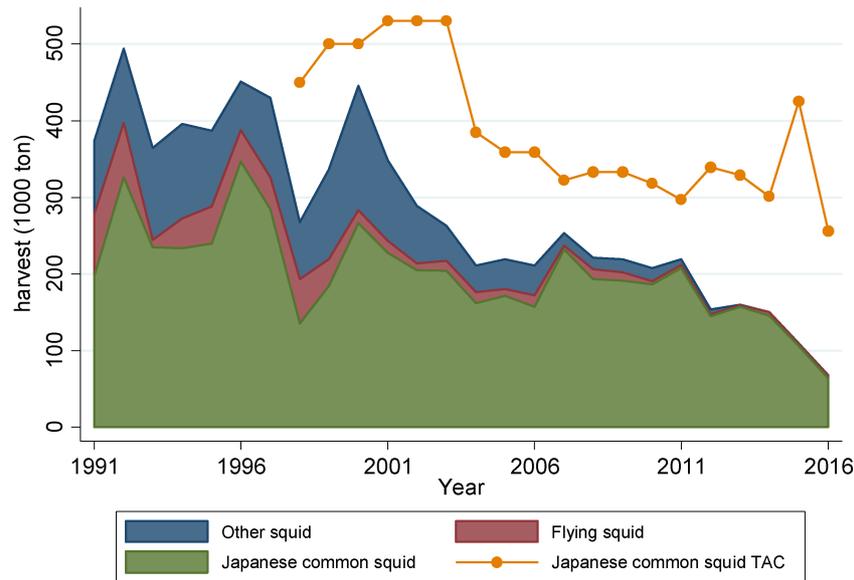


Fig. 2 Annual harvests of squid by species and the TAC for Japanese common squid.

ているのはスルメイカ、アカイカ、ヤリイカなどの主要なイカ類であり、輸入枠の対象となっていないのはモンゴウイカ（セピア属 *Sepia* のうち、*offinialis*, *pharaonis*, *lycidas*, *latimanus*, *apama* の5種）のみである。ただし、IQ対象品種であっても塩辛やサキイカのような加工調整品になっている場合には輸入枠外として扱われる。輸入枠の消化率は毎年ほぼ100%であり、2016年の枠は93,950トンとなっている。一方で、輸入枠外の品目の輸入量は2016年では61,582トンである。したがって単純比較では輸入枠対象品目の方が輸入枠対象外品目よりも多く輸入されているように捉えられる。しかし、原魚換算するとこの大小関係は逆転する。公益財団法人水産物安定供給推進機構では、第3類（素材の形態での輸入品）に分類されている品目は歩留まり60%、第16類（加工調整品）に分類されている品目は歩留まり23.5%と見積もっている。²⁹⁾ この歩留まりを参考にするると、原魚換算では2016年の輸入枠対象品目の輸入量は14.8万トン、輸入枠対象外品目の輸入量は23.1万トンとなる。したがって、原魚換算では輸入枠対象外品目の輸入が5割程度多いことになる。

Figure 3に原魚換算による国別の輸入量の推移を示した。輸入量は1990年代から一貫して増加傾向にあるが、この増加の大半は中国からの輸入の増加によるものであることがわかる。中国の輸入シェアは1990年時点では1%にも満たなかったが、2016年時点では65%を占めるに至っている。輸入シェアの上位3か国は中国、タイ、ベトナムであり、この3か国の輸入シェアは1990年には24%だったが2016年には73%に達しており、期間平均でも64%となっている。Pramod *et*

al. (2017) ではこの三か国についてIU由来の輸入品の割合を調査しているため、輸入品のうちの6割以上についてはIU由来の比率に関する情報が利用可能であることになる。⁸⁾ 一方で、この3か国の輸入シェアが1990年時点では24%しかないことを踏まえると、これ以上過去の輸入データを使用する場合には、Pramod *et al.* (2017) でカバーされていない国のシェアが極めて大きいことになる。⁸⁾ これは、本研究において長期の年次データではなく、近年の月次データを用いるほうが望ましい理由の一つでもある。

在庫量については、水産物流通統計に記載されている産地と消費地のイカ類の期末在庫合計を 0.5×0.8 で除することにより、全国の在庫推計値とした。これは、在庫の調査方法が「全国の冷蔵能力の50%に達するまでの産地42都市及び消費地14都市を調査の範囲とし、水産物を取り扱う主機10馬力以上の冷凍・冷蔵工場のうち、調査都市ごとの層冷蔵能力に対し調査する冷蔵能力の累計が80%に達するまでの冷凍・冷蔵工場を調査対象とした。」となっていることを踏まえたものである。ただしこの推定方法の前提は、イカ類の在庫量が冷蔵能力に比例して分布していることである。この前提の妥当性は月や年によって異なると考えられ、それに応じて全国の在庫量推定値には測定誤差が生じる可能性がある。

国内市場の代表的価格としては、東京都中央卸売市場年報の生鮮、冷凍、活イカ類の加重平均価格を用いる。消費者所得は日本経済研究センターが独自に算出している月次GDPを用いる。なお、この統計は1994年1月より前のものは存在しないので、1990-1993年分の月次データについては内閣府が発表している四半期GDP

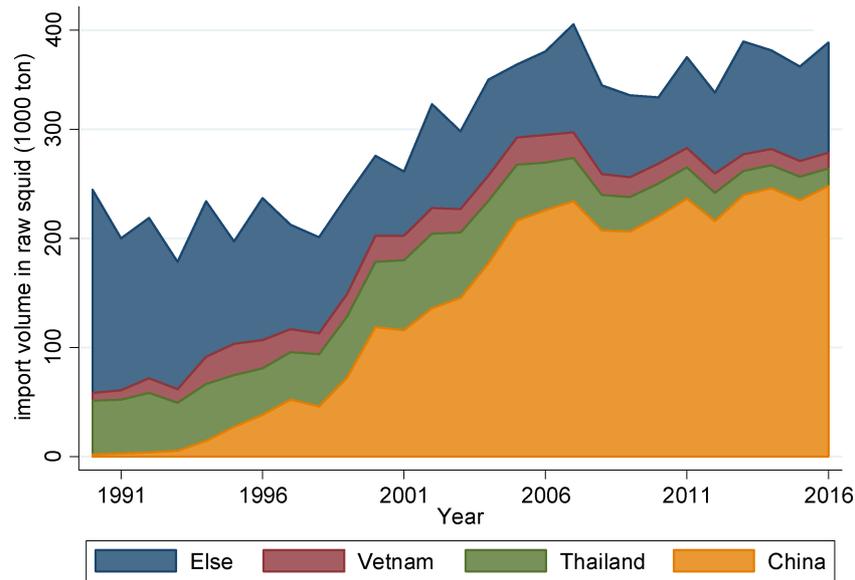


Fig. 3 Annual import volume by country (round fish weight).

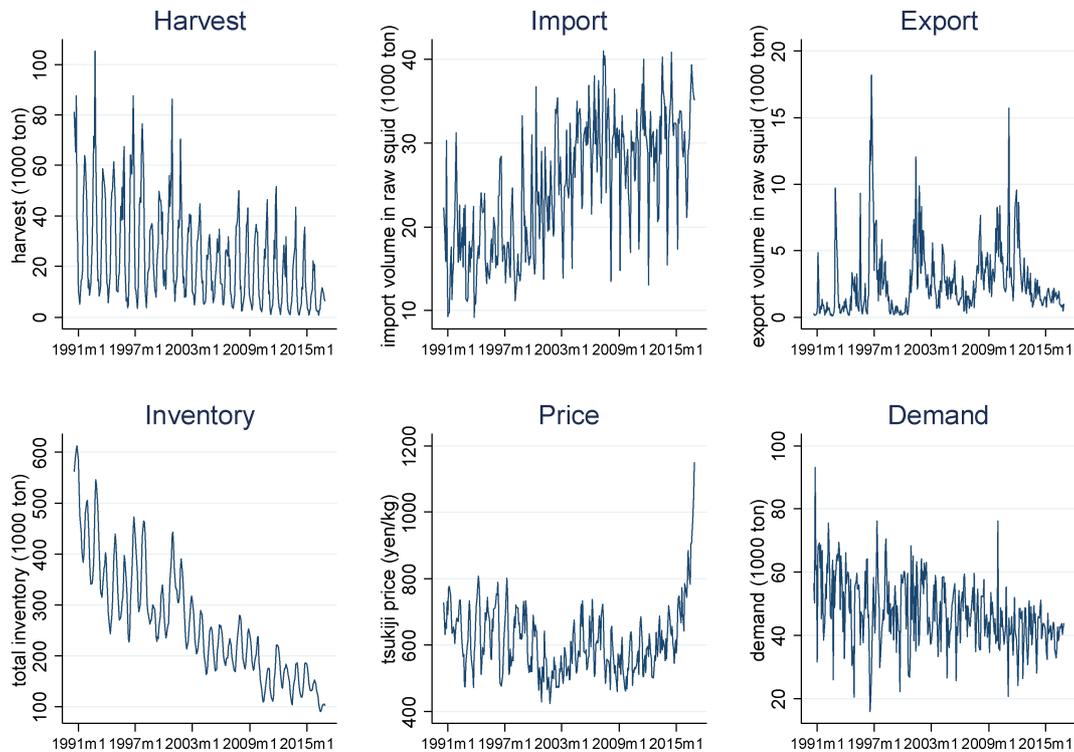


Fig. 4 Monthly fluctuations of main variables.

の数値を用いて3次スプライン補完によって推定した。最後に、燃油価格は Federal Reserve Bank of St. Louis より得た。なお、すべての金額は2015年基準の実質価格にデフレートしている。

Figure 4に主要な変数の月次推移を示した。漁獲量には明確な季節性があり、9-12月にピークを迎える。

輸入量は増加傾向にある一方で、輸出量は低水準で推移しており、純輸入量は増加傾向にあることがわかる。しかし、純輸入量の増加は漁獲量の低下を相殺するほどの規模ではない。これを反映して、在庫推定量は1990年代には月平均で30万トン程度であったが、その後一貫して減少傾向にあり、近年では10万トン程度まで縮小

Table 1 Descriptive statistics

Variable	N	Mean	SD	Min	Max
Demand (10 ³ t)	317	47.21	10.85	15.80	93.20
Harvest (10 ³ t)	317	23.82	19.50	0.67	105.21
Total inventory (10 ³ t)	317	263.78	111.80	90.05	613.00
Import of raw squid (10 ³ t)	317	24.74	7.59	9.23	40.94
Export of raw squid (10 ³ t)	317	2.64	2.67	0.08	18.21
Squid price (yen/kg)	317	611.42	100.98	424.51	1148.85
Gross domestic product (10 ¹² yen)	317	476.01	28.99	412.25	528.74
Oil price (10 ³ yen/barrel)	317	5.00	3.08	1.21	14.31
Octopus price (yen/kg)	317	841.57	174.23	420.84	1163.96

している。これは供給量の低下を在庫放出によって補っていることを示唆している。価格にも季節性があり、特に年末年始（12-1月）と春先（3-5月）に価格が上昇する傾向にある。長期的には、1990年以降キロ単価500-600円程度で推移していたが、2015年以降急激に上昇している。これは漁獲量および在庫量の減少を反映したものであると考えられる。

需要量は式(4)を用いて漁獲量、輸出入量、在庫量から推定されている。Figure 4によれば需要量は長期的に減少傾向にあり、イカ類市場全体が縮小傾向にあることが分かる。また、需要量は一般的に8-9月ごろに低下する傾向がみられるが、変動の仕方は年によって極めてばらつきが大きい。これは需要量が他のデータから推定されたものであることに起因すると思われる。すなわち、他のデータの測定誤差が重なり合う結果として、需要量の測定誤差が大きくなっていると考えられる。Table 1に記述統計を示した。データセットは合計で317か月を含むが、操作変数として前期の在庫量を用いるため、推定におけるサンプル数は316となる。

結 果

推定方法と結果 モデルの推定には二段階最小二乗法(2sls)とWooldridge (2002)の一般化モーメント三段階最小二乗法(GMM-3sls)の両方を用いる。³²⁾これらの推定法の選択は以下のような理由に基づく。まず、式(1)-(3)は内生変数を右辺に含んでいるため、最小二乗法による推定ではパラメータの不偏性も一致性も担保されない。そのため、操作変数法を用いて一致推定量を得ることが基本的な戦略となる。ここで、例えば式(1)の推定に必要な操作変数の条件は、「需要に対して価格以外の経路で影響を与えない」ことである。この点に鑑み、式(1)-(4)は一つの方程式体系であり、モデルに含まれるすべての外生変数と先決内生変数が価格に影響を与えることがモデルの定式化によって保障されている。従って、これらの変数の中で式(1)の右辺に明示的に含まれない外生変数(R_t , IE_t など)と先決内生変数(Z_{t-1} , H_{t-1})はすべて操作変数としての条件を満たし

ている。しかし、実際の推定においては、操作変数と内生変数の相関が弱い場合にはパラメータの推定値にバイアスが生じることに注意が必要である(弱操作変数問題)。従って、本分析では価格と特に相関が強いことが確認された前期の在庫 Z_{t-1} のみを価格に対する操作変数として用いることとする。同様の理由により、推定式(2)と(3)においても、 Z_{t-1} のみを操作変数として用いる。

次に、連立方程式モデルの推定には、方程式ごとにパラメータを推定する2slsと、モデル全体を同時に推定する3slsという二通りの推定方法がある。2slsは一致推定量を与える上に、どれか一つの式に特定化エラーがあったとしても、他の式のパラメータ推定値には影響がないという点で、よりリスクが小さい推定法であるといえる。一方で、すべての式の特定化にエラーがないという前提の下では、3slsはモデルに含まれる方程式の誤差項が互いに独立ではない可能性を推定に反映させるので、2slsに比べて漸近的により有効な推定量を与える可能性がある。ただし、本分析ではサンプルサイズは316と比較的小さいことから、3slsが必ずしも2slsより信頼性の高い推定量を与えるかどうかは明らかではない。以上より、本分析では両方の推定法を実施して結果の頑健性を確認するというアプローチをとる。

なお、通常の3slsは誤差項の系列相関や分散不均一性に対応しておらず、また方程式ごとに特定の操作変数を選択することもできない。そこで本分析では、これらの点に対処しているGMM-3slsを採用することとする。また、3slsは、各方程式が適度識別の場合にはそのパラメータ推定値は2slsのものと同じであることが知られている。本分析では各方程式に内生変数一つが存在し、それらを前期末在庫という一つの操作変数を用いて推定するので、すべての方程式が適度識別であり、結果としてどちらの手法を用いてもパラメータの点推定値は一致する。従って、モデル間の比較はパラメータの標準誤差の大きさに関して行うこととなる。

Table 2に計測結果を示した。列1-3が2slsの推定結果、列4-6がGMM-3slsの推定結果である。各パラメータ推定値の下には不均一分散・自己相関頑健標準誤差を載せている。なお、標準誤差の推定に用いるバンドの幅については、Newey & West (1994)の自動選択法によって決定した。³³⁾また、2slsについては、一段階目の推定における操作変数(前期在庫)に対するF統計の値がFstatとして下段に示されている。一般的に一段階目のF値が10より大きければ弱操作変数問題を回避できているとされるが、²⁷⁾ Table 2によればいずれの推定式もこの基準を満たしている。

結果をみると、大半のパラメータが統計的に有意であり、また理論的な符号条件が存在するものに関してはそ

Table 2 2sls and GMM-3sls estimation results

	2sls						GMM-3sls					
	Ln demand		Ln harvest		Ln price		Ln demand		Ln harvest		Ln price	
Ln price	-1.114**	-0.452	1.376**	-0.580			-1.114**	-0.451	1.376**	-0.628		
Ln gdp	4.873**	-2.459					4.873**	-2.405				
Ln gdp × trend	-0.030**	-0.012					-0.030***	-0.012				
Ln octopus price	-0.397***	-0.148					-0.397***	-0.147				
Ln oil price			-0.330***	-0.119					-0.330***	-0.132		
Ln harvest (t - 1)			0.523***	-0.071					0.523***	-0.081		
Ln inventory					-0.447***	-0.072					-0.447***	-0.071
February	0.375**	-0.164	0.295***	-0.101	-0.047***	-0.016	0.375**	-0.163	0.295***	-0.117	-0.047***	-0.016
March	0.726***	-0.239	-0.413***	-0.097	0.009	-0.018	0.726***	-0.237	-0.413***	-0.095	0.009	-0.018
April	0.835***	-0.308	-0.021	-0.190	-0.026	-0.025	0.835***	-0.304	-0.021	-0.275	-0.026	-0.025
May	0.733**	-0.375	0.621***	-0.127	-0.110***	-0.033	0.733**	-0.371	0.621***	-0.167	-0.110***	-0.033
June	0.691**	-0.381	1.042***	-0.139	-0.243***	-0.033	0.691**	-0.376	1.042***	-0.184	-0.243***	-0.033
July	0.767**	-0.450	1.371***	-0.108	-0.281***	-0.034	0.767**	-0.445	1.371***	-0.120	-0.281***	-0.034
August	0.787	-0.516	1.268***	-0.091	-0.231***	-0.030	0.787	-0.511	1.268***	-0.113	-0.231***	-0.030
September	0.657	-0.595	1.236***	-0.083	-0.178***	-0.022	0.657	-0.587	1.236***	-0.083	-0.178***	-0.022
October	1.183**	-0.672	1.313***	-0.083	-0.135***	-0.022	1.183**	-0.663	1.313***	-0.089	-0.135***	-0.022
November	1.318**	-0.750	1.218***	-0.087	-0.102***	-0.022	1.318**	-0.739	1.218***	-0.092	-0.102***	-0.022
December	1.837**	-0.810	0.400***	-0.089	0.022	-0.019	1.837**	-0.797	0.400***	-0.101	0.022	-0.019
Trend × February	-0.002**	-0.001					-0.002**	-0.001				
Trend × March	-0.001**	-0.001					-0.001**	-0.001				
Trend × April	0.000	0.000					0.000	0.000				
Trend × May	0.001	-0.001					0.001	-0.001				
Trend × June	0.002***	-0.001					0.002***	-0.001				
Trend × July	0.002**	-0.001					0.002**	-0.001				
Trend × August	0.002**	-0.001					0.002**	-0.001				
Trend × September	0.003***	-0.001					0.003***	-0.001				
Trend × October	0.002***	-0.001					0.002***	-0.001				
Trend × November	0.003***	-0.001					0.003***	-0.001				
Trend × December	0.002***	-0.001					0.002***	-0.001				
Year: 1991	1.568**	-0.803	-0.072	-0.105	-0.091***	-0.018	1.568**	-0.788	-0.072	-0.091	-0.091***	-0.018
Year: 1992	3.539**	-1.614	0.193	-0.145	-0.243***	-0.027	3.539**	-1.585	0.193	-0.149	-0.243***	-0.026
Year: 1993	5.666**	-2.463	-0.027	-0.161	-0.301***	-0.024	5.666**	-2.418	-0.027	-0.176	-0.301***	-0.024
Year: 1994	7.634**	-3.254	-0.122	-0.157	-0.294***	-0.036	7.634**	-3.195	-0.122	-0.160	-0.294***	-0.036
Year: 1995	9.941**	-4.121	-0.159	-0.170	-0.274***	-0.034	9.941**	-4.049	-0.159	-0.164	-0.274***	-0.034
Year: 1996	11.929**	-4.935	0.020	-0.212	-0.340***	-0.034	11.929**	-4.848	0.020	-0.169	-0.340***	-0.034
Year: 1997	14.273**	-5.813	0.061	-0.154	-0.292***	-0.026	14.273**	-5.710	0.061	-0.152	-0.292***	-0.026
Year: 1998	16.656**	-6.715	-0.337**	-0.156	-0.291***	-0.040	16.656**	-6.596	-0.337**	-0.160	-0.291***	-0.040
Year: 1999	18.539**	-7.551	-0.009	-0.185	-0.442***	-0.047	18.539**	-7.416	-0.009	-0.182	-0.442***	-0.046
Year: 2000	20.626**	-8.376	0.408**	-0.162	-0.473***	-0.039	20.626**	-8.225	0.408**	-0.170	-0.473***	-0.039
Year: 2001	22.916**	-9.259	0.360	-0.221	-0.517***	-0.031	22.916**	-9.093	0.360	-0.252	-0.517***	-0.031
Year: 2002	25.258**	-10.154	0.319	-0.229	-0.621***	-0.049	25.258**	-9.972	0.319	-0.254	-0.621***	-0.049
Year: 2003	27.494**	-11.044	0.194	-0.209	-0.610***	-0.054	27.494**	-10.846	0.194	-0.220	-0.610***	-0.053
Year: 2004	29.788**	-11.934	0.069	-0.163	-0.593***	-0.063	29.788**	-11.721	0.069	-0.166	-0.593***	-0.063
Year: 2005	32.100**	-12.821	0.146	-0.129	-0.537***	-0.063	32.100**	-12.592	0.146	-0.122	-0.537***	-0.063
Year: 2006	34.443**	-13.706	0.209	-0.169	-0.541***	-0.065	34.443**	-13.461	0.209	-0.136	-0.541***	-0.065
Year: 2007	36.688**	-14.592	0.301	-0.203	-0.595***	-0.064	36.688**	-14.332	0.301	-0.170	-0.595***	-0.064
Year: 2008	38.771**	-15.458	0.356**	-0.209	-0.654***	-0.062	38.771**	-15.181	0.356**	-0.199	-0.654***	-0.062
Year: 2009	40.718**	-16.270	0.267	-0.217	-0.715***	-0.066	40.718**	-15.978	0.267	-0.220	-0.715***	-0.066
Year: 2010	43.154**	-17.196	0.230	-0.200	-0.826***	-0.093	43.154**	-16.888	0.230	-0.193	-0.826***	-0.092
Year: 2011	45.393**	-18.100	0.172	-0.222	-0.753***	-0.089	45.393**	-17.776	0.172	-0.188	-0.753***	-0.088
Year: 2012	47.715**	-19.008	0.078	-0.206	-0.712***	-0.079	47.715**	-18.668	0.078	-0.201	-0.712***	-0.079
Year: 2013	50.082**	-19.905	0.002	-0.217	-0.735***	-0.092	50.082**	-19.548	0.002	-0.199	-0.735***	-0.092
Year: 2014	52.457**	-20.820	-0.094	-0.209	-0.679***	-0.089	52.457**	-20.448	-0.094	-0.166	-0.679***	-0.089
Year: 2015	54.871**	-21.751	-0.487***	-0.155	-0.583***	-0.088	54.871**	-21.362	-0.487***	-0.137	-0.583***	-0.088
Year: 2016	57.436**	-22.707	-1.065***	-0.164	-0.492***	-0.113	57.436**	-22.302	-1.065***	-0.127	-0.492***	-0.113
_cons	-15.848	-13.655	-7.767**	-3.989	9.465***	-0.455	-15.848	-13.341	-7.767**	-4.420	9.465***	-0.453
Fstat	30.660		30.300		668.040							
N	316.000		316.000		316.000		316.000		316.000		316.000	
R ²	0.413		0.885		0.823		0.413		0.885		0.823	

Heteroskedasticity- and autocorrelation-robust standard errors are in parentheses. The bandwidth used in the estimation is determined by the automatic bandwidth selection procedure of Newey and West (1994). Fstat shows the F statistics for the instrument (lagged Ln inventory) in the first stage regression. ***, **, and * denote statistical significance at the 1%, 5%, and 10% levels, respectively.

の条件を満たしている。前述の通り 2sls と GMM-3sls では点推定値が一致しているが、標準誤差についても極めて類似した結果となった。特に、GMM-3slsの方が需要関数を正確に推定できているが、2slsの方が漁獲関数のすべてのパラメータを正確に推定できている。どちらの手法でも推定結果がほぼ変わらないことは、結果の頑健性を示している。

需要関数についてみると、価格弾力性は -1.114 とやや大きめであり、イカ類が贅沢品であることを示している。所得のパラメータはプラスで有意であり、極めて大きな値(4.873)をとっている。しかし、所得とタイムトレンドの交差項はマイナスで有意となっており、需要の所得弾力性が時間とともに低下していることを示している。これは有路(2000)の水産物全体の所得弾力性が時間とともに低下しているという結果と整合的である。タコ類の価格のパラメータは負で有意となっていることから、タコ類はイカ類の補完財であることが分かる。また、大半の月ダミーと年ダミー、月ダミーとタイムトレンドの交差項が有意となっており、需要の季節性や経年変化の存在を示している。

漁獲関数の推計結果についてみると、漁獲の価格弾力性は 1.376 と大きい。先行研究では、サケ漁業に関して漁獲量は価格に反応することができないという結果が示されている^{20,21)}が、イカ類では明確な価格反応が見られるという対照的な結果となった。一方で、有路(2000)では水産物全体を一つの財としてみた場合には漁獲量が価格に反応することが示されており、本分析の結果と整合的である。¹⁸⁾ また前期の漁獲量が今期の漁獲量に影響を与えるという結果も有路(2000)と整合的な結果である。¹⁸⁾ 最後に、原油価格については、要素価格が産出量に負の影響を与えるという理論と整合的な計測結果となっている。月ダミーのパラメータからは、漁獲量が7月にピークに達し、3月に最も低くなることがわかる。また年ダミーはほとんどが有意ではないことから、漁獲量の経年変化は大きくないことがわかるが、2015年および2016年に生じたスルメイカの大不漁については負で有意なパラメータとして捉えられている。

価格関数については、在庫が1%増加することで価格が 0.447% 低下するという結果となっている。これは、超過需要は価格を押し下げる方向に作用するというワルラス均衡の理論と整合的であり、有路らの一連のモデル推定結果とも一致している。また月ダミーや年ダミーがほぼすべて有意となっており、価格形成の季節性や年次変化の存在が示唆されている。

推計したモデルを用いて政策シミュレーションをするためにはモデルの当てはまりがよいことが重要である。この点に鑑み、需要関数の決定係数は 0.413 とやや低いものの、漁獲関数と価格関数については決定係数が 0.8

以上と良好である。需要関数の決定係数が低いことの理由の一つは、需要量が他の変数から推定されていることにある。すなわち、需要の変動の一部は他の変数の測定誤差を反映しているため、本来需要に影響を与える要因(価格、所得など)で説明できる変動分が小さくなるのだと考えられる。

シミュレーションを行う前に、連立方程式モデル全体としての予測精度をファイナルテストによって確かめる。ファイナルテストとは、データセットの最初の月を起点として、外生変数には実際の観測値、ラグ付き内生変数にはモデル内で予測される数値を順次当てはめ、内生変数の値をシミュレーションし、その数値と実際の値と比較する方法である。Fig. 5に各変数の実測値(actual)とモデルの予測値(model)を示している。これによれば、需要、漁獲、価格、在庫のすべての内生変数に関してモデルの予測精度はおおむね高いことがわかる。在庫についてはやや誤差が大きい。これは推定段階で他の3つの内生変数への当てはまりがよくなるようにパラメータを推定しているために、すべての予測誤差が在庫の予測値に表れているためであると考えられる。各グラフの下部にはシミュレーションの精度を表す統計量である平均絶対誤差率(Mean Absolute Percentage Error; MAPE)とTheilの不一致係数(いわゆるU2)が記載されている。³⁴⁾ MAPEは0に近いほど予測精度が高いことを示し、またTheilの不一致係数が1より小さければモデルが有用であると解釈できるので、すべての変数についてモデルがシミュレーションに耐えることが分かる。

シナリオとシミュレーション IU由来の輸入品を禁止した際の輸入量の変化を検討するうえでは、次の二つの要因を考慮する必要がある。第一の要因は、IU由来の輸入品を禁止した際に、その削減分が合法イカで置き換わるのに要する期間である。この点に関し、IQ対象外品目については、合法イカがすでに現在の価格で可能な最大限まで輸入されていると考えることができる。従って、IU由来の輸入品が禁止されても合法イカの輸入量は現状より増えないと仮定する。なお、厳密にはIU由来の輸入品の減少によって市場価格が上昇し、合法イカの輸入が多少増える可能性は否定できないが、ここではその増加分は無視できるものと仮定する。この仮定はWorld Wildlife Fund(2016)でも暗黙的におかれているものである。⁷⁾ 一方で、IQ対象品目については輸入枠が毎年ほぼ100%消化されている。この事実は、IQ対象品目に関しては、一部の輸入品を禁止しても比較的短期間に他の輸入品で置き換わる可能性があることを示唆している。したがって、シミュレーションに当たっては、この置き換えがどの程度の期間で進むかを仮定する必要がある。第二に、Pramod *et al.* (2017)で

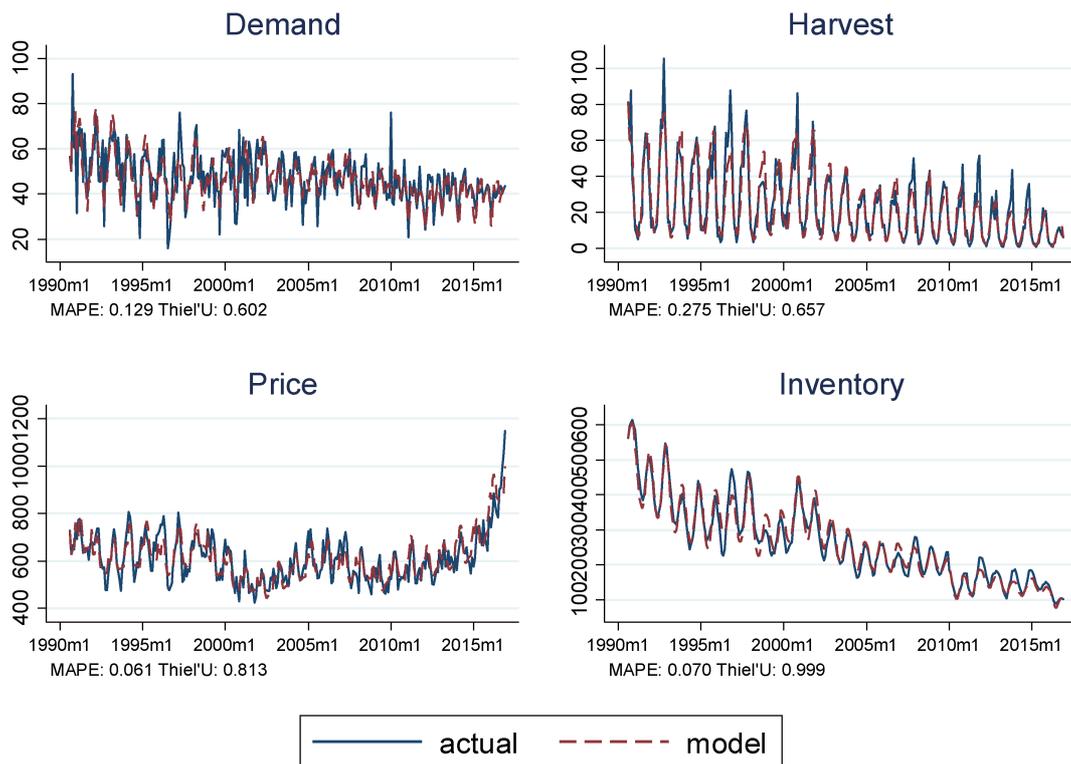


Fig. 5 Final test results.

は中国からの輸入の 35-55%, タイからの輸入の 25-35%, ベトナムからの輸入の 30-50% が IU 由来であると推定されているが, 他の国については調査していない。⁸⁾したがって, 中国, タイ, ベトナムについては彼らの推定値の中央値 (45%, 30%, 40%) を用いることが妥当であると考えられるが, 他の国からの輸入のうちの何割が IU 由来であるかは仮定する必要がある。

以上を踏まえ, ここでは次の 3 つのシナリオを想定する。シナリオ 1 では, 合法イカへの置き換えが短期的に達成されるとともに, その他の国からの輸入には IU 由来のイカは含まれていないと想定する。シナリオ 2 では合法イカへの置き換えは短期的に達成される一方, その他の国からの輸入の 25% 程度が IU 由来であると想定する。最後にシナリオ 3 では, IQ 対象品目について合法イカへの置き換えには相当の時間がかかると想定し, またその他の国からの輸入量のうち 25% 程度が IU 由来であると想定する。

- シナリオ 1: 輸入枠対象外の品目についてのみ, 中国からの輸入の 45%, タイからの輸入の 30%, ベトナムからの輸入の 40% が減少する。
- シナリオ 2: 輸入枠対象外の品目についてのみ, 中国からの輸入の 45%, タイからの輸入の 30%, ベトナムからの輸入の 40%, その他の国からの輸入が 25% 減少する。

- シナリオ 3: 輸入枠対象品目かどうかに関わらず, 中国からの輸入の 45%, タイからの輸入の 30%, ベトナムからの輸入の 40%, その他の国からの輸入が 25% 減少する。

それぞれのシナリオに従うと, 輸入量の月次平均が実測値の 2 万 4 千トンから 1 万 9 千トン, 1 万 8 千トン, 1 万 5 千トンへと減少することになる。この輸入量の外生的な変化をモデルに与え, 内生変数をシミュレーションした結果が Fig. 6 に示されている。なお, 月次データのままでは結果が視覚的に分かりにくいので, 年レベルに集計した結果を示している。ベースの値と比較して, 需要量と在庫量が減少する一方で, 漁獲量と価格が上昇することがわかる。この結果は理論と整合的である。すなわち, IU 由来の輸入品が減少した場合, 全体の供給量が減るので国内価格が上昇する。国内価格が上昇すると, 国内の漁獲量は増加する一方で需要は減少する。在庫の増減は需要, 漁獲, 純輸入の変化の大きさに依存するが, ここでは輸入の減少が大きいほど在庫も減少するという結果となっている。なお, 国内漁獲量が最も増加するシナリオ 3 においても漁獲量は TAC には満たないので, TAC を制約条件として付加した再シミュレーションの必要はない。

各変数の変化分は, シナリオ 1 から 3 の順番に大きくなっている。これは輸入量の減少がこの順番に大きく

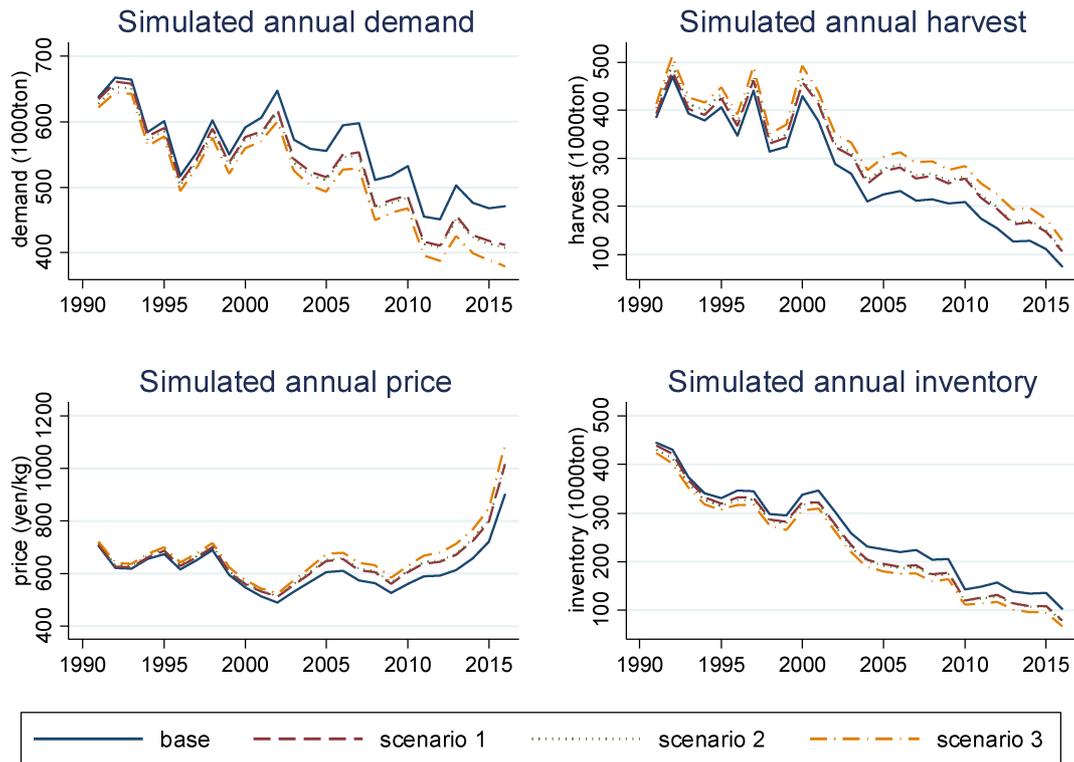


Fig. 6 Simulation results.

なることを反映している。Table 3 にシナリオごとの国内漁業の漁獲金額の年平均値の変化をまとめた。なお、ここでいう漁獲金額とは築地価格と国内漁獲量の積に該当するが、これは漁業者が直接受け取る金額ではなくイカ類産業全体の収益に該当することに注意が必要である。シナリオ 1 では、IU 由来の輸入品により、漁獲金額が 243 億円減少していることが示されており、これはベースラインの漁獲金額 1625 億円の 15% に相当する。同様にシナリオ 2 では IU 輸入品によって漁獲金額が 18.2% 減少していること、シナリオ 3 では 28.9% 減少していることが示されている。

考 察

本研究では、違法・無報告漁業由来の輸入品により、国内イカ産業にどの程度の経済的被害が生じているのかを連立方程式モデルによって推定した。その結果、イカ産業の収益金額の 15–29% にあたる 243–469 億円が失われていると推定された。同様の分析を行った World Wildlife Fund (2016) では、IU 輸入品によってアメリカ漁業者の賃金の 20% 分に相当する被害が生じていると結論付けている。⁷⁾ WWF の研究と本研究では変数の定義が異なるので厳密な比較はできないが、被害推定額の規模が概ね同程度であることは、本研究の結果の妥当性を示唆していると考えられる。本研究で得られた被害

Table 3 Economic loss due to illegal and unreported imports

	Base (mean)	Scenario 1 (mean)	Scenario 2 (mean)	Scenario 3 (mean)
Revenue (10 ⁹ yen)	162.5	186.8	192	209.4
Revenue loss (10 ⁹ yen)	0	24.34	29.53	46.95
Revenue loss share	0	0.15	0.182	0.289

Revenue and revenue loss are calculated by the average month revenue and revenue loss multiplied by 12, respectively. Revenue loss share is calculated by the total revenue loss during 1990–2016 divided by the total revenue during the same period.

推定額は無視できない規模であり、違法・無報告漁業の規制を進めることが資源保護の観点だけではなく経済的な観点からも支持されることが示されたといえる。

本研究で得られた推定額は十分に大きい、これは実際に IUU 漁業によって生じている被害金額の一部にすぎないと考えられる。第一に、本研究では無規制漁業については先行研究と同様に分析対象外としている。この扱いは無規制漁業が現状の国際法に鑑みて違法とは言い切れないためであるが、水産資源の持続的利用という観点からは無規制漁業由来の漁獲物を消費することは望ましくない。仮に無規制漁業由来の漁獲物の輸入も禁止したとすれば、本研究で得られたよりもさらに大きな国内価格の上昇や国内漁獲金額の増加が予想される。

第二に、本研究では違法・無報告漁業由来の漁獲物の輸入を禁止することによって、これらの漁業が対象とする資源が回復することによる便益を考慮していない。この扱いは、日本が単独で違法・無報告漁業輸入品を禁止しても、これらの輸入品がそのまま他国に輸入され、資源への圧力は変わらないことを想定してのものである。IUU 漁業由来のイカ類の漁獲量に関する厳密な統計は存在しないが、Agnew *et al.* (2009) では頭足類の違法・無報告漁獲量の比率を合法漁獲量の 10–30% であるとしている。¹⁾ これに、近年のイカ類の世界全体での漁獲量が 300 万トン程度であることをあわせると、違法・無報告漁獲量は年間 30–90 万トン程度であると考えられる。一方で、日本への違法・無報告漁獲量は原魚換算で年間 6 万トン (シナリオ 1) から 11 万トン (シナリオ 3) の範囲にあると考えられ、世界全体の違法・無報告漁獲量に占める日本市場のシェアは大きくない。従って、日本市場への輸入を禁止しても、違法・無報告漁業の活動自体に大きな影響はなく、単に流入する市場が変化すると仮定することに一定の妥当性があると考えられる。

一方で、本研究のような市場経済モデルに資源動態モデルを組みあわせて、IUU 漁業への規制が資源に与える影響についても検討することは今後の重要な研究課題であるといえる。そのようなモデルは、国内漁業者が漁獲対象とするイカ類と、様々な輸入先国が漁獲対象としているイカ類がそれぞれ別の系群であることを踏まえて、複数のイカ資源動態モデルを市場モデルに連結した形をとると予想される。シミュレーション結果で示されているように、違法・無報告漁業由来の輸入品を禁止することは国内のイカ価格の上昇と需要の減少をもたらすので、短期的には国内の消費者の厚生は悪化することになる。仮に違法・無報告輸入品の禁止がわずかでも IUU 漁業対象資源の回復につながるとすると、この短期的な厚生の悪化が長期的な資源回復による便益で相殺されるかどうかを資源経済モデルによって検証することが可能である。また、市場経済モデルをさらに細分化して、漁業者と消費者という二種類の主体だけではなく、流通業者や加工業者の利害を考慮することも今後の重要な課題であるといえる。

資源経済モデルは、「今後」どのような政策をとることが望ましいかを検討する際に特に有用である。本研究では、過去 20 年間に違法・無報告由来の輸入品がなければ国内産業の収益は「どの程度であったか」を推定したが、その推定結果は資源量を始めとする外的要因が政策に影響されずに歴史的な値をそのまま取ることを前提としている。しかし、「今後」どのような政策をとることが望ましいかを議論するためには、これらの外的要因が今後どのように推移するかを仮定する必要がある。そ

の際には、資源量の推移を恣意的に仮定するのではなく、資源動態モデルを用いて漁獲量が資源動態に与える影響を明示的に考慮することが望ましい。この点は、国内のスルメイカ資源が近年悪化傾向にあることを踏まえるとより重要である。そのような資源経済モデルの構築は今後の課題とする。

謝 辞

本研究は GR JAPAN 株式会社からの助成を受けて実施したものである。また、全国いか加工業協同組合の野々山専務理事、及び全国漁業協同組合連合会販売事業部には、分析データの収集に際してご尽力いただいた。ここに記して感謝する。

文 献

- 1) Agnew DJ, Pearce J, Pramod G, Peatman T, Watson R, Beddington JR, Pitcher TJ. Estimating the worldwide extent of illegal fishing. *PLoS One* 2009; 4(2): e4570.
- 2) Doumbouya A, Camara OT, Mamie J, Intchama JF, Jarra A, Ceesay S, Gueye A, Ndiaye D, Beibou E, Padilla A, Belhabib D. Assessing the effectiveness of monitoring control and surveillance of illegal fishing: The case of West Africa. *Front. Mar. Sci.* 2017; 4: 50. doi:10.3389/fmars.2017.00050.
- 3) Cisneros-Montemayor AM, Cisneros-Mata MA, Harper S, Pauly D. Extent and implications of IUU catch in Mexico's marine fisheries. *Mar. Policy* 2013; 39: 283–288.
- 4) Oozeki Y, Inagake D, Saito T, Okazaki M, Fusejima I, Hotai M, Watanabe T, Sugisaki H, Miyahara M. Reliable estimation of IUU fishing catch amounts in the northwestern Pacific adjacent to the Japanese EEZ: Potential for usage of satellite remote sensing images. *Mar. Policy* 2018; 88: 64–74.
- 5) Polacheck T. Assessment of IUU fishing for southern bluefin tuna. *Mar. Policy* 2012; 36: 1150–1165.
- 6) Pramod G, Nakamura K, Pitcher TJ, Delagran L. Estimates of illegal and unreported fish in seafood imports to the USA. *Mar. Policy* 2014; 48: 102–113.
- 7) World Wildlife Fund. *An analysis of the impact of IUU imports on U.S. fishermen.* 2016.
- 8) Pramod G, Pitcher TJ, Mantha G. Estimates of illegal and unreported seafood imports to Japan. *Mar. Policy* 2017; 84: 42–51.
- 9) Foundation Environmental Justice. *The EU IUU Regulation: Building on success EU progress in the global fight against illegal fishing.* 2016.
- 10) Petrossian GA, Marteach N, Viollaz J. Where do “undocumented” fish land? An empirical assessment of port characteristics for IUU fishing. *Eur. J. Crim. Policy Res.* 2015; 21: 337–351.
- 11) Petrossian GA. Preventing illegal, unreported and unregulated (IUU) fishing: A situational approach. *Biol. Conserv.* 2014; 189: 39–48.
- 12) Petrossian G, Weis JS, Pires SF. Factors affecting crab and lobster species subject to IUU fishing. *Ocean Coast. Manag.* 2015; 106: 29–34.
- 13) Gallic B Le, Cox A. An economic analysis of illegal, unreported and unregulated (IUU) fishing: Key drivers and

- possible solutions. *Mar. Policy* 2006; **30**: 689–695.
- 14) Charles AT, Mazany RL, Cross ML. The economics of illegal fishing: A behavioral model. *Mar. Resour. Econ.* 1999; **14**: 95–110.
 - 15) Sumaila UR, Alder J, Keith H. Global scope and economics of illegal fishing. *Mar. Policy* 2006; **30**: 696–703.
 - 16) Miller DD, Sumaila UR, Copeland D, Zeller D, Soyer B, Nikaki T, Leloudas G, Fjellberg ST, Singleton R, Pauly D. Cutting a lifeline to maritime crime: marine insurance and IUU fishing. *Front Ecol. Environ.* 2016; **14**: 357–362.
 - 17) Gentner B. Economic analysis of international fishery trade measures. Report Prepared for the National Marine Fisheries Service Office of International Affairs in Support of the National Environmental Protection Act Analysis of the Trade Provisions in the Magnuson-Stevens. 2008.
 - 18) 有路昌彦. 日本水産物需給構造の変化に関する一考察—構造方程式による日本水産物市場分析. 地域漁業研究. 2000; **40**(2): 43–60.
 - 19) 有路昌彦. サケ・マス類の消費の変化と輸入の増大が価格の変化に及ぼす影響: 連立方程式モデルを用いたサケ・マス類市場分析. 地域漁業研究. 2003; **44**(1): 51–68.
 - 20) 有路昌彦. 「水産経済の定量分析—その理論と実践」成山堂書店. 2006.
 - 21) Arijji M, Ominami J, Takahara A. Quantitative Analysis of the Impact of Free Trade in the Japanese Salmon Market—A Simultaneous Equation Model—. *J. Int. Fish.* 2014; **12**: 1–18.
 - 22) Herrmann M, Criddle KR. An econometric market model for the Pacific halibut fishery. *Mar. Resour. Econ.* 2006; **21**: 129–158.
 - 23) Traesupap A, Mastuda Y, Shima H. An econometric estimation of Japanese shrimp supply and demand during the 1990s. *Aquac. Econ. Manag.* 1999; **3**(3): 215–221.
 - 24) Doll JP. An econometric analysis of shrimp ex-vessel prices, 1950–1968. *Am. J. Agric. Econ.* 1972; **54**(3): 431–440.
 - 25) Miller DD, Sumaila UR. Flag use behavior and IUU activity within the international fishing fleet: Refining definitions and identifying areas of concern. *Mar. Policy* 2014; **44**: 204–211.
 - 26) Lucas RE Jr. Econometric policy evaluation: A critique. *Carnegie-Rochester Confer. Ser. Public Policy* 1976; **1**(C): 19–46.
 - 27) Staiger D, Stock JH. Instrumental variables regression with weak instruments. *Econometrica* 1997; **65**(3): 557–586.
 - 28) FAO. Implementation of the international plan of action to deter, prevent and eliminate illegal, unreported and unregulated fishing. 2002.
 - 29) 公益財団法人水産物安定供給推進機構. 平成 25 年度 国産水産物需給変動調整事業関係調査事業イカ類の需給及び流通動向に関する事例的考察. 2014.
 - 30) 久保田洋, 後藤常夫, 宮原寿恵, 松倉隆一, 高原英生. 平成 28(2016)年度スルメイカ秋季発生系群の資源評価. 平成 28 年度我が国周辺水域の漁業資源評価 第 1 分冊, 2017; 658–693.
 - 31) 加賀敏樹, 山下紀生, 岡本 俊, 船本鉄一郎. 平成 28 (2016) 年度スルメイカ冬季発生系群の資源評価. 平成 28 年度我が国周辺水域の漁業資源評価 第 1 分冊, 2017; 618–657.
 - 32) Wooldridge JM. *Econometric analysis of cross section and panel data*. MIT Press. 2002.
 - 33) Newey WK, West KD. Automatic lag selection in covariance matrix estimation. *Rev Econ Stud.* 1994; **61**(4): 631–653.
 - 34) Thiel H. *Applied economic forecasting*. Rand McNally, Chicago. 1966.