

漁業投資の可能性
～霞ヶ浦の漁業復興に向けて～

慶應義塾大学 経済学部 経済学科 4年
大沼あゆみ研究会
20800324 秋澤 祐輔

玉、琢かざれば器を成さず
人、学ばざれば道を知らず

『礼記』学記より

序論	4
1. 霞ヶ浦について	5
1.1 霞ヶ浦とは	5
1.2 霞ヶ浦の漁業.....	6
2. 資源管理・漁業所得補償制度	10
3. 霞ヶ浦の漁業者・環境支援策	11
3.1. 霞ヶ浦漁業振興基金.....	11
3.2 霞ヶ浦北浦海区ワカサギ資源回復計画.....	12
4.モデル分析	14
4.1.漁業者の要件設定	14
4.2 投資家の要件設定	16
4.3 ソルバーを用いた検証	17
4.4 不確実性の導入	20
4.5 環境容量に対する投資	26
5.まとめ	29
終章	30
参考文献・HP	31

序論

「持続可能な社会」という言葉が叫ばれるようになって久しい。現存している資源を如何に有効利用し次世代に遺していくかは現世代最大の課題の一つだ。これまでの大量生産大量消費社会では次世代のための環境は破壊しつくされてしまう。かといって、利を打ち捨ててまで今の経済活動を止めるわけにはいかない。しかし何とかして出来ることを行いたいと思う人々は少なくないはずだ。

もしそう思っている人々が資源に対する新たな貢献の仕方を手段として得ることが出来たら、どう行動し、どう環境は変わっていくだろうか。今回はその貢献の手段を投資に限定して考えてみることにした。人々が投資をするのは現在より未来に利益が得られるからである。倫理感に則って投資判断をする社会的責任投資(SRI)でさえ、将来の利益を考えるからこそその行為だ。環境に対する投資も将来の利益を成さなければ意味がない。

そこで、現在の環境に対する投資が当然環境の回復を果たしかつ将来の利益も約束しうるようなスキームを作ることはできないかと考え今回投資の対象として焦点を当てたのが漁業資源である。

漁業資源は生物であるが故に再生可能資源である。現在期親魚として存在する漁業資源は繁殖行動により次期の資源量増大を果たし得る。理想的状況下では現在期漁業資源を保護すれば次期のより大きな収穫を約束する。ここに着目し、投資された資金を漁業者に対する所得補償として使い、現在期の休漁を確かにし、漁業者が将来得るだろう所得の一部を出資者に還元する、というモデルを考える。

ここで、具体的なケースとして霞ヶ浦を想定することにした。子供の頃から慣れ親しんできた霞ヶ浦は、ピーク時からの漁業の衰退が著しいことも昔から耳にしてきた。なぜそのような状況に陥ってしまったのか、どうすれば解決の糸口を見いだせるのかについてまとめて考察してみようと思う。

1. 霞ヶ浦について

1.1 霞ヶ浦とは

霞ヶ浦とは、茨城県にある湖である。狭義の霞ヶ浦である西浦に、北浦，外浪坂浦（そとなさかうら），それらを結ぶ常陸利根川を総称したものが広義の霞ヶ浦として定義されている。総面積は 220 km²で琵琶湖に次ぐ日本第 2 位であり，流域面積は 2,156.7 km²で茨城県の 1/3 の面積を占める。水深は平均で 4m，最深部でも 7m と比較的浅い。



図 1.1.1

利根川東遷前後 <http://www.ktr.mlit.go.jp/kasumi/kasumi00130.html>

また，浦という名の通り元々が入江であり，8 世紀には霞ヶ浦一帯が香澄流海（かすみながれうみ）と呼ばれていた。その後，近世初頭に行われていた利根川東遷と呼ばれる大規模な改修工事によって利根川の流れが変えられ，この新たな流れによって霞ヶ浦の河口部分が堰き止められラグーンとなり，現在の形に至った。その後も利根川の逆流で汽水湖として存在していた霞ヶ浦だが，昭和 38 年 5 月，常陸川水門の完成により逆流が阻止され淡水湖となった。



図 1.1.2

霞ヶ浦一帯 (Google マップより URL: <http://maps.google.co.jp/>)

1.2 霞ヶ浦の漁業

霞ヶ浦では、古くから漁業がさかんに行われてきた。かつて汽水湖であったころはスズキやウナギなども漁獲されたが、淡水湖となった現在はその主な水産資源としてワカサギ、シラウオ、エビ、ハゼなどが漁獲されている。それらの漁業生産を合計すると、平成 21 年は 2,238t で、全国の湖沼漁獲量の 11.2% に相当する。

しかしながら、この漁業生産量もかつてのそれと比べれば遙かに低い水準である。ワカサギは、昭和 40 年に漁獲量が 2,595t でピークを迎えてからその数を減らし続けているし、漁業全体としての生産量も昭和 53 年の 17,487t がピークで、そこからはエビやハゼ類の減少に伴って急速に衰えていった。シジミはかつて主な漁獲対象であったが、平成に入ってほとんど獲られなくなってしまった。

現在でもワカサギやシラウオ等の水産加工業が地元の産業として存在するが、材料となるワカサギやシラウオは漁獲量の減少に伴い他の国内産や外国産に頼るようになってしまっているのが現状である。



図 1.2.1(上)わかさぎ

(http://www.geocities.jp/kasumigaura_gyoren/images/wakasagi2.jpg)

図 1.2.2(下)しらうお

(http://www.geocities.jp/kasumigaura_gyoren/images/shirauo1.jpg)

霞ヶ浦漁業協同組合連合会 HP より

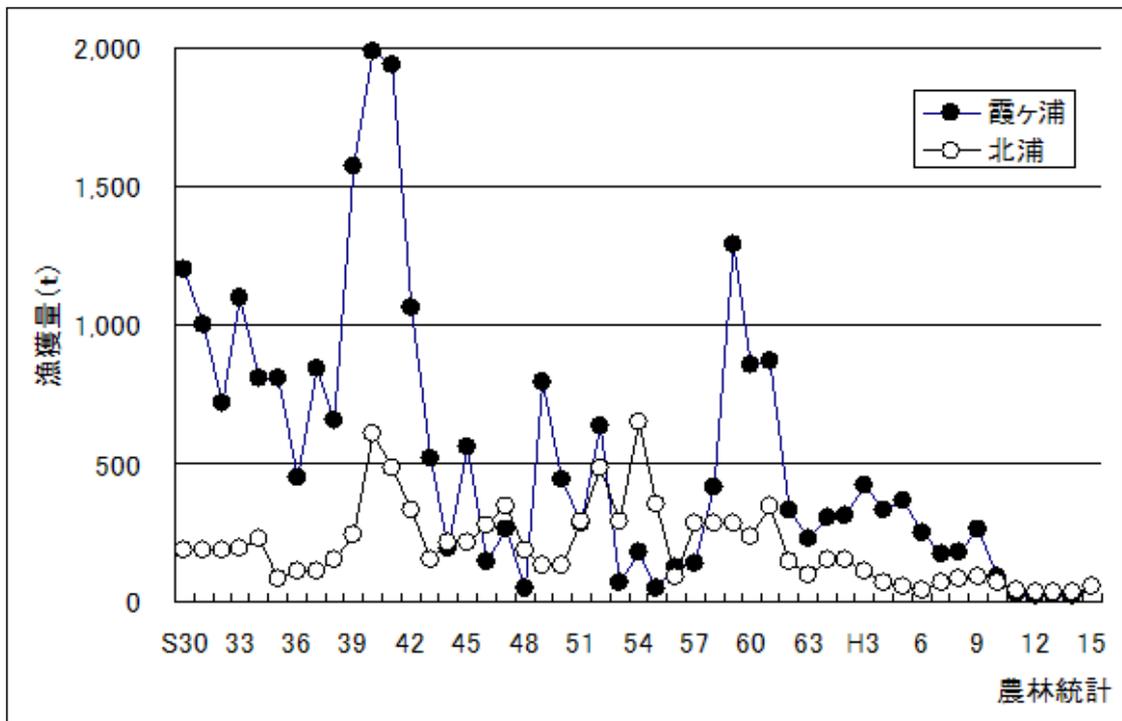


図 1.2.3

震ヶ浦北浦におけるワカサギ漁獲量の経年変化

(<http://www.pref.ibaraki.jp/bukyoku/nourin/naisuisi/koshoubu/sozai/wakasagi/image1.gif>)

1.3 震ヶ浦の漁業衰退の原因

震ヶ浦の漁業がここまで衰退してしまった原因は何であろうか。その原因として考えられるのが富栄養化による慢性的な酸欠状態，過剰な漁獲努力，外来魚の侵入，産卵場の縮小である。

① 富栄養化

震ヶ浦は，全体的に水深が浅く，陽が当たり温まりやすくまた湖底の泥が舞い上がりやすいほか，湖水の交換日数が 200 日かかる停滞性水域であるといった地形的な側面のほか，人口増加に伴う生活排水の増加や農業・畜産等の排出する窒素・リン等の成分の増加といった人工的な側面も組み合わせたり，富栄養化およびそれに伴うアオコの発生といった問題が深刻化している。

アオコは水中の酸素不足を齎し，魚介類は酸欠状態をおこすなど漁業資源に甚大な被害を与える。

② 過剰な漁獲努力

かつて、霞ヶ浦では伝統的に帆引き船によるシラウオ漁およびワカサギ漁がおこなわれていた。帆引き船とは明治 13 年（1880 年）、折本良平によって考案された船で、風によって帆船を横に動かし、帆げたからのつり縄によって網を引っ張ることで魚を捕獲する仕組みになっている。この革新的な漁法は昭和 42 年（1967 年）まで霞ヶ浦漁業で用いられ続けたが、その後近代的なトロール漁（わかさぎ・しらうおひき網）の普及によって途絶えた。現在は観光用としてその姿を残すのみである。

近代的で効率的になったトロール漁によって漁業者は乱獲を行うようになり、漁獲量は帆引き船で行われていた頃を上回ることもなかった。効率的になった反面、資源量は急速に減少したものと思われる。



図 1.3.1

帆引き船 霞ヶ浦漁業協同組合連合会 HP より

(http://www.geocities.jp/kasumigaura_gyoren/images/top.jpg)

③ 外来魚の侵入

1970 年代から 1980 年代にかけて、オオクチバス（ブラックバス）やブルーギル、コクチバス、ペヘレイ、チャネルキャットフィッシュなどの外来魚が何者かによって放流され、1980 年代後半に急速にその数を増やした。これらの外来魚は強肉食性で、在来種を含めた多くの水生生物を食べる。繁殖のスピードや環境適応に対する能力も持ち合わせている。また、これら外来種はスポーツフィッシングの対象となっている場合が多く、禁止されているにも関わらず密

かに放流されている可能性があるほか、釣られてもキャッチアンドリリースで生きのまま再び放流されているため、駆除が追い付かないのが現状である。

④ 産卵場の減少

親魚が卵を産む場所が減少しているのも水産資源が枯渇に向かっている一つの原因であると考えられている。護岸工事によって人工的に生み出された湖岸は、従来では打ち消していた沖からのエネルギーを跳ね返してしまうため、ヨシなど水生植物に対して被害を与えた。富栄養化して濁った湖は湖底に存在する植物の光合成を阻害し、これらの育成を妨げている。こうした植物の生えている地帯や砂礫地はワカサギなどの魚類にとって卵を産み、稚魚が育つための重要なゆりかごとなっている。結果として、水生植物の減少は水産資源の減少をももたらしている、とするものである。

2. 資源管理・漁業所得補償制度

漁業はリスクとの戦いの連続である。水産資源は、その資源量や分布が性質上完全に把握することはできない。また、操業するにあたり燃料費や漁船などの維持費は経済状況により大きく左右されるなど、漁業者の利潤を不確定にする要素が数多く存在している。

こうした事態に対して昭和 39 年に制定された漁業災害補償法は、漁業共済や漁業共済の経営安定機能（積立ぷらす）が実施されてきた。これらは、天候不順や操業費の上昇などによって収入及び利潤が著しく変化する場合、漁業者と国とで拠出した基金より収入を補てんするという制度である。

これらの所得補償制度に加えて、平成 23 年度より農林水産省は資源管理・漁業所得補償制度を開始した。この制度は、「資源管理計画」「漁場管理計画」を定め、それらに基づき操業・養殖を行う漁業者に対して、純共済掛金からこれに対する補助を差し引いた額の 1/2 を支給し、またこれらの計画を実行して減少した漁獲及び養殖による収入分を、漁業者と国が 1:3 で負担し合った積立金から支給するというものである。

資源管理計画において実施すべきとされている資源管理措置は、漁業者の操業そのものを自粛することで漁獲努力量の削減達成を図ろうとする A 類、操業停止以外の何らかの手法により漁獲努力量の削減達成を図ろうとする B 類、漁獲努力量の削減ではないが資源量の増加に資すると認められる行動を行う C 類に分けられ、少なくとも A 類を 1 つ以上、A 類を含まない場合には B 類を含めたその他の漁獲努力量の削減に関して 2 つ以上の措置を取ることが自主的資源

管理措置に求められる要件である。

この制度により，漁業者の適正な資源管理と漁業経営の安定化を図り，安定した水産物の供給がより一層目指されることとなった。

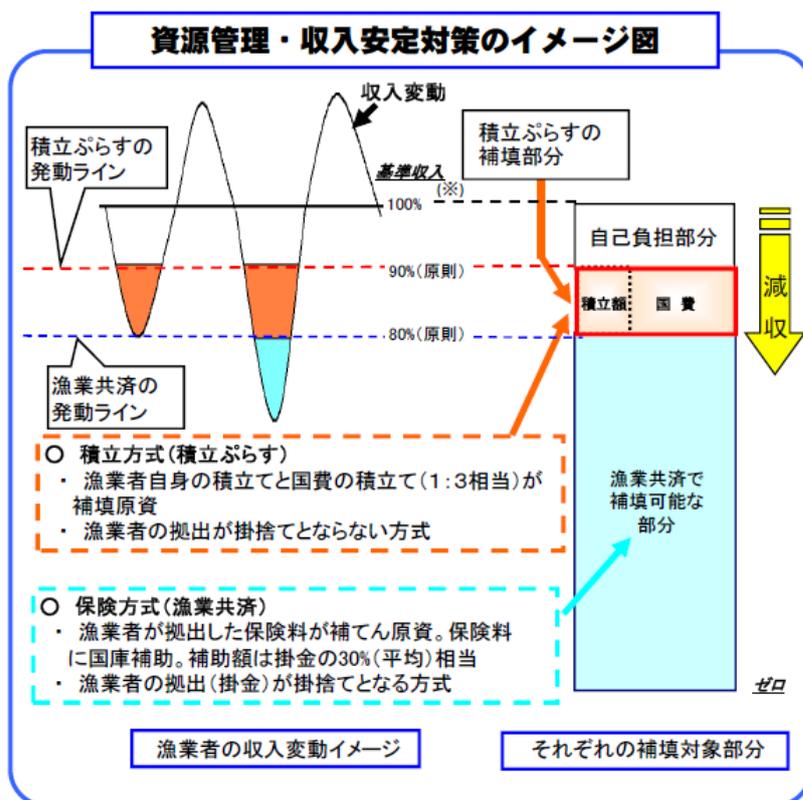


図 2.1

資源管理・漁業所得補償対策関係資料 (各論編) 水産庁より

3. 霞ヶ浦の漁業者・環境支援策

3.1. 霞ヶ浦漁業振興基金

第 1 章で述べた事態に鑑み，県と地元の漁協の連合体である霞ヶ浦漁協協同組合連合会が共同し財団法人霞ヶ浦漁業振興基金協会を設立した。漁場の清掃を行って周辺環境の改善を図るほか，わかさぎやうなぎ等の主要魚種の放流・人工ふ化を委託し，漁業資源の回復を目指し，さらには違反操業を未然に防ぐための座談会の実施を行うことで漁業秩序の改善を試みるなどといった活動，漁場の改善に向けた設備投資や PR 活動に対し資金を投じている。

3.2 霞ヶ浦北浦海区ワカサギ資源回復計画¹

ワカサギは、特に霞ヶ浦漁業を代表する魚種である。しかしながら、プランクトンの発生状況の悪化や幼稚魚の混獲²によって資源量増加が阻害されてしまい、現在のような低水準に至っていると思われる。

資源管理の現状として、漁業調整規則による公的な規制のほか、漁業者同士での自主的な取り組みによって漁獲努力量の削減が行われているが、自主的な取り組みはあくまで地域ごとの取り組みでとどまっており、海域全体での統一的な取り組みとなっていない。

そこで、当局は霞ヶ浦北浦ワカサギ資源回復計画を作成。平成 18 年度から 22 年度までの 5 年間に、ワカサギの年間漁獲量が霞ヶ浦地域で 100t 以上、北浦地域で 60t 以上の水準を持続させることを目標とし、それまでの両湖の水準である各 50t 前後から倍増させる計画を打ち出した。

資源回復のために打ち出された措置は、漁獲努力量の削減措置、資源の積極的培養措置、漁場環境の保全措置の 3 つである。特に、漁獲努力量の削減措置では、幼稚魚の混獲が発生しやすいいさぎ・ごろひき網漁業における自主的規制の取り組みを霞ヶ浦・北浦海域の漁業協同組合全体で統一し、実施するほか操業時間短縮についても強化が図られた。また、「資源利用漁業者検討会」を開催し、8 月における CPUE(1 日 1 隻辺りの漁獲量)が一定の水準³を下回った場合、以降の操業においてわかさぎ・しらうおひき網漁業（トロール漁）を控える取り組みを検討することとなった。

こうした活動の結果、2009 年の茨城県のワカサギ漁獲量は 458t となり、回帰式によって北浦 52.5t、霞ヶ浦 305t と算出したものも存在する。(荒山 2010)

このほか、最新の平成 23 年度ワカサギ漁期前調査では、さらに資源水準が回復し、資源水準値(PLI)は霞ヶ浦・北浦両海域において昨年の約 2 倍の水準であると示されている。

¹ 霞ヶ浦や北浦は淡水湖であるが、「海区」として行政上区分されている。

² 本来の目的の水産物と共に漁獲してしまうことをいう。

³ 霞ヶ浦で 5kg 以下、北浦で 10kg 以下とされた。

表 2 ワカサギ漁業種類別地域別漁獲量の推移

(単位：トン)

漁業種類	地域	平成12年	平成13年	平成14年	平成15年	平成16年
わかさぎ・しらうお ひき網漁業	霞ヶ浦	16	29	22	49	28
	北浦	31	35	27	49	36
いさざ・ごろひき 網漁業	霞ヶ浦	2	1	1	2	0
	北浦	—	—	—	—	—
張網 (漁業権・許可)	霞ヶ浦	0	0	0	1	1
	北浦	1	0	5	5	5

出典：農林水産統計年報

表 4 主な公的な規制

事項	区分	内容
わかさぎ採捕禁止期間	漁業調整規則	1/21～2/末, 5/1～7/20
わかさぎ・しらうおひき網漁業の操業禁止期間	漁業調整規則	1/1～7/20, 12/11～12/31
いさざ・ごろひき網漁業の操業禁止期間	漁業調整規則	1/21～2/末
張網漁業(知事許可)の操業禁止期間	漁業調整規則	1/21～2/末
禁止漁具	漁業調整規則	わかさぎ刺網(目合1.08～3.03cm)
いさざ・ごろひき網漁業の操業時間	漁業調整規則	日の出から日没まで
わかさぎ・しらうおひき網漁業の操業時間	漁業許可取扱方針	7/21～7/31:午前5時から1時間半 8/1～9/30:午前5時から3時間 10/1～12/10:午前6時から3時間
わかさぎ・しらうおひき網漁業及びいさざ・ごろひき網漁業の休漁日	漁業許可取扱方針	毎週日曜日及び水曜日
いさざ・ごろひき網漁業における網巻機の馬力制限	漁業許可取扱方針	6馬力以下

表 5 自主的な取り決め

事項	区分	内容	開始年
張網漁業(漁業権)の操業禁止期間	漁業権行使規則	1/21～2/末	—
いさざ・ごろひき網漁業におけるゴールデンウィーク期間の自主管理	漁業者間の申し合わせ	自主休漁	平成10年
いさざ・ごろひき網漁業における7月上旬～解禁日までの期間の自主管理	漁業者間の申し合わせ	操業時間を日の出から正午までに短縮	平成9年

表 3.2.1 表 3.2.2 表 3.2.3 表 3.2.4 以上 4 点

霞ヶ浦北浦海区ワカサギ資源回復計画より

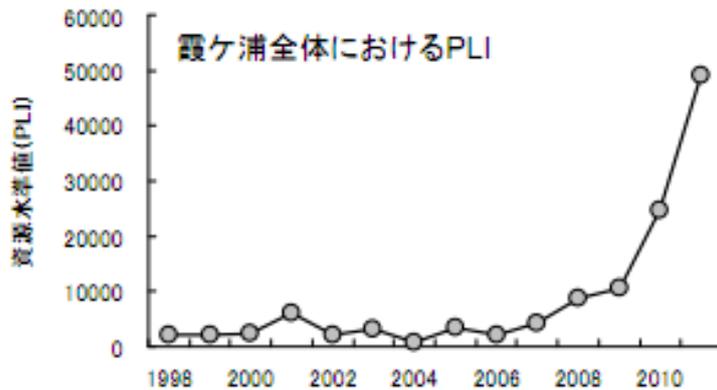


図 3.2.5 霞ヶ浦全体における PLI 茨城県内水面水産試験場 HP より

(http://www.pref.ibaraki.jp/bukyoku/nourin/naisuisi/report/2011_July_Smelt_Report.pdf)

4.モデル分析

本モデルでは、霞ヶ浦の漁業再生に一般の投資家が参入するような仕組みを作ることを進めていきたい。まず、漁業を再生するために資源水準の回復手法について検討する必要があるだろう。漁業資源を再生するには、最も基本的な考えとして漁獲努力量の削減が考えられる。その中でもオーソドックスな手法である休漁を今回のモデルでは採用する。実際「霞ヶ浦北浦海区ワカサギ資源回復計画」では、漁獲努力量の削減策の一つに休漁が挙げられている。今回のモデルと「霞ヶ浦北浦海区ワカサギ資源回復計画」との違いとして、後者は漁業者間の自主協定により柔軟に休漁やその他漁獲努力量の削減策を話し合いで決め、実行していくのに対し、今回のモデルは簡略化のために休漁のみを、漁獲努力量を削減する手法として取り入れる。

4.1.漁業者の要件設定

漁業者は、漁業による収入とその他の収入によって生計を立てており、休漁によって減少する所得は漁業による収入のみであるとする。霞ヶ浦・北浦海区は半漁半農と呼ばれる、農業と漁業を同時に営む兼業漁家が多く、特に漁業以外の収入の方が多い第2種兼業漁家が67%を占めるが（下表参照）、

表 5.1 霞ヶ浦・北浦・外浪逆浦の専・兼業漁業経営体数

	専業漁家	兼業漁家	第1種兼業	第2種兼業
経営体数(割合)	69(16%)	350(83%)	70(17%)	280(67%)

2008年漁業センサスより作成

今回の分析においては漁業以外の収入は直接関係しないので、 t 期における漁業者の利潤 π_{Ft} は

$$\pi_{Ft} = pY_t - \frac{c}{2} \cdot \frac{Y_t^2}{X_t}$$

と表すことにする.

p	水産資源1単位あたりの価格
c	漁獲コスト係数
X_t	t 期におけるストック量
Y_t	t 期における漁獲量

すなわち、利潤は水産資源の価格と量の積である売上から漁獲に要したコストを差し引いたものであるが、このコストは漁獲量を増やせば増やすほど1単位あたりで逡増する.

また、漁業者が0期から T 期までの利潤の合計を最大化することを考えると、この問題は以下のように数式で表すことができる.

$$\begin{aligned} \max \pi_F &= \sum_{t=0}^T \rho^t \pi_{Ft} \\ &= \sum_{t=0}^T \rho^t \left(pY_t - \frac{c}{2} \cdot \frac{Y_t^2}{X_t} \right) \end{aligned}$$

ρ	割引因子($\rho = \frac{1}{1+\delta}$)
δ	利子率

このように、漁業者は将来に得られるであろう収入を、それがどれほど先のものであるか考慮しながら割り引いて現在価値で換算し、それらの合計を最大化するような資源採取を行うものとする.

これより、0期に休漁した場合の漁業者の機会費用 π_{F0} とこれを差し引いた T 期までの利潤 $\pi_{FT} - \pi_{F0}$ は、それぞれ

$$\begin{aligned} \pi_{F0} &= pY_0 - \frac{c}{2} \cdot \frac{Y_0^2}{X_0} \\ \pi_{FT} - \pi_{F0} &= \sum_{t=1}^T \rho^t \pi_{Ft} \end{aligned}$$

で表すことができる.

漁業資源ストック X_t は、時間の経過に応じてその量を再生する再生可能資源

であるので、この増加関数を定義する。今回は一般的なロジスティック式による資源増加関数 $F(X_t)$ を採用する。

$$F(X_t) = rX_t\left(1 - \frac{X_t}{K}\right)$$

r	相対内的増加率
K	環境容量

この資源増加関数は、資源ストックは r によってその増加率が変動し、かつ K 以上増加することはないということを意味する。

また、 t 期における資源採取量 Y_t は当然ストック量 X_t の範囲内に収まるので、

$$Y_t = \alpha X_t \quad (0 \leq \alpha \leq 1)$$

と表される。

これらより、 $t+1$ 期における資源ストック水準 X_{t+1} は、

$$\begin{aligned} X_{t+1} &= F(X_t) + X_t - Y_t \\ &= \left(1 + r - \alpha - \frac{rX_t}{K}\right)X_t \end{aligned}$$

といったように t 期のストック水準 X_t でもって表すことができる。

ここで、モデル簡略化のために、漁業者が採取した漁業資源はすべて市場で売り払われると仮定する。厳密に考慮すればこの仮定は必ずしも正しくない。

市場に1種類の魚介類が過剰供給されれば、売れ残りや過度な値下げによる損失が考えられるからである。しかし、現在の霞ヶ浦北浦海区における漁獲量の少なさを考慮すれば、需要が供給を下回ることは当面ないと考えてよいかもしれない。

4.2 投資家の要件設定

次に、投資家の要件設定を行う。投資家の至上命題は現在保有している資産の価値を高めることにある。すなわち、投資家は資産価値の増え方によって効用を得ていると考えることができる。効用関数を $U \equiv U(v)$ (v :収益率)として、資産価値を高める行動を考える。効用関数 U は厳密な凹関数であり、増加関数であるとする。効用関数を前述の条件を満たす

$$U(v) = \log v + 1$$

として議論をすすめる。また投資家は危険回避的とする。

今回、ルールとして設定したのは投資家が漁業者の0期を休漁することによる機会費用損失を所得補償という形で投資するというものである。ここにどのように投資家ヘリターンを行うようなルール設定をすれば漁業者と投資家双方にとってメリットが大きいのかを考えてみたい。

4.3 ソルバーを用いた検証

今回、設定に際しての要件が多いので表計算ソフト Excel の機能を用いてシミュレーションを行いモデルの検証にあたることとする。

まず、理想的な環境下におけるオーソドックスなロジスティック関数による検証を行う。シミュレーションを行う期間を 0 期から 20 期までとし、各パラメータについては、以下のような基準で大まかに設定した。

$\delta = 0.05$	割引をわかりやすくするため
$p = 40$ (万円)	漁業センサスより平成 21 年度の全国ワカサギ漁獲高 77200 万円を漁獲量 2009t で除した結果(38.43 万円/t)から。 ⁴
$c = 20$ (万円)	
$\alpha = 0.5$	
$r = 1$	
$X_0 = 120$	霞ヶ浦の近年のワカサギ漁獲量約 60t を α で除した結果から
$K = 4000$	霞ヶ浦のワカサギ最大年穫量 1985t を α で除した結果から

ここで着目すべきは X_0 と K である。環境のポテンシャルを示す K に対して現在のストック水準である X_0 が明らかに小さな値を示している。これは現在の霞ヶ浦の状況を如実に表している。

一定の努力水準 $\alpha = 0.5$ のもとで 20 期まで想定した結果以下のようになった。

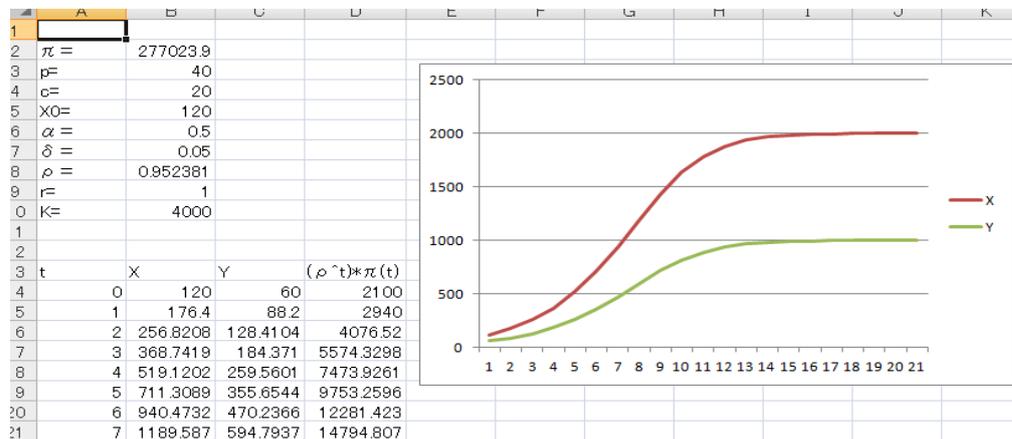


図 4.3.1

$$\pi = 277023.9$$

ここで、Excel 内のアドイン「ソルバー」を用いて利潤を最大化するような漁獲努力水準 α を調節する。

⁴価格は必ずしも現状を反映していない。霞ヶ浦産のワカサギは 700~800 円/kg で推移している。（「霞ヶ浦北浦海区ワカサギ資源回復計画」平成 18 年，茨城県）しかし、流通量が増えれば価格は全国平均に近似していくと思われる。

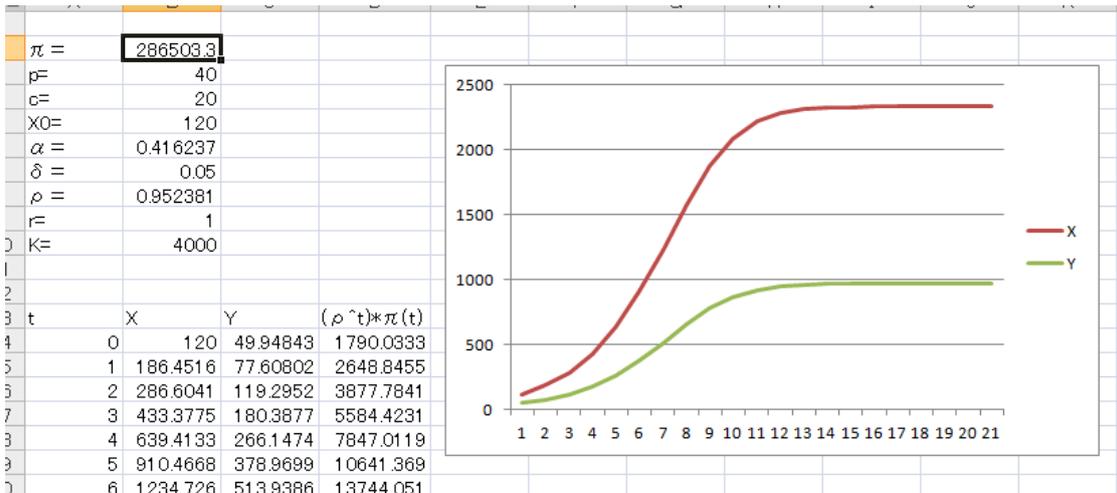


図 4.3.2

$$\pi^* = 286503.3$$

漁獲努力水準を最適なものにすることにより、利潤はおよそ 1 億円増加した。資源ストック水準も増加していることがグラフからわかる。

次に、0 期を休漁することでどのような結果が得られるか演算する。 $Y_0 = 0$ とし、このため X_1 の $-\alpha$ 部分を数式から削除する。この操作の後、先ほどのようにソルバーで最適な努力水準を求める。

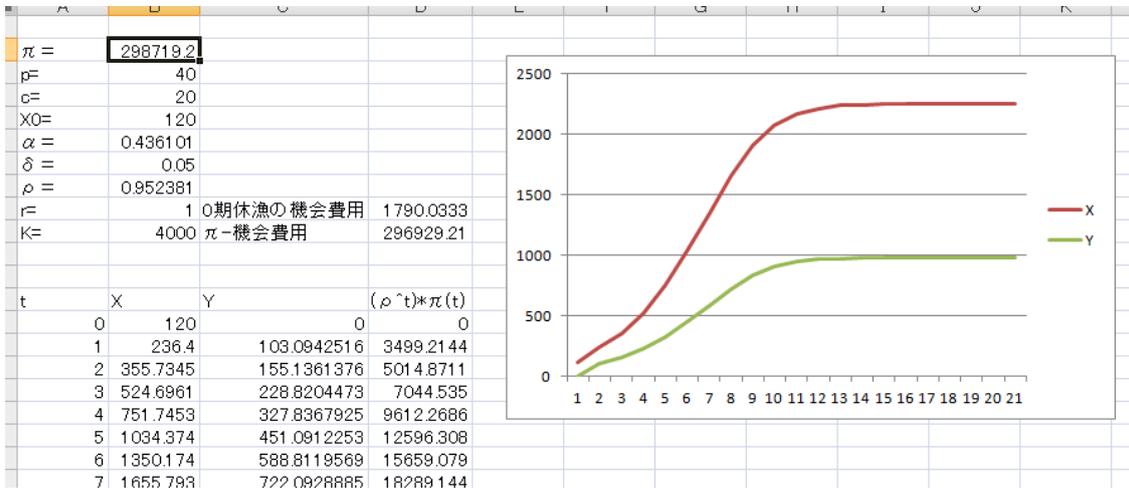


図 4.3.3

$$\pi = 298719.2$$

$$\pi - (\text{機会費用}) = 296929.21$$

0 期に休漁しなかった先ほどのケースと比べて、さらに利潤が増加していることがわかる。また、機会費用を差し引いても余りあるほどの収益が得られていることも確認できた。漁業者にとって、休漁は意義あるものとみなせるだろう。それでは、投資家にとってはどう受け止められるだろうか。まずは投資家へのリターンの仕組みについて考える必要がある。

投資家は利子率 δ で安全資産を運用することもできる。したがって T 期後の収益率が安全資産を T 期にわたって運用した場合の収益率を上回らなければならない。

$pY_0 - \frac{c}{2} \cdot \frac{Y_0^2}{X_0}$ が初期投資額であるから、t 期のリターンを R_t とすると、

$$pY_0 - \frac{c}{2} \cdot \frac{Y_0^2}{X_0} \leq \sum_{t=1}^T \rho^t R_t$$

は投資判断に関して必要不可欠な条件である。なお、不等式に等号を入れても良い場合は、投資家は安全資産の運用と漁業者への投資による資産運用とを無差別とみなしている。つまり、どちらも安全性は等しいとみなしている場合に限る。

投資家へのリターンの仕組みについて、大きく 2 つの案を提案する。

① 投資額を一定期限内に「返済」する

t 回に分けて漁業者は投資家へ初期投資分を返済する。元利均等方式で、毎期の返済額が等しくなるように設定する。

$$L = \frac{\delta \cdot (pY_0 - \frac{c}{2} \cdot \frac{Y_0^2}{X_0}) \cdot (1 + \delta)^t}{(1 + \delta)^t - 1} \quad L: 1 \text{ 回あたりの返済額}$$

しかし、利子率が δ のままでは、通常的安全資産を T 期運用した時に得られる収益率と変わらず、差別化ができない。投資家を惹きつけるには安全資産よりも高い利子率が必要となる。

② 漁業者の利潤の一部を「配当」する

漁業者の利潤の一部をちょうど株の配当のように投資家に分配する。配当性向（利潤に対する配当の割合）を β ($0 < \beta < 1$) として、T 期までの配当の合計を

$$\sum_{t=1}^T \rho^t \beta \pi_{Ft}$$

と表す。

① と②それぞれについて、①の利子率を 0.1、②の配当性向を 0.05 とおいて演算してみた結果が以下の表である。

c=	20						
X0=	120						
$\alpha =$	0.436101						
$\delta =$	0.05						
$\rho =$	0.952381						
r=	1	0期休漁の機会費用	1790.0333				
K=	4000	$\pi - \pi_{FO-L}$	293196.84				
$\delta 2=$	0.1	$\pi - \pi_{FO-\beta \pi}$	281993.24				
$\beta =$	0.05						
t	X	Y	$(\rho^t) * \pi(t)$	L	$(\rho^t) * L$	$(\rho^t) \beta \pi$	
0	120	0	0				
1	236.4	103.0942516	3499.2144	287.2738	273.5941	174.9607	
2	355.7345	155.1361376	5014.8711	287.2738	260.5658	250.7436	
3	524.6961	228.8204473	7044.535	287.2738	260.5658	352.2268	
4	751.7453	327.8367925	9612.2686	287.2738	248.1579	480.6134	
5	1034.374	451.0912253	12596.308	287.2738	236.3409	629.8154	
6	1350.174	588.8119569	15659.079	287.2738	225.0865	782.954	
7	1655.793	722.0928885	18289.144	287.2738	214.3681	914.4572	
8	1904.081	830.3713017	20030.11	287.2738	204.1601	1001.506	
9	2071.409	903.3434412	20752.7	287.2738	194.4382	1037.635	
10	2166.791	944.9395023	20674.567	287.2738	185.1793	1033.728	
11	2214.897	965.9184354	20127.209	287.2738	176.3612	1006.36	
12	2237.433	975.7465867	19363.812	287.2738	167.963	968.1906	
13	2247.593	980.177281	18525.466	287.2738	159.9648	926.2733	
14	2252.09	982.138495	17678.603	287.2738	152.3474	883.9302	
15	2254.064	982.9994255	16851.524	287.2738	145.0928	842.5762	
16	2254.928	983.3759625	16055.218	287.2738	138.1836	802.7609	
17	2255.305	983.5403778	15293.24	287.2738	131.6034	764.662	
18	2255.469	983.612119	14566.053	287.2738	125.3366	728.3027	
19	2255.541	983.6434129	13872.873	287.2738	119.3682	693.6436	
20	2255.572	983.6570616	13212.443	287.2738	113.684	660.6222	
					計	計	
					3732.362	14935.96	
					v=	v=	
					2.08508	8.343957	

図 4.3.4

収益性を①と②で比較してみる。①の収益性は 2.08508 なのに対し②では 8.343957 と、4 倍近く差があることがわかる。すなわち、②は配当性向 β が仮に 1/4 の 0.0125 という契約であったとしても、T 期までの配当の合計は 3733.99 となり、収益性で①のそれを上回ることになる。

4.4 不確実性の導入

これまでのモデルでは漁業資源が資源増殖関数通りに増殖し、今後の資源の動向が予測できるような、現実ではありえない前提の元に議論を進めてきた。実際は、前にも述べたように漁業者の採取以外に水質汚染や異常気象、外来魚など天敵による捕食といった様々な要因が漁業資源の増減に影響を与えている。そしてこうした要因がどれほど漁業資源に対して影響を及ぼすのかについては未だ科学的に解明されていない。そこで、ある種

の不確定要素によって漁業資源ストックが増減する場合について考えてみたい。

これまでの議論では $t+1$ 期の資源ストック X_{t+1} は

$$\begin{aligned} X_{t+1} &= F(X_t) + X_t - Y_t \\ &= \left(1 + r - \alpha - \frac{rX_t}{K}\right)X_t \end{aligned}$$

と表してきた。

これに加えて、確率的な差をもたらすことにする。資源ストックは、増減の度合いが正確には予測できないとはいえ、ある程度の範囲内の動きに収まると考えられる。そこで、

$$\begin{aligned} X_{t+1} &= F(X_t) + X_t - Y_t + \sigma X_t \varepsilon_{t+1} \\ &= \left(1 + r - \alpha - \frac{rX_t}{K}\right)X_t + \sigma X_t \varepsilon_{t+1} \end{aligned}$$

と、新たに $\sigma X_t \varepsilon_{t+1}$ を項に加えて再定義を行う。 σ は標準偏差、 ε_{t+1} は独立した乱数である。 ε_{t+1} は、Excel の乱数発生ツールによって発生させる。なおこの乱数は、標準正規分布に従う乱数とする。数種類発生させ、その異なり具合を観察する。ただし、 $\sigma = 0.1$ とする。こうして乱数を発生させ X_{t+1} の値にばらつきを持たせることにより、これまで行なってきたシミュレーション以上に現実により近づけることができると考えた。

$\varepsilon 1$	$\varepsilon 2$	$\varepsilon 3$	X1	X2	X3	Y1	Y2	Y3	$(\rho^t)\pi 1(t)$	$(\rho^t)\pi 2(t)$	$(\rho^t)\pi 3(t)$
			120	120	120	0	0	0			
-1.61747	-0.87181	0.740497	164.6583	173.6062	192.9539	71.80762	75.70981	84.14735	2437.2868	2569.73446	2856.1206
0.715766	1.701715	-0.53312	262.5165	293.5106	282.1658	114.4837	128.0002	123.0528	3700.7556	4137.68614	3977.7567
0.604168	1.525232	0.586449	409.181	482.251	437.9221	178.4442	210.3101	190.9782	5493.6371	6474.66952	5879.5128
1.248968	2.843954	0.540895	649.166	833.2003	660.609	283.1019	363.3594	288.0922	8300.6275	10653.8018	8446.9452
-0.34009	-2.61778	0.842647	887.7984	911.372	979.6908	387.1697	397.4501	427.244	10811.357	11098.4304	11930.397
-1.46066	-0.18997	1.438998	1061.703	1200.331	1433.166	463.0097	523.4652	625.0051	12313.449	13921.2243	16621.614
-1.52084	-0.56945	0.087127	1217.125	1448.644	1740.323	530.7894	631.755	758.9564	13443.817	16001.0695	19222.821
-1.45161	-2.03117	0.505629	1356.434	1446.646	2052.504	591.542	630.8836	895.0989	14269.1	15218.0931	21591.462
-2.34229	1.410299	0.079604	1343.631	1943.232	2173.055	585.9586	847.4454	947.6711	13461.35	19468.5429	21771.049
-0.26544	-1.95797	-1.7099	1614.302	1714.502	1846.325	703.9986	747.6961	805.184	15402.961	16359.0282	17616.821
-1.59989	1.641711	0.240083	1614.842	2227.901	2079.564	704.234	971.5896	906.8998	14674.392	20245.3812	18897.415
0.938055	0.428155	1.638482	2025.002	2338.715	2511.815	883.1053	1019.916	1095.405	17525.334	20240.3558	21738.439
2.131819	1.006028	-1.88893	2573.435	2525.399	1876.457	1122.277	1101.329	818.3247	21211.17	20815.2423	15466.434
0.600407	0.572425	-0.1055	2523.462	2499.619	2034.521	1100.484	1090.086	887.2565	19808.833	19621.6735	15970.716
0.629427	1.890303	0.99983	2513.308	2819.632	2350.384	1096.056	1229.644	1025.005	18789.648	21079.7431	17571.619
0.424218	1.278895	0.134005	2458	2782.64	2326.184	1071.936	1213.512	1014.451	17501.105	19812.562	16562.565
0.245755	0.524409	-0.15085	2394.029	2561.921	2250.043	1044.038	1117.256	981.2459	16233.934	17372.4085	15257.562
-0.47072	-1.04314	-0.07047	2198.483	2098.482	2237.31	958.7606	915.1501	975.6928	14198.033	13552.2164	14448.779
1.506173	-1.0603	0.10165	2561.004	1958.406	2270.28	1116.856	854.0628	990.0712	15751.644	12045.3252	13963.528
-0.47835	-0.10242	-1.78562	2242.962	2083.853	1856.559	978.1577	908.7708	809.6472	13138.576	12206.5669	10875.149

図 4.4.1 図表左より、発生させた乱数 $\varepsilon 3$ つ、それらに対応させた X, Y それぞれ 3 つずつ、さらにそれら X, Y に対応させた利潤 π

発生させた乱数に X 及び Y を対応させ、現在価値に換算した π も同時に算出する。

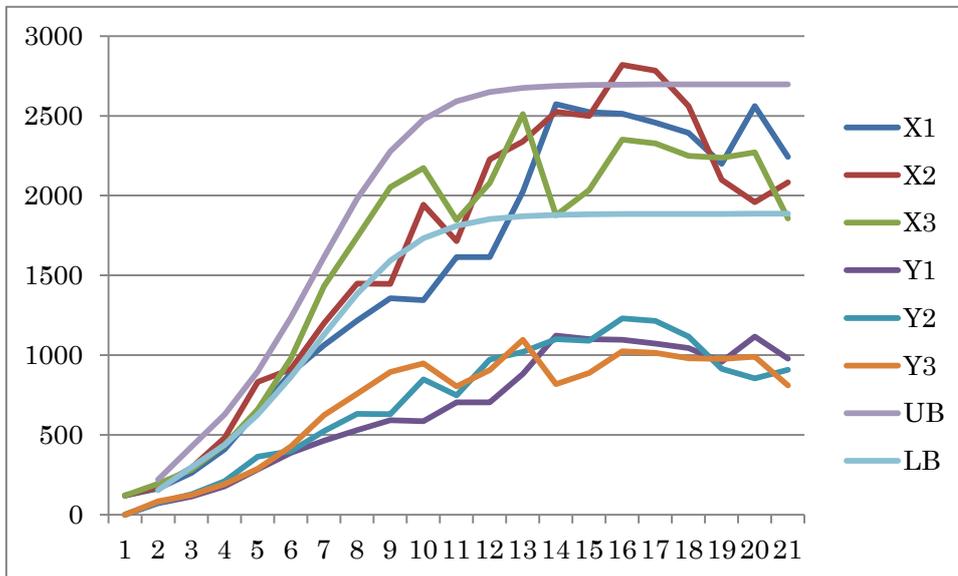


図 4.4.2

図 4.4.1 のとおり出されたデータを元にグラフをつくった結果、図 4.4.2 のようなものとなった。UB・LB は共に X に関する信頼係数 95%の上端と下端である。 X_1 の 11 期あたりまでのデータを除きおおよその結果が信頼係数 95%以内に収まっており、設定した標準正規分布の上でありうる不確実性の範囲内に収まっていることがわかる。

これらのランダムな動きを与えた 3 本の資源ストック水準では投資家の収益性はどのように変化するのだろうか。

①のケースに関しては、あらかじめ未来のストック水準の変化にかかわらず受け取れる資産額が固定されているので、こうしたランダムな動きの影響を受けない。一方②のケースに関しては、毎期ごとストック水準によって漁業者の利潤が変化するので受け取れる額もそれに応じて変化する。

	$(\rho^t)\beta \pi_1$	$(\rho^t)\beta \pi_2$	$(\rho^t)\beta \pi_3$
3.9029	121.864341	128.48672	142.80603
7.4369	185.037782	206.88431	198.887833
8.7091	274.681855	323.73348	293.975642
8.5496	415.031376	532.69009	422.347259
4.8608	540.567862	554.92152	596.519864
28.908	615.672458	696.06122	831.080681
84.442	672.190845	800.05348	961.14105
92.041	713.455014	760.90466	1079.57311
31.948	673.067486	973.42714	1088.55247
11.698	770.148064	817.95141	880.841054
851.92	733.71958	1012.2691	944.870751
70.763	876.266714	1012.0178	1086.92197
79.258	1060.5585	1040.7621	773.321702
83.018	990.441649	981.08367	798.535813
84.669	939.482412	1053.9872	878.58093
85.391	875.055241	990.6281	828.128234
85.706	811.696716	868.62042	762.878112
85.844	709.901638	677.61082	722.43893
85.904	787.582182	602.26626	698.176405
885.93	656.928811	610.32834	543.757464
	計	計	計
	13423.3505	14644.688	14533.3353
	$v=$	$v=$	$v=$
	7.49893891	8.1812375	8.1190306

図 4.4.3 投資家の受取額および収益性

1,2,3 のそれぞれのケースで収益性 v が異なる値をとっていることがわかる。こうした確率による期待収益の差は、危険回避的な投資家にとっては避けたい事象である。

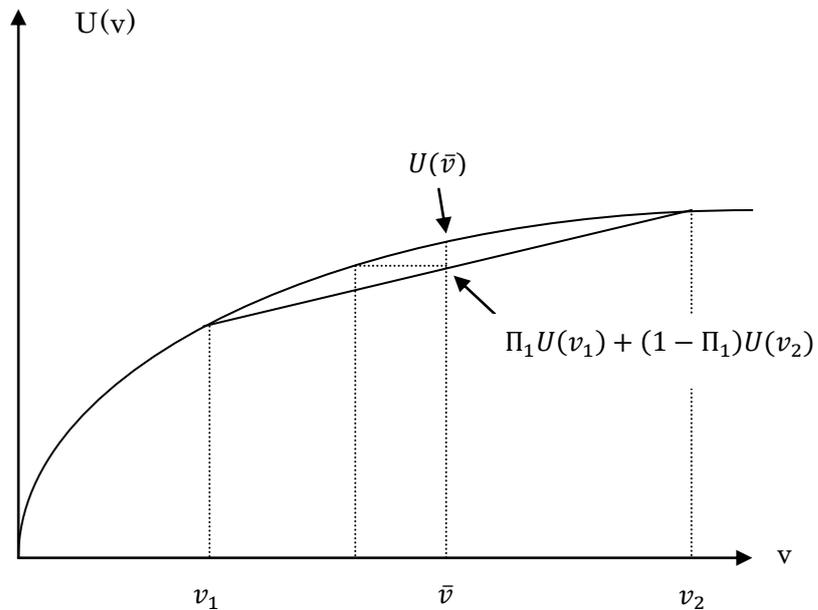


図 4.4.4 危険回避的な投資家の行動選択

このように 2 つの効用が一定の確率の下でどちらかに決まるような場合と、確実に一定の効用が得られる場合とで、危険回避的な投資家は確実な投資を選

ぶ。ただし、最も低い収益率の場合でも確実な投資による収益率を上回る場合は、この限りではない。今回のシミュレーションでは投資家の収益性 v が、図 4.4.3 から読取れるとおりの 1 を下回ることは確率的にほとんどありえず、確実な投資による収益率を十分に上回っていた。

理由として考えられるのは、当初設定した配当性向 β が 0.05 と高めに設定されていたことがまず一つに考えられる。この配当性向では投資家の収益率に対して漁業者側の負担が大きく、漁業者側が配当性向を低くするよう要求されることが考えられる。次に資源増加関数における初期のストック量 X_0 が環境容量 K に対して低めに設定されていたことも、初期投資額を抑え将来の配当をそれ以上のものとした理由として考えることができる。投資家はストック量の少ない初期に漁業者が休漁することの機会費用を補填しているため、この補填額はストック量の寡多に依存する。仮に初期ストック量が多くかつ環境容量に対して相当な割合を占めていれば、投資家の負担額も大きくなおかつ将来得られるであろう配当額は、初期よりストックがそこまで増加しないので投資額に見合わなくなる可能性が高くなる。

例えば、 X_0 を 3000 とし、 $K = 4000$ に対して大きな割合を占めている場合で同じシミュレーションを行なってみることとする。

	A	B	C	D	E	F	G
13	t	X	Y	$(\rho^t) * \pi(t)$	L	$(\rho^t) * L$	$(\rho^t) \beta \pi$
14	0	3000		0			
15	1	3750	1887.06732	62844.411	7482.876	7126.549	6284.441
16	2	2097.308	1055.402875	33474.048	7482.876	6787.189	3347.405
17	3	2039.538	1026.331938	31001.914	7482.876	6787.189	3100.191
18	4	2012.815	1012.884574	29138.777	7482.876	6463.99	2913.878
19	5	1999.889	1006.380165	27573.007	7482.876	6156.181	2757.301
20	6	1993.509	1003.16955	26176.231	7482.876	5863.029	2617.623
21	7	1990.329	1001.569275	24889.975	7482.876	5583.837	2488.998
22	8	1988.736	1000.767821	23685.77	7482.876	5317.94	2368.577
23	9	1987.937	1000.365479	22548.807	7482.876	5064.705	2254.881
24	10	1987.535	1000.163256	21470.713	7482.876	4823.529	2147.071
25	11	1987.333	1000.061556	20446.219	7482.876	4593.837	2044.622
26	12	1987.231	1000.010393	19471.593	7482.876	4375.083	1947.159
27	13	1987.18	999.9846517	18543.897	7482.876	4166.745	1854.39
28	14	1987.154	999.971699	17660.626	7482.876	3968.329	1766.063
29	15	1987.141	999.9651812	16819.534	7482.876	3779.361	1681.953
30	16	1987.135	999.9619014	16018.551	7482.876	3599.391	1601.855
31	17	1987.132	999.9602509	15255.738	7482.876	3427.992	1525.574
32	18	1987.13	999.9594204	14529.262	7482.876	3264.754	1452.926
33	19	1987.129	999.9590025	13837.387	7482.876	3109.29	1383.739
34	20	1987.129	999.9587922	13178.461	7482.876	2961.228	1317.846
35						計	計
36						97220.15	46856.49
37						$v =$	$v =$
38						2.08508	1.004931

図 4.4.5 $X_0 = 3000$ の場合

図 4.4.5 の通り，②では収益率がほぼ 1 であり収益を生み出していないことがわかる。

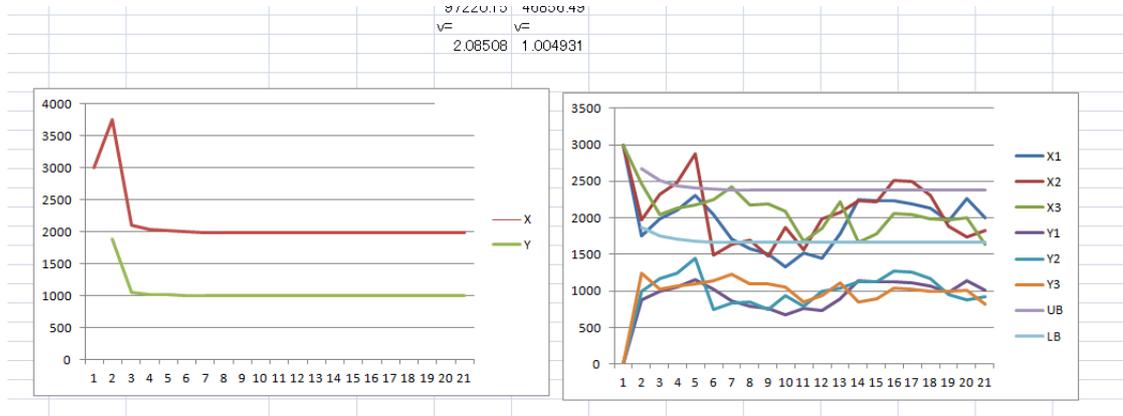


図 4.4.6 ストック水準を表すグラフ

図 4.4.6 を見ればストック水準は減らす方向で均衡し，環境に対する投資，という名目も達成できていないことがわかる．このように，ストック水準が十分な状態に達していれば漁業者が投資家から収入を補填してもらうようなインセンティブははたらかず，支援はなくとも漁業者は十分自立していけるのだ．

当初のシミュレーションで大きな収益率を達成した理由について，設定した不確実性の振れ幅が現実にはさらに高い可能性も否定できない．天変地異や病気の流行はストック量を大きく減らす要因である．2003 年霞ヶ浦で発生したコイヘルペスの流行はその一例である．

これまでの分析から，②における資源ストック増減リスクを踏まえたうえでの漁業者と投資家の均衡は，

$$\sum_{t=0}^T E(\rho^t \pi_{Ft}) = \sum_{t=1}^T E(\rho^t \pi_{Ft}) - \sum_{t=1}^T E(\rho^t \beta \pi_{Ft})$$

を満たす β において達成されるといえる．

すなわち，これまで通り漁業を 0 期から T 期まで漁業者が行なった際の期待利潤 $E(\cdot)$ の合計が，0 期を休漁して投資家に所得補償をしてもらう代わりに 1 期から T 期までの漁業収益の一部を配当として投資家に分配し続けた時の期待利潤の合計とが等しくなるところで，パレート最適となる可能性が高い．ただし，資源ストック増減リスクが高ければ投資家が損失を被る可能性も捨てきれない．

4.5 環境容量に対する投資

霞ヶ浦では水生植物帯の造成工事が茨城県の公共事業によって行われている。この公共事業を仮に民間が資金を調達できるようになった場合、資源ストック水準の増加を目論む投資家が資金を投じることも考えられる。

環境容量 K が

$$K(q) = \sqrt{4000 + q^2}$$

といった関数で表され、資金 q を投じ水生植物帯を造成することで増加するものと仮定する。資金を投じれば投じるほど水生植物帯が造成され、これにより漁業資源である魚の生息地となったり、あるいは繁殖地となったりするために環境容量が増加する。しかしその効果は逓減し、なおかつ環境整備に必要な資金は漁業者に対する補填額と比して大きい。今回関数のなかに 4000 という具体的な数値を導入したのは、0 期休漁の機会費用に対して十分に大きいと判断したためである。そのため、この数値はその環境および造成費用によって変動するものであり、あくまで 4000 はその中の一例である。

0 期において投資家が漁業者への所得補償と同時に水生植物帯造成への投資を行なった場合、どのような結果が生じるだろうか。

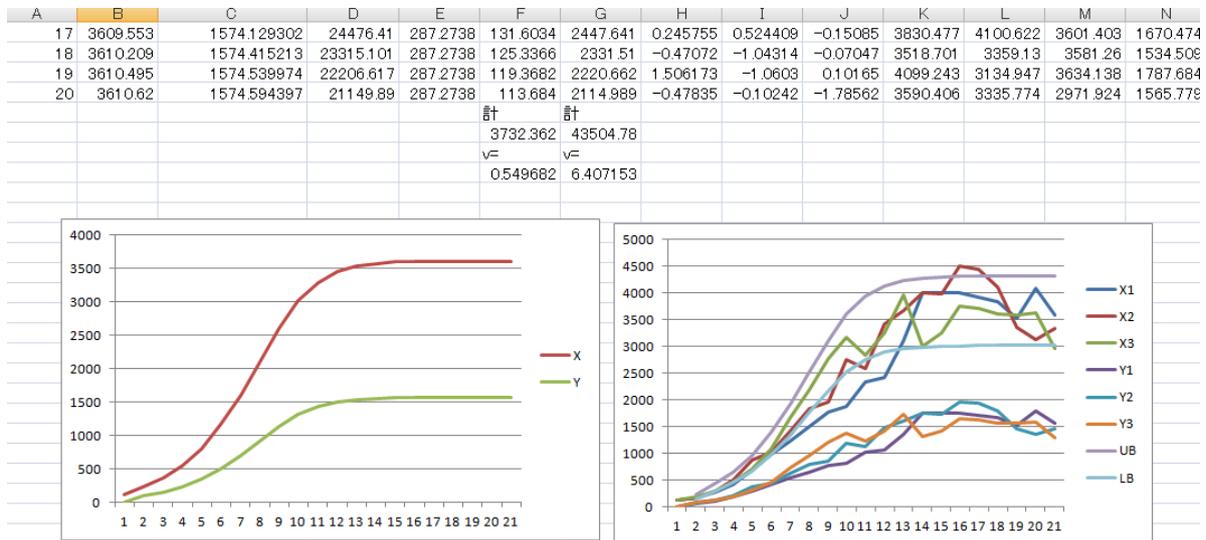


図 4.5.1 $q=5000$ の場合

$q=5000$ として計算した結果として、①の手法では投資家は資金を回収できなかった ($v = 0.549682$)。また、全く環境整備に投資しなかった場合 ($q=0$)、収益性は $v=2.08508$ と最大になった。

一方、②の手法では収益率こそ低くなったものの、資源ストックの大幅な

改善と収益の確保は同時に達成できた。しかしこちらも同じく環境整備に全く投資しなかった場合($q=0$)で収益性は **22.28138 と最大の値をとった。**

ここから読み取れることは、環境容量に対する投資が巨額であるために、初期投資として多大な負担を迫られることと、それだけの巨大な投資が漁業者に対する所得補償による投資よりは大きな収益率をもたらさないことである。確かに資源ストック増加にはかなりの寄与をするため、環境に対する活動としては優秀であるが、より少ない投資額でより大きな収益率をあげようとする投資家にとってはあまり魅力的な投資ではないと考えることができる。これが民間による投資の限界であると考えられることもできるだろう。環境容量の増加する程度が投資額に応じて逡減する場合は、民間よりも公共的な事業として行なわれるほうがより現実的ではないだろうか。

しかし、漁業者に対する投資よりも環境容量に対する投資の方がメリットをもたらす場合がある。初期ストック水準が環境容量に近い水準である場合だ。 $K = 4000$ に対して $X_0 = 3000$ の場合、以下の図のような結果が得られた。

$\pi =$	581368.4		$\sigma =$	0.1		
$p =$	40		$q =$	5000		
$c =$	20					
$X_0 =$	3000					
$\alpha =$	0.503218					
$\delta =$	0.05					
$\rho =$	0.952381					
$r =$	1	0期休漁の機会費用	46626.588			
$K =$	5000.4	$\pi - \pi_{FO-L}$	437521.68			
$\delta^2 =$	0.1	$\pi - \pi_{FO} - \beta \pi$	476604.99			
$\beta =$	0.1					
t	X	Y	$(\rho^t) * \pi(t)$	L	$(\rho^t) * L$	$(\rho^t) \beta \pi$
0	3000		0			
1	4200.144	2113.587853	70388.153	7482.876	7126.549	7038.815
2	2758.74	1388.247716	44030.836	7482.876	6787.189	4403.084
3	2607.225	1312.002505	39631.027	7482.876	6787.189	3963.103
4	2543.032	1279.699333	36814.534	7482.876	6463.99	3681.453
5	2513.066	1264.619792	34648.309	7482.876	6156.181	3464.831
6	2498.513	1257.296512	32807.299	7482.876	5863.029	3280.73
7	2491.316	1253.674809	31155.044	7482.876	5583.837	3115.504
8	2487.725	1251.867956	29628.707	7482.876	5317.94	2962.871
9	2485.926	1250.962626	28197.409	7482.876	5064.705	2819.741
10	2485.023	1250.508031	26844.917	7482.876	4823.529	2684.492
11	2484.569	1250.279519	25561.915	7482.876	4593.837	2556.192
12	2484.34	1250.16459	24342.443	7482.876	4375.083	2434.244
13	2484.225	1250.106772	23182.207	7482.876	4166.745	2318.221
14	2484.167	1250.077681	22077.779	7482.876	3968.329	2207.778
15	2484.138	1250.063043	21026.21	7482.876	3779.361	2102.621
16	2484.124	1250.055677	20024.844	7482.876	3599.391	2002.484
17	2484.116	1250.05197	19071.223	7482.876	3427.992	1907.122
18	2484.113	1250.050105	18163.043	7482.876	3264.754	1816.304
19	2484.111	1250.049167	17298.123	7482.876	3109.29	1729.812
20	2484.11	1250.048694	16474.396	7482.876	2961.228	1647.44
					計	計
					97220.15	58136.84
					$v =$	$v =$
					1.883141	1.126103

図 4.5.2 $X_0 = 3000$ の場合

①の場合で収益性が 1.883141,②の場合で収益性が 1.126103 を示した. 同じく $X_0=3000$ であった図 4.4.5 のシミュレーションと比較すると, ②の場合に限って収益性が 1.004931 から 1.126103 となり, 環境容量に対して出資したほうが収益性が高くなった. このように, 資源ストック水準の伸び代が期待できない場合は環境容量に対して投資し, この伸び代を引き伸ばすほうがメリットをもたらす場合も存在するのである. 現在十分に豊かな漁場はより豊かな漁場にするほうがよい, といえるだろう.

現在霞ヶ浦はそのような状態には達していないので, まずはストック水準の回復に着手するほうが賢明な判断だ, ともいえるのではないだろうか.

5.まとめ

●資源ストック水準が低く、なおかつそれと比較して環境容量が大きな場合、初期の休漁は後の漁獲量増加および利潤増加に大きな影響を与える。

この考察は、現在の霞ヶ浦において休漁を行うことが大きなメリットをもたらすことを意味している。現在の漁獲量から推測されるストック水準に対してかつての漁獲量から読み取れる湖の漁場としてのポテンシャルが高く、休漁することによって大きなストック水準の伸びが期待されるからである。

●投資家は漁業者が初期に休漁することに伴う機会費用を補填することで漁業ストックの回復に貢献できる。投資額を利子付きで返済してもらう場合は、将来の漁獲量の増減に影響せずリターンを得ることができる。一方、漁業者の利潤の一定割合を「配当」として受け取る契約の場合は、資源ストックおよび漁獲量の増減に大きく影響を受けるが、その分ハイリターンが期待できる。

リスクに応じて報酬が得られるのは投資商品の前提条件である。よりストック水準の増減に関するリスクを計量する技術が発達すれば、今回のスキームが実際に用いられるときが来てもおかしくないだろう。

●「配当」契約では、配当性向がある種の方程式を解くことによって導かれる。

この均衡配当性向では、リスクが十分に小さければ漁業者・投資家双方とも不足のない最適解となりうる。

●環境容量を増やすための投資は確実に資源ストック水準を向上させる。しかし、投資額に見合っただけのリターンが得られるかどうかは漁業者に対する所得補償と比べて上回る可能性は低いと考えられ、民間の主体にとっては規制が取り払われたとしても参入が難しいかもしれない。

少なくとも、現在のストック水準が環境容量に対して小さい今回の条件の下では環境容量に対する投資は選択肢として選ばれることはないだろう。しかし、現在のストック水準が環境容量と大差がないほど豊かな環境では環境容量に対する投資の方が収益をもたらす場合も存在する。

終章

これまで、霞ヶ浦は近しい存在ではあったがあまり漁業の実情に迫ったことはなかった。釣りに行ってもブラックバスやブルーギルしか釣っていなかったのもこれほどまでに豊かな水産資源に恵まれている湖だとは知りもしなかった。

霞ヶ浦産の魚介類についてもほとんど食べたことがなかったが、前回しらうおを食べてその美味しさに感動した。こんな貴重な資源が失われていくなるととても惜しいと、より研究に熱が入ったものだった。

今回のモデル設定はなるべく現実に即するように心がけはしたものの、それでもやはり理想的な設定をしたところもある。この点は反省点であるが、より現実的なものとなるように様々な助言をしてくださった大沼先生をはじめ澤田さん、有野さん、ゼミ生の仲間たち、突然の取材に快く応じてくださった茨城県内水面試験場の職員の方など、多くの方々に心からお礼を申し上げたい。

最後になるが、いつか霞ヶ浦が再び一大漁場として復活を遂げることを切に願ってやまない。

参考文献・HP

茨城県霞ヶ浦環境科学センター

URL: <http://www.kasumigaura.pref.ibaraki.jp/>

霞ヶ浦河川事務所

URL: <http://www.ktr.mlit.go.jp/kasumi/>

霞ヶ浦漁業協同組合連合会

URL: http://www.geocities.jp/kasumigaura_gyoren/

霞ヶ浦北浦水産事務所

URL: <http://www.pref.ibaraki.jp/bukyoku/nourin/suisanji/>

土浦商工会議所

URL: <http://tcci.jp/index.html>

霞ヶ浦の帆引き船物語

URL: <http://www.city.kasumigaura.ibaraki.jp/hobiki/>

財団法人霞ヶ浦漁業振興基金協会 出資法人等経営評価書

URL:

http://www.pref.ibaraki.jp/bukyoku/soumu/syussi/hpsiryou_h19/hyoukasyo/06_nourin/40kasumigyogyo.pdf

平成 23 年度ワカサギ漁期前調査 ー調査結果報告書ー

URL:

http://www.pref.ibaraki.jp/bukyoku/nourin/naisuisi/report/2011_July_Smelt_Report.pdf

茨城県内水面水産試験場

URL: <http://www.pref.ibaraki.jp/bukyoku/nourin/naisuisi/>

NPO 法人 社会的責任投資フォーラム

URL: <http://www.sifjapan.org/sri/index.html>

霞ヶ浦北浦で確認された外来魚の導入経緯

[野内孝則・荒山和則・富永敦 茨城県内水面水産試験場研究報告(2008)]

霞ヶ浦北浦におけるトロール漁業の解禁前調査に基づくワカサギ漁模様予測

[荒山和則 茨城県内水面水産試験場研究報告(2010)]

Does It Pay to Be Green? A Systematic Overview

[Stefan Ambec and Paul Lanoie(2007)]

農林水産省漁業センサス

<http://www.maff.go.jp/j/tokei/census/fc/>

Economic theory and exhaustible resources

P.S.Dasgupta(1980)[Cambridge University Press]

Resource Economics

Jon M. Conrad(1999)[Cambridge University Press]