



スルメイカ 秋季発生系群

分布と生物学的特性



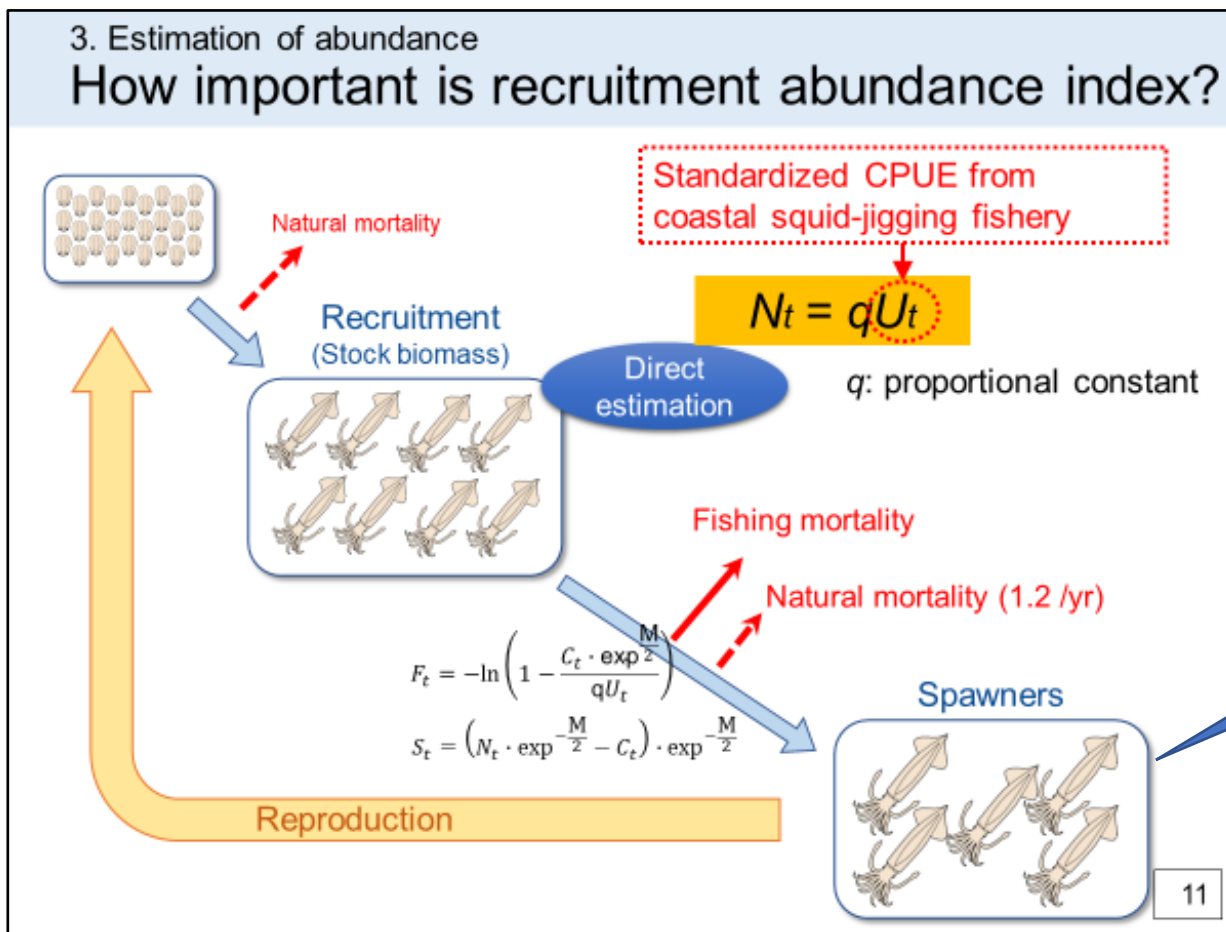
生物学的特性

- 寿命：約1年
- 成熟開始年齢：雄は約9ヶ月、雌は10ヶ月以降
- 産卵期・産卵場：10～12月、北陸沿岸～東シナ海
- 食性：沿岸では小型魚類、沖合では動物プランクトン
- 捕食者：大型魚類、海産哺乳類、共食い

本文 01-2(1)

その他

寿命は1年と仮定していると思うが、成熟についてはどのような条件設定をしているのか？（e.g. %ヶ月で50%, #ヶ月で100% etc. 親魚資源量の計算に必要なはず。



Q1-3(3)

質問

いか釣り船の努力量で探索と操業は区別可能か。集魚灯の情報は利用可能か。

回答

- 中型いか釣りについて漁績が利用可能
 - 操業/探索の項目無し
 - 集魚灯数の項目無し
- CPUEの単位は、トン/隻・日
- 秋季発生系群も冬季発生系群と同じく、資源尾数を直接計算
 - 計算に用いるCPUEは、毎年6～7月に行われる日本海一斉調査（いか釣り調査）で収集

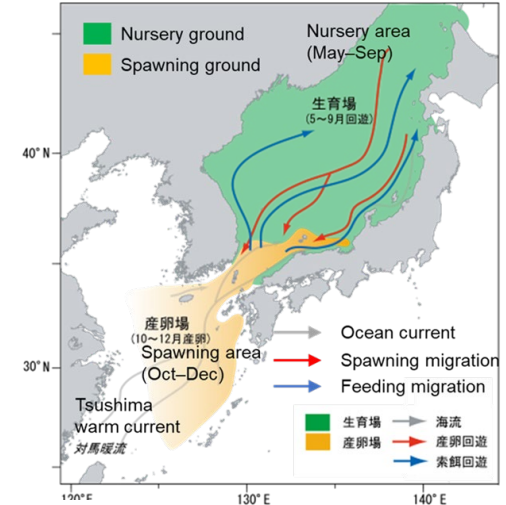
2. Estimation of abundance

Recruitment estimation survey in SOJ

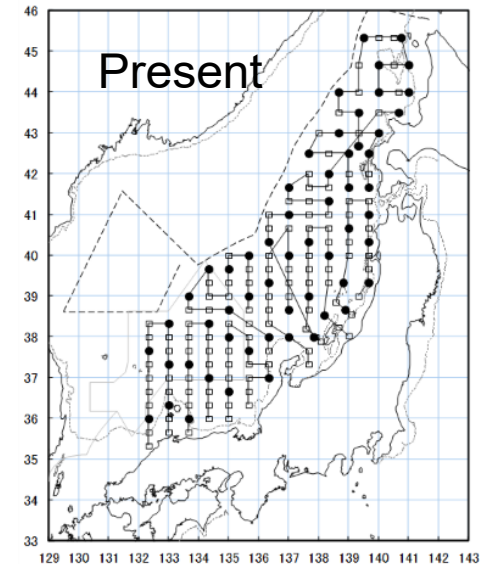
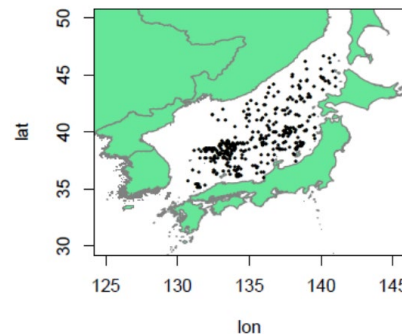
- Duration
1979 to 2021 (Terminal year is updated annually)
- Area
 - Potential distribution area in Japanese EEZ
 - Sampling points had been set in the Russian waters up to approx. 10 years ago.
- Season
June to July
- Fishing gear
Squid-jigging

Catch & effort data from survey were used for CPUE standardization to provide recruitment abundance index.

スルメイカ秋季発生系群の生活史と漁場形成模式図



1982 June & July



Estimation on recruitment

- Each recruitment index value was scaled up with the proportional constant q .

$$N_t = qU_t$$

- This constant q
 - is critical to determine annual recruitment.
 - has been traditionally used in the stock assessment of AS.

Question

Please explain how q is estimated in more detail. I do not understand the method in Appendix 2.

3. Estimation of abundance

How to calculate q

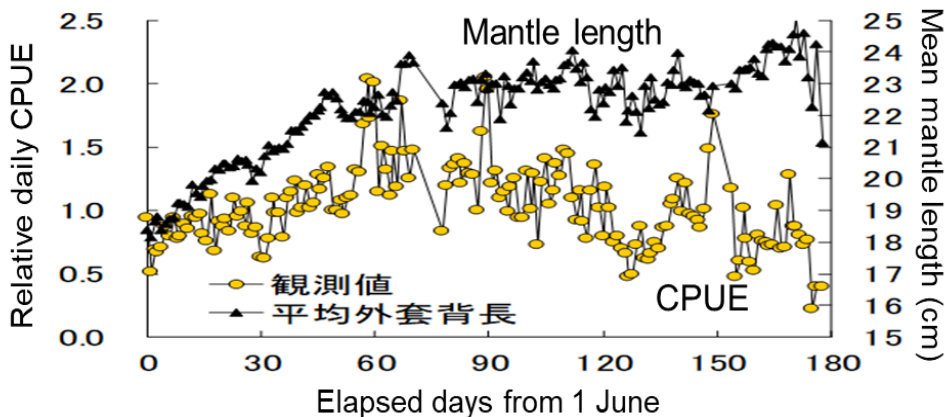
Assumption

□ Mean fishing mortality (1979-2001) $F^* = 0.447$

How to estimate F^*

- Squid-jigging survey (1979-2001, May-Nov) provided daily CPUE.
- Daily total mortality z^* was estimated based on daily decrease rate of survey CPUE.

Daily CPUE and mean mantle length



$$u_d = a \cdot \exp(bx_d - z^*d) \quad \text{Eq.4}$$

u_d : Relative daily CPUE

x_d : Daily mean mantle length

d : Elapsed days from 1 June

2. Estimation of abundance

Estimation of F^* and q

- Parameters a , b and z^* were estimated with the least square method.
 - $z^* = 0.00582$ per day
- Six-month total mortality Z^* was calculated as 1.047.
- Given that $M = 0.6$ per six-month,

$$F^* = Z^* - 0.6 = 0.447 \text{ per six-month}$$

$$F_t = -\ln\left(1 - \frac{C_t e^{-0.5M}}{qU_t}\right) \quad Eq\ 2$$

C_t : Catch in year t

U_t : Recruitment abundance index for year t

- q was estimated under the condition that average F_t corresponded to F^*
- q was estimated to be $3.51 \cdot 10^9$

C1-4(1)ウ)

コメント

q (catchability) の算出方法が良く分からない。標準化CPUEなどによるチューニングの際に漁獲係数Fと合わせて同時推定するのが良いのでは（C3で後述）。

回答

- VPAのように観測されたCPUEにフィットさせるような資源尾数推定のプロセスではない。
- 既知のCPUEと既知のqを使って資源尾数を計算
- Fの推定

$$F_t = -\ln \left(1 - \frac{C_t \cdot \exp \frac{M}{2}}{qU_t} \right)$$

C2-4(1)Ⅰ)

コメント

親魚尾数と資源尾数（or資源尾数－漁獲尾数）の関係が良く分からない。

回答

- 計算から得た資源尾数 N_t と漁獲尾数 C_t により、親魚尾数 S_t を計算。
- 親魚尾数は、7ヶ月で漁業加入後に半年間生存した個体数。

$$S_t = \left(N_t \cdot \exp^{-\frac{M}{2}} - C_t \right) \cdot \exp^{-\frac{M}{2}}$$

その他

再生産関係について、ホッケー・スティック型を使用する根拠は何か？最尤法を利用して、BHやRicker、直線式などと比較してみてもどうか？ 加入量の残差についても、自己相関無しモデルとAR(1)モデルを比較してみたら良いのではないか。

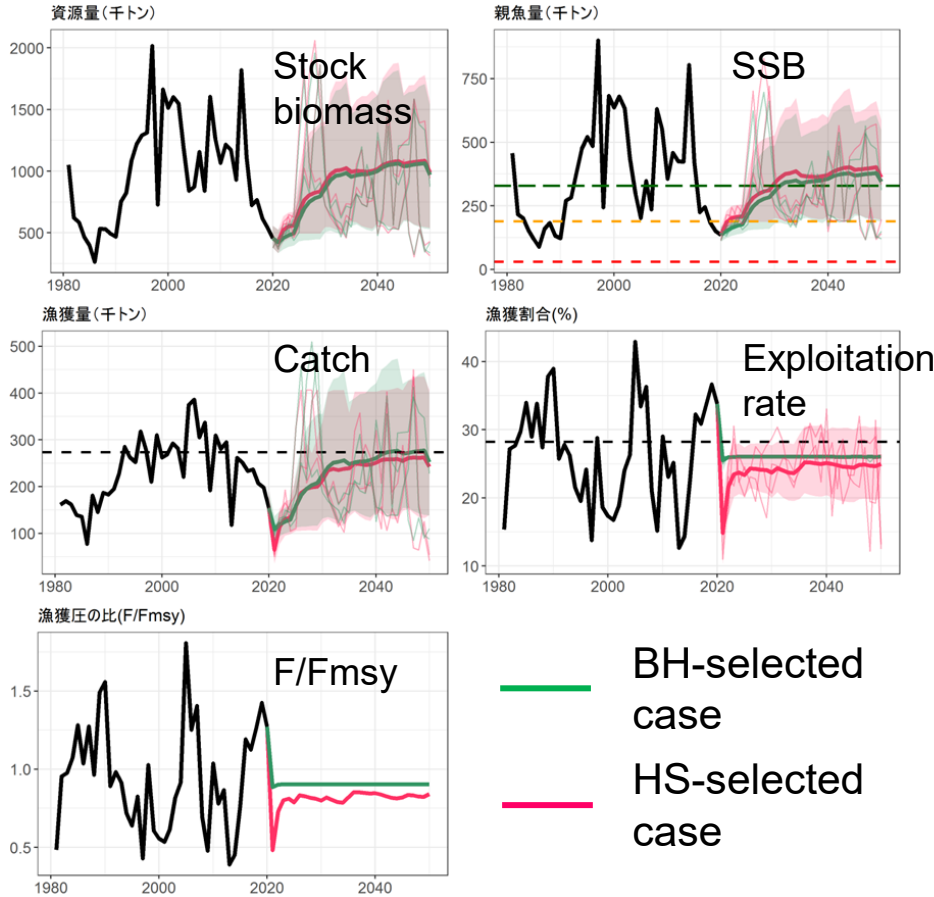
回答

- 再生産関係の候補：HS型、BH型、RI型
 - 残差の自己相関あり/なしも検討
- RI型の自己相関無しモデルが最もAICcが低かったが、HS型・BH型との差は小さい。
 - RI型を生物学的に想定しにくい。
- 簡易MSEにより真の再生産関係が採用した再生産関係と異なった場合、BH型を採用した場合の方が管理失敗のリスクは高くなる → HS型を採用

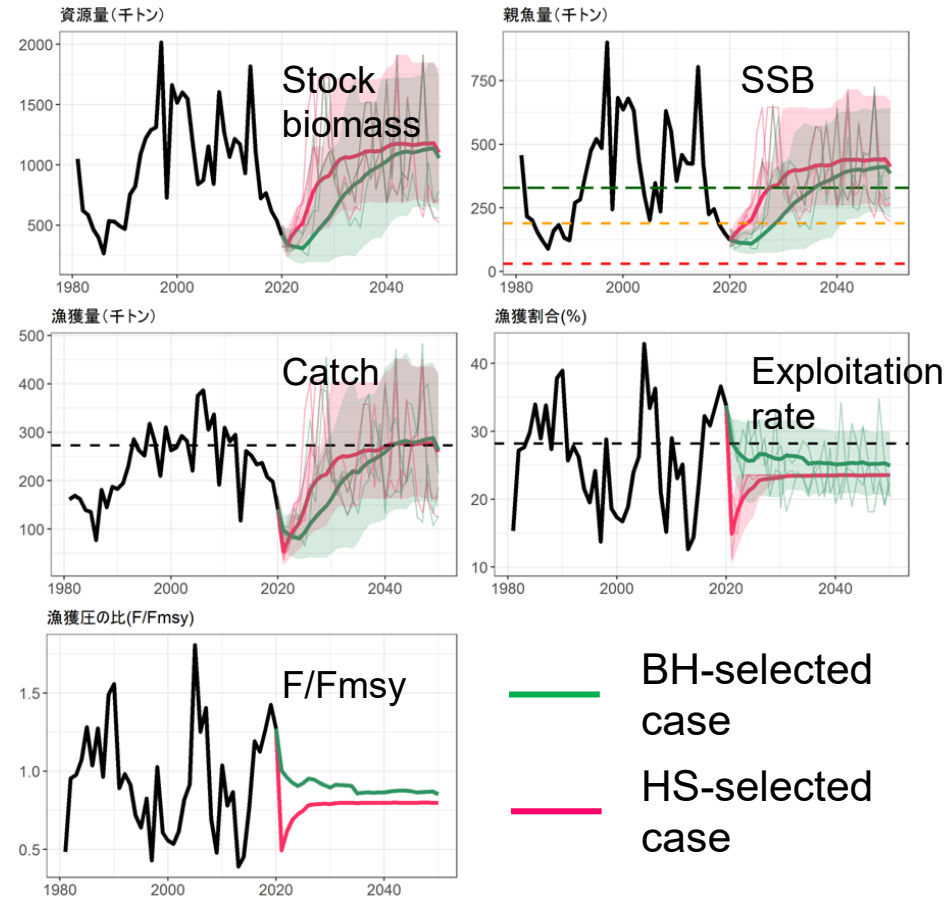
3. Stock-recruitment and management quantities

Simple MSE

True SR: BH



True SR: HS



Q2-(1)

質問

資源量指標値について、補足資料3に記載しているとのことだが、全部で何種類あるのか？理解を容易にするため、この段落においても具体的に記述してほしい。

回答

- 資源量指標値は、6～7月に行われる日本海漁場一斉調査によるCPUE
- 指標値として使用していないものの、他に中型いか釣りや小型いか釣りのCPUEもある。

その他

上記のうち、チューニングに使用しているのは、補足資料 3(1)（いか釣り調査）の CPU Eと理解しているが、これは全部で何種類あるのか？ 1 種類ならば良いが、複数使用している場合は、分散の逆数など、主観的でない方法で重み付けすべきである。

回答

- VPAによる資源評価ではないので、チューニングは行わない → 資源尾数を直接計算
- ご提示いただいた手法は、マサバ太平洋系群の資源評価で採用。
 - 今後、複数指標値によって資源尾数を直接計算することがある場合に、ご提案の方法を検討項目に加える。

C3-式1(1)

コメント

C1の再掲だが、 q はチューニングに際して F などと合わせて同時推定すべきではないか。また、チューニングのパラメトライゼーションや目的関数の形によっては q が解析的に表せる場合もあり、そうすると q の分のパラメータを1つ減らせる。

回答

- VPAによる資源評価ではないので、チューニングは行わない → 資源尾数を直接計算
- q を推定対象から減らす手法については、他資源のVPAで取り入れられている。

04-式(2)

その他

- F_t ($t=1979, 1980, \dots, 2021?$) は標準化CPUEなどに基づくチューニングの際に非線形数値的最適化法による推定は出来ないのか？
- 「 $F^*=0.447$ を再現するように推定した」という意味が良く分からない。そもそも、 F^* はどのようにして算出したのか？

回答

- VPAによる資源評価ではないので、チューニングは行わない → 資源尾数を直接計算
- q の算出方法は、前のスライドで言及

05-式(3)~(4)

その他

- まず u_d , $u_{d,y}$ を定義していると文章で説明しているが、式(3)~(4)では明示的に書かれていないため（特に, $u_{d,y}$ ）、正確かつ具体的な記述を心がけるべきである。
- 次に、6月1日からの経過日数を添字 d で表すとのことだが、5月の調査については－（マイナス）にするのか？ $u_{d,y}$ の添字 y は年($y=1979, \dots, 2021$)という認識でよろしいか。調査船CPUEの平均値を U_d で表すとのこと、例えば U_1 は1979年から2000年までの22年間の6月1日のCPUEの算術平均、つまり

$$u_1 = \frac{1}{22} \sum_{y=1979}^{2000} u_{1,y}$$

という理解でよろしいか？

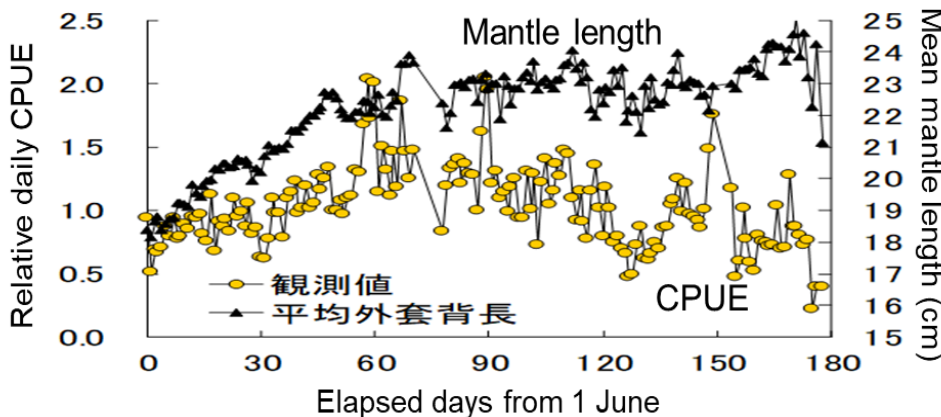
- 最後に、式(3)(4)でDeLury法のようなCPUEが時間経過とともに減少するようなモデルを用いているが、閉鎖された池や小さな湖などではともかく、極めて不自然である。このような定式化を用いるための何か具体的な根拠があれば、本文中で説明してほしい。

05-式(3)~(4) への回答

回答

- 調査情報は5~11月までであるが、実際に計算に使用しているのは6月以降のみ
 - 補足資料2(4)の項1行目の5~11月は6~11月の間違いであった。
- 2000年漁期以前の平均的な漁獲係数の推定が目的で、 u_d, y の y は記載の通り1979~2000年である。 u_d は1979~2000年の各年の6/1~11/30までの各日におけるCPUEの平均値(u_d, y)を各年の平均CPUE(u_{ave}, y)で除した相対的なCPUEの各日ごとの平均値である。 ← ご指摘のとおり

Daily CPUE and mean mantle length



$$u_d = a \cdot \exp(bx_d - z^*d) \quad \text{Eq.3}$$

u_d : Relative daily CPUE

x_d : Daily mean mantle length

d : Elapsed days from 1 June

06-式(7)

その他

添字は区別出来ず、 Σ 記号がなく、条件付き確率のような式が混ざっていて、記法がおかしい。 $S_{min}, \mathit{mathrm}obs$ は何を表しているのか？未知パラメータは何か？チューニングのプロセスと考えると良いのか？式(6)と式(7)の残差 ε_t が混同されている。

$$\varepsilon_t = \log(N_{S_{min},t}^{obs}) - \log R(SB_{t-S_{min}}^{-\mathit{mathrm}obs} | ab)$$

回答

- 再生産関係を推定する際の残差を与える式。
- 再生産関係の推定・管理基準値計算・将来予測シミュレーションに関する技術ノート（令和2年度研究機関会議版）FRA2020-ABCWG01-02(<https://abchan.fra.go.jp/reference/FRA-SA2020-ABCWG01-02.pdf>)の式(5)に基づく。
- なお、最新の令和4年度版(FRA-SA-2022-ABCWG02-04、<https://abchan.fra.go.jp/reference/FRA-SA2022-ABCWG02-04.pdf>)においては以下の式で与えられている。

$$\varepsilon_t = \log(N_{S_{min},t}^{obs}) - \log R(SB_{t-S_{min}}^{obs} | a, b)$$

- S_{min} は資源評価データに含まれる最小の年齢

Q3-式(1)

質問

- 以下の標準化におけるAICではなく、BICを利用している理由は何か？
FRA-SA2021-SC04-202

回答

- 小型いか釣りCPUEの標準化については岡本ほか（2016）の手法に準拠している。
AICを使うべきか、BICを使うべきかについては、今後検討したい。

質問

- CPUE 標準化の定式化（4 種類のモデル）の記述がおかしい。説明変数は連続変量と離散変数を区別し、連続変量では回帰係数、離散変量では添字の水準を記述すべきである。また、応答変数or 誤差項の従う確率分布を正確に記載すべきである。例えば、ガンマ分布モデル（フルモデル？）の数式表現は次のようになるが、ガンマ分布と正規分布といずれが適切か、AIC などの情報量規準で比較してみてもどうか？

$$E[\log_e(CPUE_{ya})] = Intercept + Year_y + Area_a + \hat{\alpha} \times Temp + \hat{\beta} \times (Temp)^2 + \hat{\gamma} \times ML + (Area * ML)_a$$

$$CPUE_{ya} \sim i.i.d \sim Gamma(p, q), a = 1, 2, \dots, 7 (or A, B, C, D, E, F, G), y = 1979, \dots, 2021?, \quad E: \text{期待値}$$

- Temp の2 乗項を使用するのはなぜか？なお、有漁確率モデル（フルモデル？）の応答変数および確率分布は、右記の通り：

$$E[\text{logit}(p)] = E\left[\log_e\left(\frac{p}{1-p}\right)\right] = \dots, \quad p \sim \text{Binomial}(\theta)$$

- 記法の詳細はCPUE 標準化の論文やGLM 等の統計学の教科書を参照されたい。

回答

- 記述については、今後修正、検討したい。
- ガンマ分布と正規分布についてはAICで比較しており、ガンマ分布の方がより小さい値となっている（本文中に記述なし）。
- 水温の二乗項は、水温の増加に伴いCPUEが増加する（または減少する）かどうかだけでなく、ある水温でCPUEが最も高くなる（または低くなる）ことを検討するために入れている。