

Base-03(2020)

MSYをめぐる議論の歴史:2

- 平衡状態を仮定？

MSYは平衡状態という
非現実的な仮定をもとに
しているから誤っている？

動画作成者 漁業情報解析部 市野川桃子
(ichimomo@fra.affrc.go.jp)

② 平衡状態の仮定

突然ですが昔話です

- かつて、1960年代～1970年代、MSYの考え方が主流になったとき、皆がMSYを実際に推定したいな、と思いました
- でも、一番単純なシェーファー型プロダクションモデルでも、 r （増加率）、 K （環境収容力）、 N_{init} （資源評価開始時の資源量）の3つのパラメータの推定が必要です

$$N_0 = N_{init}$$

$$N_{t+1} = N_t + r \left(1 - \frac{N_t}{K} \right) N_t - C_t$$



- 利用できるデータは、漁獲量 C_t と単位努力量あたりの漁獲量 (catch per unit of effort, $CPUE_t$) だけです
- ただし、 $CPUE$ は努力量あたりの漁獲効率 (q) が一定なら、資源尾数 (N_t) に比例する関係があると言われています

$$CPUE_t = C_t / E_t = qN_t$$

そうだ！いいこと思いついた！



$$N_{t+1} = N_t + r \left(1 - \frac{N_t}{K} \right) N_t - C_t$$

毎年の個体数は変化しない（＝定常状態・平衡状態）と仮定

$$N_0 = N_1 = N_2 = \dots = N$$


$$\cancel{N} = \cancel{N} + r \left(1 - \frac{N}{K} \right) N - C_t$$

$$CPUE_t = C_t / E_t = q N_t$$

$$C_t = r \left(1 - \frac{N}{K} \right) N$$

代入

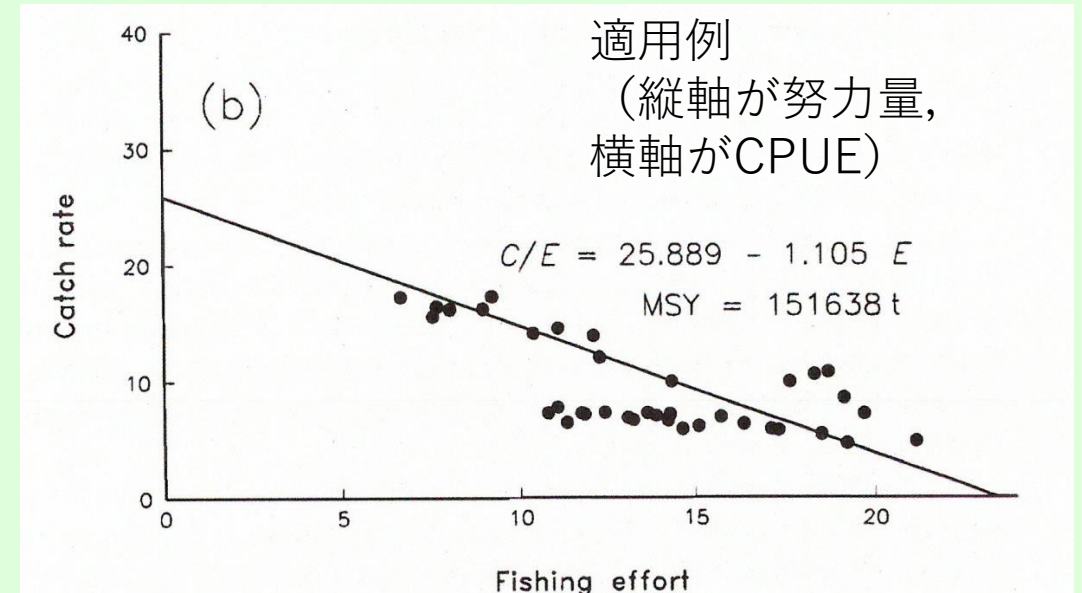
$$C_t = CPUE_t E_t$$


$$CPUE_t = \alpha - \beta E_t$$

努力量とCPUEの回帰式からr,
KやMSYを逆算!
(catch rate regression
method, equilibrium
method)



MSY



Punt and Smith (2001) Fig. 2

- この手法における「平衡状態の仮定（ $N_1 = N_2 = \dots = N$ ）」は、
「過去のCPUEは全て平衡状態のもとで観察されたもの、
また、漁獲量は全て持続生産量に相当する」
という仮定に相当

つまりどういう
状態を仮定？



簡単なモデルで見てみましょう

努力量は一定で毎年資源の1割ずつ漁獲

$$N_{t+1} = N_t + 0.3 \left(1 - \frac{N_t}{100} \right) N_t - 0.1 N_t$$

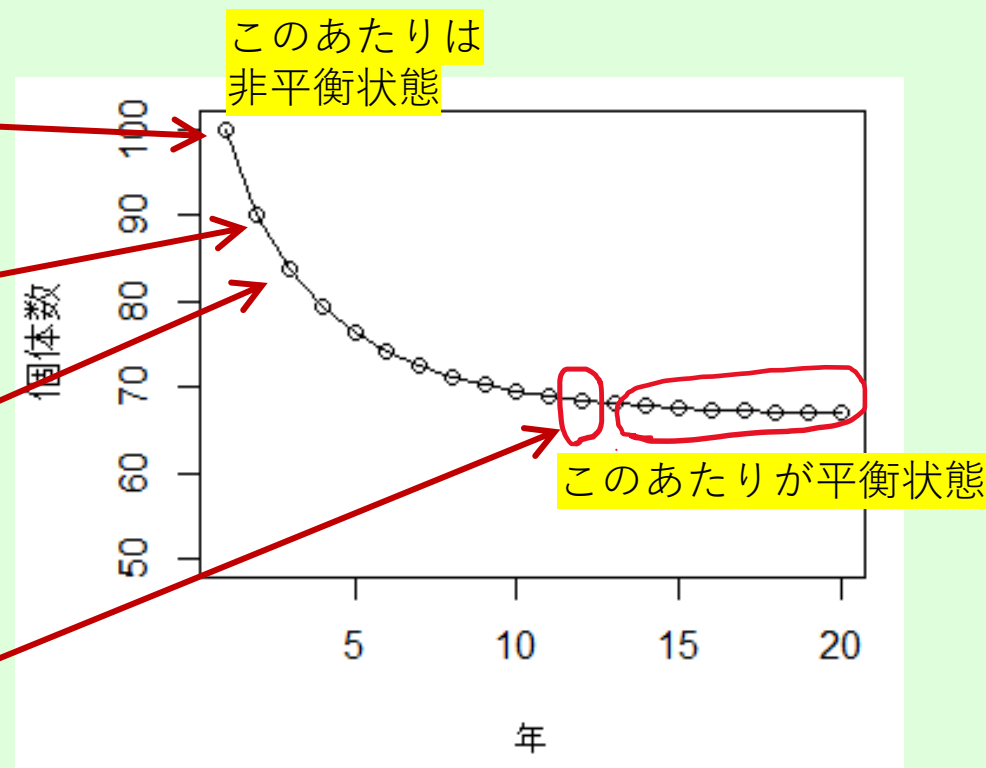
$$N_0 = N_{init} = K = 100$$

100尾からスタート

$$N_1 = 100 + 0.3 \left(1 - \frac{100}{100} \right) - 0.1 \times 100 = 90$$

$$N_2 = 90 + 0.3 \left(1 - \frac{90}{100} \right) - 0.1 \times 90 = 83.7$$

$$\dots$$
$$N_{15} = 68.4 + 0.3 \left(1 - \frac{68.4}{100} \right) - 0.1 \times 68.4 = 67.6$$



簡単なモデルで見てみましょう

努力量は一定で毎年資源の**0.5割**つつ漁獲

$$N_{t+1} = N_t + 0.3 \left(1 - \frac{N_t}{100}\right) N_t - 0.05 N_t$$

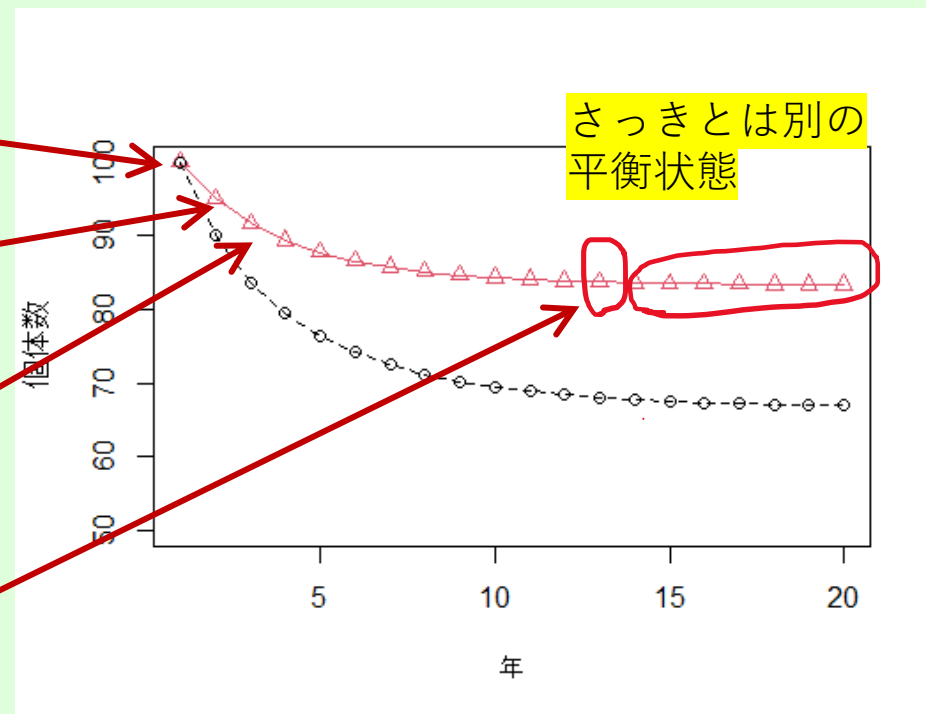
$$N_0 = N_{init} = K = 100$$

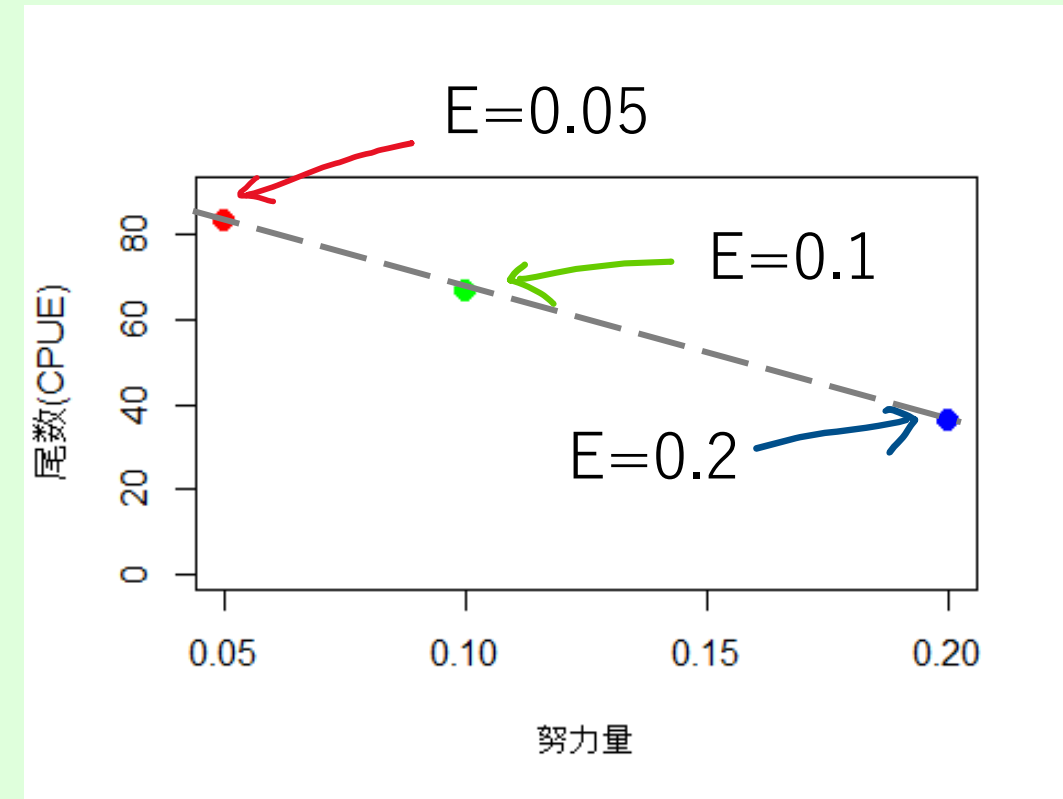
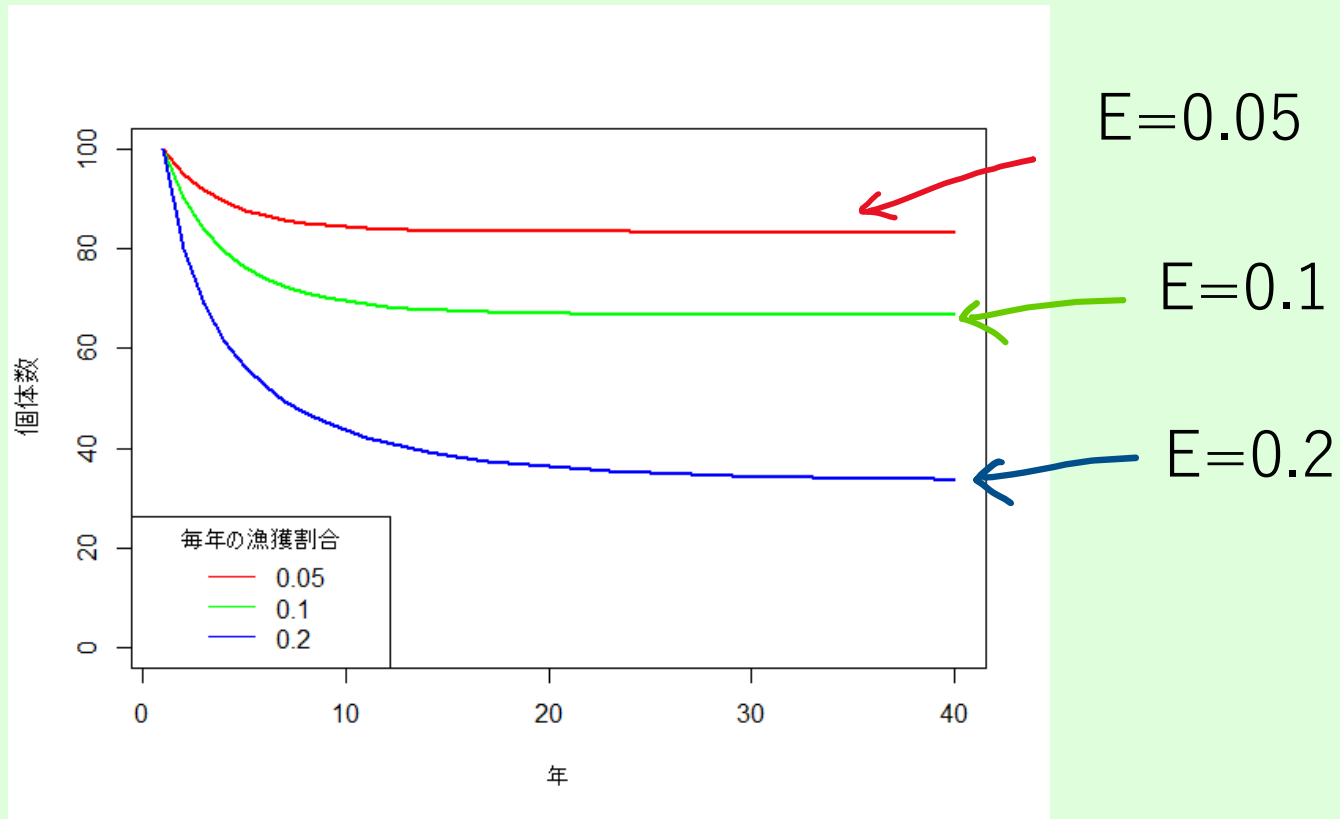
100尾からスタート

$$N_1 = 100 + 0.3 \left(1 - \frac{100}{100}\right) - 0.05 \times 100 = 95$$

$$N_2 = 95 + 0.3 \left(1 - \frac{95}{100}\right) - 0.1 \times 95 = 91.7$$

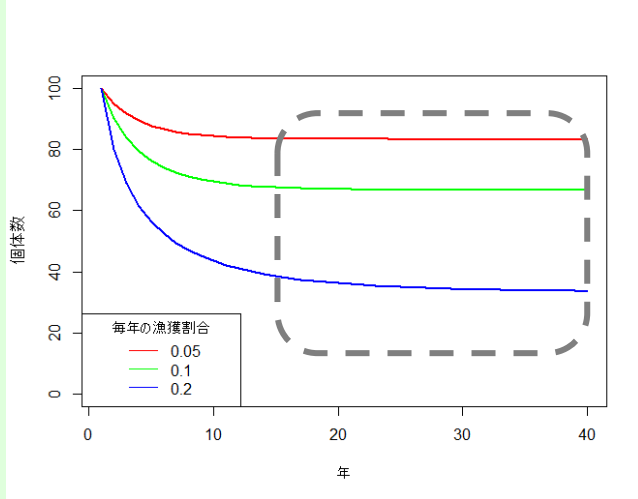
$$\dots$$
$$N_{15} = 83.6 + 0.3 \left(1 - \frac{83.6}{100}\right) - 0.1 \times 83.6 = 83.6$$





- 異なる努力量のもとで、異なる平衡状態に達する
- それぞれのデータを集められれば、正確にMSYは推定できる (⇒無理！)

Never use equilibrium method! (Hilborn and Walters 1991)



そもそも、「平衡状態の仮定」
ってどういう仮定？



- しかし、現実には、ある年に漁獲しすぎた場合、翌年の資源量は減少するであろうし、その逆もある
- 特に、資源が減少しているときにはこの方法は危険で（獲りすぎによって資源を減少させているのに、その漁獲量が持続生産量と仮定されている）、そのときMSYは必ず過大推定される (Hilborn and Deriso 1991)

MSYの推定にEquilibrium methodを使った場合（点線）と、Non-equilibrium method（実践）を使った場合のMSYの推定誤差の比較
(Punt and Smith 2001)

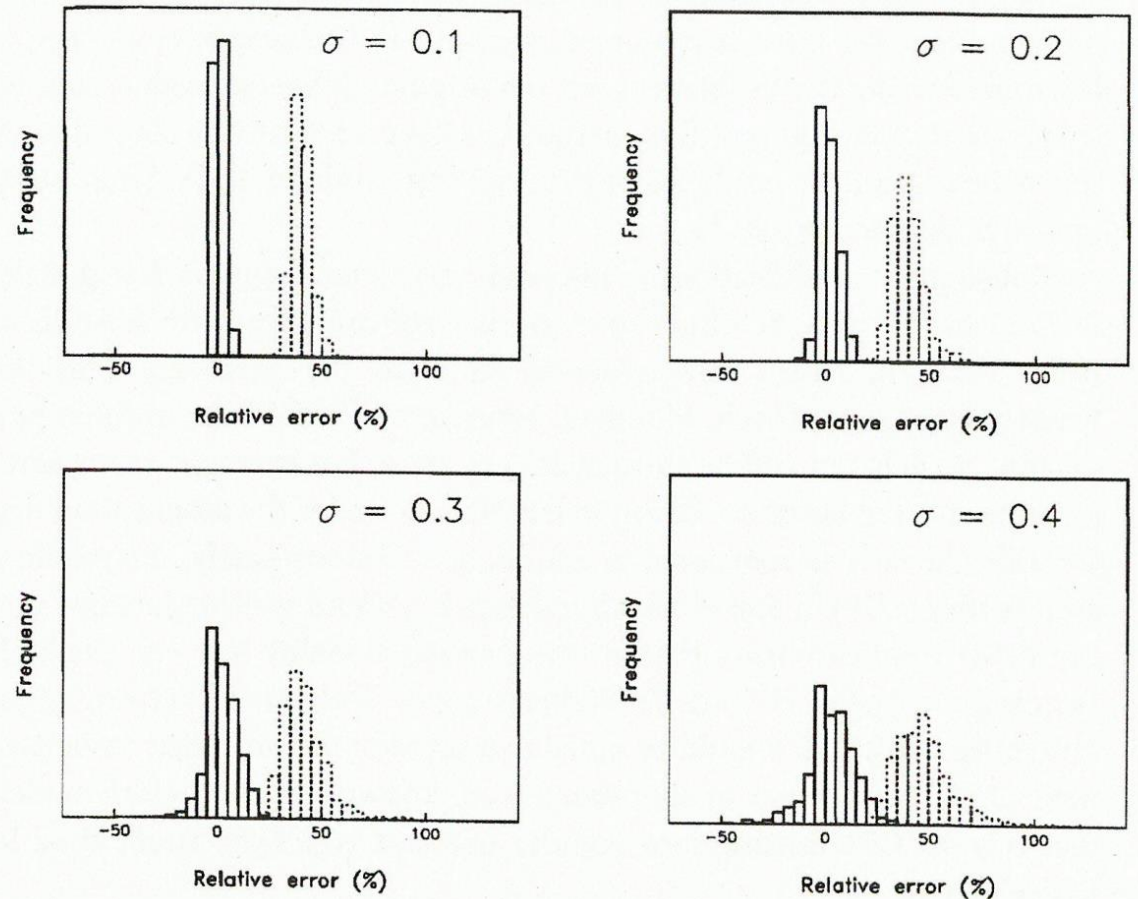


Figure 3.3. Distributions for the relative error of estimates of MSY for Cape hake off northern Namibia. Results are shown for the Schaefer (1954) equilibrium approach (dotted lines) and the Butterworth-Andrew (1984) non-equilibrium approach (solid lines), for four levels of assumed variability, σ , about the relationship between catch per unit effort and abundance.

Equilibrium methodを使って
推定された

**MSYは平衡状態という非現実的な仮定をもとに
しているから誤っている**

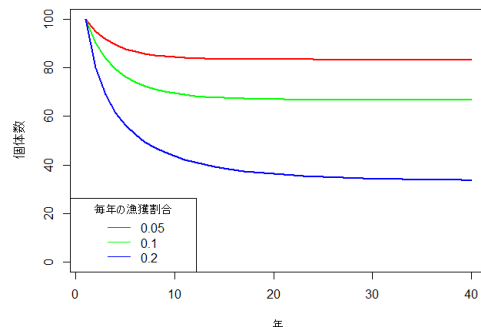
推定されているから、推定にバイアスがあり、特に過大評価の危険性が高いため使用してはいけない

② 平衡状態の仮定：まとめ 1

- 平衡状態を仮定しているから悪い、というのは一部の推定方法の問題であって、MSYの概念そのものの問題点を指摘しているわけではない
- 現在はそのような推定方法はほぼ駆逐されている
(Punt and Smith 2001)

でも、実際の個体群は毎年変動してるでしょう？

こんなモデル



はそもそも非現実的

じゃない？

毎年の個体群の変動はどうやって表すの？

Base-04につづく...



おつかれさまでした

