

Commission for the Conservation of
Southern Bluefin Tuna



みなまぐろ保存委員会

第4回オペレーティング・モデル及び 管理方式に関する技術会合報告書

2013年7月23-26日
アメリカ合衆国、ポートランド

第4回オペレーティング・モデル及び管理方式に関する技術会合報告書

2013年7月23 - 26日

アメリカ合衆国、ポートランド

開会

1. 第3回オペレーティング・モデル及び管理手続きに関する技術会合 (OMMP) の議長であるアナ・パルマ博士が会合を開会し、参加者を歓迎した。
2. 参加者リストは別紙1のとおり。
3. 議題案が採択された。議題は別紙2のとおり。
4. 会合の文書リストは別紙3のとおり。
5. ジム・イアネリ博士は、キャンベル・デービス博士と共に報告書の準備を調整することに合意した。

議題項目 1. 資源評価に近縁遺伝子の情報を用いる代替手法について

1.1 オペレーティングモデル (OM) の外でのモデルの開発

6. キャンベル・デービス博士は、近縁遺伝子による豊度推定プロジェクトの最終報告として OMMP-Info1 を紹介した。発表では、親子ペアの数と特徴、推定モデルの構成 (OMMP/1307/Info-1 の Appendix 5)、及び推定結果について焦点を当てた。
7. 合計 45 通りの親子ペアが発見され、その親魚は 8-25 歳魚で 20 通りはメス親、25 通りはオス親であった。オスの最大体長はメスよりも約 10cm 大きいとされた。メス親は他の成熟メスよりもわずかに大きかった。スキップ産卵 (隔年の産卵) の証拠は 8-12 歳の親魚にはあったが、高齢魚には無かった。親魚間、あるいはその他の成魚との間に、豊度を推定するうえでバイアスを引き起こす可能性がある (例えば、GAB の幼魚は常に早期に産卵した親魚によるものかも知れないし、我々はインドネシアの漁期に対し均一なカバー率を持たないかも知れない) 漁獲日の時間的な相関がある証拠は無かった。また、分析した約 14,000 尾の間に兄弟姉妹や異父母兄弟姉妹がいる証拠も見つからなかった。
8. モデルの雌雄別体長や性比別体長への当てはまりの診断は図 1 及び図 2 のとおりである。雌雄別の体長には、2002 年に顕著な当てはまりの欠如があることを除けば妥当な当てはまりを示した。体長別の性比への当てはまりは、モデルの当てはまりを反映しない顕著な傾向がほとんどの体長クラスで見られており、良いとはいえなかった。
9. 更新されたランダム効果モデルによる成魚の年間生残率は 0.77 と推定された (90%信頼区間は 0.75~0.8)。これは暫定的な分析結果 (0.73) と比べてやや高いものの、2011 年の CCSBT での OM による分析結果で一般

的に見られた 2003 年以降の 10~20 歳魚での 0.75~0.85 という値に非常に近く、加えて近年にはさらに高い生残率を示した。

10. 年別の 10 歳+の SBT の尾数及び現存量の推定値は表 1 と表 2 のとおりである。また、加入（8 歳魚）尾数は表 3 のとおりである。これらの推定値と 2011 年の CCSBT での OM による推定値との比較は、推定モデルの設定の相違が特に（近縁遺伝子の）潜在的な有効再生産能力と OM の SSB にあるため、直接にはできないと認識することが重要である。

表 1. 近縁遺伝子のプロジェクトでカバーされた期間について推定された年別の 10 歳+の SBT 尾数 (Bravington et al., 2012)。

年	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
尾数(百万)	1.87	1.80	1.73	1.59	1.54	1.52	1.47	1.38	1.21
CV %	16.3	16.0	15.8	15.7	15.7	15.9	16.2	16.5	16.8

表 2. 近縁遺伝子のプロジェクトでカバーされた期間について推定された年別の 10 歳+の SBT 現存量 (Bravington et al., 2012)。

年	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
資源量 (kt)	149	145	141	132	128	127	123	116	104
CV %	15.9	15.6	15.4	15.3	15.4	15.5	15.8	16.1	16.3

表 3. 推定された年別の加入量（8 歳魚、100 万尾単位）とその CV (Bravington et al., 2012)。

年	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
加入	0.561	0.435	0.520	0.546	0.488	0.419	0.231	0.386	0.504
CV %	19.7	20.2	20.2	20.6	21.5	23.0	26.9	28.5	39.3

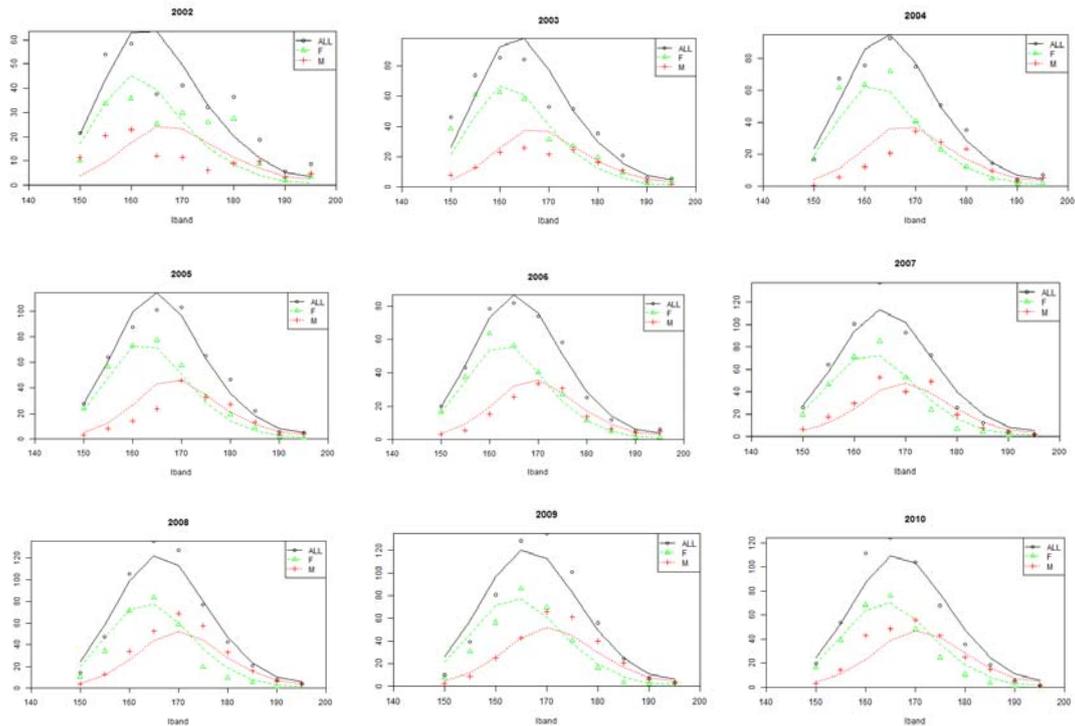


図 1. ランダム効果による豊度推定モデルへの年別の産卵場の体長データの当てはまり。Y軸は有効サンプルサイズを反映したサンプルサイズでスケールを修正している（詳細は本文を参照）（Bravington et al., 2012 より）。

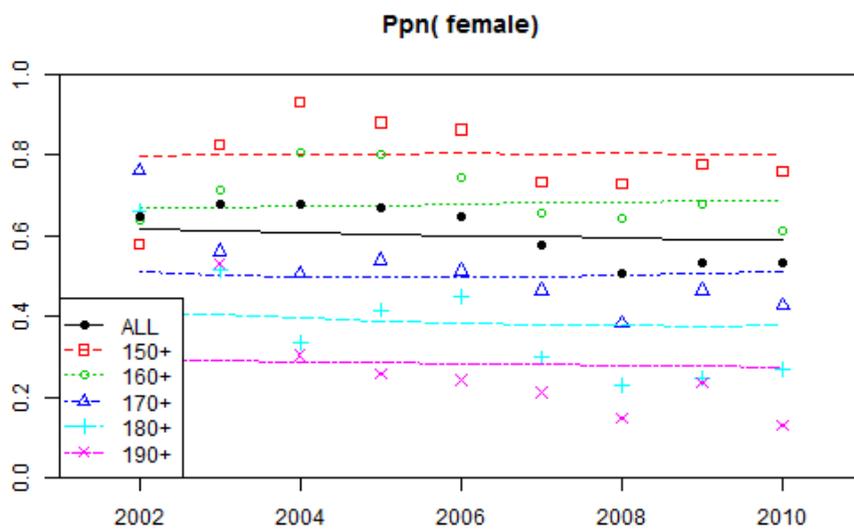


図 2. 体長クラス別・年別の性比（メスの割合）の当てはまりの診断（Bravington et al., 2012 より）。

セレクトィビティーに関する仮定への感度

11. SC17で見つかった多くの問題や感度試験について取り組んだ。これには加入の傾向の変動性の許容や、初期の年齢構造の平衡性の仮定の緩和、及び有効サンプルサイズの変化の影響の探索を含む。
12. 様々な異なる滞在時間/インドネシアはえ縄漁業のセレクトィビティーの関数式を近縁遺伝子のプロジェクトの一部で当てはめたところ、雌雄別のロジスティック式が最も良く当てはまった（図3）。会合は、図4に示した2011年のOMでの仮定（Bravington et al., 2012）との比較がOMの設定の正規化の点（例えば10歳+魚の現存量が産卵に寄与すること）から不適切であることを留意した。
13. Bravington et al. (2012)では、セレクトィビティーの構成要素（漁業で漁獲される可能性）と滞在時間（産卵場で過ごす時間）に分けられるこの関係と程度が、資源の産卵親魚現存量の推定における不確実性の基本的な原因となっていることを示した。これは近縁遺伝子の推定モデルとOM（ESC/1209/21）に近縁データを取り込む方法との両方で言えることである。
14. 近縁遺伝子での推定におけるセレクトィビティーや滞在時間に関係した更なる感度の検討のため、作業部会は以下の有用性を示唆した。
 - 近縁遺伝子によりカバーされた年のコホートについて、特に1990年代に標識放流をしたコホートを含める形で、OMに基づく1-2件の代替のセレクトィビティーの影響を検討する。
 - マグロのサイズと分布深度の関係による釣鈎深度の影響を評価するために、インドネシアのはえ縄船団の漁獲量と努力量の動態について更なる分析を実施する。また、操業の時空間変化の証拠の有無について検討する。
15. 加えて、作業部会は、OMとの比較可能性の改善という文脈において、OMに基づく1つか2つの対比できる年齢構成を、初期設定の感度を検討するために近縁データがカバーする期間にプレイヤーとして使用することは有益であると考えた。
16. 近縁遺伝子のモデルはPascalとRでコードが書かれており、Rの実行ファイルとして使用される。このモデルはほとんどのOMMP作業グループのメンバーにより簡単に検討できる形式にはなっていない事が留意された。作業グループは、モデルを異なる言語（例えばOMMP作業グループやSCのメンバーが一般的に使用できるADMB又はその他適切な代替言語）でコードを書き直すことが、コードの検証と手法の幅広い検討のために非常に有益であると示唆した。

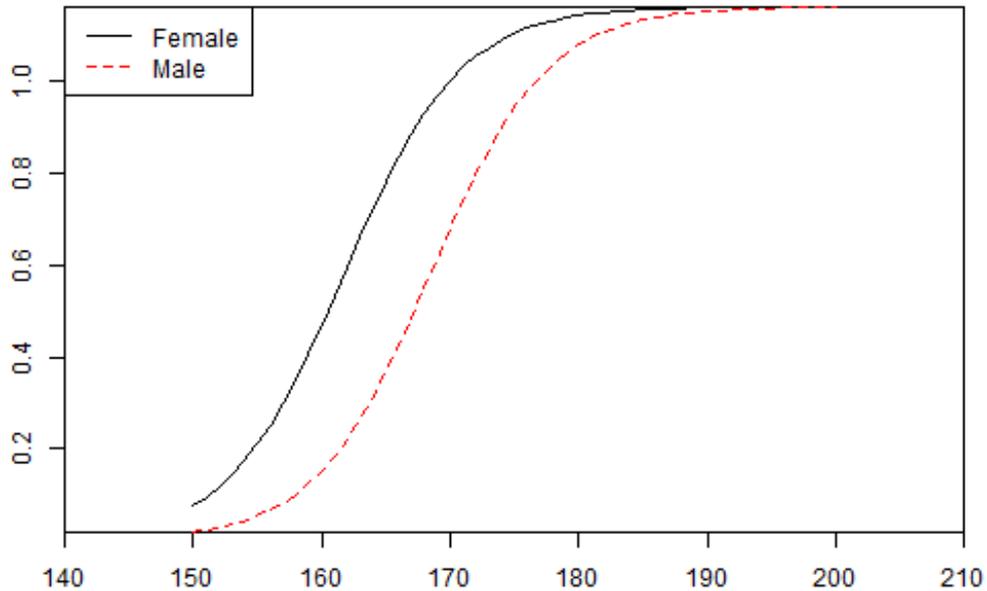


図 3. 近縁遺伝子のミニ評価モデルで使用された、雌雄と体長によって異なる産卵場での推定滞在時間（セレクトィビティーと同じと仮定）（Bravington et al., 2012 より）。

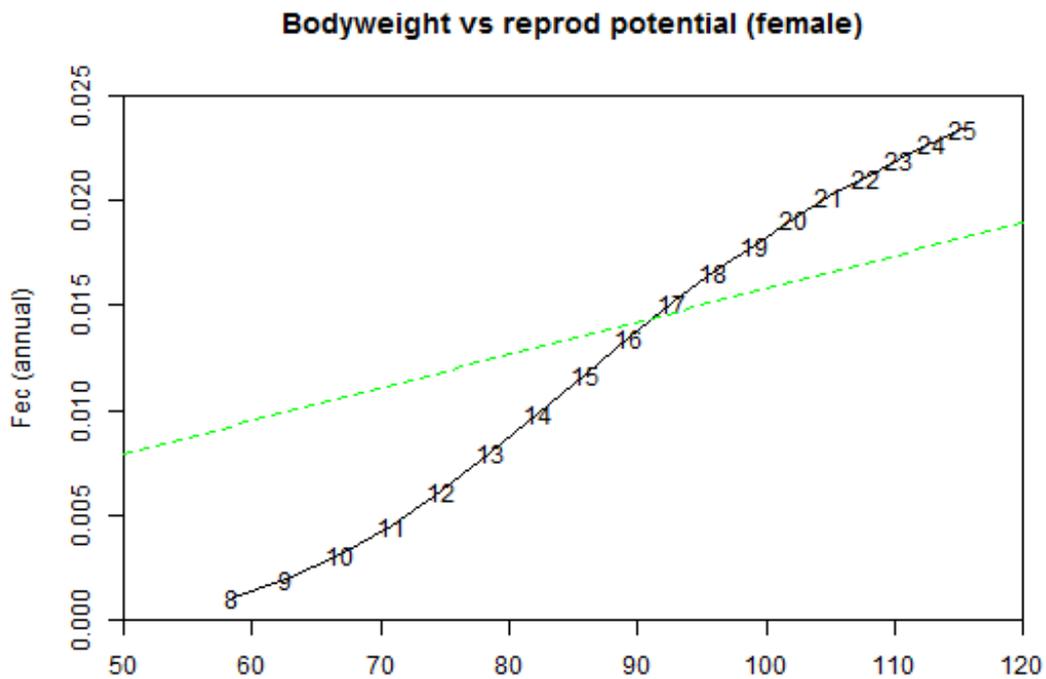


図 4. 雌の魚体重量の関数として表される産卵への相対寄与率。年齢別の平均魚体重量は近縁遺伝子における推定である（黒線）。緑線は 2011 年の CCSBT での OM の仮定に対応するが（Bravington et al., 2012 より）、作業グループの見解はパラグラフ 12 に示した通りである。

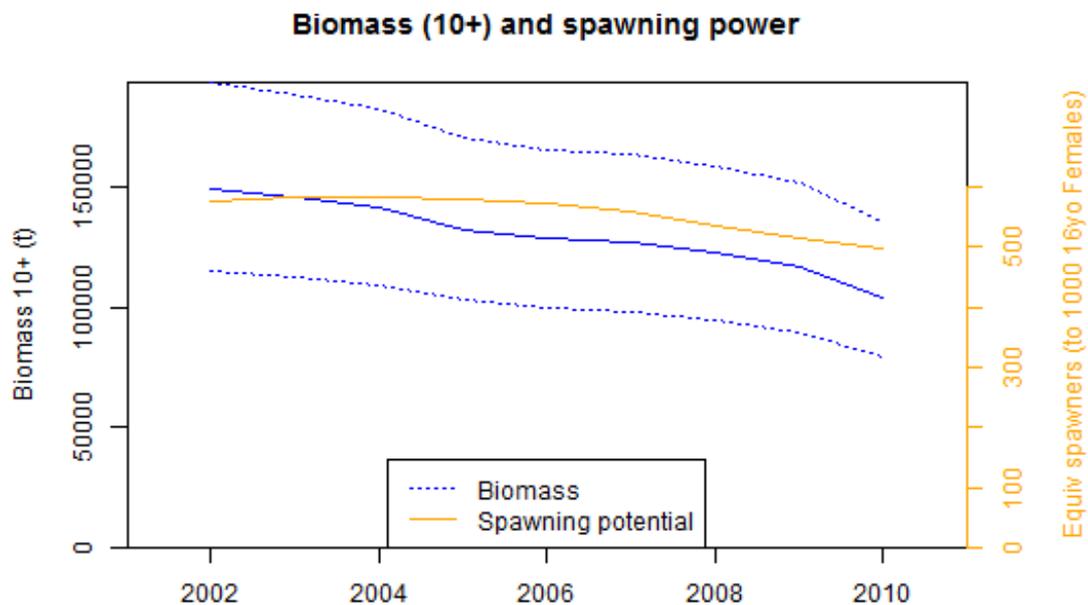


図 5. 推定された産卵魚現存量（2011年のCCSBTでのOMの仮定に対する10歳+の現存量）と「産卵ポテンシャル」（近縁遺伝子のモデルから年ごとに推定。Bravington et al., 2012より）。

1.2 OM への近縁データの組み入れ

17. 近縁遺伝子プロジェクトによる暫定的な産卵親魚現存量の推定値と2011年のOMのモデル（近縁データを含める前）の推定値からは豊度に2から3倍の違いがあることが示された。2012年に近縁データを含めるようにOMを更新したが、その際は、OMの有効再生産潜在能力について提案した最初の定義に基づいていた（CCSBT-ESC/1209/21）。そのモデルは2012年までのデータを使用するようにワークショップの前に更新した（科学航空目視調査については2013年まで）。更新したOMによる計算の途中で得られるグリッドセルの結果からは、推定された10歳+の現存量が2010年の近縁遺伝子の推定値である104,000トンの1標準誤差の範囲内に含まれ、そのCVが16.9%であったことが示された（図5を参照）。
18. 作業部会は、近縁遺伝子への評価について要請された感度試験とは別に、CPUE、標識放流データ、及びインドネシア漁獲物の年齢組成データについて、更新したOMの当てはまりと推定の影響の探索を行うことが非常に有益であるとの見解に合意した。CPUEと標識放流のデータを検討する際には、1つずつ当てはめの仮定から除外させるのである。インドネシア漁獲物の年齢データについては、セレクトイビティの推定が求められる。すなわち、このデータそのものを除外することは不可能である。しかしながら、相対的な影響はデータの重み付けを下げることで検討できるだろう。

代替の仮定を用いた手法と感度

19. ヒラリー博士は、CCSBT-ESC/1209/21 で説明していた近縁データの OM への組み入れ方法について、概略を紹介した。近縁遺伝子の評価では (Bravington et al. 2012)、滞在時間をインドネシア船団のセレクトイビティと実質的に同じであると仮定した。漁獲組成データは、滞在時間/選択制の関係と同様に、生残率の推定にも役立っている。産卵場での滞在時間とインドネシアのセレクトイビティに関する仮定が有効か否かに関わらず、この仮定を現在の OM の構造の中で再現することは不可能である。なぜなら、インドネシア漁業のセレクトイビティには以下の特徴があるからである。
- 年齢に基づく
 - 年によるばらつきを許容する
 - 何年かはドーム型である
20. 更に複雑な OM の状況は、有効産卵個体群の累積曲線の固定値を特定する必要性を示しており、これは近縁遺伝子のデータセットにおいて親魚が成魚となって幼魚を生み出す可能性の計算にも使用できるだろう。

セレクトイビティ

21. インドネシア漁業のセレクトイビティへ近縁データを組み込むことの影響は、近縁遺伝子を含めた場合 (baseCK) 及び含めなかった場合 (basesqrt) に得られた、ランダムに選択したグリッドセルからの推定値 (図 6) の検討により調べられた。近縁データを含めた場合には、選択したグリッドにより仮定された M10 の値にかかわらず M4 の推定値が低下し、プラスグループでの豊度の上昇とセレクトイビティのドームでの若干の増加がみられた。
22. 作業部会は、インドネシアのセレクトイビティが最も顕著なドーム型を示したのは低い M10 値のグリッドセルであったことに留意した。これらのセルでは、近縁データを含める前から既に類似したドーム型を示していた。ドーム型のセレクトイビティをもたらす妥当なメカニズムについて議論されたが、このようなメカニズムやインドネシアのセレクトイビティの形について情報を与えるような証拠や独立のデータは無かった。ESC17 にて議論されたインドネシアはえ縄漁獲及び努力量データ (分布、釣魚深度、ターゲットング) の分析を、ドーム型のセレクトイビティパターンに関する潜在的なメカニズムの探究のために実施することが推奨された。
23. 作業部会は、近縁データを含めることでプラスグループが増加するが、そのサイズとプラスグループのなかの年級群の数との間に矛盾は無いことに留意した。いくつかのグリッドセルでは、プラスグループの豊度も低いままであった。

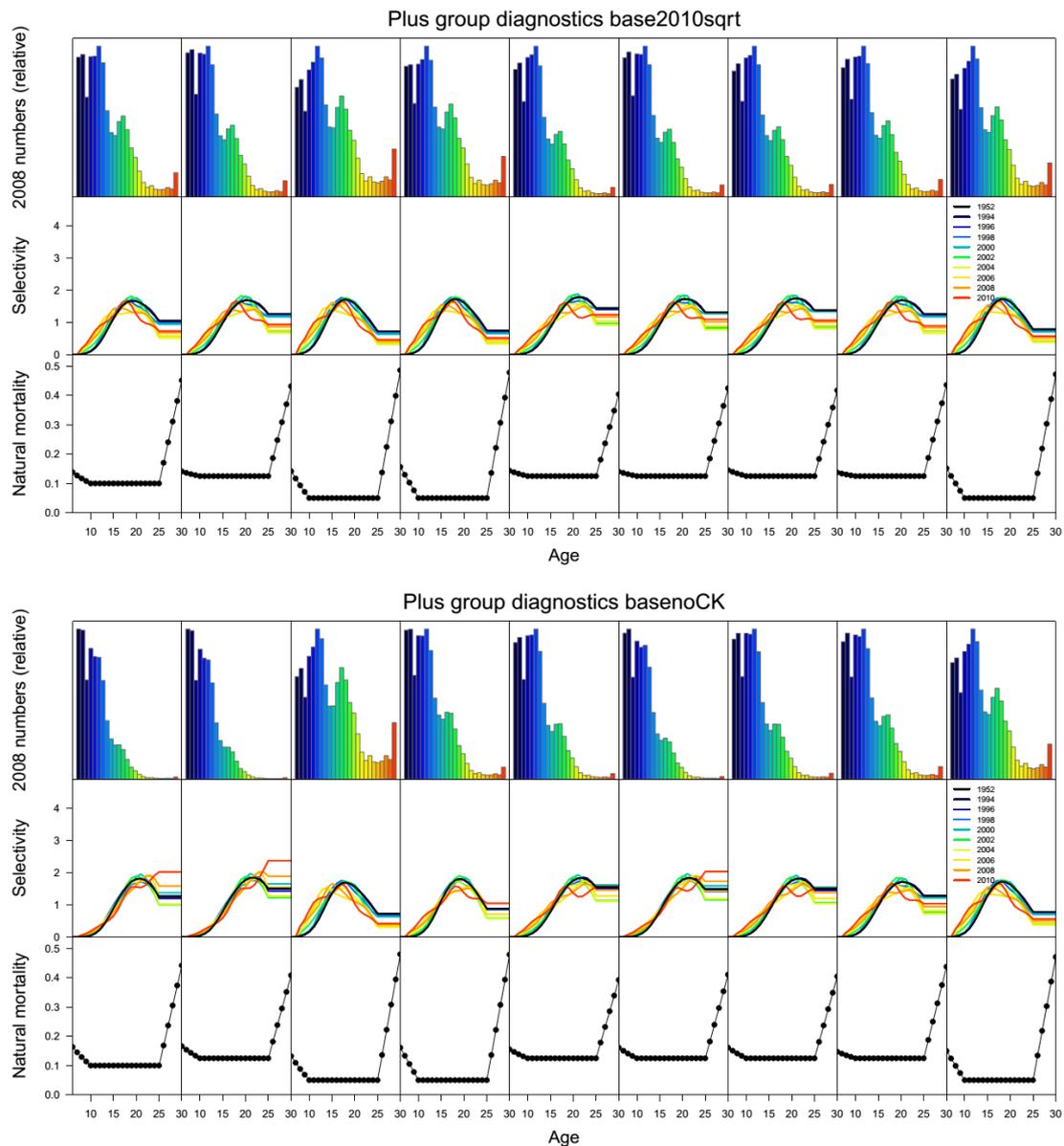


図 6. ベースケースに近縁遺伝子を含めた場合（上段）、含めない場合（下段）の 2008 年における年齢別の個体数、インドネシア漁業のセレクトィビティー、及び年齢特異的な M の推定値

24. CCSBT-ESC/1209/21 では、OM に近縁データを含めた際に選択される M_{10} の値への影響を示した。図 7 では、baseCKmk3sqrt での結果に基づき、0.12 より大きい M_{10} の値での負の対数尤度の急激な上昇について示した。これらの結果に基づき、作業グループでは M_{10} 値を最大でも 0.125 に制限することを決定した。
25. 作業部会は現在のインドネシア漁業のセレクトィビティーを維持しつつ、低い M_{10} 値への指向を探索することを勧告した。

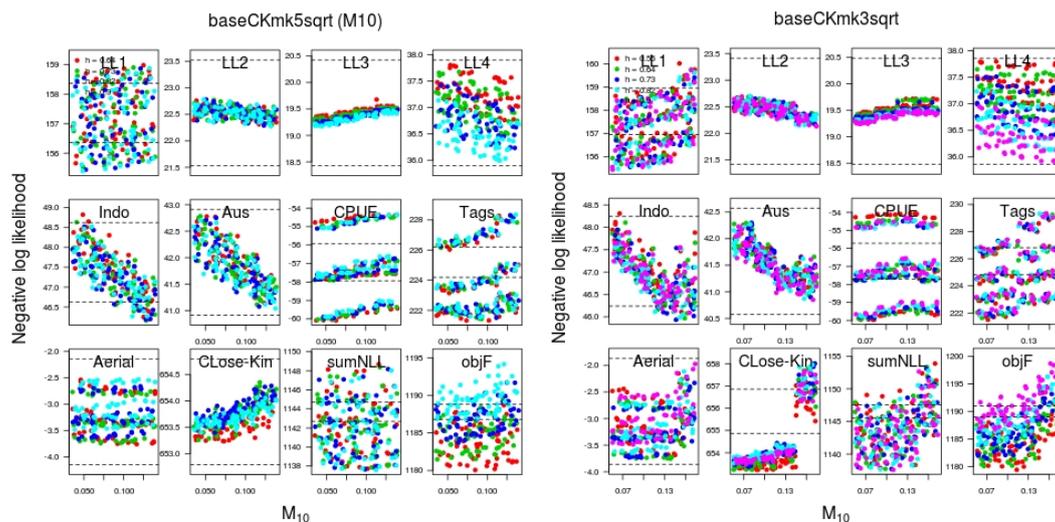


図 7. 2010年のデータで高い M_{10} 値を取り除いた場合（左側）と含めた場合（右側）での負の対数尤度プロファイル。高い値では近縁データと矛盾する（CCSBT-ESC/1209/21 より）。

有効再生産

26. CCSBT-ESC/1209/21 では、近縁データを含める際に必要となる OM の有効再生産について、初期設定を示した。このことは、10歳+魚の SSB が有効再生産を行うとした OM の「カレンシー」の再定義を意味することとして留意された。作業グループは、一貫性の維持のため、10歳+魚の SSB を資源状態の報告の基準にし続けること、しかし、CCSBT-ESC/1209/21 で定義された形式の有効再生産は将来予測で使用するということについて合意した。
27. 作業グループは、関係するいくつかの鍵となる仮定がこの設定に含まれることに留意した。
 - 産卵場での滞在時間
 - 産卵場での脆弱性
 - 成熟サイズと年齢
28. 特に滞在時間については、産卵場での生態の直接観察結果が無く、また成熟サイズ/年齢の大部分のデータについては産卵場で収集されたサンプルからもたらされている。これは未成熟魚が産卵場にほとんど滞在しないであろうということであり、現在の推定には小型/若齢に対し偏りがあることを示している。
29. 上記の不確実性それぞれについて、作業部会はベースケースにつながる2つ以上の「妥当な」ケースを構築するという最適な方法に合意した。CCSBT-ESC/1209/21 で提示された有効再生産の初期的設定は、その考えられるメカニズムとパラメータ推定について、それぞれに利用可能なデータを明確にするため、作業部会にて考えられ得る限り詳細に検討された。別紙 4 に設定の説明の詳細を示す。

30. 作業部会は、最も影響のある不確実性が、産卵場での滞在時間と漁業に対する脆弱性に関係し、これらの2つのプロセスが利用可能な情報では分けて扱うことができないことに合意した。成熟、滞在時間、及び脆弱性について異なる仮定を反映した4つの案が作成された。これらの概要は下記の表4と図8のとおり。これらは2012年のデータを使用した暫定的なグリッドセルによる計算結果である。第1案では、全ての成熟・未成熟のミナミマグロが産卵場に来遊すると考えている。追加の3案では、未成熟魚が産卵場に来遊する割合を大きくすること ($\lambda = 0.25, 0.5$ 及び 0.75) を仮定している (図9。後者と λ のオプションについて示す)。

表4. 成熟ミナミマグロが産卵場で過ごす時間の設定に関する4つの案。詳細は別紙4を参照。

オプション	成熟年齢	形	解釈
1	7歳+	ナイフエッジ	極端なケース：7歳以上の全てのミナミマグロは産卵場に同じ期間滞在する。
2	7歳魚で50%、 12歳魚で100%	ステップ	スキップ産卵(隔年)のみが産卵への寄与を妨げる。これは7歳から12歳の間でのみ観察される。この年齢を通して線形に減少することを仮定。
3	7歳魚で33%、 25歳魚で100%	ステップ	スキップ産卵の効果に、年齢によるアドホックな滞在時間の増加の効果を加える。
4	8歳魚で5%、 12歳魚で50%、 16歳魚で95%	ロジスティック	近縁種に類似

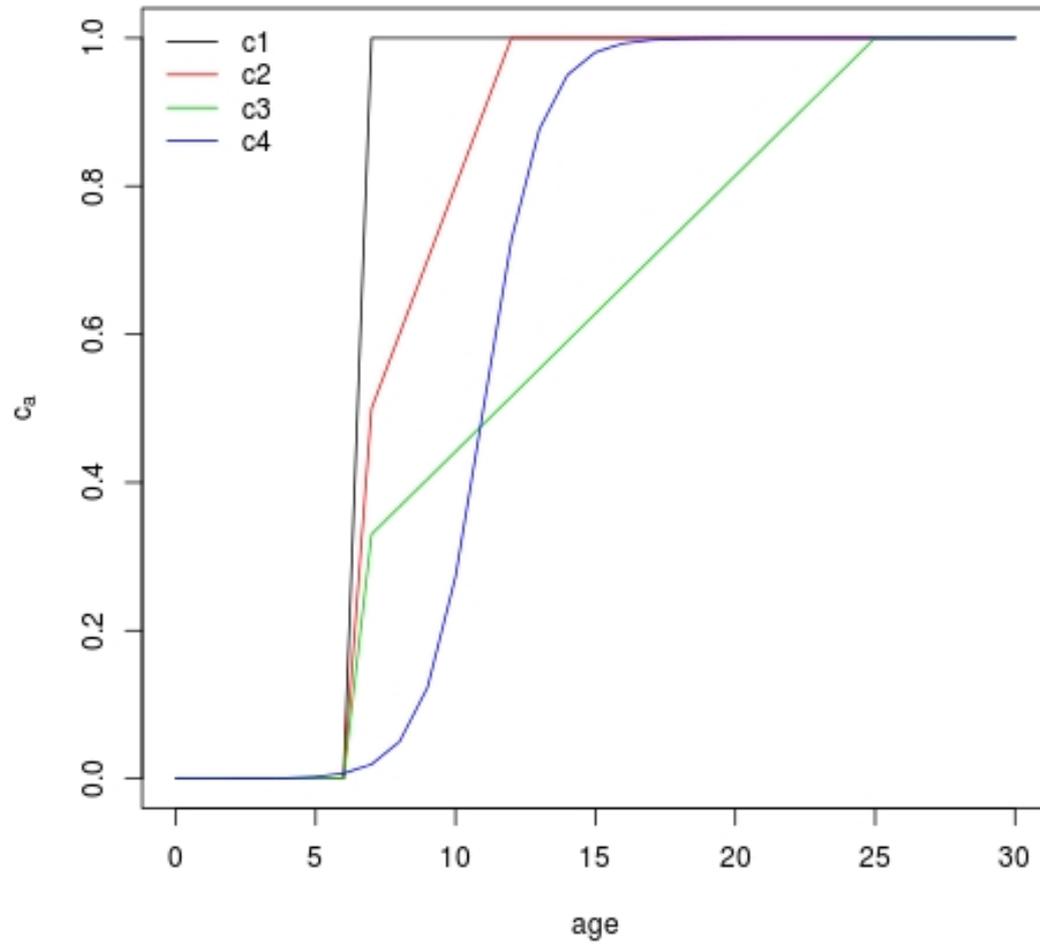


図7. 成熟ミナマガロが産卵場に滞在する時間について設定した4つの案

Relative reproductive output

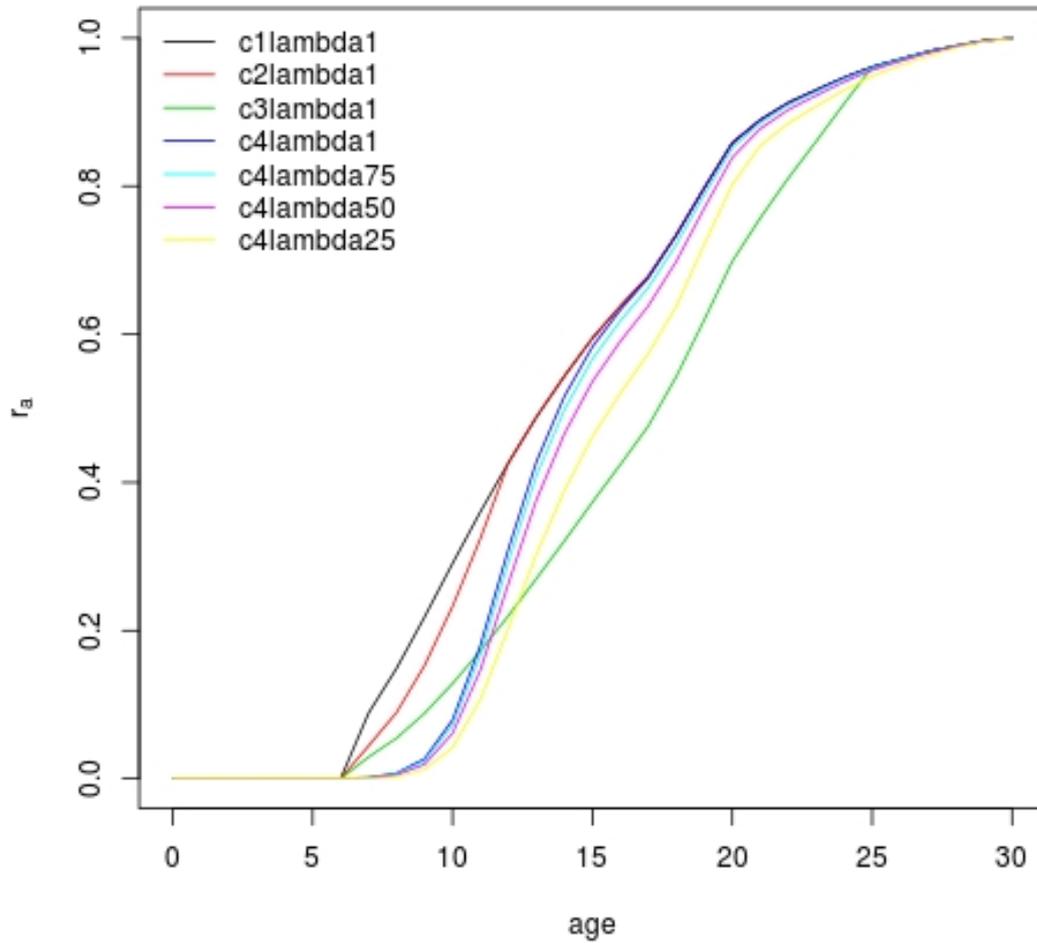


図 8. 成熟ミナミマグロの滞在時間と 3 通りの λ (産卵場に来遊する個体について、成熟ミナミマグロに対する未成熟ミナミマグロの割合) について仮定した 4 つの案の相対的な再生産性。

31. 7 つのランの結果は、産卵親魚バイオマスに対する再生産性の形状の違いの影響を示し、推定された加入と減耗の影響はわずかであった (図 10)。これにより、作業部会は近縁遺伝子の評価で使用されているロジスティックの滞在関係式と λ 値を 0.5 とするベースケースの仮定の使用に合意した。

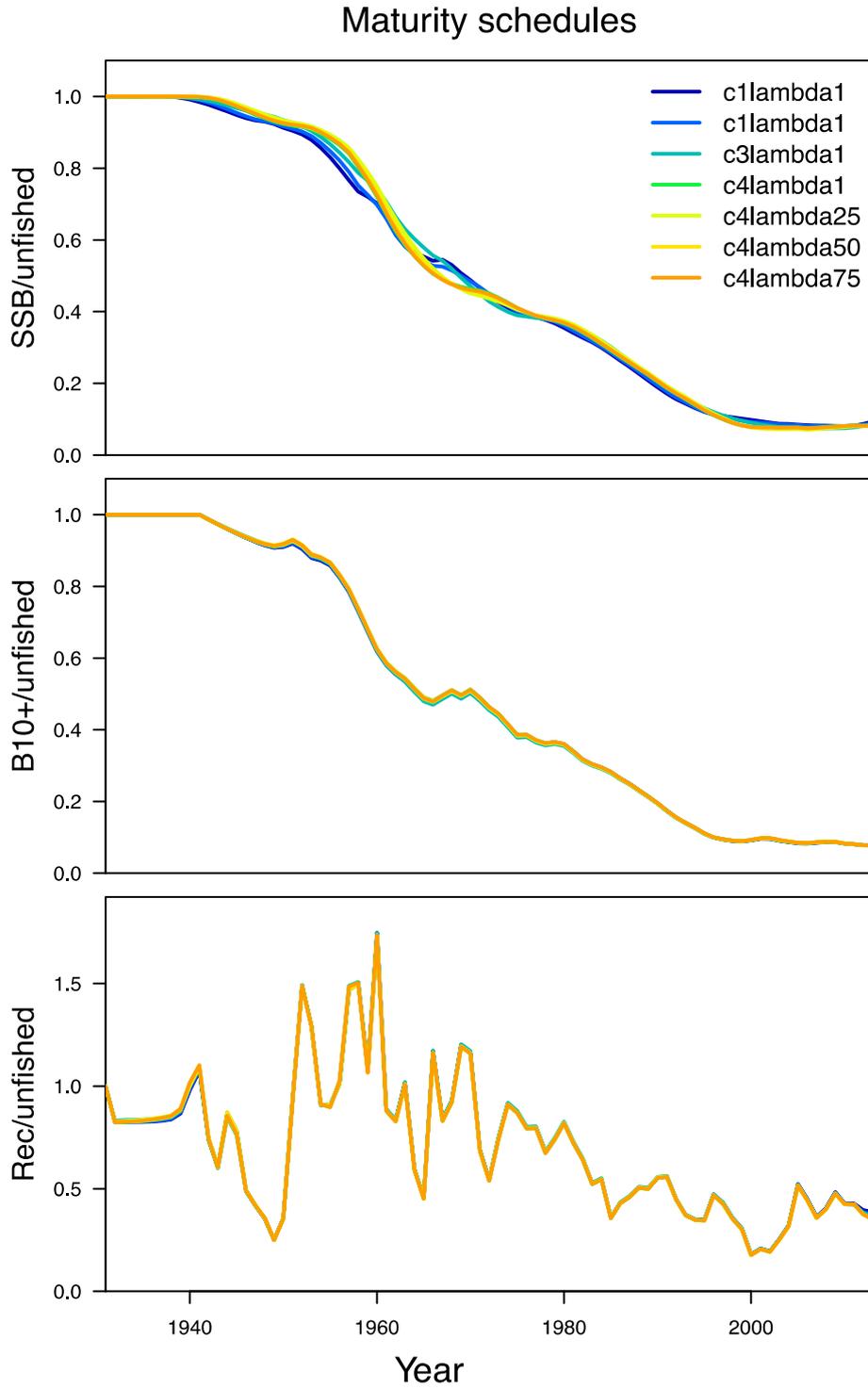


図 9. 相対的な産卵魚バイオマスと、10歳+魚のバイオマス、及び成熟ミナミマグロの滞在時間と3つの λ 値（産卵場に来遊する個体について、成熟ミナミマグロに対する未成熟ミナミマグロの割合）で仮定された4つの案での加入推定値。

議題項目 2. リファレンスセットの再検討

2.1 グリッドの構造と関連した不確実性

32. OM のコンディショニングに近縁データを含めた暫定的な結果 (CCSBT-ESC/1209/21、CCSBT-OMMP/1307/05) では、近縁遺伝子の尤度成分の追加が、低いスティープネスを与える目的関数の強い重み付けをもたらすことを示した。この分析では、これらの強い重み付けが再生産関数での逸脱に導入されたペナルティーにより決定付けられていた。
33. このペナルティーについて選択された分散に関しては、OM では現在は 0.62 に設定している。CCSBT-OMMP/1307/6 では、ミナミマグロの管理方式の個体群推定モデルを用いた手法について、ミナミマグロ OM の外で推定した再生産の分散 (σ_r) について議論するため詳細を示した。著者らはこの推定値が過大推定である可能性について注意喚起しつつ、0.6 前後の推定値を奨励すべきとの認識を示した。これは我々がいかなる再生産も過小推定していないこと、そのため、MP の試験で使用した将来予測での資源の変動性も過小推定ではないことを示唆している。
34. しかし、再生産の分散に導入された主観的なペナルティーは、特に、一方向の再生産パターンの推定や OM のコンディショニングでの自己相関を無視した仮定の場合には、潜在的にスティープネスに対して真実とは異なる選好性をもたらし得るという懸念も述べられた。
35. これを更に探究するため、作業部会は、初期の加入の推定により、どの程度明白な選好性がより低いスティープネスに対してもたらされたかを評価し、データがあまり情報をもたらしていないことを示した。
36. 最初のステップとして、再生産推定のシリーズを 20 年ごとに 4 つのブロックに分け、資源-加入のペナルティー、加入の偏差の自己相関、及びスティープネスの選好性をそれぞれの時期について評価した (表 5)。自己相関の推定は、最後の 2 つの時期で 0.7 に近い値を示したが、1950 年代と 1960 年代には低く、最初の時期には非常に高くなった。低いスティープネスへの選好性は、最初の時期による結果ではなく、1950-1969 年と 1990-2012 年について計算したペナルティーによりもたらされていた (図 11)。

表 5. 20 年ごとに分割した歴史的シリーズにおける、スティープネスの選好性、自己相関、及び加入の偏差に導入されたペナルティー

$$(0.5\sigma_R^{-2} \sum_{i=1}^n \varepsilon_i^2 \text{ ここで } \sigma_R = 0.6).$$

		1930-1949	1950-1969	1970-1989	1990-2012
NLL ペナルティー	5%	4.804	3.587	1.067	2.213
	50%	5.793	4.305	1.317	2.981
	95%	6.233	6.819	1.554	4.732
自己相関	5%	0.912	0.132	0.618	0.672
	50%	0.918	0.145	0.682	0.737
	95%	0.925	0.164	0.738	0.790
スティープネス (h) 好選性		高い h , 弱い	低い h , 強い	好選性なし	低い h , 強い

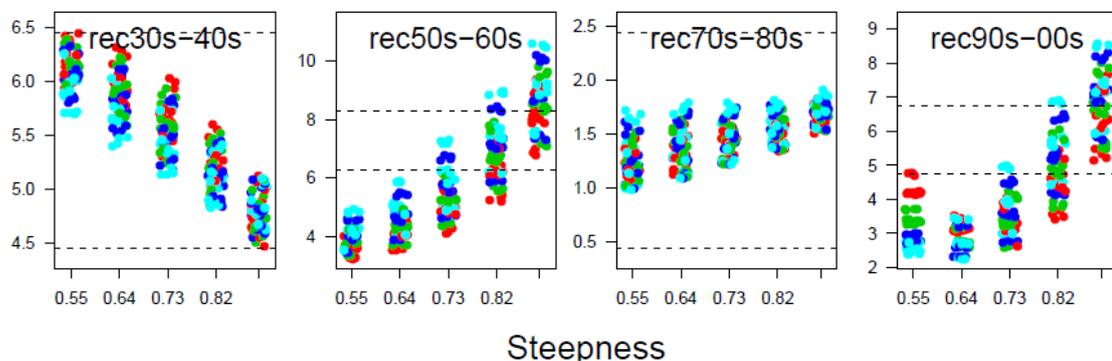


図 10. 再生産の残差に導入されたペナルティーの負の値により評価され、4つの20年区間ごとに自己相関ゼロを仮定して算出したスティープネスの選好性。

37. 1930年から1950年に見られた比較的高いペナルティーは、漁業が開発される前の期間に対応する。この期間の加入の推定は、主に1952年から始まる初期の日本のはえ縄漁業(LL1)の体長頻度の情報からもたらされる。歴史的に、加入の推定では顕著な低下が1940年後半に見られており(図12)、これは部分的に初期のLL1のサイズ組成からもたらされている。また、モデルは1956年から1957年に観察されたサイズ組成の極端な変化(大型魚から中型魚へ)にうまく当てはまらなかった。漁業の開発期には、日本船団は産卵場(1海区)から更に南のオキ漁場、次いでタスマン海(5海区)へ移動したことが留意された。この船団行動の変化に対応して、モデルの当てはまりを改善することを企図し、作業部会はセレクトイビティーのパラメーターを1956年と1957年の間に変更することにより、ペナルティーを緩和することを決定した。ペナルティーのため分散を0.5から2に増加させることで、初期のLL1のサイズ組成の当てはまりは改善され(図13)、加入偏差の低下の大きさも減少したが(図14)、この初期の高いスティープネスへの選好性への影響は小さかった(図

15)。作業部会はこの変更を新たなベースモデルの一部として含めることに合意した。

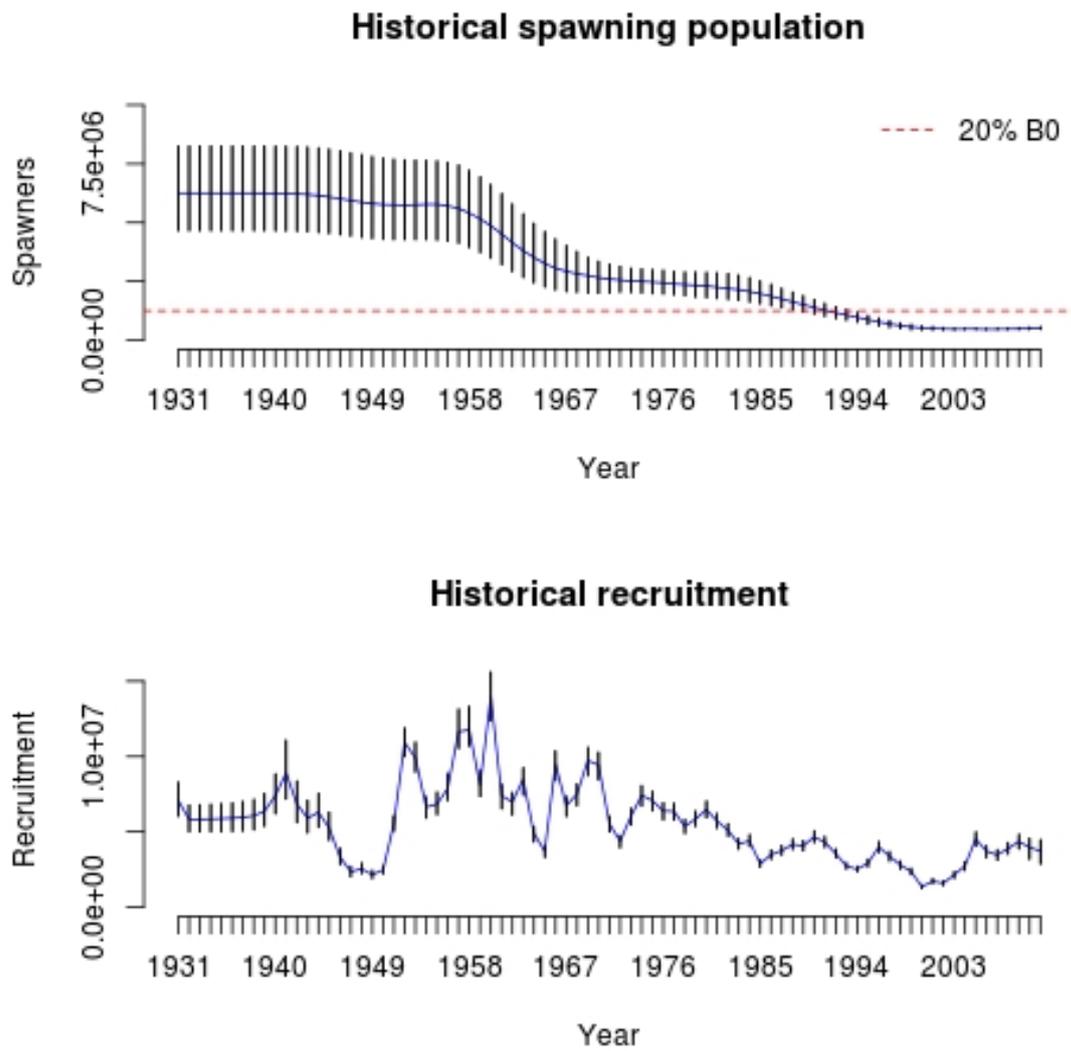


図 11. ESC/1209/21 からの産卵親魚量及び加入のシリーズ。

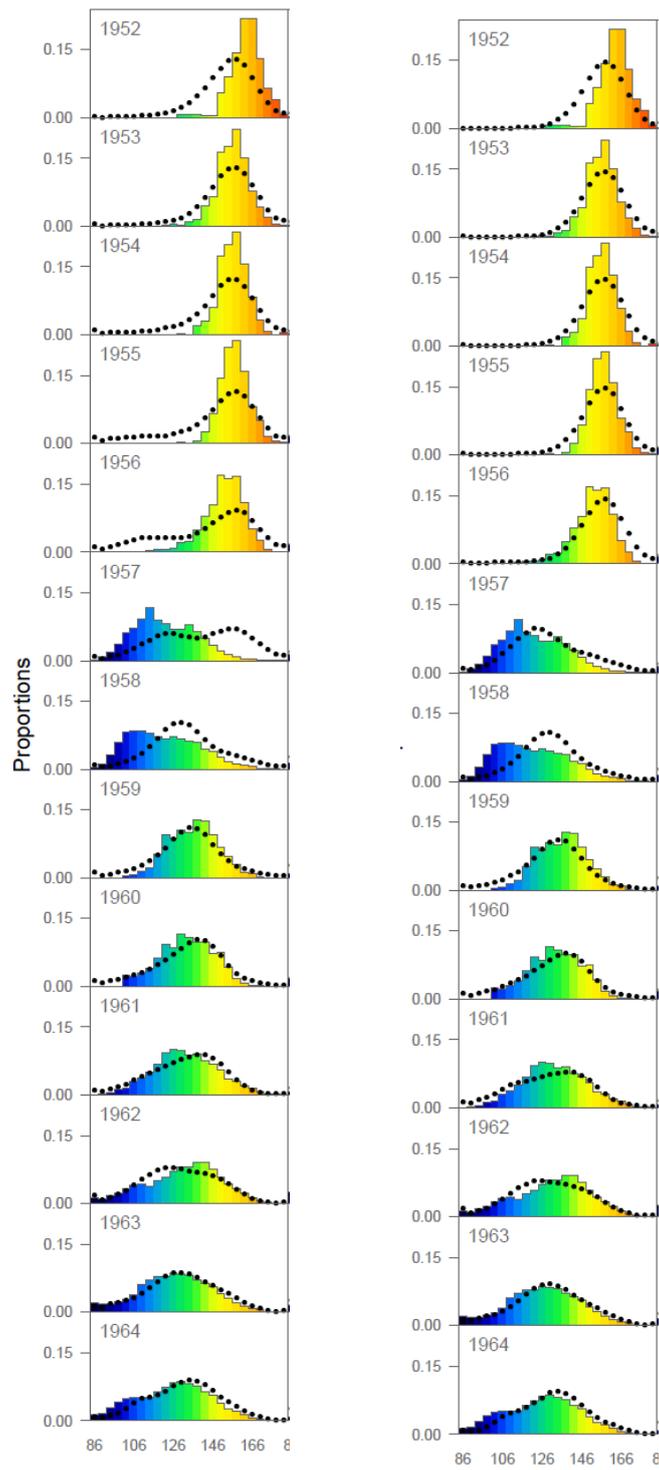


図 12. セレクティビティのペナルティーを緩和する前（左）と後における LL1 漁業の初期のサイズ組成に対する当てはまり。

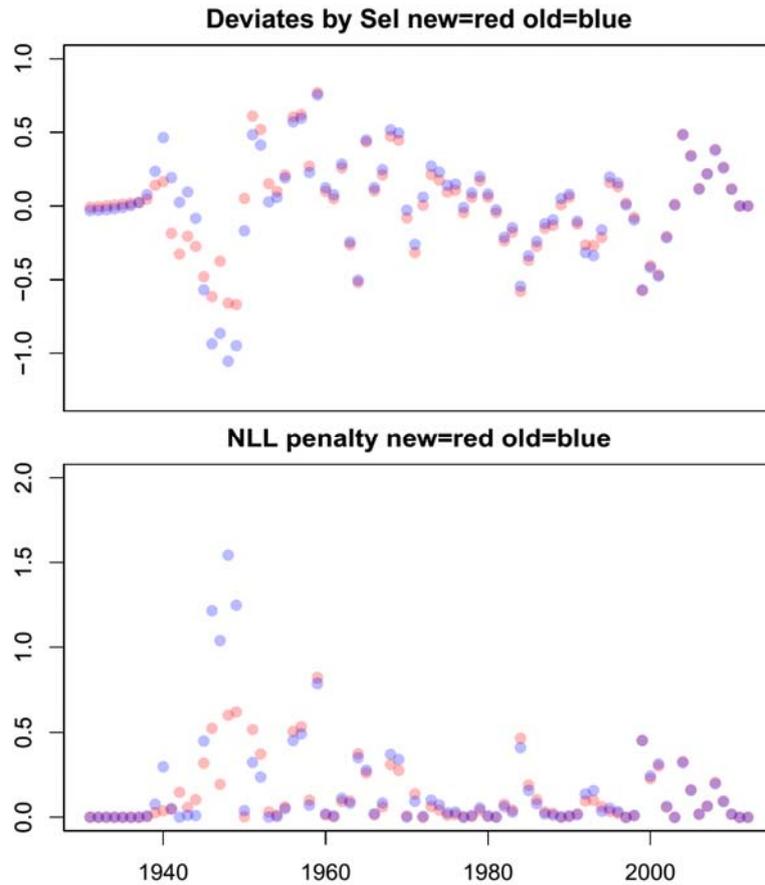


図 13. 修正したセレクトイビティ設定の影響を示す、グリッドの代表的なセルについての加入の偏差(上)及び対応するペナルティ(下)。

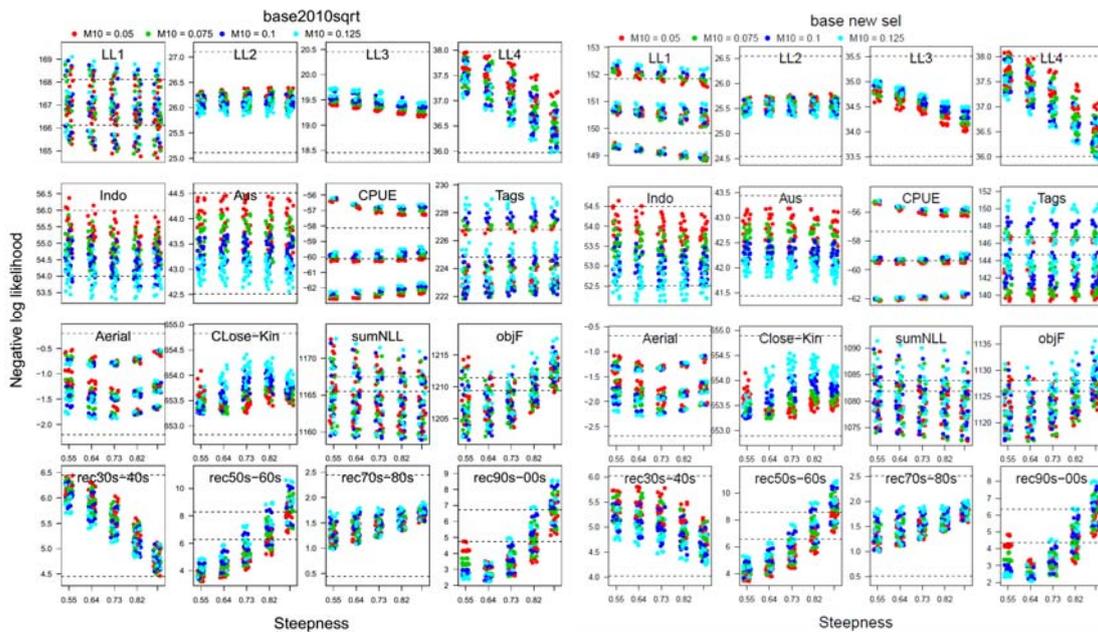


図 14. 1956年から1957年にLL1のセレクトイビティパラメーターを変えて当てはめた場合の、ペナルティを修正する前と後の負の対数尤度プロファイル。

38. この探索は資源-加入ペナルティーが、低いステープネスへの選好の第一要因であることを確認した。作業部会は、OM 条件付けにおいて加入偏差が独立であるとした仮定が資源-加入ペナルティーと低いステープネス値への選好を人工的に増加させたかもしれないことに留意した。そこで、加入偏差の自己相関を考慮することによる資源-加入ペナルティーへの影響を調べた。
39. 過去、当てはめにおいて加入偏差の自己相関を推定しようとした際に問題が見つかったことから、自己相関の固定値を推定の最終段階で取り込むように条件付けコードを修正した。自己相関の値 0.7 を初めに試みたがグリッドセルの多くの部分で収束に失敗した。自己相関係数を 0.5 まで減少させたところ数値的パフォーマンスは改善した。
40. 結果の尤度プロファイルは、自己相関を含めたことで目的関数の低いステープネスへの強い選好が消失したことを示した (図 16)。目的関数の重み付けを使用したサンプリングでは中間的なステープネス値への幾分かの選好が見られた (図 17)。数値的パフォーマンスの向上並びに高い自己相関値を用いる感度試験のためにはさらなる作業が必要である。

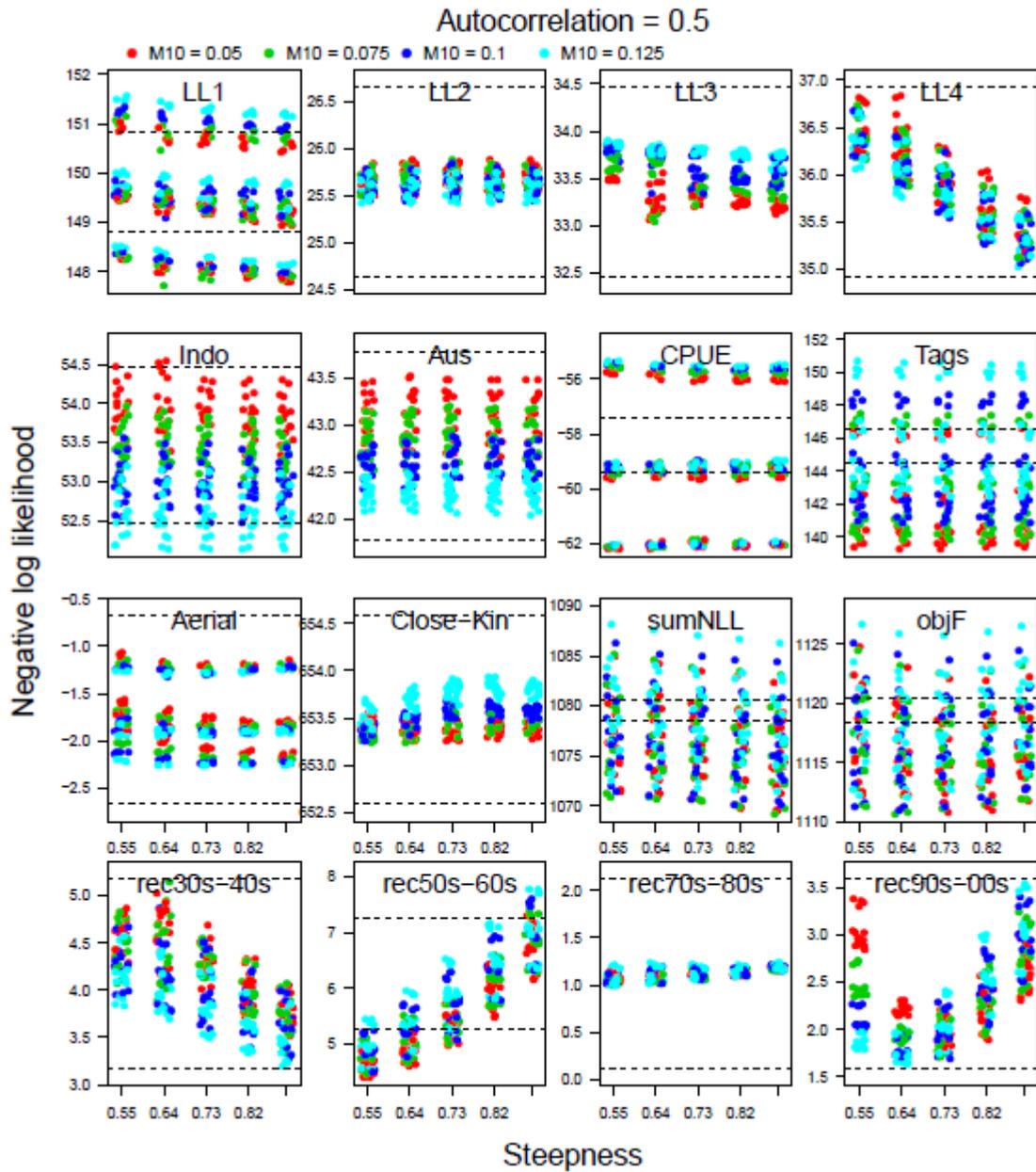


図 16. 負の対数尤度プロファイル、目的関数及び 20 年間の資源-加入ペナルティー偏差に自己相関する残差を仮定した場合 (AC=0.5)

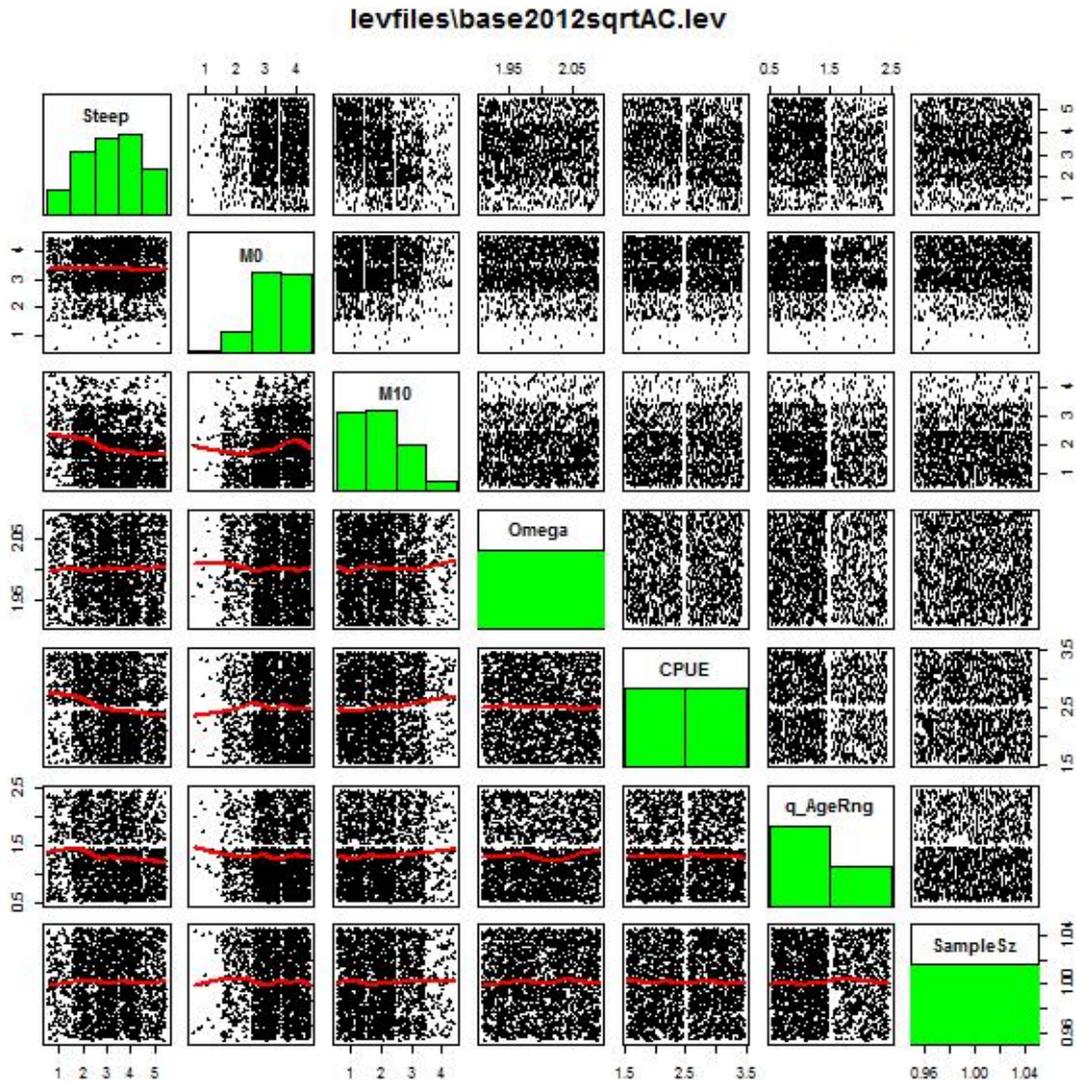


図 17. 資源-加入残差に自己相関を含めたモデルにおける目的関数の重み付けを使用したグリッドからのスティープネスのサンプリングの水準 (AC=0.5)

41. これらの結果を踏まえ、作業部会は、加入残差が独立と仮定する時にはスティープネスに目的関数の重み付けを使用するのは適切ではなく、OMはフィッティングのペナルティの数式に加入残差の自己相関の固定値を含めれば改善されるだろうと結論付けた。
42. 作業部会は、グリッドではスティープネスは一定の事前分布を使用することが最適なアプローチであることに合意した。
43. 2011年に使用したグリッドのスティープネス値は0.55から0.9の範囲であった。低いスティープネス値は、極めて低い目的関数値となったために除かれた。しかし、加入残差に自己相関を導入した時に目的関数が無益な情報であった事実、並びに作業部会が一様の重み付けのスティープネスを使用することを決定したことは、 h の範囲に低い値を含めることを

再考しなくてはならないことを暗示していた。 $h=0.3$ 及び $h=0.385$ を含めた 7 個の h 値 (base7h) を用いたモデルランが実施された。この拡大したグリッドで得られた尤度プロファイルは、2 つの低い h 値で、特に近縁遺伝子解析データで、負の対数尤度の顕著な増加を示した (図 18)。どの尤度要素もこれらの低い h 値で選好性を示さなかった。

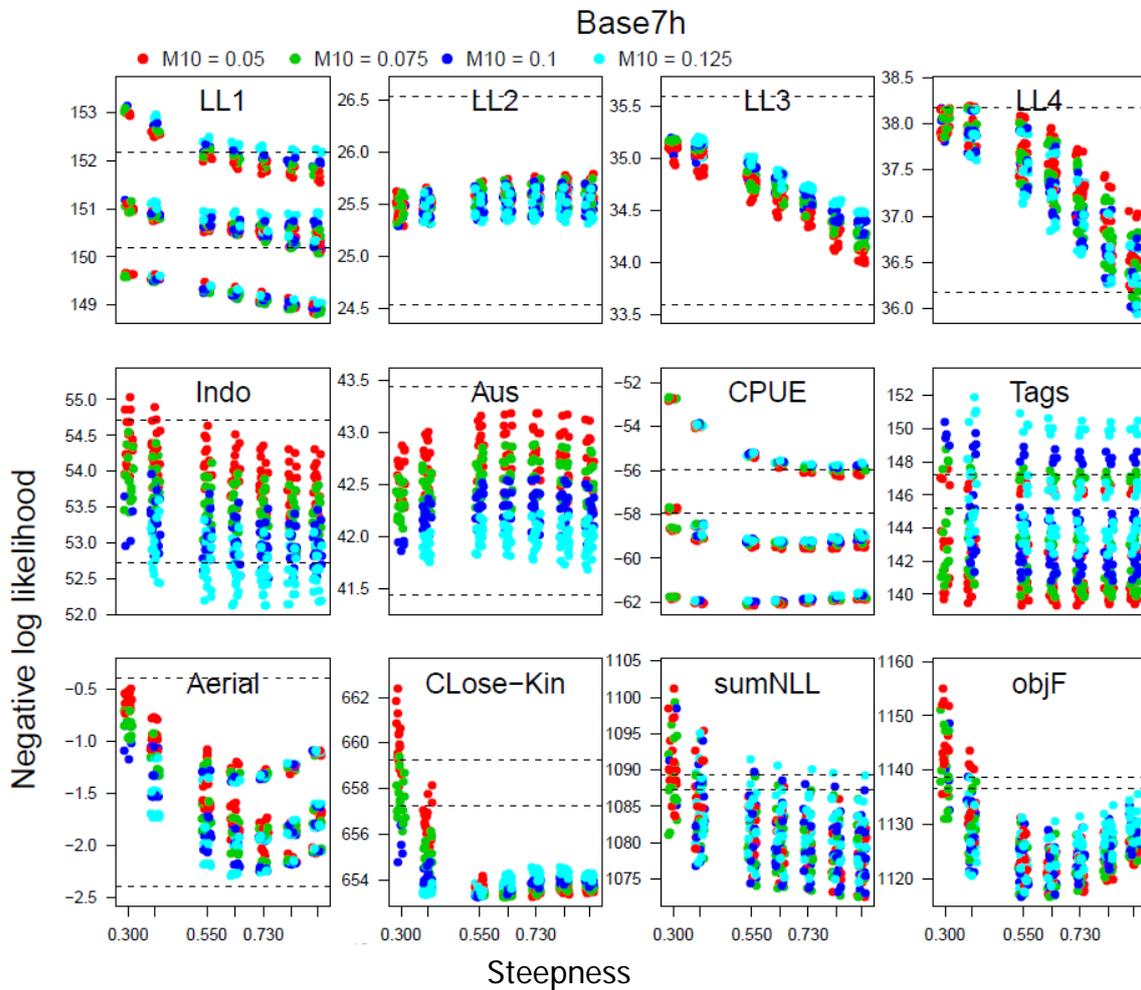


図 15. スティープネスの軸を 0.3 から 0.9 までに拡大したスティープネス、並びに資源-加入ペナルティーに自己相関を含めなかった場合の負の対数尤度プロファイル。

2.2 セル内の不確実性の扱い

44. モデルの条件付け及びセル内の不確実性の推定 (すなわち推定エラー) は、ヘシアンが正として定義されない問題を会合中に提示した。この問題を解決する努力は完了してはいないが、この挙動と LL3 の初期サイズ組成で 2011 年にサンプルサイズゼロと指定される事実とがいくらか関係しているように思われた。

2.3 主要パラメーターの重み付け計画

45. スティープネス値 0.3 及び 0.385 で負の対数尤度が増加したことに基づき（図 19、議題 2.1 で議論）、作業部会は、 h 値を 2011 年の MP 評価に使用した OM で仮定した 0.55 から 0.9 と同一範囲に維持することを決定した。
46. 議題 2.1 で議論した通り、スティープネスが 0.55-0.9 の範囲で目的関数が無益な情報しか示さなかった、自己相関加入偏差を用いたモデルランの結果に基づき、作業部会は、スティープネスには一様分布を用いることを決定した。
47. M10 について、上記で定めたグリッド設定を用いて得られた目的関数の重み付けは低い値に選好性を示した（図 20）。M10 値 0.03 及び 0.04 を用いて得られたフィットは、プラスグループのサイズのインパクト並びにインドネシアのセレクトイビティに特に注意を払って、グリッドの最終決定をする前に評価されなければならない。
48. ベースモデルは、年齢別の再生産寄与の効果について、議題 1.2 で定めたように中間的なシナリオを使う予定である。この関数の不確実性を取り込むために追加的なグリッド軸を含めることは、代替の関数を試した結果における相対的な加入及び産卵資源量のトレンドへの感度の欠落並びに現在の産卵資源量の絶対値から、不要と考えられた。
49. これらの検討から、作業部会は、 M_{10} 値の範囲のさらなる検討を残しながら、表 6 のように設定した OM 用のグリッド構造を用いると決定した。

表 6. 参照セットグリッドの軸の設定

	累積数		値					事前分布	重み付け
	水準								
スティープネス									
(h)	5	5	0.55	0.64	0.73	0.82	0.9	一様	事前分布
M_1	4	20	0.30	0.35	0.40	0.45		一様	目的関数
M_{10}	4	80	0.05	0.075	0.1	0.125		一様	目的関数
オメガ	1	80	1					なし	なし
CPUE シリーズ	2	160	w.5	w.8				一様	事前分布
q 年齢範囲	2	320	4-18	8-12				0.67, 0.33	事前分布
サンプルサイズ	1	320	平方根					なし	なし

議題項目 4. 科学調査計画の検討

53. 会合中に実施した解析の結果は、さらなる検討が必要なモデリングシリーズ及びデータ解析問題の特定につながった。これらは議題 5 に列記した。科学調査計画の優先順位に関する広範な議論は ESC に持ち越された。

議題項目 5. 作業計画と予定表

54. 下記は、全面的な SBT 資源評価が実施される 2014 年の ESC の準備として特定される課題と問題のリストである。これらの課題は、作業部会中に実施された作業に基づいて特定された。

キャンベラ会合の前（または期間中）：

55. 将来予測用の入力ファイルの更新（アナ）。
56. モデル設定についてのワード文書の更新（アナ、リチャード）。
57. バージョン・コントロール内の資源評価コード（グリッド及び将来予測）についてのユーザー文書の更新（アナ及びジム）。
58. M10 軸が 0.03 及び 0.04 を含んだものにグリッドを拡大し、尤度プロファイル及びプラスグループの効果とインドネシアのセレクトイビティを評価する（トレバー）。
59. 加入偏差の自己相関をハードワイヤーに固定したコードで実行した時に生じる数値的問題を特定する。現在の数式の境界にあたることと関係している問題のようであることから、漁獲式を再考することになるかも知れない。問題が特定されない場合は、経験的な自己相関を用いてペナルティを事後に再計算して評価する（リチャード）。
60. ドーム型のセレクトイビティに関係するインドネシア漁業の情報を集約する（努力量及び釣鈎深度データ）（CSIRO）。

キャンベラ会合中：

61. OM と近縁遺伝子解析との産卵資源サイズ推定値の差をさらに良く理解する観点から、OM の要素（CPUE、標識放流、インドネシア年齢組成への低い重み付け）を取り除くか変更した場合の OM 結果への効果を評価する（キャンベラでの技術作業部会）。
62. OM 結果と独立した近縁遺伝子解析の資源評価とのさらなる比較。
63. OM 更新（近縁遺伝子解析データの導入を含む）の MP パフォーマンスへの影響評価。
64. どのパラメーターがヘシアンを正でなく定義しているかの評価。

2014 年資源評価用：

65. 初期の平衡の仮定なしに、1950 年の初期資源量と年齢構造の推定。
66. q の時間に対する直線増加の仮定を除いた場合の感度の評価。

67. セレクティビティの仮定に対する独立した近縁遺伝子解析の資源評価の感度の評価。
68. OM 残差と有効サンプルサイズの評価。
69. 全てのコードのためのバージョン・コントロールの使用の洗練 (MP、OM、R スクリプト)。
70. OM グリッドにおけるセル内の不確実性の取り込み方の評価。

CPUE 作業

71. 会合は CPUE 指標を検討するサブグループを招集し、彼らは別紙 4 の要約を提示した。

議題項目 6. 閉会

6.1 報告書の採択

72. 報告書案は会合中に準備され、参加者は編集的なコメントを提示した。最終案は作業部会の後に回章され電子メールで承認された。

6.2 閉会

73. 会合は 2013 年 7 月 26 日午後 4:30 に閉会した。

別紙リスト

別紙

- 1 参加者リスト
- 2 議題
- 3 文書リスト
- 4 再生産の計算
- 5 CPUE 議論の報告

第4回オペレーティング・モデル及び管理方式に関する技術会合
参加者リスト

First name	Last name	Title	Position	Organisation	Postal address	Tel	Fax	Email
CHAIR								
Ana	PARMA	Dr		Centro Nacional Patagonico	Pueto Madryn, Chubut Argentina	54 2965 451024	54 2965 451543	parma@cenpat.edu.ar
ESC CHAIR								
John	ANNALA	Dr	Chief Scientific Officer	Gulf of Maine Research Institute	350 Commercial Street, Portland, Maine 04101 USA	1 207 772 2321	+1 207 772 6855	jannala@gmri.org
ADVISORY PANEL								
John	POPE	Prof			The Old Rectory, Burgh St, Peter Norfolk, NR34 0BT, UK	44 1502 677377	44 1502 677377	popeJG@aol.com
James	IANELLI	Dr		REFM Division, Alaska Fisheries Science Centre	7600 Sand Pt Way NE, Seattle, WA 98115 USA	1 206 526 6510	1 206 526 6723	jim.ianelli@noaa.gov
CONSULTANT								
Trevor	BRANCH	Dr			20504 86th P1 W, Edmonds, WA 98026 USA	1 206 450 2830		tbranch@gmail.com
MEMBERS								
AUSTRALIA								
Ilona	Stobutzki	Dr	Assistant Secretary	Department of Agriculture, Fisheries & Forestry	GPO Box 1563, Canberra ACT 2601	61 2 4277	61 2 6272 2104	ilona.stobutzki@daff.gov.au

First name	Last name	Title	Position	Organisation	Postal address	Tel	Fax	Email
Campbell	DAVIES	Dr	Research Program Leader	CSIRO Marine and Atmospheric Research	GPO Box 1538, Hobart, Tasmania 7001, Australia	61 2 6232 5044	61 3 6232 5000	Campbell.Davies@csiro.au
Rich	HILLARY	Dr	Senior Ecological Modeller	CSIRO Marine and Atmospheric Research	GPO Box 1538, Hobart, Tasmania 7001, Australia	61 3 6232 5452	61 3 6232 5000	Rich.Hillary@csiro.au
Michael	Sissenwine	Dr		Wood's Hole Oceanographic Institute	Box 2228, Teaticket MA 02536, USA	1 508 566 3144	N/A	m.sissenwine@gmail.com

FISHING ENTITY OF TAIWAN

Sheng-Ping	Wang	Dr	Associate Professor	National Taiwan Ocean University	2 Pei-Ning Road, Keelung 20224	+886 2 246221 92 ext 5028	+886 2 246368 34	wsp@mail.ntou.edu.tw
------------	------	----	---------------------	----------------------------------	--------------------------------	---------------------------	------------------	----------------------

JAPAN

Tomoyuki	ITOH	Dr	Group leader	National Research Institute of Far Seas Fisheries	5-7-1 Orido, Shimizu Shizuoka 424-8633	81 543 36 6036	81 543 35 9642	itou@fra.affrc.go.jp
Norio	TAKAHASHI	Dr	Senior Scientist	National Research Institute of Far Seas Fisheries	2-12-4 Fukuura Kanazawa-ku Yokohama, Kanagawa 236-8648	81 45 788 7509	81 45 788 5004	norio@fra.affrc.go.jp
Osamu	SAKAI	Dr	Researcher	National Research Institute of Far Seas Fisheries	5-7-1 Orido, Shimizu Shizuoka 424-8633	81 543 36 6037	81 543 35 9642	sakaios@fra.affrc.go.jp
Yuji	UOZUMI	Dr	Researcher	National Research Institute of Far Seas Fisheries	5-7-1 Orido, Shimizu Shizuoka 424-8633	81 543 36 6000	81 543 35 9642	uozumi@fra.affrc.go.jp

First name	Last name	Title	Position	Organisation	Postal address	Tel	Fax	Email
Doug	BUTTERWORTH	Prof		Dept of Maths & Applied Maths University of Cape Town	Rondebosch 7701, South Africa	+27 21 650 2343	+27 21 650 2334	Doug.Butterworth@uct.ac.za

NEW ZEALAND

Kevin	SULLIVAN	Dr	Fisheries Stock Assessment Manager	Ministry for Primary Industries	PO Box 2526 Wellington	64 4 819 4264	64 4 894 0300	sullivak@mpi.govt.nz
-------	----------	----	---	---------------------------------------	---------------------------	------------------	------------------	----------------------

INTERPRETERS

Yoko	YAMAKAGE	Ms						
------	----------	----	--	--	--	--	--	--

議題

第 4 回オペレーティング・モデル及び管理方式に関する技術会合

米国・メイン州ポートランド、2013 年 7 月 23-26 日

付託事項

2012 年の ESC 会合において特定された付託事項は以下のとおり。

- (a) 資源評価の目的で、近縁 (CK) データを適用する代替のアプローチを評価する。
 - モデルの仮定に対する感度を含める (OM の外部のものに関して)
- (b) CK データを OM の中で使用する影響を精査し、他の情報及びモデルの仮定との一貫性を評価する。
- (c) 新しい CK 情報を考慮したグリッドの構造及びそれに関連する不確実性を評価する。
 - 例、産卵親魚資源量の定義、選択性、その他の影響、及び MPD への影響を検討し、グリッド内のセルの不確実性を評価 (ヘシアン行列の近似値の使用が考えられる)
 - 主要パラメータの重み付けの体系 (すなわち、グリッドの軸)
- (d) ESC で実行するために、バージョン・コントロール及び MP コードを洗練させる。

暫定議題

1. 資源評価に近縁遺伝子の情報を用いる代替手法について
 - 1.1 オペレーティングモデル (OM) の外でのモデルの開発
 - セレクティビティーに関する仮定への感度
 - 1.2 OM への近縁データの組み入れ
 - 代替の仮定を用いた手法と感度
 - その他のデータとの一貫性
2. リファレンスセットの再検討
 - 2.1 グリッドの構造と関連した不確実性
 - 2.2 セル内の不確実性の扱い
 - 2.3 主要パラメータの重み付け計画
3. コードの改善とバージョン・コントロール・システム
4. 科学調査計画の検討

5. 作業計画と予定表

- 5.1 OM コードのアップデート及び関連するグラフィックファイル（必要な場合）
- 5.2 休会期間中の作業計画の策定
- 5.3 ESC において議論されるべき課題の特定

文書リスト

第4回オペレーティング・モデル及び管理方式に関する技術会合

(CCSBT- OMMP/1307/)

1. Provisional Agenda
2. Draft List of Participants
3. Draft List of Documents
4. (Australia) Standalone MP software and data inputs in 2013.
5. (Australia) Data weighting, grid configurations and further exploration of the integration of the close-kin data into the SBT operating model
6. (Australia) Estimates of recruitment variability outside of the SBT operating model.
7. (Japan) Description of CPUE calculation from the core vessel data for southern bluefin tuna in 2013. Itoh T., Sakai O., and Takahashi N.
8. (Japan) Change in operation pattern of Japanese SBT longliners in 2012. Itoh T.
9. (Japan) A check of operating model predictions from the viewpoint of the management procedure implementation in 2013 (Rev.). Sakai O., Takahashi N., and Kurota H.
10. (CPUE Chair) Summary Report of the CPUE web meeting held on the 25/26 April 2013. Pope J.G.

(CCSBT- OMMP/1307/ Info)

1. (Australia) Close-kin update

(CCSBT- OMMP/1307/ Rep)

1. Report of the Nineteenth Annual Meeting of the Commission (October 2012)
2. Report of the Seventeenth Meeting of the Scientific Committee (August 2012)
3. Report of the Eighteenth Annual Meeting of the Commission (October 2011)
4. Report of the Sixteenth Meeting of the Scientific Committee (July 2011)
5. Report of the Third Operating Model and Management Procedure Technical Meeting (June 2010)

再生産の計算

近縁データを含めてオペレーティング・モデルを実行するためには、以下の年齢ベースの変数を推定する必要がある。

(注意：上付きの i は未成魚を、 m は成魚を、 $\#$ は産卵場で測定されたことを示す。)

1. 年齢 a 歳で成熟している割合、 ϕ_a
2. 再生産生成物 = r_a 、年齢 a で合計される
3. 再生産する魚の漁獲 = RC_a 特定された年齢分布と関係し、この分布の観察値に対して比較するのに使用できる

これらは、既知またはモデルにフィットさせた時に推定できる以下の変数／要素と関連する。

- $\phi_a^\#$ 産卵場でサンプリングされて成熟している年齢 a のマグロの割合
- p_a^m 年齢 a の成熟マグロが少なくともある時には産卵場に行く確率 = 1 (仮定により)
- d_a 年齢 a の成熟マグロの 1 日当たりの産卵の生成物
- N_a モデルによる年齢の個体数
- S_a 産卵場での漁業のセレクトイビティ

また以下の変数は仮定を置く必要があると現在は考えられている。

- p_a^i 年齢 a の未成熟マグロが少なくともある時に産卵場に行く確率
- g_a^m 年齢 a の成熟マグロが産卵場に行き産卵場で過ごす時間の割合
- g_a^i 年齢 a の未成熟マグロが産卵場に行き産卵場で過ごす時間の割合
- S_a^m 産卵場における年齢 a の成熟マグロが漁業で漁獲される確率 (すなわち、これは漁具要素のセレクトイビティだけを含み、利用可能性の要素を含まない)
- S_a^i 産卵場における年齢 a の未成熟マグロが漁業で漁獲される確率

推定 ϕ_a

産卵場での成熟率の測定は以下のように個体群全体の成熟率と関係している点に留意：

$$\phi_a^\# = \frac{S_a^m g_a^m p_a^m \phi_a}{S_a^m g_a^m p_a^m \phi_a + S_a^i g_a^i p_a^i (1 - \phi_a)} \quad 1$$

$S_a^m = S_a^i = S_a^\#$, と仮定して、以下を定義する

$$c_a = g_a^m p_a^m, \quad g_a^i p_a^i = \lambda_a c_a.$$

式1で S_a は消え、 c_a に対していくつかの式が仮定される。

よって、例えば $\lambda_a=1$ ならば式1は単純化される：

$$\phi_a^\# = \frac{\phi_a}{\lambda_a + (1 - \lambda_a)\phi_a} = \phi_a \text{ for } \lambda_a = 1$$

以下のように整理できる：

$$\phi_a = \frac{\lambda_a \phi_a^\#}{1 - (1 - \lambda_a)\phi_a^\#} = \phi_a^\# \text{ for } \lambda_a = 1$$

他の不明点

ϕ_a の推定に関して、今では POPs で特定された親魚の年齢分布の予測が計算可能である：

$$\begin{aligned} RC_a &= S_a N_a = S_a^\# c_a [\lambda_a + (1 - \lambda_a)\phi_a] \\ &= S_a^\# c_a \quad \text{for } \lambda_a = 1 \end{aligned}$$

また

再生産の生成物： $r_a = d_a c_a \phi_a N_a$

2013年7月24日の OMMP4 における CPUE の議論の報告

ジョン・ポープ博士は 2013 年 4 月に行われた CPUEweb 会合の要約を発表した (CCSBT- OMMP/1307/10)。2つの主要な議題があり、現在のベースシリーズが適切な挙動を継続しているかの確認、並びに CPUE モニタリングシリーズ候補の新たな作業の開発と推奨であった。

多様なモニタリングシリーズ候補が提案された。以下のシリーズを構築しベースモデルシリーズと比較するのに用いることが合意された。それらは以下のとおりである。

1. ベースモデルだが混獲項を含まない (すなわちキハダとメバチの項を除く)
2. ポープ博士の混獲モデル (1 と同様だがゼロ SBT 操業の割合を混獲指標として含む)
3. ベースモデルで全ての交互作用を取り除く (主効果のみ)
4. 交互作用は残すがランダム効果として扱う (一年×月、エリア×月)
5. 新シリーズを提供するため GAM/空間時間スプラインを使う

また、1° x 1°及び操業別シリーズもモニタリングシリーズ候補とすることが留意された。

議長への回答として、メンバーは上記の 4 以外の全ての CPUE シリーズは完了したか準備中であり、1° x 1°は既に完了したと答えた。伊藤博士はシリーズ 2 の構築を申し出て、ポープ博士はオーストラリアと日本に 4 の準備で連携することを要請し、オーストラリアはシリーズ 5 を準備した。

伊藤博士は、管理戦略に用いられるコア CPUE 指標の更新を発表した (CCSBT- OMMP/1307/07)。ベースシリーズは以下の変数と交互作用を持つ。

$$\log(\text{CPUE}+0.2) = \text{Intercept} + \text{Year} + \text{Month} + \text{Area} + \text{Lat5} + \text{BET_CPUE} + \text{YFT_CPUE} + (\text{Month} * \text{Area}) + (\text{Year} * \text{Lat5}) + (\text{Year} * \text{Area}) + \text{Error}$$

2つの追加 CPUE がベースケースとの比較に作成される：

1. 削減ベースモデル：

$$\log(\text{CPUE}+0.2) = \text{Intercept} + \text{Year} + \text{Month} + \text{Area} + \text{Lat5} + (\text{Month} * \text{Area}) + \text{Error}$$
2. ベースシリーズと同じ変数だが、集約した 5x5 月データではなく操業別データを使用するもの。

ベースモデルと削減モデルとは、最近 3 年間以外は極めて類似した (OMMP/1307/07 の図 4)。この違いの原因を、要素を除いて最も違いを大き

くするものを特定して探索した。年×緯度5度、年×エリアの交互作用がこれらの違いに関係していることが分かった（この文書の図5）。

ベースモデル及び操業別シリーズは、最近年（2012年）以外は極めて類似した。7海区の努力量増加がこの差の原因であったことが分かった。

作業部会は、この差を議論し、2012年に7海区により多くの努力量が引きつけられたことでCPUEが高くなったと決定した。CPUEシリーズに見られた差は問題ではないと考えられたが、継続してレビューすべきとした。

伊藤博士は、2012年の日本はえ縄操業について以前の年と比較した要約を発表した（CCSBT-OMMP/1307/08）。7海区で使用釣鉤数が増加した以外、2012年にほとんど変化はなかった。体長組成データで見られた特徴は優占モードが2009年から2012年に進行したものであった。集中指数は7海区で増加（すなわち、より拡散）した以外はほとんど変化はなかった。

結論：作業部会は、更新したCPUEシリーズはMPに適切であり、使用されるモデルに変更の理由はないと結論付けた。

議論

作業部会は、将来のCPUE研究に有益と思われる他のアイデアと新たな作業について議論した：

- 台湾のCPUEを日本のCPUEと海区ごとに比較するため、台湾（ワン博士）と日本（伊藤博士及び高橋博士）の科学者は、この実現に最適な方法を討議し、合同の解析を提示する。この比較のために、台湾CPUEには他種の混獲での調整が必要な可能性があり、また日本データには限定したサイズ範囲の魚で比較する必要がある可能性がある。
- 韓国CPUEデータの解析を実行する。成功のためには同様の協力が必要である。最初は、韓国と日本のCPUEを、最も重複が起きると思われる9海区で比較するのが最も容易であろう。
- 2006年以降のCPUEシリーズも長くなってきたことから、2006年から開始する短い時系列を検討する。
- サイズ分布の平均の変化を考慮するためにサイズベースのCPUE指標を見る。第1段階としては、2、3の広いサイズ範囲でデータを分割するのが十分と予想される。伊藤博士は適切なデータセットの構築を試みることを申し出た。
- はえ縄CPUEの一貫した時間／空間分布を提供する、はえ縄を使った調査操業の実験をデザインする。伊藤博士は、日本業界代表との初期的な議論を報告した。彼らは、原則としてアイデアには反対しないが、研究の目的、必要となる努力量、及び具体的な計画の性質について、より詳細に理解する必要があるとした。

- ポープ博士は、コンスタント・スクエア対バリエブル・スクエアのために使用する重み付けを明確にするための長期的な実験は、商業船による調査努力としてより可能性のあるものであると提案した。そうした作業の初期段階として、時間に対して操業した区画と落ちた区画をマップに描くことは有益であろう。彼は、コンスタント・スクエアとバリエブル・スクエアとの差が最も大きくなるのに貢献する 5x5 セルと月の詳細についてのレポートの作成を、高橋博士に要請した。

2013 年 7 月の CPUE 議論におけるワーキングペーパーのリスト

CCSBT-OMMP/1307/07 (日本) 2013 年のミナミマグロのコア船 CPUE の計算についての記述。伊藤、境、高橋。

CCSBT-OMMP/1307/08 (日本) 日本のミナミマグロ延縄操業パターンの変化の検証：2012 年。伊藤。

CCSBT-OMMP/1307/10 (CPUE モデリンググループ議長) 2013 年 4 月 25/26 日に開催された CPUE ウェブ会合のサマリーレポート。

台湾はえ縄 CPUE に基づく SBT 資源指標の開発作業の計画

ポートランドでの第 4 回 OMMP 作業部会

ワン、高橋、伊藤

1. 漁業とデータ収集システムの情報収集
 - ▶ 漁獲、努力量、サイズ、船団サイズ、漁具仕様、等
 - ▶ 船から政府への報告システム、実際の報告率及びそれらの年に伴う変化
 - ▶ 過去に CCSBT へ提出された文書及び他の文書または関連する情報のレビュー
2. 漁業と漁獲データの理解
 - ▶ 既に CCSBT に提出されたデータの解析
例えば、時空間分布：漁獲、努力量、CPUE のマッピング
多様なサマリー
 - ▶ CCSBT に提出されていないデータの解析
例えば、他の混獲マグロ類、すなわちビンナガ、メバチ、キハダ。
ビンナガが最重要。
漁獲がゼロインフレーションかをチェック
3. 要素ごとの理解
 - ▶ 要素の各候補が年や他の要素に対してどのように変化するか
 - ▶ 相互間の相関
4. 日本データとの比較
 - ▶ 操業方法、漁業戦略等の日本と台湾のはえ縄船の差異の理解
 - ▶ 比較する時空間の特定
 - ▶ 台湾漁獲データに対して日本のサイズデータが使用可能か
5. CPUE の標準化
 - ▶ 標準化モデル (GLM、GAM 等) に含む変数について漁獲と努力量データの探索
 - ▶ 標準化の実行、モデルフィットの検討、適切なモデルの選択
6. Abundance index 資源指標
 - ▶ 台湾漁場内の SBT 分布の定義の検討 (バリエブル・スクエア及びコンスタント・スクエア?)
 - ▶ 海域重み付け?

備考：

- ◇ CPUE 解析には 2002 年以降のデータを主に使用する。1981 年からの過去のデータは台湾はえ縄漁業の特性把握に使用する。2002 年以前のデータの利用は将来試みるかも知れない。

- ◇ 議題 1 及び 2 の進捗は 2013 年 9 月に開催される ESC18 の CPUE グループで報告される。