

Commission for the Conservation of
Southern Bluefin Tuna



みなまぐろ保存委員会

管理手続き特別技術会合報告書

2005年2月15-18日
アメリカ合衆国、シアトル

管理手続き特別技術会合報告書

2005年2月15-18日

アメリカ合衆国、シアトル

議題 1. 開会

1. 議長のアナパルマ博士が開会を宣言した。
2. 議長は会合の付託事項を示した。議長はこの会合の結果として、特に次の三項目を提示する必要があることに留意した：
 - 合意されたオペレーティングモデル；
 - SAG 5 / SC 9 のコアセット及び感度テストに取って代わる合意されたリファレンスセット(RS) 及びロバストネステスト (RT) ；
 - 決定事項及びそれらの決定の理論的根拠を明確に示した合意された報告書。
3. 参加者の紹介が行われた。会合の参加者リストは別添 1 の通り。

議題 2. 議題の採択

4. 本会合の前に回章された議題案が受け入れられた。議題は別添 2 の通り。

議題 3. ラポルツアーの任命

5. 報告書を作成するためのラポルツアーがメンバー及びパネルから任命された。ニュージーランドのシェルトンハーレー博士は、ラポルツアーの役を自ら引き受けた。

議題 4. 文書の承認及び文書リストの最終化

6. 本会合の文書リストが検討され、対応する議題に沿って分類された。文書リストは別添 3。

議題 5. MP の最終テストのリファレンスセット及びロバストネステストの選択

5.1 メンバーが実施した感度テストのレビュー

7. ジムイアネリ博士は SAG 5 / SC 9 で決定された事項のレビューを行った。これは本会合の前に参加者に提供された文書“*OMassumptions_being updated Feb05.doc*”に基づいている。同博士は特に以下の点に留意した：
 - コアセットは 270 回の実行結果に基づいており、完了に 6 時間を要した。
 - 2000 の予測の計算で用いた重み付けは、プライアーとプライアーx 尤度の重み付けの混合であった。
 - SAG 5 では、MP の開発作業で使用した漁期の定義と漁獲推定値と整合性を持たせるために、標識データを最新化することが合意された。

8. CCSBT-MPTM/0502/04 はその緒言で、リファレンスセットにそれぞれの要素を入れるべきかどうか検討するために有用なポイントを提供した。会合ではまずこれらが議論され、残りの文書は会合の後半で議論された。これらのポイントの要約は次の通り：
 - 尤度が比較的高いモデルの仮説を入れる傾向がある。
 - 尤度が比較的低いモデルの仮説であっても、そのモデルが特定の次元、例えば steepness の異なるレベルなどに関してあまり有用な情報を提供しないものでも、それを入れる傾向がある。
 - グリッドのサイズを増やすにもかかわらず、将来のダイナミックス(現行の漁獲量を一定とする予測)の不確実性の範囲を大きく変化させないモデルの仮説は落とす傾向がある(例：妥当性のあるシナリオの確率分布は、適切な重み付けが行われれば、より少ない数のシナリオで的確に示すことが可能である)。
 - 2000 という予測のサンプルサイズでモデルが適切にカバーされるように、グリッドの次元とレベルを扱いやすい数で維持しようとしている。
 - 今後数年間は CPUE の指数に多少の増減があることを妥当な確率で示す – 即ち、近い将来において CPUE がどの方向に変化するかということを実際に予測することはできないことを明示的に認める(例：2004 年の MP 会合で起きた問題のような、MP のプロセスに対する信頼性を阻害するようなことは回避する)。
9. これらの一般的な原則に関する議論がなされ、全般的な合意として、リファレンスセット及びロバストネステストを定義づけるワークショップにするべきであることが合意された。リファレンスセットに含まれるべき要素に関しては、相対的な妥当性が検討される範囲全体に適用されるべきで、また結果は、その範囲全体を通してその要素の異なるレベルに対して敏感であるべきことが留意された。逆に頑健性に含めるものに関しては、仮説の妥当性はより低いが、パフォーマンスに影響があると認められるものとする。ある MP がいくつかのロバストネステストでフィードバックとして適切なコントロールを提供しなかった場合は、メタルールを策定すべき状況設定の検討材料になりうる。さらに結果を利用して、敏感な反応が見られるロバストネステストに含まれる仮説の妥当性が実際に低いことを確認するためにはどのような調査を実施する必要があるのか、あるいはどのようなデータを収集すべきなのかを特定することができる。
10. CCSBT-MPTM/0502/06 は D&M MP をコアセットの OM にチューニングした場合を調査し、さらにそれをコアセットの構成シナリオと感度テストに適用している。MP のこのバージョンは体長分布の情報を考慮していない。各要素のレベルを順番に変更していき、予想されるパフォーマンスに評価可能な変化が認められるか否かで、リファレンスセットとロバストネステストに入れるか除外するかの判断基準とすることが提案された。主要な結果は以下の事柄を含む：
 - インドネシアの選択性を 18 才より上で固定すると大きな差が見られたことから、リファレンスセットに入れるべきである。
 - 低い加入量が連続する仮定の下では、MP の感度テストにおいて問題が生じた。現在、TAC の最大減少幅が設定されているので、チューニングレベルに即した再建を可能にするための漁獲量の削減ができなかった。
 - M0 の異なるレベルでの MP のパフォーマンスは総じて同様であったことから、この要素はリファレンスセットから除外できる。

- 条件付けに使用されるさまざまなCPUE シリーズの結果には評価可能な差が認められた。特にw0.5 シリーズはよりいっそう悲観的な予測につながった。このシリーズは、他のCPUEシリーズとは質的にかなり異なることが留意された。
11. CCSBT-MPTM/0502/07 はコアセット及びいくつかの感度テストを用いて一定の漁獲量 (現行の漁獲量) の下で資源量の予測を提供しており、他のモデル構造、特に体長組成データの尤度関数の有効サンプルサイズの仮定を変えているものに関して検討を加えている。主要な結果は以下の事項を含む：
- 現行の漁獲量の下でのコアセットの予測は、全般的に相当悲観的であった。
 - 異なるオメガの値の尤度と CPUE シリーズの間で密接な関係があった。例えば、ST-window シリーズは高いオメガの値と関連性があり、一方で w0.5 シリーズは低い値と関連性があった。
 - 標識データを入れると M10 の値は高くなり、より楽観的な予測結果につながった。
 - 最近年の加入量推定値は予想されたものよりも少ないばらつきを見せ、コアセットの要素とレベルが異なっても同じような値が得られた。
 - CPUE に関して漁獲効率を標準化する年令(即ち、選択率が正規化される年令範囲)を 4-30 才から 8-12 才に変更すると、バイオマスの範囲が大幅に縮小され、より悲観的な予測につながった。
 - インドネシアの漁業で 18 才より上の選択性を一定にすると、データの当てはまりが悪くなった。
 - 体長組成データの有効サンプルサイズに関する代替の仮定では、結果に大幅な影響が見られた。
12. これらの結果の議論の中から次の主要な課題が指摘された：
- それぞれの要素の相互関係を検討するべきである。
 - 2000-01 年のコホートの度合いが強すぎるという懸念があるのであれば、予測の段階で 2002 年以降のコホートに適用されている不確実性を加えることが可能である。
 - 標識の報告率は既知の値で誤差がないものとして処理されている。現在のモデル構造を考慮すると、最も実施可能な対応策はグリッドに代替の報告率を含めることである。
 - インドネシアの漁業のドーム形状の選択性は、現在の生物学的知見と必ずしも矛盾するものではない。
13. CCSBT-MPTM/0502/04 は、コアセット、感度テスト、さらに可能性のあるいくつかのリファレンスセットの候補を用いて、漁獲量を一定とした場合の予測を行った。ここでは加えることができる要素と除外できる要素、また減らすことができるレベルの数が検討されている。特に仮定された年令及び体長組成データのサンプルサイズ、CPUE シリーズ、標識データの挿入、CPUE を計算するための漁獲効率の代替の年令範囲に焦点を当てている。主な結果は以下の事柄を含む：
- 元のサンプルサイズを二つに割ったものを使用すると、予測 (中央値で見た場合) は (平方根に対して) より楽観的になると同時に、より大きな変化を示した。
 - 結果は CPUE の計算のための漁獲効率の代替の年令範囲に対してかなり敏感であった。
 - CPUE の中央値対五つの CPUE シリーズを一緒にしたもののパフォーマンスは他の要素、特に選択性が正規化される年令の仮定と比べてそれほどよくはなかったことから、リファレンスセットの CPUE のレベルを減らす可能性が考えられる。

- 最新化された標識データと報告率のオプションの変更を入れても、最も高い M10 の値を好む傾向を示さなくなった。またサイズと年令のデータに与えられる重みと標識データを挿入するかどうかの選択の間に相互作用があることが留意された。標識データを入れると、中央値で見た場合には一般的な傾向としてより楽観的な予測につながる。
14. CCSBT-MPTM/0502/04 はその結論の中で、リファレンスセットの選択に関して以下の問いを投げかけた：
- サンプルの重み(年令及び体長組成データ)はどれを使用するか、またサンプルの重みはグリッドの軸とするべきか。
 - 漁獲効率の年令範囲に関する不確実性はグリッドの軸に入れるべきか。
 - もとのグリッドに入っている CPUE の軸は CPUE の中央値に縮小するべきか。
 - 標識データを入れるべきか。
15. CCSBT-MPTM/0502/05 は最も新しい漁獲量の推定値と漁期の定義に基づいて、標識データの修正報告率を提示した。報告率に関して、監視が行われなかった航海の報告がどう変化するかという二つの仮定について、それぞれに 8 つのオプションが報告された。主要な点は以下を含む：
- これらの 8 つのオプションは実際の報告率の不確実性の範囲を網羅していないが、監視されていない主要な漁業における未報告率が監視されている漁業と同じであると仮定した場合との対比で、直接得られた情報を使用することの感度の程度を提供している。
 - オプション 8 はこの中では最も妥当性の高いオプションである。何故なら未報告率が推定されている監視されている主要な漁業において、直接の情報に基づいた報告率を出している唯一のケースだからである。
 - オブザーバーが乗船している船で、標識が付いている魚が漁獲された際にオブザーバーが実際に監視していたかどうか標識が 100%回収されたかどうかという点で不確実性が存在するため、現行の推定値には解決不可能な偏りの可能性が内在する。この文書で提示されているスケーリングが行われた場合と行われなかった場合の推定値は、この不確実性に対する感度の程度を示しており、両者の差は大きい。現行のデータから、偏りの度合を検分することはできないが、このことは報告率の推定にオブザーバーデータを使用する場合には、オブザーバーが詳細でかつ正確なデータを記録し、それらを入手可能にすることの重要性を強調している。
16. 最新化された報告率の推定値をどう扱うかということに関してかなりの議論がなされた。オブザーバーの存在によって再捕された標識が付いた魚の報告率はほぼ 100%という非常に高い率なることが過去において仮定されており、スケーリングが行われた推定値を求める際の仮定になっている。そのため、オペレーティングモデルの条件付けに使用するのはスケーリングを行った推定値がもっとも適切であると考えられた。報告率のオプションの選択とこの文書でオプション 8 が最も妥当性が高いということに関連して、代替の報告率の検討は SAG (別添 5) の要請で実施されたものであり、その目的は M10 で標識データが何故これほど情報を提供できているのかを探求することであったことが留意された。過去の MP の条件付けでは、十分な議論や条件付けで生じる可能性のある感度の検討を行わないまま、オプション 5 を単純にオプションの範囲の中心の指数として使用したことが留意された。さらにまた、オプション 8 の報告率を含んだモデルの実行結果は、オプション 5 の報告率に付随する多くの問題(これらが SAG 5 で標識データを除外する判断の一端を担っていたと考えられる)がなかつ

たことも留意された。これらの議論及び漁業と標識データに関する知見が深い参加者の見解に基づき、オペレーティングモデルの条件付けにはオプション 8 を使用することになった。

標識データを入れる場合はオプション 8 の報告率を使用するという決定に関わらず、報告率の仮定に関する詳細な検討は本会合の展望の枠外にあるため、MP の評価の目的で決定したことが、将来の予測における報告率の使用になんら影響を与えるものでないことが留意された。この課題は SAG で検討する必要がある。

5.2 さらに解析

17. メンバーの文書の発表とそれらの議論に基づいて、リファレンスセット及びロバストネステストの選択を行うためのさらなる判断材料としていくつかの代替のグリッドの計算が実施された。検討された要素に含まれるのは次の通り：年令と体長組成データの代替の重み付け、漁獲効率に関する年令範囲の代替の仮定、標識データの代替の処理(入れる、外す、代替の報告率)。

5.3 最終のリファレンスセットとロバストネステストの選択

5.3.1 グリッドの軸、重み付け及び結果の統合

18. 先に出ていた結果と追加的な解析の結果に基づいて、可能なリファレンスセットの構成案に関し以下の議論が行われた：

- リファレンスセットの中の M0 の次元を減らす：ある特定の MP の結果は M0 をいくつかの異なるレベルに設定しても感度に影響はなかったが、一定の漁獲の下での予測は異なるレベル設定に敏感であった。**決定事項：M0 はそのまま維持(三つのレベル)。**
- オメガの推定：オメガはいくつかの CPUE シリーズ(他のすべての要素が同じ条件の場合、いくつかは低い値のオメガを、ほかは高い値のオメガを好んだ)と強い関連があり、そのためにグリッドの一部を構成するのではなく、推定できる可能性があることが留意された。このことはリファレンスセットの次元を減らす可能性につながるが、それに伴ってコードを変更する必要性が生じ、モデルが不安定になる可能性が認識された。**決定事項：オメガはそのまま維持(二つのレベル)。**
- リファレンスセットの M10 のレベルの数を減らす：検討されたコアセット及び感度テスト(標識データを除外したものも含めて)では、どれも低いレベルの M10 (0.07) に重みを与えるデータは提供されなかった(図 1、2 及び 9 はこの点を実証する例が見られる)。**決定事項：低いレベルの M10 (0.07) を除外して二つのレベルを進める。**
- リファレンスセットにおける漁獲効率の年令範囲に関する代替の仮定を入れる：特に LL1 漁業で漁獲される卓越年令、選択性の変化、過去の投棄に関する多くの議論が行われた。現行の年令の範囲 (4-30)は演繹的に最も適したオプションの中に入っていないことが合意された。8-12 のオプションに関する長い議論を受けて、これをリファレンスセットのひとつのオプションに入れることが決定された。CCSBT-MPTM/0502/04 は 6-18 の結果を提示していることから、比較のために 4-18 の解析が実施された。6-18 と 4-18 の間でほとんど差が見られなかったため、リファレンスセットに入れるものとして 4-18 がより適切であると合意されたが、重み付けを二倍にして 4-18 と 6-18 のオプションが 8-12 と同等であると考えられたことを反映させることになった(図 10 と 11)。**決定事項：リファレンスセットに漁獲年効率の年令の範囲を軸として二つのレベル、4-18 と 8-12 で追加し、それぞれのプライヤーの重みを 0.67 と 0.33 とする。**

- インドネシアの選択性については18才より上の魚を一定とする仮定をリファレンスセットのオプションとして入れる：この点はいくつかの解析で結果に大きな影響が生じるとされたが、このオプションの下での当てはまりは悪く、特にインドネシアの漁業の年令組成データにおけるプラスグループでそれが顕著であった。さらに既にリファレンスセットに組み込まれている代替の仮説で、そのような一定の選択性と調和を図るのが難しいものをどのようにして維持できるのかがはっきりしなかった。またM10の異なる値の尤度に著しい変化が生じることに加えて、現在の計算作業の段階でこれらの問題点を解決するために高齢魚の自然死亡率を変化させることは可能でない。**決定事項**：この選択性のオプションはロバストネステストで維持する。
- リファレンスセットのオペレーティングモデルに標識データを入れる：アップデートされたデータと報告率の変更(オプション5からオプション8に)したことで、以前に標識データを入れた時の好ましくない特性(高い値のM10を相当好む)は減少した(図3と比較して図1)。**決定事項**：リファレンスセットに標識データを入れて、ロバストネステストに「標識データなし」を追加する。
- 体長及び年令組成データに代替の重み付けをレベルとして設定してリファレンスセットに入れる：これを軸としてリファレンスセットに入れることに関して、また特に設定するレベルの数に関してかなり議論が行われた。三つのオプションが検討された：(1) SQRT(元のサンプルサイズの平方根に5を掛けたもの - これはパネルがオペレーティングモデル用に選択したものである)(図10)、(2) SQRT2(SQRTの値を倍にしたもの)、そして(3) ORIG0.5(もとのサンプルサイズを2で割ったもの)(図11)。SQRTとORIG0.5の主要な違いは、より最近のデータとの対比における初期のデータの重み付けである。SQRT2は、全体のサンプルサイズが全般的に大きい場合のオプションを提示する。**各オプションの下でのそれぞれの漁業の平均サンプルサイズは表1に示される。**これらのオプションに関して、いくつかのモデルの結果が比較検討された。標準化された残差の標準偏差値のサイズ組成データへの当てはまりは、SQRTからSQRT2に移るにしたがって良くなった。LL1漁業の値は大きくなったが、1にそれほど近づかなかった(0.46から0.62になった)。いくつかの漁業(初期のデータがあるLL2とLL4漁業)の標準偏差値はSQRTのオプションでは1よりもやや大きかったが、SQRT2では1からかなり離れた。このことは初期のデータに重みを与えすぎてしまうことから、望ましい特性ではないとされた。SQRTとORIG0.5の差は、時間の経過に伴う相対的重み付けの変化に関連していることから、それらの差は隠されてしまい、区別が難しかった。SQRTとORIG0.5の予測をさらに吟味した結果、これらのオプションが示すごく近い過去とごく近い将来の資源トレンドは広範囲にわたっていることが示唆された(図7)。**決定事項**：サンプルサイズの重み付けを軸として二つのレベルでリファレンスセットに入れ、SQRTとORIG0.5は同等の重みを与える。

表1 漁業及びオプション別の平均有効サンプルサイズ

オプション	LL1	LL2	LL3	LL4	インドネシア	表層
SQRT	51	31	18	28	69	25
SQRT 2	102	62	37	56	139	49
ORIG 0.5	74	21	17	24	114	22

- 「四年間の低い加入量」のオプションを軸としてリファレンスセットに加える：短い議論の後、予測に含まれている自己相関は、ごく近い将来の加入量も低いものになることをある程度十分に反映しているという結論になった。**決定事項**：「四年間の低い加入量」をロバストネステストのオプションとして維持する。

- 2000年及び2001年の年級群の推定値の不確実性を明示的にリファレンスセットで考慮する：2000年及び2001年の年級群はデータによる観測が限られており、また推定値の変動係数(cv)が高かったにもかかわらず、不確実性を追加することなしに予測に含まれていた。追加的なノイズを加えるオプションがいくつか検討された。ヘッセ行列式マトリックスから得られる推論と、他から得られるデータで通常遭遇する誤差の水準を考慮して、各推定値に個別に誤差を加える方法(0.4のcvと偏りの補正を行った対数正規分布に基づく)が不確実性の過小評価に対処する適切なアプローチであると考えられた。**決定事項**：予測でこれらのコホートの推定値に追加的誤差が加えられた。

19. これらの決定に従って得られたリファレンスセットの要約が表2に示されている。リファレンスセットの仕様の完全な記述は別添5に記載。

表2 リファレンスセットのグリッド軸の仕様

	レベル	Cumul N	値		プライアー		シミュレーションの
							重み付け
steepness	3	3	0.385	0.55	0.73	0.2, 0.6, 0.2	事前
M0	3	9	0.3	0.4	0.5	一様	事後
M10	2	18		0.1	0.14	一様	事後
オメガ	2	36	0.75		1	0.4, 0.6	事後
CPUE	5	180				一様	事前
q年令層	2	360	4-18		8-12	0.67, 0.33	事前
サンプルサイズ	2	720	Sqrt	Original/2		一様	事前

5.3.2 ロバストネステスト

20. ロバストネステストの構成要素に関する議論の出発点は、SAG報告書(別添5)に示されている感度テストの表であった。この表に加えて、リファレンスセットの構造に関する決定事項(上述参照)と他の議論を踏まえた上で、ロバストネステストについてはSAG5の時点の感度テストに次の変更を加えることになった：

- 標識データの除外：標識データがリファレンスセットに入るようになったので、「標識データなし」のケースをロバストネステストに入れることは有用であると考えられた。以前にこのデータを除いた時、M10の最も低いレベル(現在のリファレンスセットからは除外されている)により大きな重みを与えたことが留意された。**決定事項**：「標識データなし」をM10の三つのレベル(即ち0.07も含む)でロバストネステストに加えるが、SQRTのサンプルサイズの重み付けのオプションだけで実行する。
- 低い加入量の年のシリーズ：これは加入が少なかった2000年と2001年のコホート以降の追加的な年に関するものであることが留意された。また、予測の期間だけに適用されるので、このオプションでグリッドを実行する必要がないことも留意された。**決定事項**：このロバストネステストでは二つのレベルとして、(a)さらに4年(2002-05)と(b)さらに2年(2002-03)を入れて、リファレンスセット全体に適用する。
- 将来の漁獲効率の変化：感度テストでは増減の両方が検討されたが、実際の視点から見た場合、漁獲効率が増加した場合のみ資源の回復にマイナスの影響を与えることが留意された。**決定事項**：ロバストネステストから漁獲効率が減少する場合を外す。

- 2000年と2001年のコホートの強さを増大させる：これらの加入量推定値に負の偏り(真実の加入量よりも推定値が低い)がかかっている理由がいくつかあることが留意された。このシナリオでさまざまなMPの頑健性、即ちMPは事態がそれほど悪くないことを認識して、不必要なTACの早期削減を回避するかどうかを試すことが重要であると考えられた。このシナリオでMPの漁獲に関するパフォーマンスがリファレンスセットと比べて上がれば、行政官の信頼を深めることになると考えられる。
決定事項：2000-01年の加入量を3倍にしたケースを実行する。
- 3才魚の利用率が多いことに対するペナルティー：2000年と2001年のコホートの強さに関する不確実性を検討する上で有用な「検証」として、2004-06年にかけての3才魚(表層漁業で漁獲されている年令群の中心をなす)の推定利用率を調べることに留意された。2004年に関して言えば、リファレンスセットの利用率は非常に高かった。このような高い漁獲量は、近年の表層漁業の経験に照らし合わせた場合にありそうにない、あるいは一貫性がないという懸念がある。これらの懸念に対応するロバストネステストを策定することが重要であると考えられた。実施上の具体的な詳細は別添6に示されている。簡単に言えば、2004年の表層漁業における3才魚の利用率にペナルティーをかけ、1980年代半ばの推定値(若齢魚の利用率が最大可能な水準にほぼ達したと認識されている期間)を超えないことを確保した。これは新規のロバストネステストで、本会合期間中に結果を評価する機会がないことが留意された。
決定事項：2004年の3才魚の高い利用率にペナルティーをかけたロバストネステストを追加する。

21. これらの決定事項と、それぞれのロバストネステストで実行される内容については別添6に記載。

議題6. パフォーマンス統計量

22. 議長は、会合の前に参加者に回章された文書“*Performance_stats_Feb05.doc*”を発表した。この文書はその後の議論に基づいて修正され、最新のバージョンは別添7に記載。要約をすると、グループは以下の点に留意した：

- リスク統計を計算する一般的な機能が提供されれば有用である(即ちユーザーが閾値を定義する)。もともと設定された指数は、閾値の線より下の距離に関しては線形の考慮しかなされていないが、閾値をかなり下回るバイオマスにより高い重みが与えられるように指数を修正することが重要である。これを達成するために式に累乗の項が追加されて、柔軟性が加わった。閾値のレベルと累乗の項の値を選択する議論はMP4ワークショップで行うことが勧告された。この機能をグラフィックスパッケージに追加して、ユーザーがオプションを探求できるようにする。
- パフォーマンス統計量の一部(即ち式14)は、TACの最初の変更を2006年に設定している。式を一般化するよりも、式14が特定の例を示しており、適応が可能なことを言葉で説明することにした。
- AAVの式12の開始年は2003年から2005年に変更され、将来の年だけが考慮されるようになった。

異なる解析の結果を同じプロットなどで示して、視覚的な確認と比較を可能にすることの重要性が再度認識された。グラフィックスパッケージを維持/アップデートすることが重要である。

議題7. チューニングレベル

23. 新しいリファレンスセットで 1.3 のチューニングレベルが達成可能かどうかを確認することが必要であった。これに関する判断を行うために、二つのセットの予測が実行された；(1) 2008 年から漁獲ゼロにした場合と (2) 2008 年から三年ごとに TAC を 5000t ずつ減らした場合 (したがって TAC は 2014 年にゼロになる)。二つ目のセットでは、B2022/B2004 の中央値が 1.98 のチューニングレベルに相当する結果を示した。このことから、TAC の最大減少幅と TAC の変更に関する現行のオプションを考え合わせると、1.3 は可能であることが示唆された。チューニングレベルとして 0.9、1.1、1.3 を使用することが合意された。
24. ロバストネステストを実施する MP は、1.1 のチューニングレベルと TAC 変更スケジュールの「オプション b」でリファレンスセットのチューニングを行ったものだけでよい(下記参照)。
25. 会合は、合意されたリファレンスセットは MP の選択に関する最終的な勧告を行うための十分な基礎を提供すると結論付けた。しかしながら、チューニングレベルに関するアドバイスは、少なくとも部分的には 2000 年と 2001 年のコホートの推定値に依存する。会合は、2000 年と 2001 年の推定加入量とそれらを支持するデータは、過去のデータに照らし合わせて「通常」の範囲の枠外にある状況 (即ち近年の日本のはえ縄の漁獲量に占める 3 才魚と 4 才魚が非常に低い数字になっている) であることに留意した。このことと、あるチューニングレベルのパフォーマンスがこれらの二つのコホートの推定値に対して敏感である可能性があることから、異なるチューニングレベルから生じる結果に関する最終的なアドバイスは、リファレンスセットと頑健性のセットのいくつかの予測結果を合わせて考慮する必要性が出てくることを意味する。これが果たして必要になるかどうかは、SAG 6 で検討される新しいデータと指標解析による。チューニングレベルに関するアドバイスを提供するために、リファレンスセットとロバストネステストの結果をどのように組み合わせるのが一番かという点については、5 月の管理手続きワークショップで取り上げるべき重要な課題である。

議題 8. TAC 変更スケジュール

26. 議長は、文書“*Options for catch stability_Feb05.doc.*”を発表した。先に回章された文書には間違いがあることが留意された – オプション(a) と (b) の漁獲の最大減少幅は 3000t ではなく 5000t であるべきであった。オプション(a) の決定年は当初 2004 年に設定されていたことから、2006 年の TAC を計算するに当たって 2004 年の漁獲量と CPUE データが除外されている。MP のテストではこれで充分であるが、後日委員会がオプション(a) を選択した場合を考慮して、選択された MP を実施する際に使用するデータを 5 月の会合で明確にしておく必要がある。修正された文書は別添 8。
27. オプション (a) と(c) (別添 8) は 1.1 のチューニングレベルだけを使用してテストすればよい。

議題 9. 計算に関するそのほかの課題

28. この会合では、計算に関するそのほかの課題は特定されなかった。

議題 10. 作業計画と予定表

29. MP のテストに必要な新しい予測コード、リファレンスセット及びファイルは遅くとも 3 月 15 日までに配布する。それぞれの構成要素は、完成した時点で順次配布する。3 月 21 日 (可能であればそれ以前)までに、MP を漁獲の安定オプション b 及び 1.1 と 1.3 のチューニングレベルでチューニングした結果、オペレーティングモデルのパフォーマンスはどうであったかということについて、開発者よりフィードバックを提供する。
30. 5 月の会合は数多くの MP の評価を行う時間が充分にないことから、おのこの開発者からの MP の発表は最大三つのバリエーションまでとし、またその中でどれを最も好ましいと考えているかについて意思表示をすることになった。

議題 11. 会合報告書の最終化と採択

31. 本会合の報告書が採択された。
32. 本会合は 2005 年 2 月 18 日午後 8 時 15 分に閉会した。

別添文書リスト

別添

- 1 参加者リスト
- 2 議題
- 3 文書リスト
- 4 代替のグリッドを探索した結果
- 5 リファレンスセットのオペレーティングモデルの構成
- 6 ロバストネステスト
- 7 パフォーマンス統計量のリスト
- 8 TAC 変更スケジュールのオプション

ニュージーランド

シェルトン・ハーレー

漁業省上席研究官

大韓民国

ダエ・イオン・ムーン

国立漁業調査開発研究所遠洋漁業資源部上席研究官

議題
管理手続き特別技術会合
2005年2月15-18日
アメリカ合衆国、シアトル

1. 開会

付託事項:

管理手続き（MP）及びテストの詳細を特定するためのオペレーティングモデル及びロバストネストライアルを選択する。

2. 議題の採択

3. ラポルツァーの任命

4. 文書の承認及び文書リストの最終化

5. MP の最終テストのリファレンスセット及びロバストネストライアルの選択

5.1 メンバーが実施した感度テストのレビュー

5.2 さらなる解析

5.3 最終のリファレンスセットとロバストネストライアルの選択

- グリッドの軸、重み付け及び結果の統合

- ロバストネストライアル

6. パフォーマンス統計量

7. チューニングレベル

8. TAC 変更スケジュール

9. 計算に関するそのほかの課題

10. 作業計画と予定表

11. 会合報告書の最終化と採択

文書リスト
管理手続き特別技術会合

(CCSBT-MPTM/0502/)

01. Draft Agenda of MPTM
02. Draft List of Participants of MPTM
03. Draft List of Documents of MPTM
04. (Australia) Exploration of the SBT operating model with implications for the selection of the core set and robustness trials.: D. Kolody, M. Basson, A. Preece, J. Hartog and T. Polacheck.
05. (Australia) Updated estimates of tag reporting rates for the 1990's tagging experiments.: P. Eveson and T. Polacheck.
06. (Japan) Application of the D&M management procedure to the core and sensitivity trials to assist identify factors to which MP performance is likely to be the most sensitive.: D.S. Butterworth and M. Mori.
07. (Japan) Further Exploration of the Operating Model for the Management Procedure Evaluation.: H. Kurota.

代替のグリッドの探求結果

モデルセレクションが M10 に与える効果

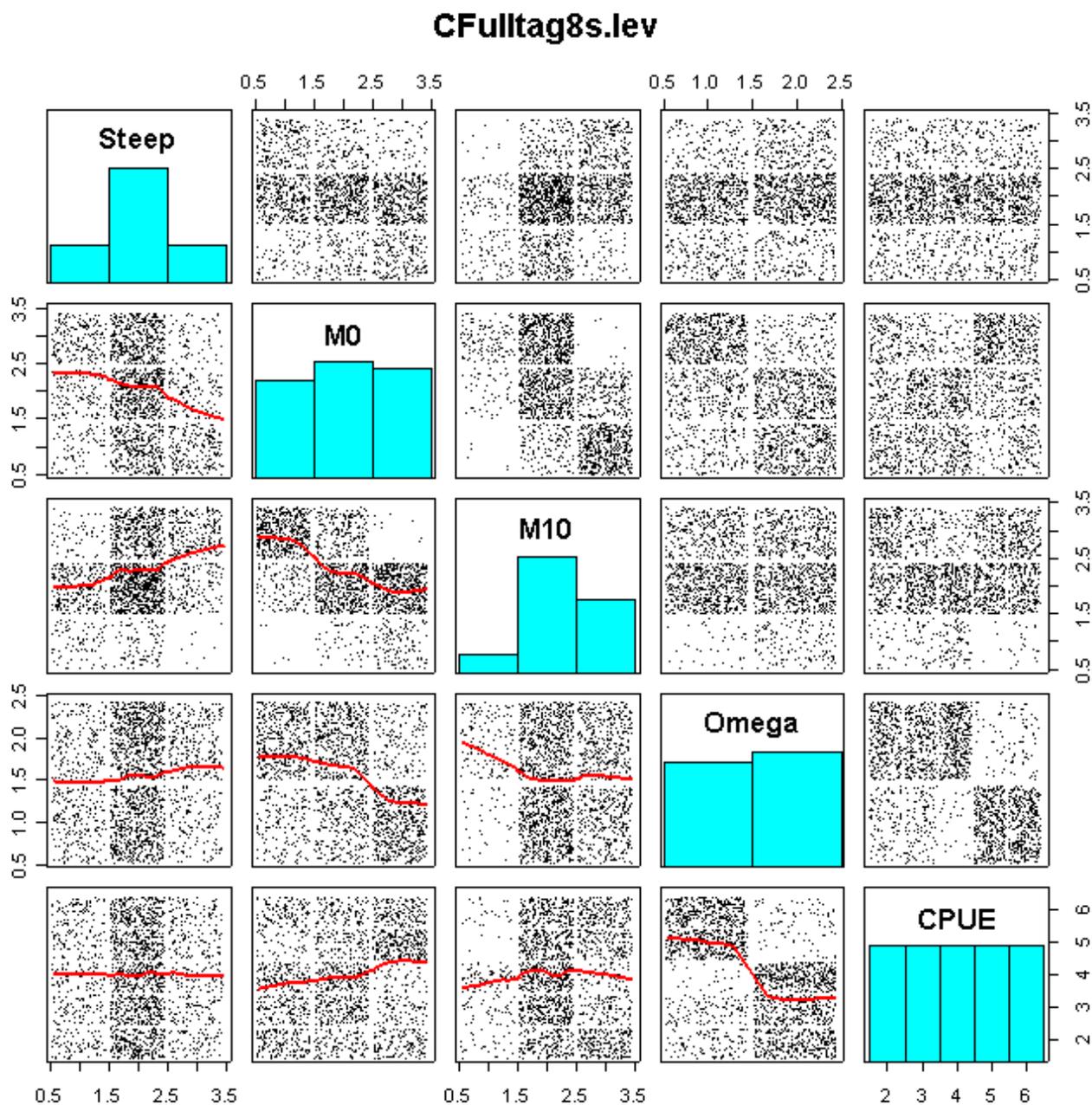


図 1. 標識報告率のオプション 8 (2005 年 2 月以前にアップデートされたもの) のために用意された MPD のグリッドから出てきた一対プロットの 2000 のサンプル。

漁獲効率の年齢範囲が CPUE に与える効果

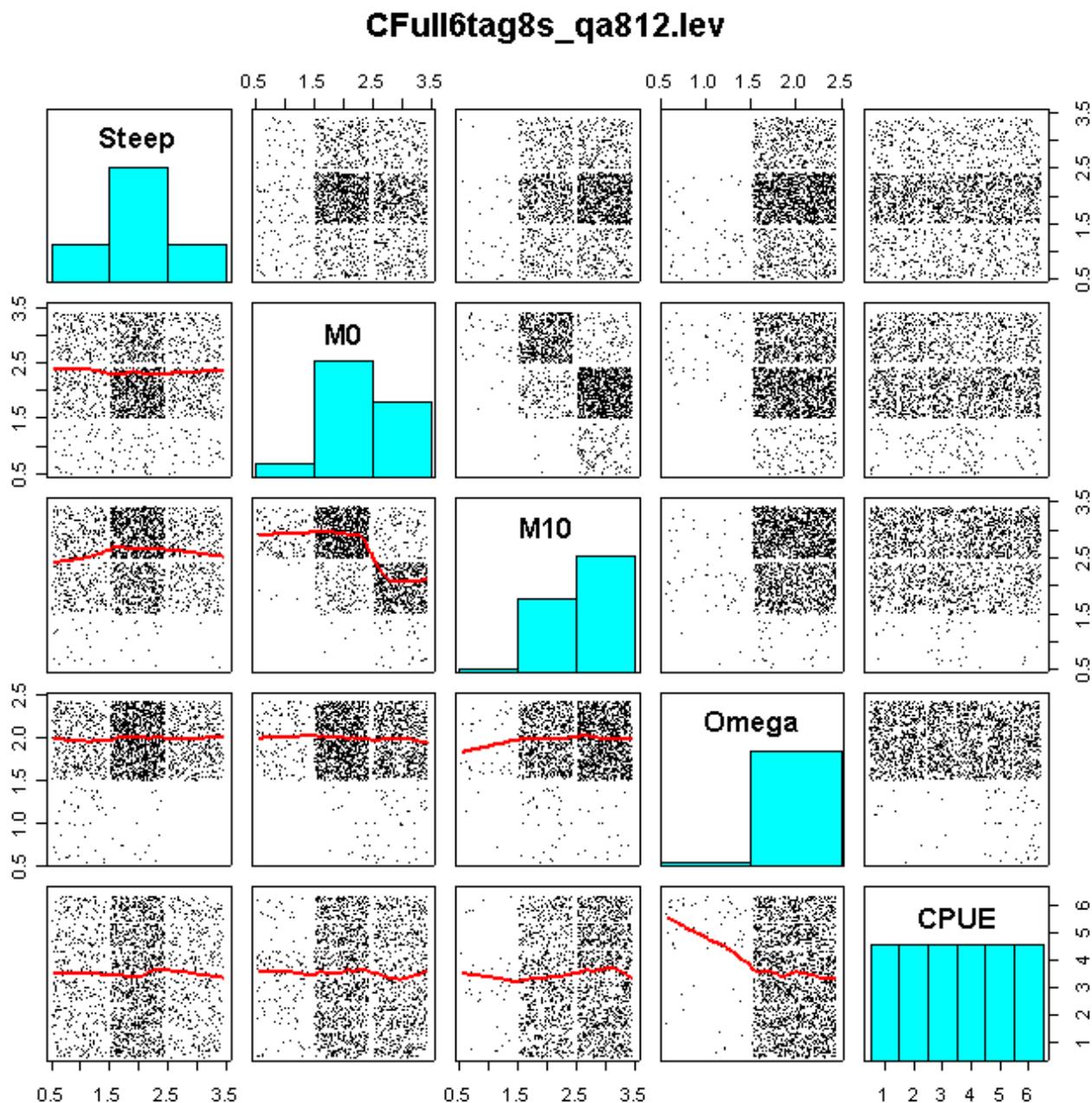


図2. 標識報告率のオプション8（2005年2月以前にアップデートされたもの）のために用意されたMPDのグリッドから出てきた一対プロットの2000のサンプルで、CPUEを正規化するために8-12の年齢層を使用。ここでは予備的な報告率を使用して、CPUEシリーズの中央値（シリーズ1）を入れたことに留意。

標識データの効果

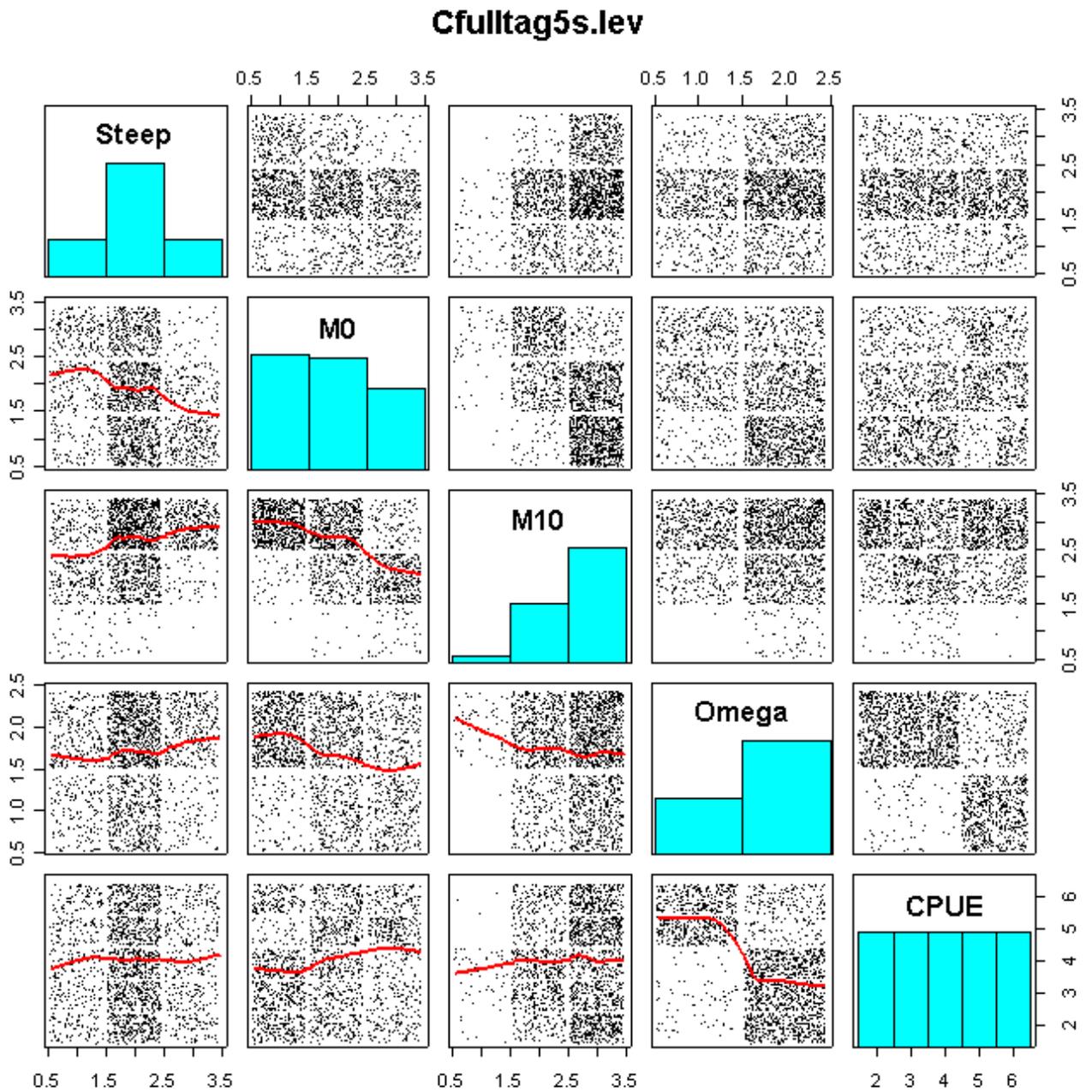


図3. 標識報告率のオプション5 (2005年2月以前にアップデートされたもの)のために用意されたMPDのグリッドから出てきた一対プロットの2000のサンプル。

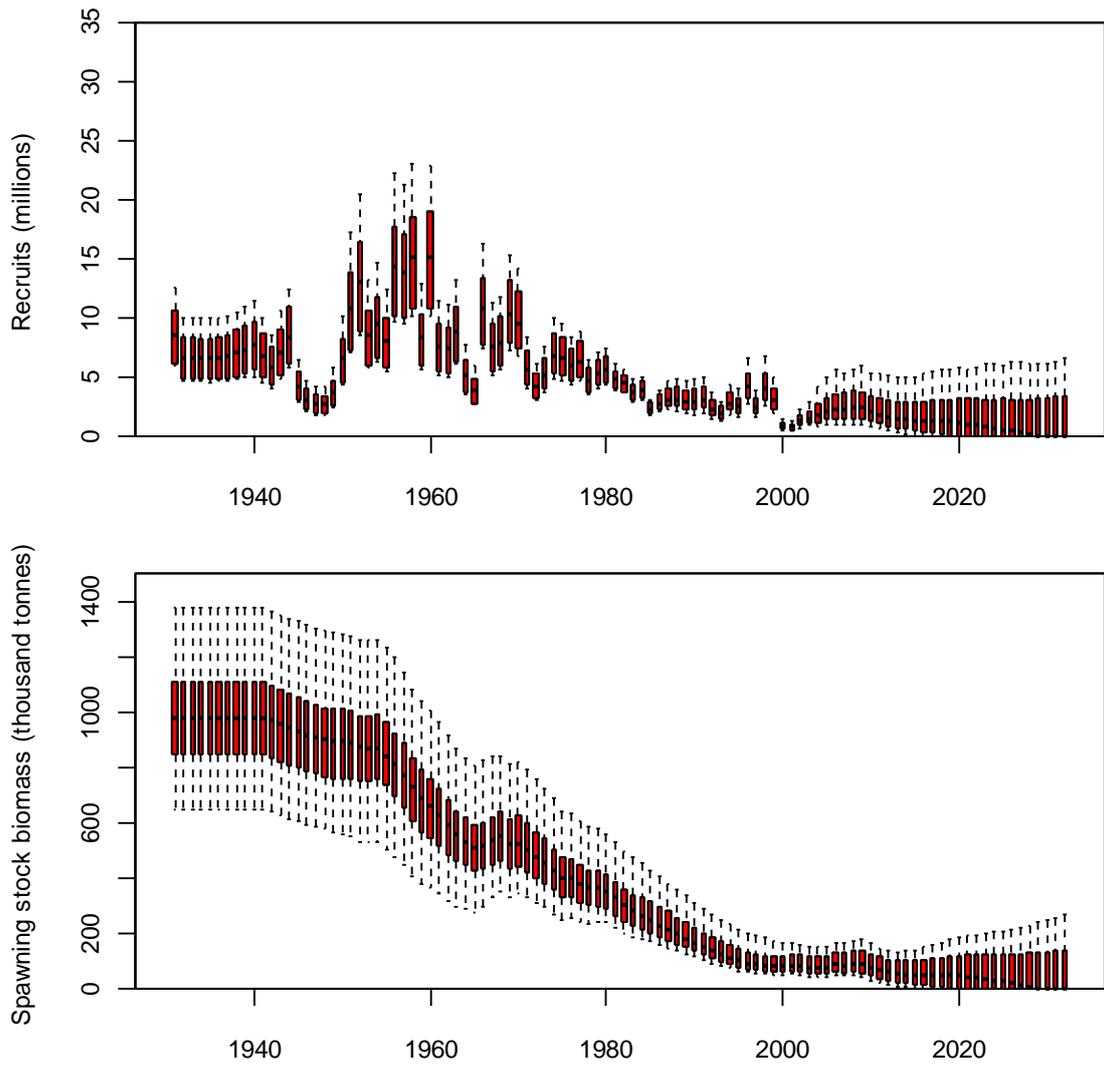


図 4. Cfullnotag のセット、即ち会合以前のフルセットを使用した一定の漁獲の下での予測。このセットに標識データは入っていない。5%、25%、50%、75% 及び 95%のパーセンタイルの点が示されている。

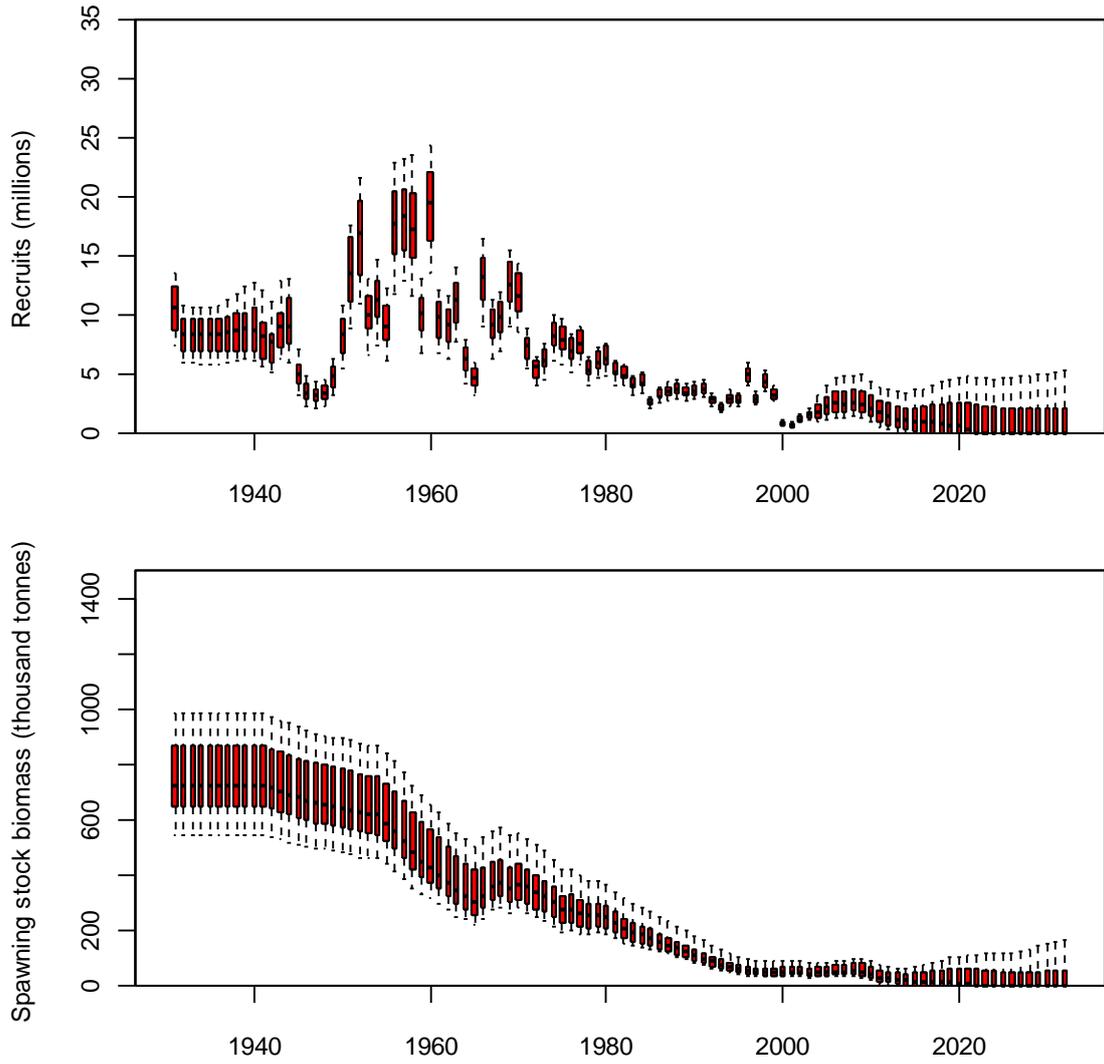


図 5. Cfull2 のセット、即ち会合後に合意されたフルセットを使用した一定の漁獲の下での予測。標識データを入れている。これらの解析では新しい標識報告率 (オプション 8) が使用され、さらに二つの軸がグリッドに追加された。

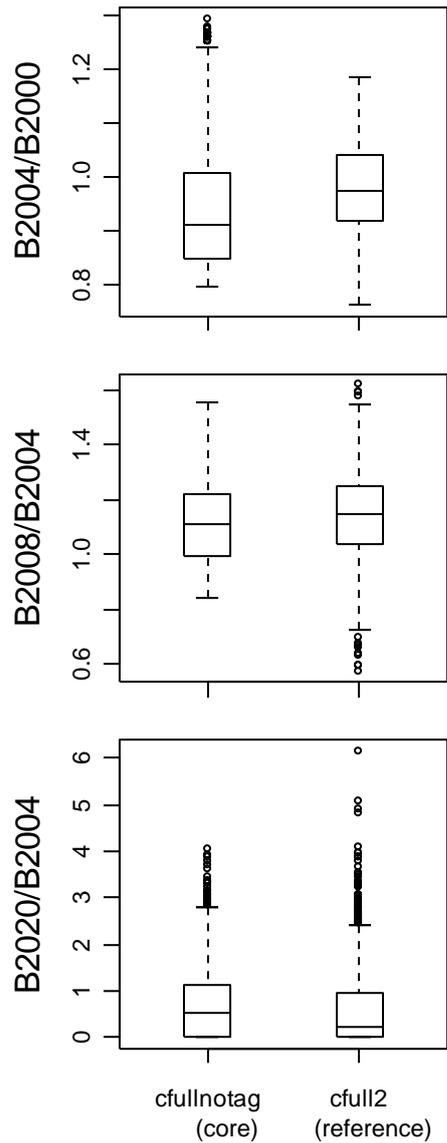


図 6. オリジナルのリファレンスセット(cfullnotag)と新しいリファレンスセット(cfull2)の産卵資源量のトレンドの比較。四角は中央値と 25%と 75%のパーセンタイルの点を示している。ひげは 25%と 75%のパーセンタイルの点の間の距離の 1.5*、丸はひげの範囲の外にある値を示している。

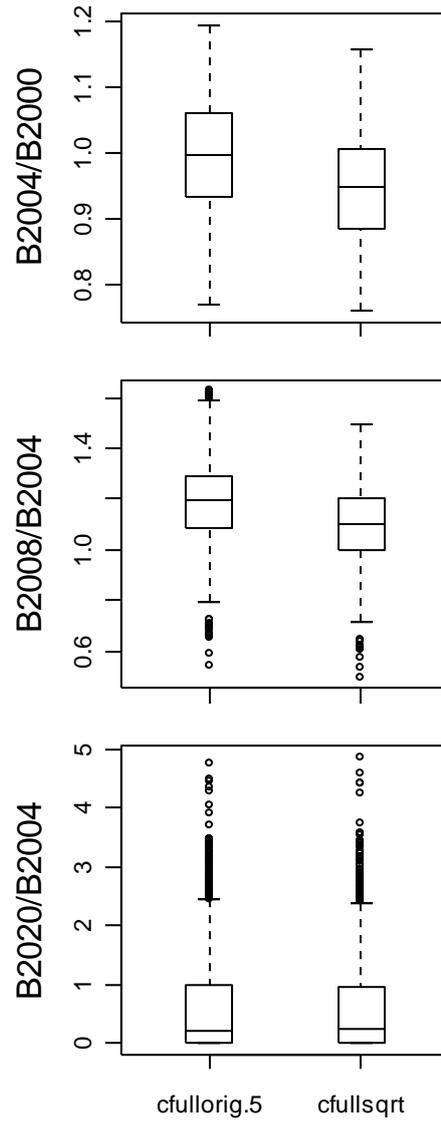


図 7. 体長組成データに二つのセットの重みを与えた場合のパフォーマンスの比較。

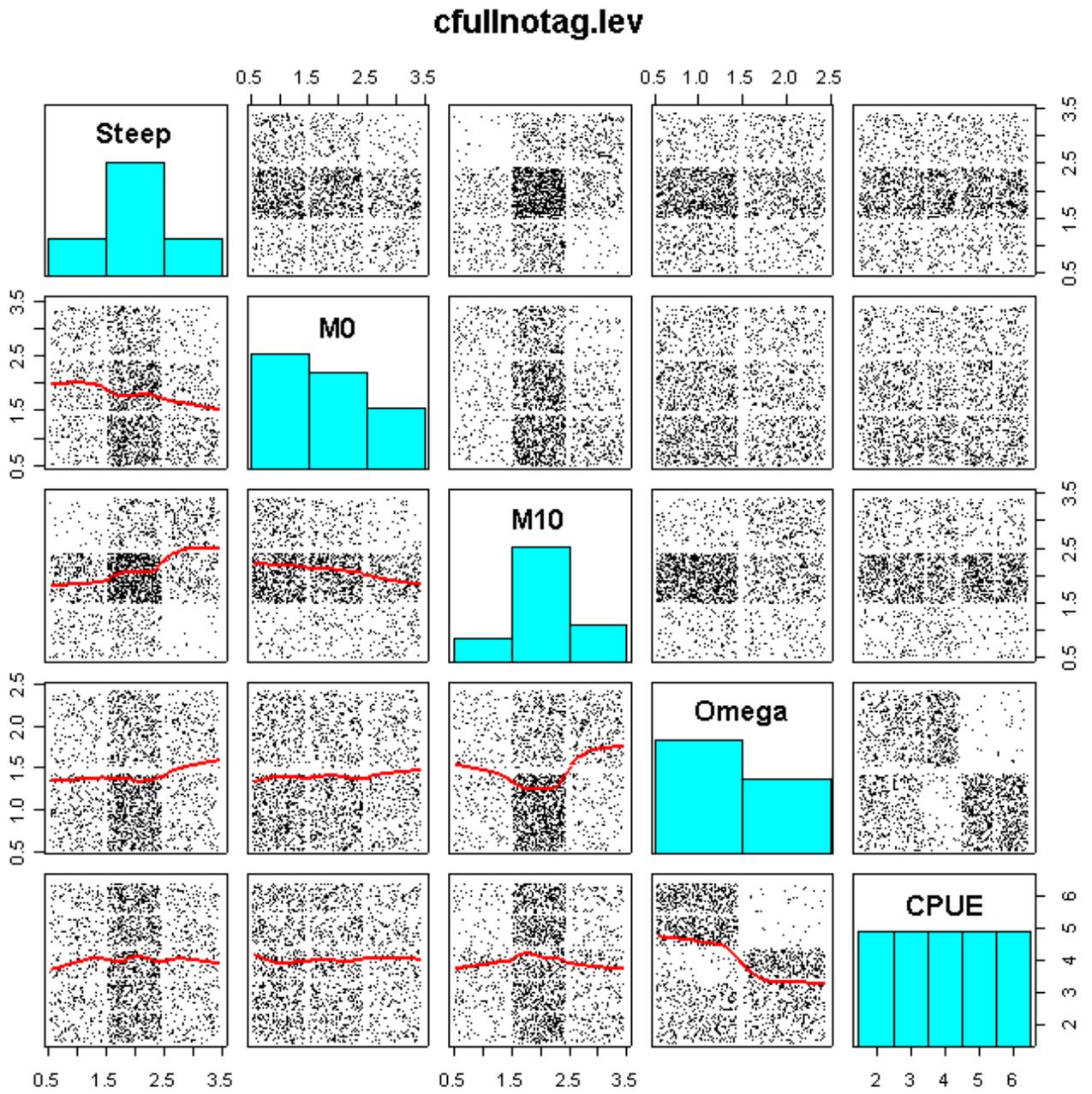


図 8. 標識データを除外した MPD のグリッドから出てきた一対プロットの 2000 のサンプル。

サンプルサイズ

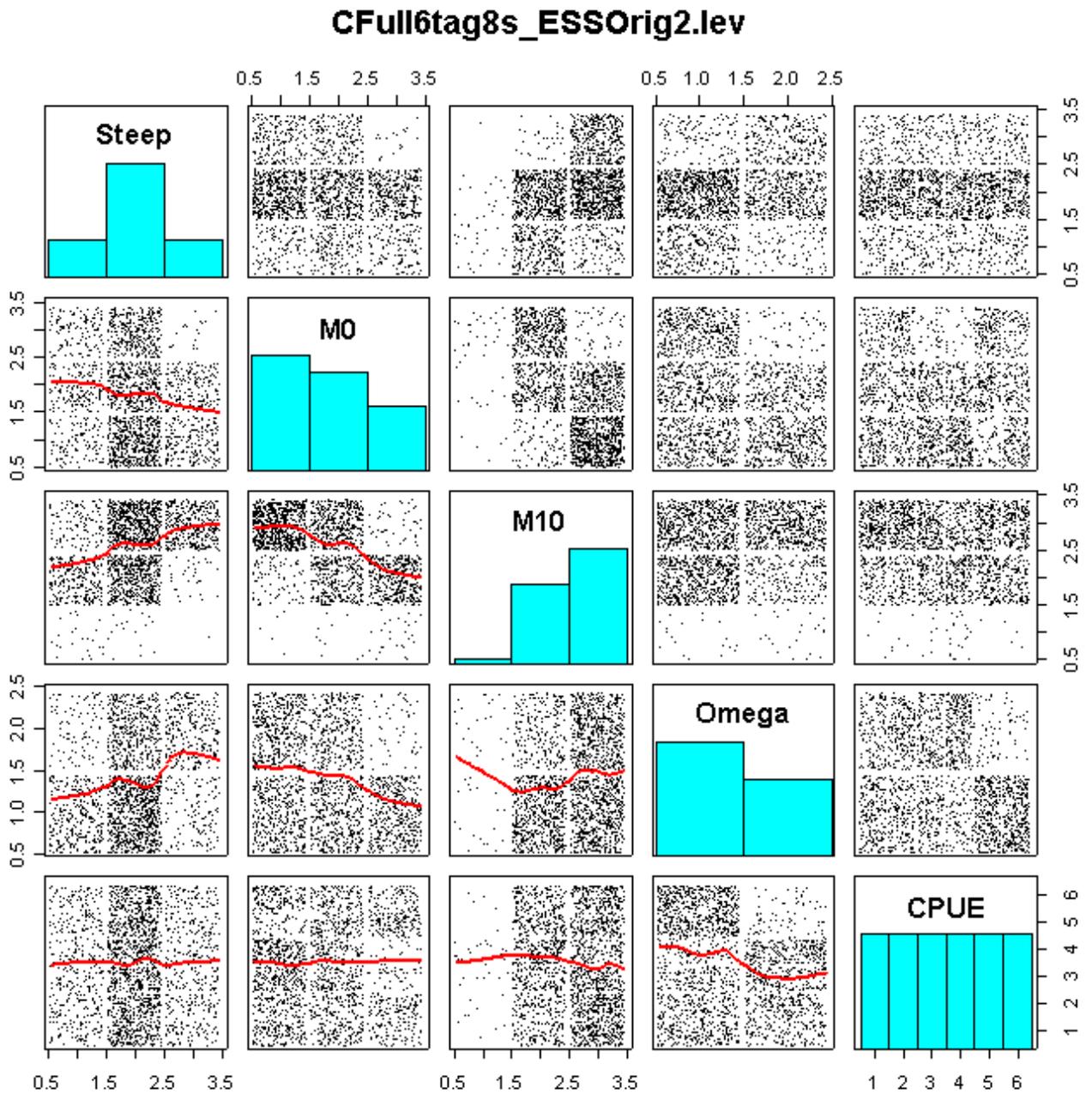


図9. 標識報告率のオプション8（2005年2月以前にアップデートされたもの）のために用意されたMPDのグリッドから出てきた一対プロットの2000のサンプルで、元のサンプルサイズを二倍にしたもの。

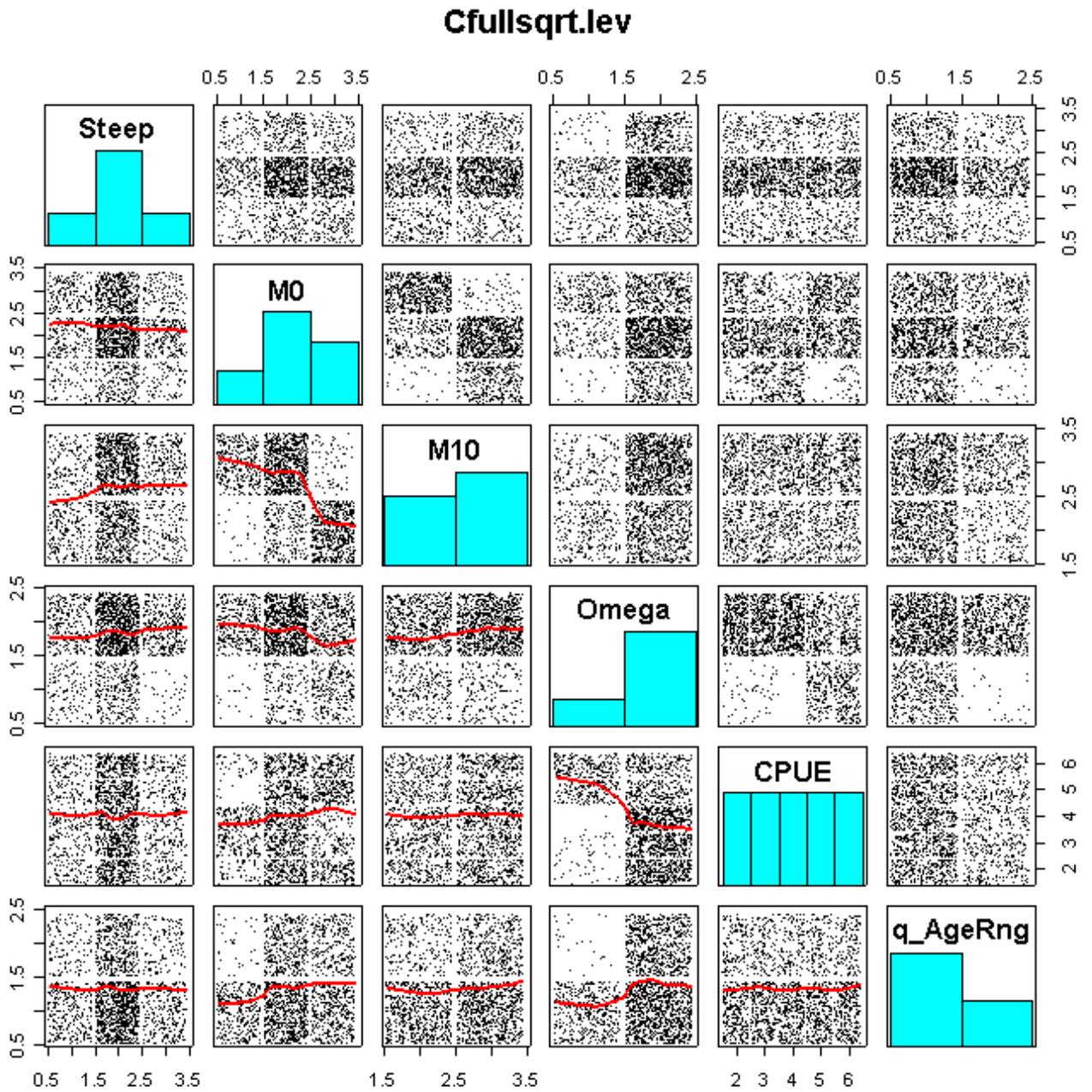


図 10. 標識報告率のオプション 8 (2005 年 2 月以前にアップデートされたもの) のために用意された MPD の j グリッドから出てきた一対プロットの 2000 のサンプルで、2004 年 7 月にパネルが提案した「sqrt」のサンプルサイズで、CPUE を正規化するために二つの異なる年齢範囲(4-18 と 8-12)を入れたもの。

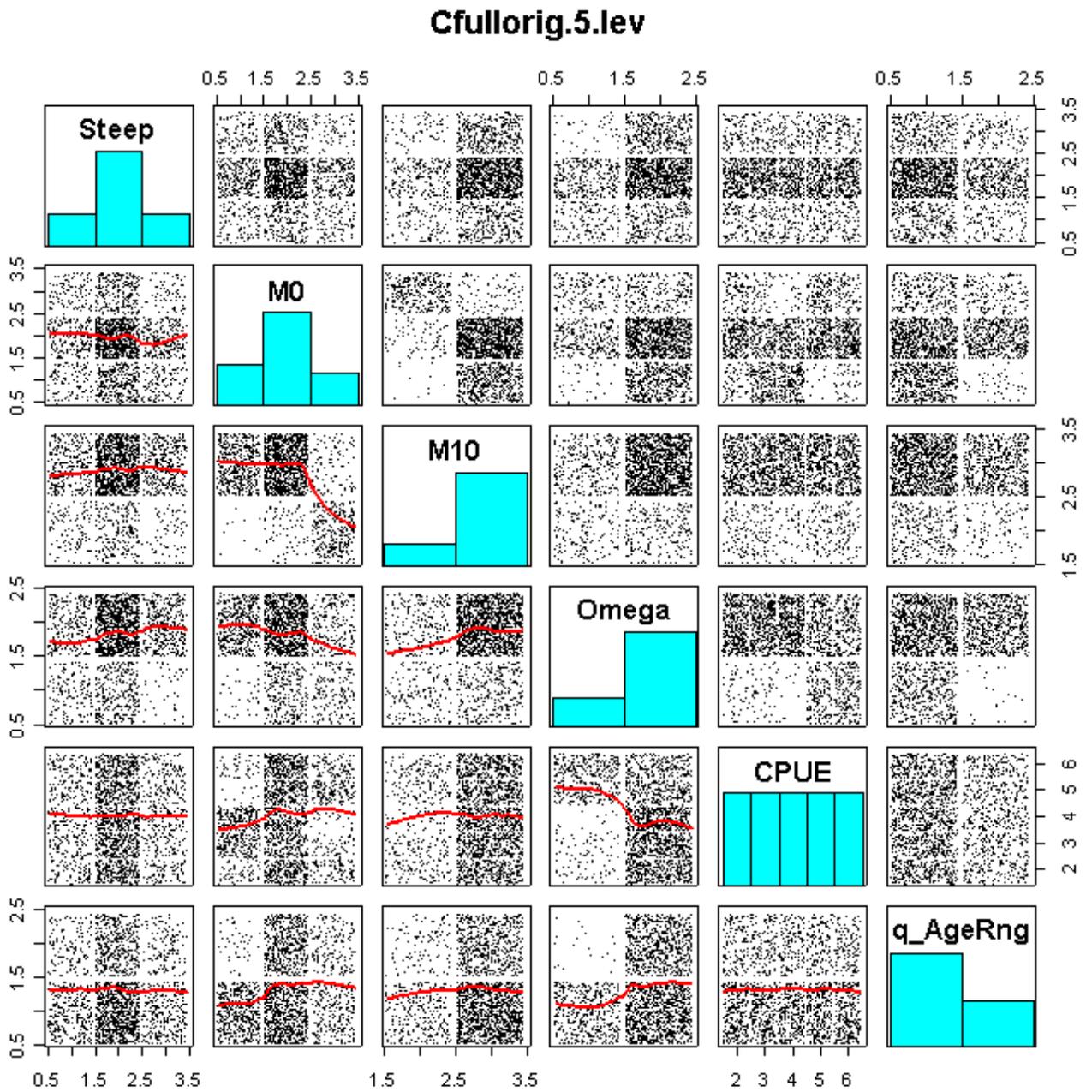


図 11. 標識報告率のオプション 8 (2005 年 2 月以前にアップデートされたもの) のために用意された MPD のグリッドから出てきた一対プロットの 2000 のサンプルで、元のサンプルサイズに 0.5 を掛けて、CPUE を正規化するために二つの異なる年齢範囲(4-18 と 8-12)を入れたもの。

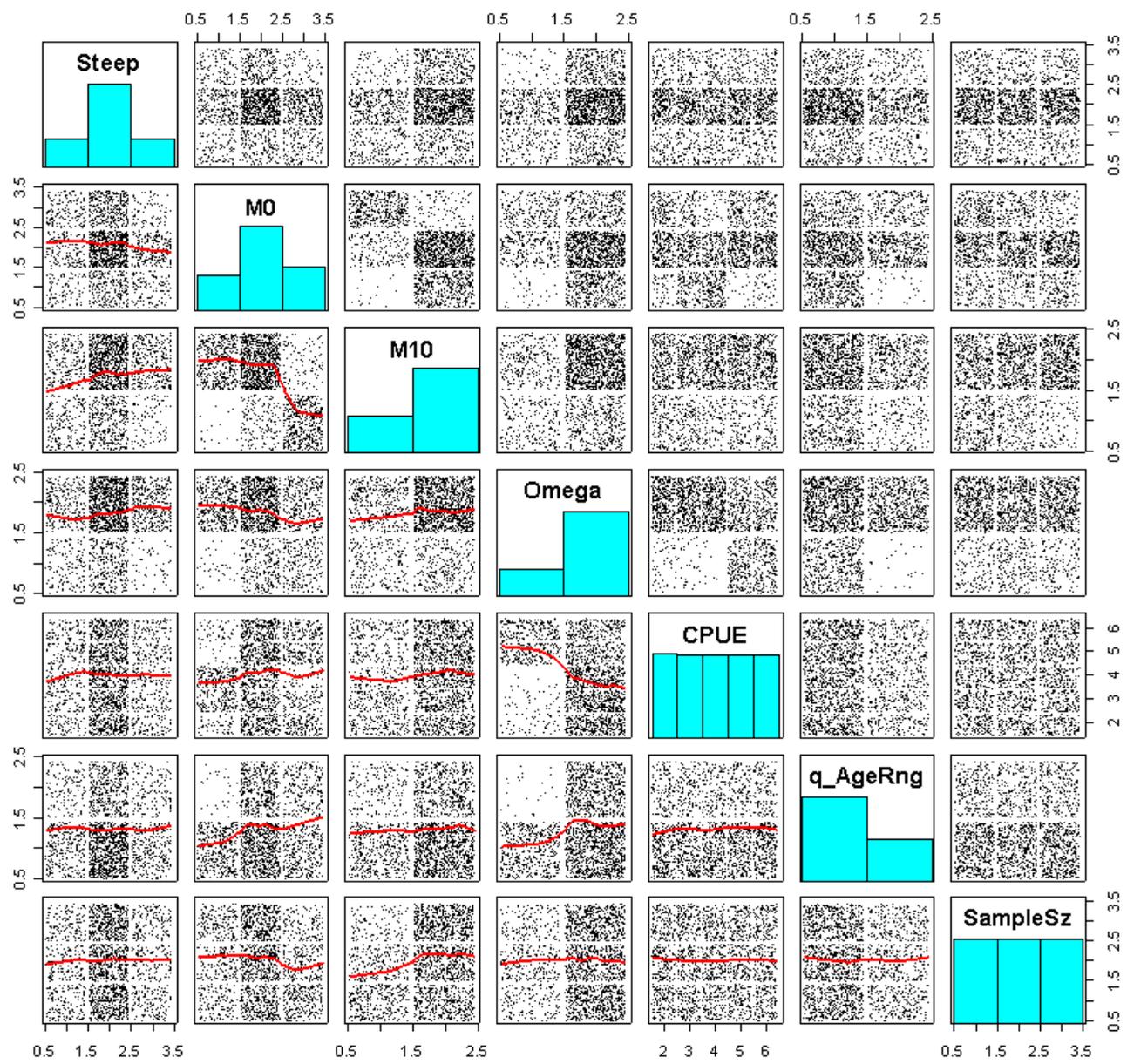


図 12. 標識報告率のオプション 8 (2005 年 2 月以前にアップデートされたもの) のために用意された MPD のグリッドから出てきた一対プロットの 2000 のサンプルで、三つのサンプルサイズのシナリオと CPUE の漁獲効率の年令範囲を二つ (4-18 と 8-12) 入れたもの。

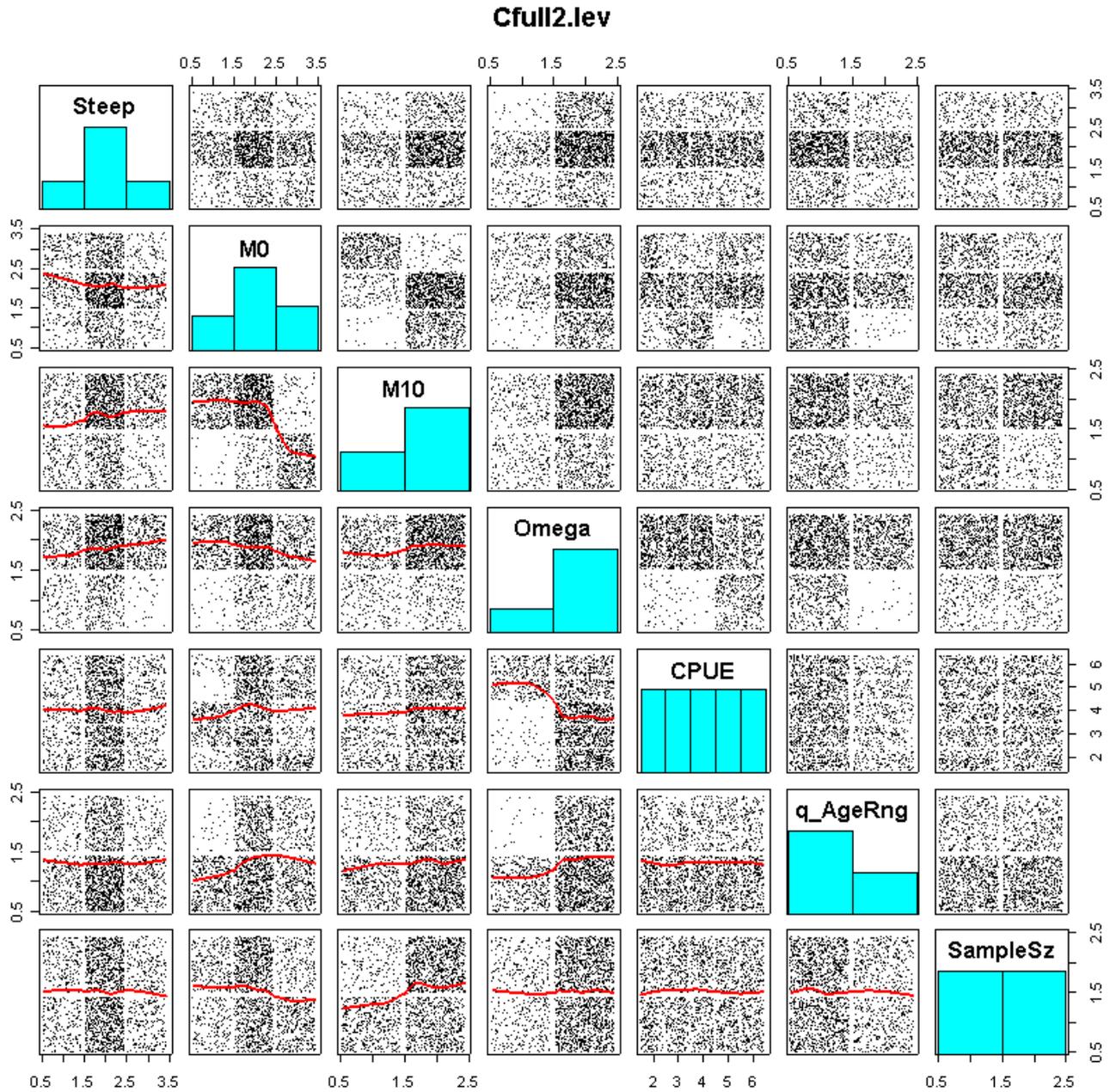


図 13. 標識報告率のオプション 8 (2005 年 2 月以前にアップデートされたもの) のために用意された MPD の j グリッドから出てきた一対プロットの 2000 のサンプルで、サンプルサイズの二つのシナリオと CPUE の漁獲効率の二つの年令範囲 (4-18 と 8-12) を統合したもの。これが MP の評価に使用される最終リファレンスセットとして選ばれた。

リファレンスセットのオペレーティングモデルの構成

グリッドの軸の仕様:

	レベル	Cumul N	値		プライアー	シミュレーションの 重み付け	
steepness	3	3	0.385	0.55	0.73	0.2, 0.6, 0.2	事前
M0	3	9	0.3	0.4	0.5	一様	事後
M10	2	18		0.1	0.14	一様	事後
オメガ	2	36		0.75	1	0.4, 0.6	事後
CPUE	5	180				一様	事前
q 年令層	2	360		4-18	8-12	0.67, 0.33	事前
サンプルサイズ	2	720		Sqrt	Original/2	一様	事前

注：条件付けで異なるシリーズを使用する場合、予測のテストを行う MP の過去の期間に関しては CPUE の中央値を用いる。

重み付けとグリッドのます目を統合するプロセス

異なるます目に重み付けを与えるアプローチはグリッドの軸によって異なっており、上述の表にまとめられている。いくつかの軸 (M0、M10 とオメガ) では重み付けは尤度 × プライアーになっている。他の軸ではプライアーの重みが尤度のそれを無効にする。後者は、入力データ (CPUE シリーズとサンプルサイズ) の変更に関連するすべての要素のケース、さらに steepness のパラメータが関わるケースである。モデル構造の問題があるために、尤度は steepness に重み付けを行うベースとして適切ではないと考えられた。特に、尤度については加入量の自己相関が説明できないこと、steepness に関連して Beverton-Holt 曲線を使用することが議論された。

重み付けが与えられた後は、それらの重み付けに基づいた確率でコードがます目をサンプリングする。steepness が適切にカバーされることを確保するために、CPUE とサンプリングのサイズの軸、 $h \times \text{CPUE} \times \text{SS}$ の各層の実行回数が固定されて、各層の中で他の軸の値がサンプリングされる。

サンプルサイズは別々の軸として計算され、結果は *.grid ファイルで組み合わせているが、ランダムではない。ユーザーが 2000 回 (例：手続きのチューニングを開始するのに 500 を使用) のサブセットだけを使用したい場合は、サンプルサイズの仮定に生じた変更による偏りを避けるためにランダム化する必要がある。

モデルに関する基本の仮定

予測期間： 2004 年-2031 年 (最後に計算されるバイオマスは 2032 年の初めのもの)

漁獲量の配分： 2001 年-2003 年の平均に基づく

予測に入る漁業：

- 1: LL1 漁業 (第二漁期)
- 2: LL2 漁業 (第二漁期)
- 3: インドネシアの産卵場にける漁業 (第一漁期)

4: オーストラリアの表層漁業 (第一漁期)

モデルのいくつかのパラメータに対して条件づけをした場合の感度が検討された。これには標識データの重み付け、年令体長組成データのサンプルサイズ、インドネシアの選択性が一定になると仮定する年令、CPUE の標準化に使用する年令範囲、インドネシア及び LL1 漁業 の選択性の変動性などを変化させることが含まれている。リファレンスセットのオペレーティングモデルは以下の仮定に基づいている：

標識の 名称	重み付け	年令/体長組成デ ータの重み付け	インドネシアの 選択性のプラス年 令	インドネシアの 選択性	CPUE 年令範囲	時間変動性 LL 1 選択性
Cfull	3.2	縮小された サンプルサイズ (詳細は下記参照)	30	変化あり	4-18	以前のリファレン スセットの通り

以前のリファレンスセットに使用されていた年令・体長組成データのサンプルサイズは、モデルで仮定されている抑制された選択性の変化と一緒に使用するには大きすぎると考えられた(例：最後の数年の LL1 は $n=500$)。グリッドにはサンプルサイズに関する二つの異なる仮定が入っている：(a) 2004 年 7 月に開発されたセットでパネルが提案した平方根の重み付け (CCSBT-ESC/0409/42) と (b) 以前のリファレンスセットの半分のサンプルサイズ。平方根の重みは、すべての漁業とすべての年で n 掛ける 5 の平方根を求めて算出した。これにより、時間の経過に伴うサンプルサイズの対比が減少した。

コードは予測で使用するサンプルサイズを変化させるコマンドライン引数が組み込まれている。デフォルトとして、予測は最終年のサンプルサイズを使用する。

- samplescaler xx

したがって $xx>0$ であるところ、すべての年令組成のサンプルサイズは xx の値でスケールされる。

選択性

条件付け

- LL1 の選択性の変化(CV=0.5) は 4 年ごとに、1997 年と 2001 年に変化 (最後のブロックは 3 年間)。
- LL2, LL3 と LL4 は一定。
- インドネシアの選択性は 1996 年まで一定で、その後は 2 年ごとに CV=0.5 で変化。
- オーストラリアの選択性の変化 (CV=2) は 1997 年までは 4 年毎のブロックで、その後は毎年変化。

予測

将来の選択性にランダム性を導入して、年令組成データがあまりにも正確な情報を提供しないようにした。条件付けで仮定されている酔歩のプロセスは、選択性が考えられない域に迷い込む結果になる可能性があるので適切ではない。

LL1 漁業には下記の対数正規の定式化が使用されている (最初の下付き文字は漁業 $f=1$ に対応することに留意):

$$s_{1,a,y} = s_{1,a,2003} e^{\varepsilon_{a,y}} \quad \text{for } a_1^{\min s} \geq a \geq a_1^{\max s} \quad \text{where } a_1^{\min s} = 2, a_1^{\max s} = 17$$

$$\varepsilon_{2,y} = \eta_{2,y}$$

$$\varepsilon_{a+1,y} = \rho_{\text{sell}} \varepsilon_{a,y} + \sqrt{1 - \rho_{\text{sell}}^2} \eta_{a,y}, \quad \text{where } \eta_{a,y} \sim N(0, 0.2^2) \quad \text{and } \rho_{\text{sell}} = 0.7$$

そして選択性は四年ごとにのみ変化するので $s_{1,a,y+3} = s_{1,a,y+2} = s_{1,a,y+1} = s_{a,y}$ 、1997年と2001年に変化する (最後のブロックは三年間)。

オーストラリアの表層漁業については、対数正規の変動性と3才魚を対象にしている点が次のように仮定される:

定義

$$P_{3,y} = \frac{N_{3,y}}{\sum_{a=1}^5 N_{a,y}} \quad \text{かつ} \quad \bar{P}_3 = \frac{1}{10} \sum_{y=1994}^{y=2003} P_{3,y}$$

仮に $P_{3,y} \geq \bar{P}_3$

$$s_{6,a,y} = s_{6,a,2003} e^{\varepsilon_{6,a,y}} \quad \text{for } a = 1, 2, 3, 4, 5 \quad \text{where } \varepsilon_{6,a,y} \sim N(0, 0.1^2)$$

それであれば、3才魚の選択性を増加させる:

$$s_{6,3,y} = s_{6,3,2003} e^{\varepsilon_{6,3,y}} \left(1 + 0.5 \frac{\bar{P}_3 - P_{3,y}}{\bar{P}_3} \right)$$

$$s_{6,a,y} = s_{6,a,2003} e^{\varepsilon_{6,a,y}} \quad \text{for } a = 1, 2, 4, 5$$

自然死亡率

自然死亡率は、0才と10才でグリッドの軸に入っている。10才以上の自然死亡率は一定と仮定される。

再生産関係の関わる問題

steepness

条件付けと予測

steepness はグリッドの主要な軸になっており、値は 0.385、0.55 及び 0.73 を用いている。

近年の加入量

条件付け

最後の二年を除いて、尤度は自己相関を仮定していない。経験的な自己相関として、1965年-1998年の加入量残差値から推定されたものを2001年以降に適用している。

予測

予測のコードの中に、対数正規の自己相関の誤差が開始年の豊度に追加されている (2004年の0才から2才まで)。

τ_y を y 年の対数正規の加入量の偏差とし、 $\hat{\tau}_y$ を MPD の推定値とする。条件付けのコードから出てくる開始年の豊度は以下に対応する

- 1) $\hat{\tau}_{2001}$ モデルの当てはまりから推定

$$\hat{\tau}_{2002} = \hat{\rho} \hat{\tau}_{2001}$$

$$\hat{\tau}_{2003} = \hat{\rho}^2 \hat{\tau}_{2001}$$

$$\hat{\tau}_{2004} = \hat{\rho}^3 \hat{\tau}_{2001}$$

とするところ $\hat{\rho}$ は 1965 年-1998 年加入量に基づいた経験的自己相関の推定値である。

2) 確率論的予測

$$N_{2004,4} = \hat{N}_{2004,4} \exp\{0.4z - 0.08\}$$

$$N_{2004,3} = \hat{N}_{2004,3} \exp\{0.4z - 0.08\}$$

$$N_{2004,2} = \hat{N}_{2004,2} \exp\{\varepsilon_{2002}\}$$

$$N_{2004,1} = \hat{N}_{2004,1} \exp\{\hat{\rho}\varepsilon_{2002} + \varepsilon_{2003}\}$$

$$N_{2004,0} = \hat{N}_{2004,0} \exp\{\hat{\rho}^2\varepsilon_{2002} + \hat{\rho}\varepsilon_{2003} + \varepsilon_{2004}\}$$

$z \sim N(0,1)$ と $\varepsilon_y \sim N(0, (1 - \hat{\rho}^2)\sigma_R^2)$ の場合、 $\sigma_R = 0.6$, s.d.=0.4 の対数正規誤差が $\hat{N}_{2000,0}$ と $\hat{N}_{2001,0}$ の場合の周辺の不確実性に対応するために追加されていることに留意。

これらの式が暗示しているのは、

$$\tau_{2004} = \hat{\tau}_{2004} + \hat{\rho}^2\varepsilon_{2002} + \hat{\rho}\varepsilon_{2003} + \varepsilon_{2004}$$

これを使って

$$\tau_{2005} = \hat{\rho}\tau_{2004} + \varepsilon_{2005}$$

とその後が続く。この式は自己相関のある加入が 2002 年に開始されていることを仮定することになる。

σ_R の処理

条件付け

当初 σ_R は下限を 0.40 として推定されていた。2003 年の SAG 以降、この値は 0.6 で固定されていた。これはもともと、MCMC で各区分の h の値の分布を一様に近いものにするためであった。

予測

条件付けからの値を使用する。

収容力のトレンド

条件付け

ひとつの示唆として、多くの資源評価で steepness の値が低くなっているのは、収容力の変化に起因する可能性が指摘された。アリューシャン低気圧(即ち大規模な気候海洋学上の変動)が SBT の産卵場に(明確ではない形で)影響を与えている可能性が示唆された。このシフトは 1977 年に認識されているので、モデルを当てはめるプロセスで推定される異なる R_0 (再生産の規模

のパラメータ)の値を適用することが示唆された。テスト的な条件付けでは $h=0.57$ という推定値が得られ、 R_0 の値は初期の年の推定値の半分の値が出てきた。会合は、この結果をロバストネステストとして維持することを決定した。MSY、枯渇、そのほかに関するパラメータは、最も新しい期間の推定値を用いて算出する。

予測

再生産関係のパラメータとして、最も新しい期間の推定値を使用し、 ρ と σ_R の値はベースラインのセットで特定されているものを使用する。

CPUE と豊度の関係

漁獲効率のモデル

条件付け

次のモデルは第7回 SC 会合で提案され、豊度を予想する CPUE と関連付けている。

$$CPUE_y = q_y \tilde{N}_y^\omega \left(1 + \beta \left(\frac{E_y - E_{2000}}{E_{2000}} \right) + \gamma \left(\frac{E_y - E_{2000}}{E_{2000}} \right)^2 \right)$$

$$\text{where } \tilde{N}_y = \sum_a \left(\frac{S_{LL1,y,a}}{1 + \sum_{j=a_1}^{j=a_2} S_{LL1,y,j}} \right)^\psi N_{y,a} \quad (1)$$

$$\text{and } E_y = \frac{C_{LL1,y}}{CPUE_y}$$

このモデルではパラメータの $\beta, \gamma, \omega, \psi, q_y$ and a_1 and a_2 はユーザーが特定することになっている。現行のデフォルトの値は次の通り： $\beta = 0, \gamma = 0, \omega = 1, \psi = 1, (a_1, a_2) = (4, 18)$ or $(8, 12)$.

パラメータ β と γ ： β と γ の値を変えても、条件付けにほとんど影響はなかった (CCSBT-MP/0304/07)。

パラメータ ω ：グリッドの軸のひとつで、値は 1 と 0.75 に設定されている。

パラメータ a_1 と a_2 (CPUE の予測のために選択性を標準化するための年令範囲) はグリッドのひとつの軸として入っており、二つの範囲 (1) $a_1=4$ と $a_2=18$ 、(2) $a_1=8$ と $a_2=12$ が設定されている。 a_2 を 30 から 18 に変更した理由付けは、19-30 才の選択性の推定値が非常に低いためである。

予測

条件付けと同じとする。

効率のトレンド

条件付け

線形の増加に基づいた過去の CPUE のトレンドの解析 (CCSBT-MP/0304/07) から、この関係を適用しても何も改善は見られなかったことが示された。CPUE 作業部会は、全ての時系列シリー

ズを対象にして漁獲効率が毎年 1%増加する線形の仮定を使ったテストを含めることを勧告した。このテストは後で取りやめになったが、 q を毎年 0.5% 増加させる (Q0 と Q1 の中間) オプションは、コアセットの条件付けと予測の両方で維持することになった。

漁獲効率のモデル化は、分岐点(二つの期間で、GPS プロット導入の前と後)で示すのが最も良いのではないかという示唆がなされた。この案は残差のパターンで多少支持される。

予測

q の年 0.5% の増加は条件付けでも適用されている。CPUE は条件付けから推定される漁獲効率の自己相関のトレンドを用いて算出される。全ての時系列シリーズ(1969年-2003年)に基づいた自己相関の経験的推定値が使用されている。シグマ: 0.2 の値または全時系列シリーズの経験的推定値のどちらか大きいほうを使う。代替の方法として、ユーザーが予測コードのコマンドオプションとして値を選択することができる。その場合は次を入力する:

`-cpuestd xx`

$xx >= 0$ とするところ、 xx の値は `cpue` 残差の対数の標準偏差値である。

感度テストとして、2006年に q が 20% 増減することが含まれている。

注意!: *.grid file の初めの整数をデフォルト 0 から手動で 1 (q の 20% 増) または -1 (q の 20% 減) に設定する必要がある。

成長

予測:

サイズと重量は時間の経過に関わらず一定と仮定されるが、四つの漁業で設定は異なっている。データの inputs は次の通り: `fixed_quants04`

漁獲量の誤差

条件付け:

コアセットは漁獲量に誤差がないことを仮定している。入力ファイル(*.dat file のスイッチでコントロールされている)よりも多くなっている実際の漁獲量を用いてロバストネステストを実施する(1969年-1990年は 5% で、 $y \geq 1991$ 年は 15%)。

予測:

- コアセットは TAC=漁獲を仮定している。
- 条件付けで漁獲量の過少報告が仮定される場合は、予測でも同じ仮定がなされる (実際の漁獲量は TAC よりも 15% 多い)。MP は報告された漁獲量のみが知られていると仮定している。言い換えると、MP は条件付けとシミュレートされた漁獲実績の「真実」の過去の漁獲のベクトルを知らないことになる。

(注意!: このロバストネステストで予測を実行するためには手動でスイッチを *.grid file の最初のラインで設定する必要あり: 二番目の整数を 1 に設定)

漁獲死亡率の仕様

オリジナルのモデルにおける漁獲死亡率の仕様は、以下の式に基づいている:

注: シンプルにするために年の下付き文字は省略されている:

$$C = \sum_f \sum_a s_{f,a} F_f N_a \quad (1)$$

$$C = \sum_f C_f \quad \text{so that} \quad C_f = (\sum_a s_{f,a} N_a) F_f \quad (2)$$

$$\text{and } F_f = \frac{C_f}{\sum_a s_{f,a} N_a} \quad (3)$$

$$\text{注: } C_{f,a} = s_{f,a} F_f N_a \quad (4)$$

$$C_a = (\sum_f s_{f,a} F_f) N_a \quad (5)$$

$(\sum_f s_{f,a} F_f) > 1$ の場合は問題が生じるので、 $C_a > N_a$.

個別の年令の利用率 $(\sum_f s_{f,a} F_f)$ は 0.99 を限界としている。限界値を超えた場合は、対象となる漁業の年令別漁獲尾数は限界に合致するように減らされたが、他の年令の利用率の調整は行われなかった。このことは、他の年令の選択性が上がれば TAC を消化する上で、不必要な漁獲の減少につながる可能性を意味する。

パフォーマンスを向上させるために、ダグバターワースより次の式が提案された。これは有限の漁獲率を用いて予測のモデルの選択性を調整し、漁獲率の限界を超えることなしに個別の漁業の TAC を達成することを試みている。

単一船団の場合 (あるいは重複しない選択性) :

単一船団の場合を考慮して f の下付き文字を削除する :

F を上述の (3) 式を用いて計算する ; もし $F \leq 0.9$ であれば、変更なし。

もし $F > 0.9$ であれば ;

$$C = \sum_a g(s_a F) N_a \quad (6)$$

$$C = \sum_a s_a^* F N_a \quad \text{where modified selectivity } s_a^* = \frac{g(s_a F)}{F} \quad (7)$$

$$\text{Propose } g(x) = \begin{cases} x & x \leq 0.9 \\ 0.9 + 0.1[1 - \exp(-10(x - 0.9))] & 0.9 < x \leq \infty \end{cases} \quad (8)$$

注 :

(i) $g(x) < 1$ 、従って : 必要に応じて $C_a = g(s_a F) N_a < N_a$

(ii) $g(x)$ は連続、 $x=0.9$ では導関数が連続

Newton-Raphson のような過程が F のための (6) 式の解を得るために用いられるので $C_a = g(s_a F) N_a$ を算出する。

二つ以上の船団への拡張

もし (3) 式から全ての年令で $\sum_f s_{f,a} F_f < 0.9$ であれば、(3)-(5) 式はそのまま残す。もしどの年令でも $\sum_f s_{f,a} F_f > 0.9$ であれば、

$$C = \sum_a g(\sum_f s_{f,a} F_f) N_a \quad (9)$$

上記 $g(x)$ の場合 $C_a = g(\sum_f s_{f,a} F_f) N_a < N_a$ が必要

さらにまた、特定の年令 a で選択性の比例的な実質的減少がそれぞれの船団で同じ(但し年令で異なる)と仮定する。とすれば以下により、修正された選択性は $s_{f,a}^*$:

$$s_{f,a}^* = s_{f,a} \left[\frac{g(\sum_{f'} s_{f',a} F_{f'})}{\sum_{f'} s_{f',a} F_{f'}} \right] \quad (10)$$

従って

$$C_{f,a} = s_{f,a}^* F_f N_a = s_{f,a} \left[\frac{g(\sum_{f'} s_{f',a} F_{f'})}{\sum_{f'} s_{f',a} F_{f'}} \right] N_a \quad (11)$$

従って

$$C_a = \sum_f C_{f,a} = \sum_f s_{f,a} F_f \left[\frac{g(\sum_{f'} s_{f',a} F_{f'})}{\sum_{f'} s_{f',a} F_{f'}} \right] N_a \quad (9) \text{式により}$$

$$= g(\sum_f s_{f,a} F_f) N_a$$

従って、多変量の根を求める過程(例：拡張された Newton-Raphson)が以下の連結された非線形微分方程式 $f=f_1, f_2, f_3, \dots$ で F_f の解を求めるのに必要となる：

$$C_f = \sum_a C_{f,a} = \sum_a s_{f,a}^* F_f N_a$$

$$\text{i.e. } C_f = \sum_a s_{f,a} F_f \left[\frac{g(\sum_{f'} s_{f',a} F_{f'})}{\sum_{f'} s_{f',a} F_{f'}} \right] N_a$$

管理手続きで使用できるデータ

TAC が計算される t の時点で、MP のデータとして以下のものが使用できると仮定される (t は表 1 にある「決定年」)：

- $t-1$ の年までの OM からの漁獲データ
- t 年までの TAC
- $t-1$ の年までの CPUE
- $t-1$ の年までの年令組成

t 年に計算された TAC は $t+2$ の年に実施される。

データ作成のための仮定は次の通り：

漁獲量

条件付けに用いられる過去の漁獲統計と MP によって設定されたそれまでのすべての TAC。

CPUE

過去の CPUE の中央値 (条件付けで他の CPUE シリーズが使用された場合でも) と上述の仕様に準じてシミュレートされた CPUE (CPUE と豊度の関係を参照)。

年齢組成データ

年齢組成データはコホート分割法を用いてシミュレーションを行う。また MP で使用する過去の期間のデータとして、コホート分割法で得られたものが提供される。

MP ロバストネステスト

テスト		テスト回数	完全な統合	グリッドの ます目	反復回数
標識データ	標識データを除く	1		Sqrt グリッド で M10 の 3 つ のレベル(即ち 0.07 を含む)	2000
加入量	AC なし	1	×		2000
	低加入量の年を追加する (a)2002-2003、(b) 2002- 2005 (以下に詳細あり)	2	×		2000
	$N_{2004,3}$ と $N_{2004,4}$ を 3 倍に する	1	×		2000
表層漁業の 最大利用率	以下の詳細を参照	1	×		2000
インドネシアの 選択性	最高推定年令 = 18	2		M10 高 M0 中間 h 低及び中間 Omega =1 CPUE 中央値 Sqrt サンプル サイズ_a 4-18	500
CPUE	漁獲効率が增加	2		M10 中間 M0 中間 h 低と中間 Omega =1 CPUE 中央値 Sqrt サンプル サイズ_a 4-18	500
収容力	収容力に変化あり	2		M10 中間 M0 中間 h 低及び中間 Omega =1 CPUE 中央値 Sqrt サンプル サイズ_a 4-18	500
漁獲量の不確実性	漁獲量に不確実性あり	2		M10 中間 M0 中間 h 低及び中間 Omega =1 CPUE 中央値 Sqrt サンプル サイズ_a 4-18	500

ロバストネステストと比較するために、以下のセットが提供される：

- Sqrt のグリッドを標識ありで実行、即ちリファレンスのサブセット。M10=0.07 は標識データが入った場合には妥当性が非常に低かったのでリファレンスセットからはずされたことに留意。
- 単一のます目は第 5 コラムと合致している。

低加入量の年を追加する

$R_{low} = \hat{N}_{2000,0}$ と $\hat{N}_{2001,0}$ を平均とすると、二つのロバストネステストは以下のように定義される：

(a) 2002-2003 = R_{low} の R を仮定し、自己相関のある確率論的予測を 2005 年に開始する (実行は mycontrol.dat のスイッチを 2 に設定)。

(b) 2002-2005 = R_{low} の R を仮定し、自己相関のある確率論的予測を 2006 年に開始する (実行は mycontrol.dat のスイッチを 4 に設定)。

注：2000 年と 2001 年の加入量の平均化は、下記のように置き換えることが可能である。

$$N_{2004,3} = \text{変更無し}$$

$$N_{2004,2} = \frac{\hat{N}_{2004,2}}{\hat{N}_{2002,0}} R_{low}$$

$$N_{2004,1} = \frac{\hat{N}_{2004,1}}{\hat{N}_{2003,0}} R_{low}$$

$$N_{2004,0} = R_{low}, \text{年数により } N_{2005,0} \text{ 等と同じ}$$

この式は 2003 年の 1 才魚の漁獲死亡率を一定とする。コードは一般的なもので、低加入量の年の数はユーザーが変更できるようになっている。コードの詳細は、後述のコードのセクションに記載されている。

表層漁業の最大利用率

リファレンスセットからシミュレートされている表層漁業の現在の利用率は、1984 年-1988 年の推定最大利用率と比べて高すぎるのではないかと思われた。新しいロバストネステストが設計され、その中で 1984 年-1988 年の 2 才魚と 3 才魚の平均利用率に対して、2003 年と 2004 年の 3 才魚の利用率が 80%を超えていることに大きなペナルティーをかけている。このテストを実施するために、目的関数にペナルティーを入れる形で条件付けのコードを修正する必要がある。

$$H_{s,\text{high}} = \frac{1}{5} \sum_{y=1984}^{y=1988} \frac{\sum_{a=2}^{a=3} C_{s,y,a}}{\sum_{a=2}^{a=3} N_{y,a}} \quad \text{and} \quad H_{s,y,3} = \frac{C_{s,y,3}}{N_{y,3}},$$

とすると、目的関数に追加されるペナルティーは：

$$\text{ペナルティー} = \begin{cases} 0 & \text{for } H_{s,2004,3} < 0.80 H_{s,\text{high}} \\ \sum_{y=2003}^{y=2004} \frac{(H_{s,y,3} - 0.8 H_{s,\text{high}})^2}{0.02^2} & \text{for } H_{s,2004,3} \geq 0.80 H_{s,\text{high}} \end{cases}$$

コードの詳細

低加入量の年の数が4年(年級 2002-2005)に設定されている場合、開始年の豊度はテキストにある式を使って、ランダム誤差なしに設定される。自己相関のあるランダム誤差は2006年に開始される。一般的なコードで年の数 n がユーザーによって特定されている場合は、自己相関は常に低加入量のブロックの後の年から開始される。 $n > 3$ である限りは、式は同じである。自己相関のある残差を得るために、予測変数として用いる加入量の偏差 (τ) を算出する必要がある。これは、

$$\text{Tau}(y) = \ln(\text{Rlow}) - \ln(\text{S から予測される R})$$

$n=3$ とすると、 $\text{R}_{2004} = \text{Rlow}$ であり、 $\text{tau}(\text{first_yr})$ は2004年の加入量の偏差に基づいて設定される必要がある。

$$\text{Tau}(\text{first_yr}) = \ln(\text{Rlow}) - \ln(\hat{N}_{2004,0})$$

$n=1$ と 2 については、低加入量は `get_init_pop` の中で設定されている開始年の豊度の一部にだけ影響するので厄介である。

$n=2$ については、

$$N_{2004,2} = \frac{\hat{N}_{2004,2}}{\hat{N}_{2002,0}} R_{\text{low}}$$

$$N_{2004,1} = \frac{\hat{N}_{2004,1}}{\hat{N}_{2003,0}} R_{\text{low}}$$

$$\tau_{2003} = \ln(R_{\text{low}}) - \ln(\hat{N}_{2003,0}) \text{ の場合は、推測的に } N_{2004,0} = \hat{N}_{2004,0} \exp\{\hat{\rho}\tau_{2003} + \varepsilon_{2004}\}$$

$n=1$ については、

$$N_{2004,2} = \frac{\hat{N}_{2004,2}}{\hat{N}_{2002,0}} R_{low}$$

$\tau_{2002} = \ln(R_{low}) - \ln(\hat{N}_{2002,0})$ の場合、推測的に $N_{2004,1} = \hat{N}_{2004,1} \exp\{\hat{\rho}\tau_{2002} + \varepsilon_{2003}\}$

$\tau_{2003} = \hat{\rho}\tau_{2002} + \varepsilon_{2003}$ の場合、推測的に $N_{2004,0} = \hat{N}_{2004,0} \exp\{\hat{\rho}\tau_{2003} + \varepsilon_{2004}\}$

Tau(first_yr) は $N_{2004,0}$ の偏差を用いて設定する必要がある。

パフォーマンス統計量のリスト

C_y を y 年における総漁獲量とし、 $C_{\text{surf},y}$ を y 年における表層漁業の漁獲量とすると、

(1) 平均の漁獲量：

$$(1.1) \frac{\sum_{2004}^{2004+4} C_y}{5} \quad (1.2) \frac{\sum_{2004}^{2004+9} C_y}{10} \quad (1.3) \frac{\sum_{2004}^{2004+19} C_y}{20} \quad (1.4) \frac{\sum_{2004}^{2031} C_y}{28}$$

(2) 総漁獲量における表層の平均比率：

$$\frac{1}{28} \sum_{2004}^{2031} \frac{C_{\text{surf},y}}{C_y}$$

(3) 開始年のバイオマスに対するバイオマスの比率 (S : 産卵資源量)

$$(3.1) \frac{S_{2004+5}}{S_{2004}} \quad (3.2) \frac{S_{2004+10}}{S_{2004}} \quad (3.3) \frac{S_{2004+20}}{S_{2004}} \quad (3.4) \frac{S_{2032}}{S_{2004}}$$

(4) 予測期間中に産卵資源量が2004年の水準の 90% を下回る予測の割合。

(5) 予測期間中に産卵資源量が2004年の水準の 80% を下回る予測の割合。

(6) 予測期間の最後にあたる2032年に産卵資源量が2004年の水準の 90% を下回る予測の割合。

(7) 予測期間の最後にあたる2032年に産卵資源量が2004年の水準の 80% を下回る予測の割合。

(8) 現行水準との比較における最小産卵資源量：

$$\text{Min} \left\{ \frac{S_y}{S_{2004}} \right\} \text{ 29年を超える予測}$$

(9) 漁獲がなかった場合と比較した 2022 年の産卵資源量：

$$S_{2022}/S_{2022}^*$$

S_{2022}^* は漁獲ゼロのシナリオの場合の 2022 年の産卵資源量を表す。

注：この統計は予測コードの結果として出てくるサマリーには入らないが、新しいグラフィックスパッケージの一部として計算される。

(10) 1980 年のバイオマスに対する 2020 年と 2032 年の産卵資源量の比率：

$$(10.1) \quad \frac{S_{2020}}{S_{1980}} \qquad (10.2) \quad \frac{S_{2032}}{S_{1980}}$$

(11) MSY に対する 2020 年と 2032 年の産卵資源量の比率 :

$$(11.1) \quad \frac{S_{2020}}{S_{MSY}} \qquad (11.2) \quad \frac{S_{2032}}{S_{MSY}}$$

(12) 漁獲量の毎年の変動量 :

$$AAV = \frac{1}{26} \sum_{2005}^{2030} \frac{|C_{y+1} - C_y|}{C_y + 1^{-6}}$$

(13) MSY に対する利用率 :

全バイオマスに対する漁獲量と定義される :

$$\frac{1}{5} \sum_{y=2027}^{2031} \frac{C_y}{\text{Total Biomass}_y} \text{ relative to } \frac{C_{MSY}}{\text{Total Biomass at MSY}}$$

後者はシミュレーションにおける最後の 5 年間の漁獲量と全バイオマス (2 才とそれより上) の比率対 MSY の漁獲量とバイオマス (2 才とそれより上) の比率という形になっている。これは、選択性が変化している時に漁獲死亡率を定義するのが困難なので、それを避けるためである。会合はまた、選択性が大きく変化している時、そして/または MSY の計算に使われている表層とはえ縄の漁獲量の配分の値が変わった場合には、これらの測定値の解釈に問題が生じる可能性について留意した。上述の式は、MSY と MSY での全バイオマス(2 才とそれより上)を異なる条件付けのシナリオで計算することを意味していることに留意する。これは最も新しい年令別重量と年令別選択性を用いて行う。

(14) TAC の軌線が最初の数年で方向を変えるかどうか—これは最初の 6 年間は TAC が最初に増加して減少する、または逆のことが起こることを望んでいないという考えである。即ち TAC_{2009} が TAC_{2006} と TAC_{2012} の範囲外にあることを避ける (低い A が望ましい) ようにする。選択された統計は TAC が「間違った」方向に行く確率とそのような変化の度合いを反映することになる。

もし n 回の反復が実行された場合 :

$$(14) \quad A = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (\Delta TAC)_i I_i$$

where $\Delta TAC_i = |TAC_{2009} - TAC_{2005}|$ and

$$I_i = \begin{cases} 0 & TAC_{2006} < TAC_{2009} < TAC_{2012} \\ 0 & TAC_{2006} > TAC_{2009} > TAC_{2012} \\ 1 & \text{otherwise} \end{cases}$$

低い A の値が望まれる。この統計は TAC を最初に変えてよい年に関連づけて定義をしている。上述の仕様はオプション (a) に対応しており、TAC が変化する最初の年は 2006 年である。オプション (b) では 2008 年、2011 年及び 2014 年である；オプション (c) では 2008 年、2013 年及び 2018 年である。さらに ΔTAC は中間の年 (2009 年、2011 年または 2013 年) と 2005 年の間で計算される。

(15) TAC の安定性：

$$[\Delta TAC_{y-1} \times \Delta TAC_y < 0] \quad (\Delta TAC_y = TAC_y - TAC_{y-1}) \text{ の場合の年数}$$

この時 TAC に変更のない年は無視される。この統計は TAC が連続して反対方向に変化する回数を評価するものである。

(16) TAC とバイオマスのトレンドの一貫性：

$$[\Delta S_y \times \Delta TAC_y < 0] \text{ の場合の年数}$$

このパフォーマンス統計量の解釈は難しく、他のパフォーマンス統計量と一緒に考慮されなければならない。

(17) TAC の最大減少幅：

$$\text{Min}[\Delta TAC_y]$$

低い h のシナリオの場合は：

(18) $\text{Pr}[(\text{the slope of the regression of } S_y \text{ versus time over the last five years}) > 0]$.

(19) 業界の懸念を考慮するために、

$$\text{Min}(CPUE_y) / CPUE_{2004}$$

注：

サマリー統計量 (中央値、第 10 と第 90 変位値) は次の統計で計算される：(1)-(3)、(8)-(13)、(15)-(17) 及び (19)。

リスクに関する統計：

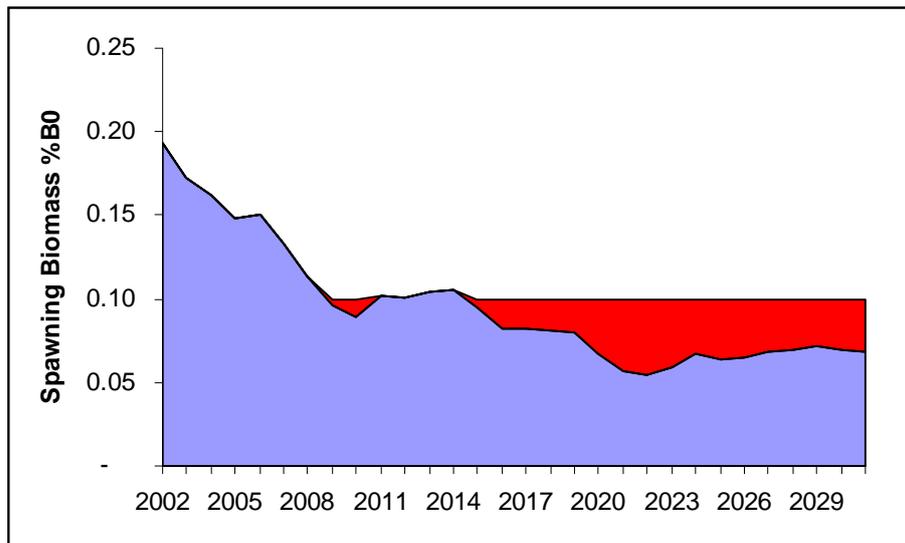
MPW3 で提案された低い水準の産卵資源量から生じるリスクの追加的な測定値として、次のものが提案された。この統計は探求するパラメータとともにグラフィックスパッケージに導入される。

1. 産卵資源量を参照となる値、つまり推定処女資源量、B1980、B2004 または BMSY のいずれかの分数として計算する。我々はこれを $y F_y$ 年の分数の値と呼ぶ。
2. それを下回ると加入量の枯渇が起こりうるリスクがあると懸念される値として「リスクの閾値」を特定する。これを閾値 T と呼ぶ。
3. 毎年のリスクの平均値を次のように計算する

$$R = \frac{1}{n} \sum_{y=1}^{y=n} \left[u_y \left(\frac{T - F_y}{T} \right)^\gamma \right]$$
$$u_y = 0 \quad \text{if } T < F_y$$
$$u_y = 1 \quad \text{if } T \geq F_y$$

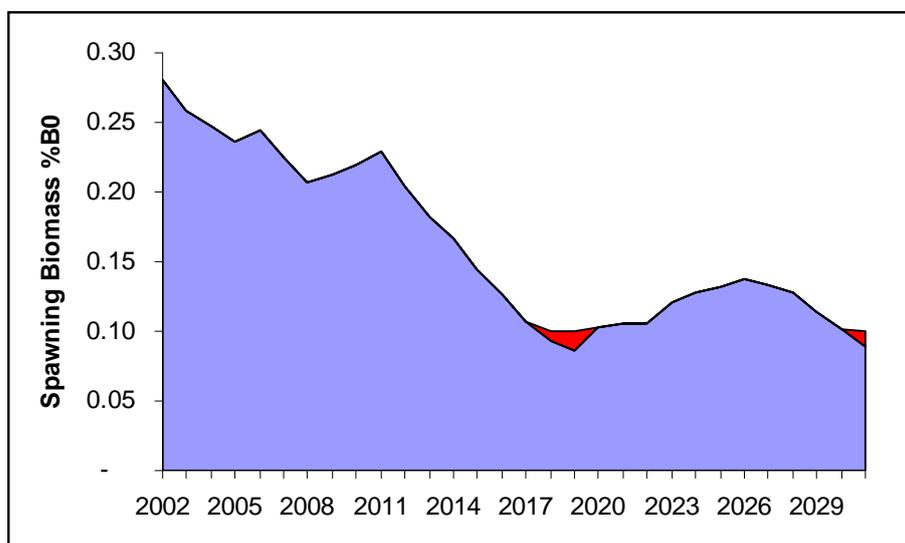
したがって R の値は、軌線全体を通して産卵資源がゼロであった場合の可能な全てリスクの分数であると解釈できる。パラメータ γ は異なる水準のバイオマスの減少が平均に与える重みをコントロールする。例：1 よりも大きい値は、より大きな減少により高い重みを与える。

次の二つの図はこの「リスク」の領域を視覚的に表したもので、産卵資源量に関する二つのシナリオでどのように異なるかを示している。赤の部分がリスクの領域で、リスク統計量 R は単純にその領域の平均のサイズを表す。このシナリオでは R の値は 0.17 である。



下のシナリオでは R の値は 0.011 である。

留意点：この統計量は予測コードから出てくるサマリーの結果には含まれないが、グラフィックスパッケージの一部として計算される。



上述の定義は二つの決定事項、つまりリファレンスの値と閾値の値に何を使用するかが関与してくる。

TAC 変更のスケジュールに関するオプション

意思決定ルールは 2022 年に三つの再建目標の中央値を達成するためにチューニングされている：現在の産卵資源量の 0.9、1.1 及び 1.3。コントロールファイルは TAC を変更する頻度に関して三つのオプションを提供している：

オプション (a): 最初の TAC 変更は 2006 年、それ以降は 3 年ごと

オプション (b): 最初の TAC 変更は 2008 年、それ以降は 3 年ごと

オプション (c): 最初の TAC 変更は 2008 年、それ以降は 5 年ごと

これらのオプションは、2003 年 10 月の CCSBT の後で出てきた要請を受けて、TAC が計算されて意思決定されてから実施までにさらに一年の猶予を盛り込んでいる。オプション (b) は三つのチューニングレベルすべて(中央値 0.9、1.1 及び 1.3) で実行されるが、(a) 及び (c) は 1.1 のチューニングのみで実行される。

TAC の最大及び最小変動幅は：

オプション (a) と (b) : 5000t と 100t ;

オプション (c) : 8000t と 100t。

TAC の最大変動幅は変更できるようになっているので、ユーザーは合意されたもの以外のオプションも探求する柔軟性が与えられている。過去の経験では、最大変動幅が実質的な抑制として作用して、TAC を最大限に近い数字で減少するしか選択がなかった。

意思決定 の年	入手可能になる年			オプション a		オプション b		オプション c	
	OM からの 漁獲 データ	TAC から の予想 漁獲量	OM から の CPUE データ	MP TAC 年	TAC 変更 可能?	MP TAC 年	TAC 変更 可能?	MP TAC 年	TAC 変更 可能?
2004	2003	2004	2003*	2006	Yes	2006	no	2006	no
2005	2004	2005	2004	2007	no	2007	no	2007	no
2006	2005	2006	2005	2008	no	2008	Yes	2008	Yes
2007	2006	2007	2006	2009	Yes	2009	no	2009	No
2008	2007	2008	2007	2010	no	2010	no	2010	No
2009	2008	2009	2008	2011	no	2011	Yes	2011	No
2010	2009	2010	2009	2012	Yes	2012	no	2012	No
2011	2010	2011	2010	2013	no	2013	no	2013	Yes
2012	2011	2012	2011	2014	no	2014	Yes	2014	No
2013	2012	2013	2012	2015	Yes	2015	no	2015	No
2014	2013	2014	2013	2016	no	2016	no	2016	No
2015	2014	2015	2014	2017	no	2017	Yes	2017	No
2016	2015	2016	2015	2018	Yes	2018	no	2018	Yes
2017	2016	2017	2016	2019	no	2019	no	2019	No
2018	2017	2018	2017	2020	no	2020	Yes	2020	No
2019	2018	2019	2018	2021	Yes	2021	no	2021	No
2020	2019	2020	2019	2022	no	2022	no	2022	No
2021	2020	2021	2020	2023	no	2023	Yes	2023	Yes
2022	2021	2022	2021	2024	Yes	2024	no	2024	No
2023	2022	2023	2022	2025	no	2025	no	2025	No
2024	2023	2024	2023	2026	no	2026	Yes	2026	No
2025	2024	2025	2024	2027	Yes	2027	no	2027	No
2026	2025	2026	2025	2028	no	2028	no	2028	Yes
2027	2026	2027	2026	2029	no	2029	Yes	2029	No
2028	2027	2028	2027	2030	Yes	2030	no	2030	No
2029	2028	2029	2028	2031	no	2031	no	2031	No
2030	2029	2030	2029						No
2031	2030	2031	2030						No

* 2003 年は実際の CPUE の値が使用されており、オペレーティングモデルからシミュレートされた CPUE の値ではない。