



## 第1回管理手続きワークショップ報告書

2002年3月3-4及び6-8日  
日本、東京

## 第1回管理手続きワークショップ報告書

2002年3月3-4日及び6-8日

日本、東京

### 1. 開会、付託事項及び議題の採択

1. 科学委員会の独立議長及びこのワークショップの議長であるペニー氏がワークショップを開会した。B. マクドナルド事務局長は、日本がワークショップの開催場所と後方支援してくれたことに感謝した。
2. ワークショップ参加者は簡略に自己紹介を行った。参加者リストは別紙Aに記載されている。金子事務局次長は、会合運営上の取り決めに提示した。
3. 一般的討議では、議長がラポルツアーの役割を勤め、会合の報告をまとめるとの申し出を参加者が受け入れた。管理手続き開発プロセスの技術調整役のパルマ博士が、技術的討議を調整し、また諮問パネルのメンバーがワークショップ報告の技術的部分を作成することが求められる。いくつかの技術的な詳細事項（オペレーティングモデルにおける数学的な仕様など）は、会合後に、電子メールの交換によって最終化されなければならない点が留意された。
4. 議題案がわずかな変更とともに採択された。それは、別紙Bに記載されている。会合のための文書リスト（別紙C）が事務局長により提示された。3つの文書（MP/0203/5, 6, 7）が以前の会合で提出されていなかった点が留意された。他の全ての文書は以前に提示された。
5. ワークショップの付託事項（別紙Bの議題を参照）は、第6回科学委員会会合で提案された事項（CCSBT-MP/0203/Rep2を参照）から直接に導き出され、更に2000年管理戦略ワークショップによる当初の勧告（CCSBT-MP/0203/Rep1を参照）に応じて作成された。

### 2. ミナミマグロ管理手続きを開発するためのプロセス案の概要

6. パルマ博士が、ミナミマグロ管理手続きを開発するためのプロセス案の概要を提示した。これは3つのワークショップで完成することが予定されている。この第1回ワークショップは、将来の資源曲線をシミュレーションするためにオペレーティングモデルの仕様に焦点を合わせる必要があった。これには過去の漁業データに対してモデルをコンディショニングするプロセスが含まれる。ヘイスト女史（プログラム・コンサルタント）が開発するコンピュータ・コードは、将来の管理手続き候補を評価するため、各国科学者により利用される。これらの評価の結果は第2回ワークショップで検討される。この段階で、包括的である必要はなかった。試験検査目的のための単純なオペレーティングモデル（OM）及び管理手続き（MP）の候補の開発に焦点を合わせるべきである。これらは改良され、将来のワークショップで、より複雑になるだろう。
7. バターワース教授が文書CCSBT-MP/0203/6を提示した。また、イアネリ博士は、オペレーティングモデルと管理手続きが他の漁業でどのように開発され、コンディショニングされ、また使用されているか概括的な例示として、文書CCSBT-MP/0203/7を提示した。これらの文書はオペレーティングモデル及び管理手続きの原則や特性の多くを例証している。背景文書CCSBT-MP/0203/BGD3がミナミマグロの管理手続きを開発するための作業

の一例を提示し、ミナマガロ管理に特有の問題のいくつかを例示している点が留意された。

### 3. ミナマガロオペレーティングモデルの構成

#### 3.1 資源モデル

8. 最初の定式化は、分析の第二段階において、モデルのパラメータ及び状態変数において、より多くの不確実性と確率推定が検討されることを認識しつつも、単純な仮定を設定している。現在の主な関心は、モデルの定式化が、これらの変化を許容するために十分柔軟性を持つことを確保するものの、プロセスの提示や解釈を容易にするために、当初の仮定を単純に保つところにある。仮定はセクション 3.1 の最後の表に要約されている。以下の所見はこの表の要素をめぐる討議に関わるものである。

##### 3.1.1 資源構造

9. もっとも単純な仮説は、ミナマガロのシングル・ユニット・ストックが存在するということであり、初期モデルで性別や地理的な資源構造を検討する必要がないことが合意された。何らかの形式の空間的な資源構造がありえることが可能であり、分析での後の段階でこれを考察することが可能である。

##### 3.1.2 自然死亡率

10. 3つの特定年齢の死亡率ベクトルを当初検討するが、コンディショニングの段階でこれらの値を推定しないことが提案された。しかしながら、より柔軟にするため、これらのベクトルがパラメータ化され、後の段階で、これらのベクトルのパラメータに関する事前分布を設定し、コンディショニングの間に、ベクトルの推定を可能にするように、コンピュータコードを設定することが提案された。

##### 3.1.3 年齢/体長で構成された動態

11. モデルの全ての状態変数は年齢に基づく。年齢別尾数が主要な変数になり、いかなる選択性も体長よりも年齢に基づくものとされる。選択性が体長に基づく可能性があることが認識されるが、現時点で検討することは重要だとは考えられなかった。

##### 3.1.4 成長の傾向

12. 過去のデータは時間の経過における成長率の変化を示している。これは評価モデル内ではなく、標識放流から推定された。現在仮定されている年齢/体長の関係が将来の予測において安定的であると当初仮定される。しかし、成長における時間的傾向を含め、密度に関連している可能性のある、他の仮説が後に検討され得ることが認識された。

##### 3.1.5 資源と加入量の関係

13. Steepness 及び  $R_0$  (漁獲開始前の平均加入量) は、コンディショニング段階において直接推定される。将来の予測に関する加入量分散と時間的な自己相関性 (autocorrelation) は、コンディショニング段階で推定される年級群から推定される。1年目の試験において、コンディショニング及び将来の予測双方において、depensation

がないと仮定される。後の段階では、レジームシフト・パラメーターと depensation を求めることができる。

### 3.1.6 重量と体長の関係

14. 重量と体長の関係は、現在の推定値で固定されていると思われる。将来の時点で、ある程度の変化が許容される。

### 3.1.7 成熟スケジュールと相対的産卵能力

15. 明確に区分した成熟年齢は、当初10歳と仮定される。しかし、後の段階で、代替の成熟年齢が検討され得る。また、高年齢魚がより頻繁に産卵し、またはよりよい卵を作り出すとの可能性を示すために、キログラムあたりの特定年齢の繁殖生産高を許容する。

### 3.1.8 漁獲能力

16. 漁獲能力は、管理手続きの下では、コンディショニング段階及び将来のシミュレーションの双方において一定であると仮定される。しかし、漁獲能力は時間の経過とともに変化し得ると認識される。これは将来の分析に含めることができる。

項目	初期オペレーティングモデル	推定のコンドィショニングにおいていかに処理するか	次の段階で組み入れられる可能性があるもの
資源構造	単一資源	単一資源	特定の摂餌場
自然死亡率	固定された年齢特定ベクトル。	固定年齢特定ベクトルが推定されるが、関数形式でパラメータ化される。	パラメータに関するpriorを検討する。推定に関する不確実性を含める。
年齢/体長構造動態	年齢に基づくもの全て。	年齢に基づくもの全て。	
成長における傾向	初期モデリングにおいては、固定された成長関係。	過去のデータを用いて、時間におけるパターンを固定する。	成長のためのその他の定式化。
資源加入量	steepness、 $R_0$ 分散及び相関関係がコンディショニング段階において推定される。	steepness、 $R_0$ 、シグマ、自己相関関係が推定される。Depensationは固定。	レジーム・シフトなどの時間的傾向。depensationに関するprior。
重量-体長	固定	固定	密度または時間と共に変化。
漁獲能力	想定される定数	想定された定数	ランダムネス(無作為性)の許容
成熟のスケジュール	年齢に対するナイフエッジ型の関数	固定	キログラム当たりの年齢特定卵生産。成熟度はおそらく体長の関数である。

項目	初期オペレーティングモデル	推定のコンディショニングにおいていかに処理するか	次の段階で組み入れられる可能性があるもの
漁業のリスト	4つの選択性、表層、LL1, LL2 及び産卵場。将来の漁獲が選択性の中で分割される代替シナリオ	海面、LL 1 (主に JPN 4-9), LL 2 (主に非対象), LL 3 (JPN 2) 産卵場漁業がある。変化が許容される時期は、4年ブロックとなろう。	
各漁業における選択性	推定における最後のブロックに基づいて固定。	4年ブロックで各漁業について推定。LL2 または LL3 については変化なし。産卵場漁業における選択性の変化は、旧 LL 1 と現在のインドネシア漁業の間の休止期間に発生。	選択性の変化に関する仮説。
非報告の漁獲量	漁業ごとに代替量が許容されるが、初期試験については 0 と仮定される。	各漁業について想定	代替量を許容
イベント・カレンダー	インドネシア表層漁業が、1月1日に開始。その後、 $\frac{1}{2}$ の死亡率、その後 LL 及び非対象 LL。		

### 3.2 漁業モデル

#### 3.2.1 特定された漁業

17. 幅広い討議の後、5つの特定の漁業について、過去のデータを分析できるとの結論が下された。これらは、以下のとおりである。

- (1) オーストラリアの表層漁業
- (2) LL 1 (主に、4-9区における日本の LL 漁業であるが、下記の 3-5 に列挙されたものとは別の全ての延縄漁業をカバーする。)
- (3) LL 2 (主に、LL 1 より若い年齢のミナミマグロの選択性を示す、ビンナガを対象とした台湾の漁獲である。)
- (4) LL 3 (主に、他の LL 漁業と選択性において異なるが、産卵場漁業とは同じでない、2区からの日本のデータ)
- (5) LL 4 (初期の日本の 1 区漁業及び近年のインドネシアの産卵場漁業から成る産卵場漁業である。)

18. これら5つの漁業コンポーネントのそれぞれに含まれる過去の漁獲データの仕様が以下の表に示される。

漁業上の構成要素	含まれる漁獲データ
1	オーストラリア表層漁業漁獲量（全ての水域におけるまき網、一本釣り及びトロール漁業）
2	1区及び2区を除く日本の延縄漁獲量 ミナミマグロを対象としている台湾の延縄漁獲量 オーストラリア国内延縄漁獲量 オーストラリア合弁延縄漁獲量 ニュージーランドチャーター船漁獲量 ニュージーランド国内漁獲量 以下に含まれていない全ての他の国の延縄漁獲量（日本の輸入統計からの推定）
3	台湾のピンナガ延縄漁業で漁獲されたミナミマグロ 台湾刺し網漁獲量
4	2区における日本の延縄漁獲量
5	1区における日本の延縄漁獲量 インドネシア延縄漁獲量

19. 管理手続きの将来の予測については、LL 3 を除いて、同じ漁業が含まれる。従って、4つの漁業があることになる。代替の予測シナリオは、これらの漁業に異なる量の漁獲量を割り当てる。従って、延縄漁業による漁獲割合が増加したシナリオを検討する必要があるならば、一層多くの漁獲が LL 1 漁業に追加され、若干が表層漁業から除外される。

### 3.2.2 各漁業の選択性

20. 選択性のパターンは、表層漁業及びLL1 漁業について、4年ブロックごとのコンディショニング段階で推定される。選択性のパターンは、LL2 及び LL3 漁業において一定であると推定される。産卵場漁業における選択性は、日本の1区漁業と最近のインドネシアの産卵場漁業の休止期間の間に、二つのブロックに分けられる。
21. 初期の分析では、選択性における将来の変化は検討されないが、選択性が将来どのように変化し得るかについていくつかの仮説があることが認識される。これらは、分析の後段階で検討することができる。

### 3.2.3 未報告漁獲量

22. 間違いなく、過去の漁業において若干の未報告漁獲量があり、また将来の漁業で若干あることが認識される。初期の分析では、漁業別に過去及び将来のレベルを許容する可能性を持つが、使用される数値について合意を取り付ける試みは行われなかった。初期試験における既定値はゼロと仮定される。

### 3.3 技術的な詳細点：年間カレンダー

23. 一つの推定として、漁獲は、二つの時期に起こると仮定される。最初の時期（1月1日）において、表層漁業及び産卵場で漁獲が行われる。第2の時期（7月1日）において、他の LL 漁業の漁獲が行われる。漁業 LL3 に最も適切な時期を割り当てるには、更に進んだ調査が必要である。自然死亡率は、周年継続的に起こる。

24. ミナミマグロ管理手続きモデルの合意されたコンディショニングのための数学上の仕様の詳細は別紙Dに記載されている。

4. 過去のデータのコンディショニングモデル・パラメータ推定のために使用されたデータ及びエラー構造の判別。

25. ワークショップは、広範囲の討議とあわせて、以下の小議題に関する、相互に関連する幅広い問題を検討した。

- 4.1 総漁獲量
- 4.2 年齢別漁獲量及び体長別漁獲量
- 4.3 豊度指標：
  - CPUE (年齢/体長/総量) 対漁獲努力
  - 標識放流
  - 航空機目視調査
- 4.4 コンディショニングのために用いられる方法
- 4.5 各データ構成要素のための尤度構造
- 4.6 事前分布、罰則及び制約条件
- 4.7 その他

26. これらの議題に関するワークショップの討議は、下記の表に要約されている。同表には、初期モデル構築について得られた合意が、これらの合意の理由付けに関するメモとともに示されている。

	項目	初期仕様	注釈
1.	総漁獲量	報告に従って数量を推定する。各国は、最良の利用可能な推定を提示する。	感度に対する選択肢（例えば、未報告漁獲量を反映すると考えられる数量。）
2.	年齢別漁獲量	インドネシア漁業（のみ利用可能）  表層漁業からの信頼し得る年齢推定が利用可能になるので、これらはこの漁業のサイズ構成に適用される。	インドネシアのデータから、少なくとも30歳までの年齢査定が行われている。全期間に渡って、より若齢（20歳）のモデル化を実行することを望むことになるかもしれない。インドネシアの体長データの漏れは、合理的であると考えられる。その理由は、a) この漁業には一定の選択性が想定される。b) 選択性の推定は、年齢を根拠にしており、それ故、年齢データが最も適切である。また、c) 年級変異性に関する情報は、高年齢体長データで無視できる。

	項目	初期仕様	注釈
3.	体長別漁獲量	その他の全て（初期のインドネシアデータの漏れ、また、おそらくオーストラリア表層漁業についても漏れがある。）。	将来の選択肢は、異なる補完計算式で推定されたセットを評価するかもしれない。
4.	成長	体長別漁獲量に適合するための年当初及び年中間の年齢別体長計算式が、事前に明記されている（また、時間的に多様化されている）。つまり、内部的に推定されない。各年に2つの計算式を持つことは、漁業が編成される方法と一貫している（つまり、年当初漁業と年中間漁業）	体長グループの尾数及び幅に関する問題は研究され、また各国と相談される。  Collapsing が、全ての漁業で一貫して行われるように、利用可能な最良の体長増加に関するデータが準備される。  おそらく成長における不確実性を検討するための分析が将来行われる。
5.	年齢及び努力量ごとのCPUE	CPUEの数値を取りまとめる、GLM（又はCPUEモデル作成ワークショップから選択された手法）を利用して標準化する。代替として、ノミナルCPUEを用いるが、主要モデル内の適切なエラーと共にモデル化される。	コンディショニングモデルの将来の分析では、漁獲能力、密度依存及び可能性のある他の処理上のエラーにおける明確な時間的傾向を含むかもしれない。
6.	標識放流	取りまとめられたデータで用いられる。これまでの評価からの報告率の1つのセットを仮定する。漁期モデルが用いられる（非Baranov）（別紙Dにおける初期仕様を参照）	将来の可能性として、報告率の不確実性を検討する。またできる限り漁業ごとに分割する。
7.	航空機目視調査	現時点では含まない。	おそらく情報は不足し、その解釈が難しい。
8.	音響調査	現時点では含まない。	将来の利用の可能性を考察する。
9.	コンディショニングの方法	ベイジアン・アプローチが選定された。これは、主としてシミュレーション試験の基礎である今後の区分を用いた選択肢が利用可能であることを意味し、また現在の利用可能なデータによるコンディショニングを求めている。	予測計算をコンディショニングする近似のための選択肢を維持する。つまり、（今後の区分の推定を統合することに代えて）予測シナリオの数を削減するために、プロフィール尤度、又は今後の区分に対するHessian近似値を評価する。



	項目	初期仕様	注釈
10.	各データ構成要素に対する尤度構造	一般的に、尤度構造は、CCSBT に提示された統計的アプローチ（例えば、CCSBT-MP/0203/4）から形成されたそれらに従う。	豊度指標の最低分散値（及びこれに類似して、多項分布形データの効果的なサンプル・サイズの上限）は、初期に明記される。
11.	事前分布、罰則及び制約	事前分布は、これまでの CCSBT 評価作業の合理的な指針に従うために、初期の仕様と伴に、初期のコンディショニングモデルで明記される。つまり、これらは、コンサルタントと運営委員会の自由裁量で明記される。	事前分布の仕様への修正が、今後の管理手続きワークショップで行われると想定される。
12.	その他	モデルの時間的な枠組みについて討議がなされ、またその提案では、漁獲の時系列を(1951-A)まで遡る。この A は、1951 年にモデル化される年齢の数を示している（A = 初期試験に対して 20）。	この点は、資源加入量関係のその後の推定と調和する合理的な年当初の豊度レベルを確立するのに重要と考えられる。

## 5. 管理手続きの候補

### 5.1 一般的問題

#### 5.1.1 単純対複雑

27. 当初、評価されるべき管理手続きの候補は、複雑ではなく単純であるべきである。これらは、評価での業界及び行政官との協議の際に、より容易に理解できるだけでなく、コード作成及び試験をするにも容易なものとなる。しかし、管理手続きは各国の科学者によって開発される。その意図は、どのような管理手続きの候補が作成され評価されるかに制約を加えることではないということである。開発された全ての初期の手続き候補の性能は、2003年3月の第2回管理手続きワークショップで評価され、検討される。

#### 5.2 管理手続きへのデータ入力

28. 管理手続きへの入力のための候補として異なるタイプのデータが検討された。これらは、以下に関する情報を提供する。

- 豊度の傾向 (CPUE 及び標識放流)
- 加入量の傾向 (航空機目視調査、音響学調査)
- 年齢構成、サイズ構成

29. これらのデータタイプの相対的重要性が討議された。単純な手続きは利点を持つとしても、管理手続きの選択は、シミュレーション試験での性能に基づくとの結論が下された。標識放流は将来重要性を増すと思われるが、短・中期での最大の影響は、豊度の傾向を指標化する CPUE に関するものである。

### 5.3 漁獲量の分割

30. 漁獲量の分割に関する管理の2つのレベルが提示される。オペレーティングモデルのための管理ファイルは 漁獲量分割が評価の前に決定されることを可能にする。しかし、これは、管理手続きによる漁獲分割の管理を可能にしない。ある管理手続きは、漁業ごとの漁獲量の管理を望むかもしれない。従って、コンピューター・コードは、管理手続きにより絶えず変化する形で調整される総漁獲量を特定の漁業に割当てる選択肢と共に設計される。
31. 初期の試験が完成すると、これは（2002年SAG会合での最初のオペレーティングモデルのコンピューター・コードの検討の後）、運用可能となる。コンサルタントによって、実施される初期シミュレーション試験については、特定漁業の漁獲は、歴史的比率（1998 - 2000年の平均）を用いて分割される。将来の選択肢もまた、実施上のエラー（たとえば、勧告された漁獲レベルと総漁獲量が異なっている場合）を含む。

### 5.4 推定モデルの候補

#### 5.5 意思決定ルールの候補

32. 上記2項目がいっしょに討議された。プログラミング・コンサルタントが各国の科学者による評価のためのコードを提供する前に、オペレーティングモデルを試験できるように、単純な管理手続き候補のみが必要とされる。コードの実施をチェックするため、また、デモンストレーションの目的のために、コンサルタントによりひとつの単純な経験的な規則が実施される。総漁獲量は以下によって特定される。

$$C_{t+1} = (1-\omega)C_t + \omega k C_t (1+\lambda)$$

この場合、 $\lambda$  は、time (t-1)までの CPUE データを用いた 過去 10 年の期間に対する  $\log(\text{CPUE})$  の回帰の傾きである。また、 $k$  は、調整可能の管理パラメータである。

33. 以下の3つのオプションが検討された。
- 1) 漁獲ゼロ
  - 2) 一定の漁獲 ( $\omega=0$ )
  - 3) 変動漁獲 ( $\omega=0.5$ )

## 6. 管理手続きの試験

### 6.1 管理手続きの実施

#### 6.1.1 管理手続きのためのデータ入力をシミュレーションするためのエラー構造

34. 管理手続きに入力する将来のデータを作成するために用いられるサンプリング・モデル用の仕様は以下の表に記載されている。試験第一段階の後には、更に複雑なモデルが使われる。

データのタイプ	第一段階におけるデータ・シミュレーションのための仮定	今後の可能性
尾数及び重量における総 CPUE	コンディショニング段階で推定された分散を持つ i. i. d. の (互いに独立で同一の) lognormal 分布	バイアスを組み入れる提案は、各国科学者及び CPUE ワークショップにより作成され、2002 年 SAG 会合及びワークショップ II の間に検討される。
表層及びインドネシア漁業の年齢別漁獲量.	過去のデータのコンディショニングに基づいて、経験的に決定されたサンプル・サイズを用いた多項分布。	多項分布より高い分散を追加し、代替の仮定を検討する。
延縄漁業の年齢別漁獲量	コンディショニングで決定されたサンプル・サイズを用いて多項分布と体長分布データを作成し、その後年級群分解を適用。	多項分布より高い分散を追加し、代替を検討する。
標識放流	実施されず	将来の実施に関する提案は、2002 年 SAG 会合及びワークショップ II の間に検討される。

35. 上記の最終コラムに列挙された諸問題に関する提案（また、セクション 4 で示された提案）は、具体的で動機付けを持ち、また 2002 年 SAG 又はワークショップ II に文書の形で提出されなければならない。

### 6.1.2 実施上の不確実性

36. 実施上の不確実性は試験の第一段階では組み入れられない。

### 6.2 シミュレーション試験における不確実性の取り扱いのためのアプローチ

37. 管理手続きの試験は以下のとおり、事前に特定された階級付けに従って、最も単純なところから出発し、漸近的な不確実性のレベルを組み入れて行く。

#### 管理手続き試験の階級付け

##### 1) 十分に決定的

過去のデータ:

- いくつかのケースを使う。(i)  $h$  の最尤度推定及び  $h$  の上方/下方 5%-ile への  $B_0$  の  $B_0$  プラス・フィット、並びにその反対。ここから、各ケースは、固定された出発点の  $B/B_0$  値をもつ。

将来の予測:

- データにはオブザベーションエラーがない。
- プロセスエラーがない。(たとえば、S-R カーブについて揺れがない。)

##### 2) 将来のデータのノイズ

将来の予測:

- データ・シミュレーションにおけるランダムなオブザベーションエラー（たとえば、CPUE 対バイオマスの関係における変動）
- プロセスエラー（たとえば、再生産量曲線について揺れがない）

### 3) 将来の予測において十分に確率的

将来の予測:

- (2) のようにデータ・シミュレーションにおけるランダムなオブザベーションエラー
- プロセスエラー（たとえば、再生産量曲線について変動を追加）

### 4) シナリオごとに十分に確率的

過去のデータ:

- パラメータの事後分布を用い、コンディショニングプロセスにおいて変数の推定を述べる。

注:  $B/B_0$  を開始することは現在の 1 つの分布であり、そのため、結果の解釈はより困難である。

将来の予測:

- (3) と同じ。

### 5) 部分的シナリオの組み合わせ

安定性試験の数全体を削減するために、利用可能のデータがほとんど区別できないシナリオ（たとえば、自然死亡率年齢スケジュール ( $M_a$ ) のための異なる入力データに対応するシナリオ) を「統合」することは有益かもしれない。これは、各予測の複製 (replicate) について同等の確率で、選択することによって、 $M_a$  (たとえば) の別々の選択セット全体に渡り組み合わせるか、または、コンディショニングを実施するために、ベイジアン推定における問題点のパラメータに対して、有益な事前分布を統合するかのどちらかによって行うことができる。

階級付けにおける次の段階は、全体としての十分に確率的な段階であろう。そこにおいて、段階(4)は、相対的確率により、異なるシナリオ(安定性試験)を重み付けし、全てのシナリオにわたり統合される。ワークショップは、この最後の段階に到着することは考えがたく、評価プロセスは段階(5)でとまる可能性があると考えた。

## 6.3 安定性試験の予備セット

38. 管理手続き評価の第一段階(第1年目)のために用いられる安定性試験セットは、コンディショニングの結果が利用可能となる次回の9月会合で決定される。CPUE データの4つのシリーズが、コンディショニングのために利用可能とされる。
  - 代替 B-Ratio
  - 代替 GeoStat
  - Spline-based
  - ST-window
39. フィットの質と結果の感度が標準的フィットの良好性 (goodness-of-fit) 診断を用いて考察される。  $M_a$  (ベクトル V2, V6 and V9),  $\sigma_R$  (0.4, 0.6),  $\rho$  (0, 0.4, 0.8), に関する一連のパラメータ値、重み付けられた尤度構成要素 (異なるデータタイプ) に用いられた標本サイズないし分散、また選択性における変化を管理するような確率変数に対応する事前分布の分散を用いてコンディショニングが行われる。さらに進んだ 安定

性試験では、管理手続き候補の実施により強い影響をもつ不確実性の原因に強調点が置かれる。

#### 6.4 代替仮説の重み付けについての一般的問題

40. 代替仮説に重み付けするためのプロセスを開発する必要がある。問題は、過去のデータへの異なるオペレーティングモデルのコンディショニングからの結果が利用可能となる、第2回管理手続きワークショップで取り上げられる。ワークショップは、フィット・クライテリアの良さは、異なるシナリオに割り当てられた相対的確率に影響を及ぼす一つの構成要素であるが、特に、情報を与えるデータがほとんど存在しない代替措置については、専門家の判断が必要であると予想された。

### 7. 目的及び関連するパフォーマンスメジャーの初期判別

41. 管理手続きの評価のための基本的な時間の範囲は20年とすることで合意されるべきである。主要な懸念は、この時間の範囲がミナミマグロの世代の数という点で短く、産卵資源に対するより長期的な影響を反映しないということである。たとえば、産卵資源量及び漁獲量のみを報告することは、より高い漁獲量で、かつ産卵への影響を少なくするため、若年魚を過去10年に集中的に漁獲する政策を可能にする。しかし、20年を超える結果は逆である。これは、産卵バイオマスに加え、産卵能力及び未成熟のバイオマスを追跡することによって説明され得る。

#### 7.1 漁獲量の最大化

42. 管理手続き評価は、各年及び漁業ごとに、漁獲量及び開発率を提示する。初期要約統計は、この先5年間、及び20年間にわたる平均漁獲量である。

#### 7.2 資源のセーフガード

43. 重要な3つの量が毎年算定され、提示される。

- 1) 産卵バイオマス,

$$B_t = \sum_a N_{t,a} m_a w_a$$

- 2) 非産卵バイオマス

$$NB_t = \sum_a N_{t,a} (1 - m_a) w_a$$

- 3) 産卵能力

$$SP_t = \sum_a \left( N_{t,a} \sum_{j=a}^A [m_j w_j e^{-(j-a)M}] \right)$$

非漁獲産卵バイオマス ( $B_0$ ) を算定することも必要であろう。

$$B_0 = R_0 \left[ \sum_{a=1}^{a=A-1} (m_a w_a e^{-(a-1)M}) + m_A w_A e^{-(A-1)M} \left( \frac{e^{-M}}{1 - e^{-M}} \right) \right]$$

4) 加入量

$R_y$   
これらの算定に関して、 $A = 30$  とする。

44. 以下の場合、非産卵バイオマス及び産卵能力に対する同様の算定が、非漁獲の状態について行われる。

- $B_t$  は  $t$  時での産卵バイオマスである。  
 $B_0$  は、平均非漁獲産卵バイオマスである。  
 $R_0$  は、平均非漁獲加入量である。  
 $N_{t,a}$  は、 $t$  時、 $a$  歳で生存している尾数である。  
 $NB_t$  は、 $t$  時での非産卵バイオマスである。  
 $SP_t$  は、 $t$  時での産卵能力である。  
 $m_a$  は、 $a$  歳で成熟した比率である。  
 $w_a$  は、 $a$  歳の個体の大きさである。  
 $A$  は、検討された最長の年齢である。

45.  $y$  が管理政策の下で最初の予測年である場合、三つの比率、 $B_t/B_0$ ,  $NB_t/NB_0$  and

$SP_t/SP_0$  は、1980,  $y$ ,  $y+5$ ,  $y+10$ , 2020 及び  $y+20$  で提示される。

46. また初期要約統計として、以下が計算され提示される。: $B_{2020}/B_{1980}$ ,

1.  $B_{2020}/B_{1980}$
2.  $B_{y+20}/B_y$
3.  $B_{y+5}/B_y$ ,
4.  $SP_{y+n}/SP_y$ ,
5. 産卵能力が現在よりも小さい年の割合。

47. 最終的に、複数の漁業モデルにおいて、正確に事態を解明するのは困難であり得る点を留意し、現在の余剰生産量又は適切な概算値が計算され、提示される。

### 7.3 漁獲量及び漁獲努力量に関する（年と年の間の）変動の最小化

48. 漁獲量の年ごとの変動が水産業界にとって相当の関心事であり、その関心の全ての特徴を捉えるような計算をするためには、要約統計では困難であると認識された。漁獲量変化の全体的な分布の考察が最終的に検討されることが予想される。

49. それぞれの実現について漁獲量における年間平均偏差が計算され、以下のとおり提示される。

$$AAV = \frac{1}{n} \sum_t \frac{|C_t - C_{t-1}|}{C_t}$$

50. 各年の間の変化もまた以下のとおり計算される。

$$d_t = \frac{C_t - C_{t-1}}{C_t}$$

この場合、 $C_t$  は  $t$  年の漁獲量である。

51. 単一の実現及び全ての実現にわたり一年間を通しての  $d$  の分布がその後、10<sup>th</sup>及び90<sup>th</sup> 百分位数 (percentiles) として管理手続きのために要約される。

#### 7.4 その他

52. 初期試験については、その他の分類の指標は特定されなかった。

### 8. 評価試験を実施するためのメカニズム

#### 8.1 コンピュータ・プログラマーと各国科学者の役割

53. 各国科学者は、コンサルタントによって開発されたシミュレーション・プログラムを用いて、自分たちが選んだ管理手続き (MP) を規格し、コード化し、評価する。

#### 8.2 オペレーティングモデルをユーザー管理手続きにリンクさせるためのコンピュータ言語及び手順

54. シミュレーション・コード及びコンディショニングのために使われたコードは AD モデル・ビルダーを用いて書き込む。ワークショップは、特定のコンディショニングケース (シナリオ) のオペレーティングモデル内における管理手続き実施のためのアプローチについて合意した。管理手続き面のコンピューター・コード化言語における柔軟性を可能にするために、変数をサブルーチンにわたす代わりに、単純な実行ファイル (またはバッチ・ファイル) を使用できる。

55. コードのユーザーは、ファイルに含まれる変数によるいくつかの選択肢を管理する。これらの変数は、管理ファイルについての値を変えることにより得られる。特定の管理変数のリストは以下のとおりであった。

- ケース・ナンバー (シナリオを全面的に記述)
- 管理手続きコードの名前
- 試験の階級付け (試験に組み入れられた不確実性のレベル—— 1 から 4 まで)
- 過去の反復実験の数
- 過去の反復実験当たりの予想反復実験の数
- 将来予測の期間 (年数)
- 管理手続きにより期待されるデータ入力の種類
- 漁業間で全漁獲量を分割するための選択肢
- アウトプット仕様 (変数の時系列を含む長期のアウトプットが記述的統計のみに対立するものとして望まれるかどうかを管理する。)

56. データ作成のために用いられるパラメータ (たとえば、CPUE を作成するために用いられる CV) の管理を可能にするよう要請がワークショップで行われた。管理手続きの評価プ

プロセスのために、それら変数がこのケースの規定要因の一部となるとの結論が下された。この柔軟性は、将来データの必要性の質などを評価するコードを用いることができるように、後で追加される。

### 8.3 コード及び結果の交換のための手順

57. オペレーティングモデル (OM) と管理手続き モデルの間の「コミュニケーション」は二つの方法で行われえる。その双方とも以下を可能にする。

- 1) 最も柔軟な選択肢は、ASCII ファイルのインプット/アウトプットを通じた交換を可能にすることである。ひとつの方向 (OM →MP) では、管理手続きへの入力データに用いられた算出データが書き込まれ/読まれる。もうひとつの方向 (MP →OM) では、管理手続きによって算定された漁獲量が交換される。このアプローチの利点は、(データを繰り返し読み書きすることで) ある程度のコスト効率をもって、管理手続き開発のために利用できるソフトウェアの種類を広げることである。
- 2) 第2のオプションは、管理手続きが AD モデル・ビルダー (または C++) に書き込まれ、直接 OM 実行ファイルへのリンク付けを義務付けられるものである。データ及び結果は、サブルーチンの間のデータ物として交換される。これは、一層効率的であるが、ADMB 及び C++ のコード化、又は同じコンパイラの利用における経験を要する。

58. 異なるユーザー機器での結果の比較 (たとえば、異なる変動の精度、又はランダム・ナンバー・ジェネレーションの実施から生ずる結果) を検査するために、コンサルタン・プログラマーが検査として使った単純なテスト・ケースの管理手続きを用いることが合意された。パルマ博士が、年間を通じて、OM →MP 変換ファイルのフォーマット及び構造に関して、指示及びガイドラインを提供することに合意した。

### 9. 作業計画及び予定表

59. 以下が、ミナマガグロのオペレーティングモデル及び管理手続きの開発と検査に関する科学的作業の遂行のための作業計画及び予定表として合意された。この予定表は、最重要と認識されているこのプロセスの間での業界及び行政官との反復的な協議の必要性について取り上げていない。

任務:	実施期日:
9.1 コンディショニングデータを編纂する。	2002年5月1日
9.2 コンピュータ・コードを作成/修正する。	2002年8月
9.3 過去のデータのコンディショニングすることでモデル・パラメータを推定する。	2002年8月
9.4 いくつかの単純な管理手続き候補を用いてシミュレーション試験の最初のセットを実施する。	2002年8月
9.5 モデル・フィットを考察するために中間期会合を開催し、オペレーティングモデル選定を検討する。	SAG 会合、 2002年9月



- 9.6 選ばれたオペレーティングモデルのセットを用いて、異なる管理手続きを試験できるように、各国科学者がコードと入力パラメータ（異なるオペレーティングモデル）を利用可能とする。 SAG 会合の2週間後（初めのうちは、ステップ4の配布を含まない。）
- 9.7 管理手続き試験を継続し、結果を文書化する。 2003年2月/3月
- 9.8 ワークショップ II を開催。 - 最終的にコンディショニングされた推定に対するデータを更新し、オペレーティングモデル（安定性検査）の最終的仕様を作成し、初期の管理手続き候補の結果を検討する。
- 9.9 管理手続き試験を継続し、結果を文書化する。
- 9.10 中間会合一代替仮説（新しいステップ 5, 古いステップ 4.5）へのコンディショニング及び重み付けを評価し、最後から2番目の管理手続き候補の結果を検討する。 SAG 会合 2003年9月?
- 9.11 管理手続き試験を継続し、結果を文書化する。
- 9.12 ワークショップ III 開催 - 最終的な管理手続き候補に関する結果を検討し、結果を評価する。結論を策定し、助言を提供する。 2004年3月
- 

60. これは、特にデータ作成及び管理手続き候補の開発と試験に関わる各国科学者にとって、精一杯の作業スケジュールであるという点が留意された。

#### 9.1 ミナミマグロコンディショニングモデルに必要とされるデータ及びその他の情報

61. 以下で指名された責任者が以下のデータを作成し、オペレーティングモデル開発プロセスに提供する必要がある。

必要とされるデータ及び情報	提供者
2001年までの6つの漁業について全漁獲量(バイオマス又は尾数)	ボブ・ケネディーが他の加盟国からの入力データの調整を行う。
LL1, LL2, LL3 及び日本の産卵場漁業についての体長別漁獲量 (2cmbins)	ボブ・ケネディーが他の加盟国からの入力データの調整を行う。
オーストラリア表層漁業及びインドネシア産卵場漁業の年齢別漁獲量 (0歳 - 30歳)	ボブ・ケネディーが他の加盟国からの入力データの調整を行う。
CPUE シリーズ(4)	Laslett Core - オーストラリア ST Window - 日本 代替 Geo - 日本 代替 B-Ratio - 日本
標識放流/回収	オーストラリア (トム・ポラチェック)
報告率	オーストラリア (トム・ポラチェック)
年及び漁期ごとの平均年齢別体長	ジム・イアネリがデール・コロディーと調整する。
年齢別体長の CV	デール・コロディーより - 別紙 D に記載
重量- 体長関係	辻 祥子
自然死亡ベクトル	以前の資源評価報告より提供される。
コホート分解算定法	辻 祥子

62. 第1シーズンに始まる漁業 (オーストラリア表層漁業、インドネシア産卵場漁業、日本の産卵場漁業は統計編纂のために9月1日から12月31日までの期間を用いる。第2シーズンに始まる漁業 (LL1, LL2, LL3) は、統計編纂のために1月1日から8月31日までの期間を用いる。

63. 以下は、「年」をコード化するためにこれまで用いられてきたものの一例である。

年コード	漁期 1	漁期 2
1990	1989年9月1日—1990年8月31日	1990年1月1日—1990年12月31日

64. 管理手続きの作成、試験において必要とされる科学的作業に加えて、業界及び行政官の見解を考慮に入れるために、これらの人々との定期的な意見交換を行うために、具体的な規約を作成すべきことが認識された。これは、目的の確定、実施手法の確定と試験、及び管理手続き候補からの結果の評価との関連で特に重要である。最初のオペレーティングモデル・コードは次回の SAG 会合で入手可能となるが、管理目標 (各年間の漁獲量の変動の限度など) についての業界と行政官との討議において既に進展している。

65. この業界と行政官と間で繰り返し行われる意見交換について、いくつかの選択肢が認識された。

- 各国の科学者は、評価のための管理手続きの最初の候補を作成するにあたり、自国の業界及び行政官と直ちに協議を開始すべきである。
- 科学委員会に業界、行政側の代表を参加させるため、また特に、次回管理手続きワークショップで、管理手続きの候補の検討にこれらの人々を直接的に参加させるために、具体的な規定を作成すべきである。
- 2002年と2003年の委員会の年次会合のために、オペレーティングモデルと管理手続きの評価結果を具体的に提示できるよう調整すべきである。

66. できるかぎり早期に、そのような協議を開始できるように、2002年9月の科学委員会での特別セッションに業界及び行政側代表を招致することが合意された。そこで目的に関する最初の討議を行うことができ、若干の初期試験の結果を示すことができる。将来の意見交換プロセスについては、この点に関する更に詳細な提案を2002年9月の科学委員会会合で作成することが合意された。

## 10. 運営委員会の任命

67. 運営委員会は、予期せぬ問題または不必要な遅れが、提案されたOM及び管理手続きの開発及び検査スケジュールを妨げることがないように図るために、上記の合意された作業計画で概要された作業の調整を行う義務をもつ。同委員会のメンバーとして以下の者が提案された。

アナ・パルマ	- 技術調整役
ヴィヴィアン・ヘイスト	- 開発プログラマー
ジム・イアネリ	- データ作成コーディネータ
辻 祥子	- 日本
トム・ポラチュク	- オーストラリア
タルボット・マレー	- ニュージーランド
エリック・チャン	- 台湾
(未定)	- 韓国

68. 辻博士及びポラチュク博士が出席できない場合、それぞれ平松博士とコロディー博士がそれぞれ代理を務めることが提案された。その他の国の代表についても代理を指名することができる。

69. 運営委員会の代表者は、調整役が指定した期間内に連絡及び要請に応える義務をもつ。

## 11. 報告書の採択

70. 合意された修正を含めた後、管理手続きワークショップの報告書は採択された。議長は、全ての参加者のその建設的かつ協力的な貢献について感謝した。

## 別紙リスト

別紙 A: 参加者リスト

別紙 B: 議題

別紙 C: 文書リスト

別紙 D: ミナマガロ管理手続きの試験のための調整モデル

参加者リスト  
CCSBT  
第1回管理手続きワークショップ  
2002年3月3日—4日及び3月6日—8日  
日本、東京

議長

アンドリュー・ペニー 魚類研究、経営コンサルタント

SAG 議長

ジョン・アナラ ニュージーランド漁業省科学政策管理者

技術調整役

アナ・パルマ アルゼンチン政府上席研究官

諮問パネル

ジェームズ・イアネリ 米国政府上席研究官  
レイ・ヒルボーン ワシントン大学教授  
ジョン・ポープ 水産資源解析コンサルタント・教授

コンサルタント

ビビアン・ハイスト NS 海産食品産業議会コンサルタント

オーストラリア

ジョン・カリッシュ 農漁業林業省農村科学局漁業林業部上席調査官  
トム・ポラチェック CSIRO 熱帯及び表層生態系計画上席研究官  
デール・コロディー CSIRO 熱帯及び表層生態系計画研究官

## 日 本

辻 祥子	遠洋水産研究所浮魚資源部温帯性まぐろ研究室長
平松 一彦	遠洋水産研究所浮魚資源部数理解析研究室長
高橋 紀夫	遠洋水産研究所浮魚資源部温帯性まぐろ研究室
庄野 宏	遠洋水産研究所浮魚資源部数理解析研究室
ダグ・バターワース	ケープタウン大学数学及び応用数学部
前 章裕	水産庁資源管理部遠洋課課長補佐
遠藤 久	水産庁資源管理部国際課課長補佐
加藤 秀樹	水産庁増殖推進部漁場資源課国際資源課係長
野頭 賢一	水産庁資源管理部遠洋課係長
榎 隆人	水産庁資源管理部国際課
和沢 美歩	水産庁資源管理部国際課
三浦 望	日本鯉鮪漁業協同組合連合会国際部
桧垣 浩輔	全国遠洋かつお・まぐろ漁業者協会

## ニュージーランド

ターボット・マーレイ	国立水圏大気研究所表層漁業計画担当責任者
------------	----------------------

## オブザーバー

## 台湾

シュイ・カイ・チャン	農業行政委員会漁業室遠洋漁業研究開発センター
------------	------------------------

## インド洋マグロ委員会

アルジャンドロ・アンガヌツィ	事務局次長
----------------	-------

## CCSBT 事務局

ブライアン・マクドナルド

事務局長

金子 守男

事務局次長

ロバート・ケネディー

データベース管理者

## 通訳

富田 晶子

太田 美登里

付託事項  
議題及びその注書  
第1回管理手続きワークショップ  
2002年3月2日年3月3-4日及び6-8日  
日本、東京

付託事項

1. 過去のデータの調整のための評価手続きを含むミナマガロのオペレーティングモデルの初期セットを特定する。
2. 管理手続きに入力する可能性があり、また利用可能と思われる将来のデータを特定する。
3. コンピュータ・コードの開発及び実地試験に用いられるいくつかの簡便な管理手続き (MPs) を特定する。
4. いくつかの管理手続きの候補を評価することに用いる実施指標の初期特定を行う。
5. 作業計画及び予定表を決定する。
6. 閉会期間中の作業を調整する運営委員会の任命

議題

1. 開会、付託事項及び議題の採択  
議長：アンドリュー・ペニー
2. ミナマガロの管理戦略を開発するための提案されたプロセスの概要  
技術調整進行役: アナ・パルマ
3. ミナマガロのオペレーティングモデルの構成

現在の目標は包括的なものではなく、初年に実施する1回目の試験に用いられるオペレーティングモデルの初期セットを選定することである。過去の文書資料はこの討議の参考として利用される。

3.1 資源モデル

- 3.1.1 資源構成
- 3.1.2 自然死亡率
- 3.1.3 年齢/体長-組み立てられる動態
- 3.1.4 成長における傾向 (内々に推定した過去の傾向に対する入力データとして提供された過去の傾向)
- 3.1.5 資源加入関係
- 3.1.6 体重/体長関係
- 3.1.7 成熟過程及び相関的な産卵潜在能力

3.2 漁業モデル

- 3.2.1 特定された漁業
- 3.2.2 各漁業の選択性



- 3.2.3 非取り込み漁獲量
- 3.3 技術的細目：年間カレンダー（四半期 1-2-3-4 対四半期 4-1-2-3）
- 3.4 その他

#### 4. 過去のデータに関するコンディショニング：モデルのパラメータの推定に用いられるデータ及びエラー構成の特定

- 4.1- 総漁獲量
- 4.2- 年齢別漁獲量及び体長別漁獲量
- 4.3- 豊度指標： CPUE（年齢/体長/総合）対努力量  
標識放流  
航空機目視調査
- 4.4- コンディショニングに用いられる方法
- 4.5- 各データ要素の尤度構成
- 4.6- 事前分布、罰則及び制約
- 4.7- その他

#### 5. 管理手続きの候補

項目 5.1 及び 5.4-5.5 は、付託事項 3 を満たす範囲内で手短に討議される。シミュレーション・プログラムと入力パラメータが利用可能になれば、管理手続きの候補を試験し、開発するのは各国の科学者の使命である。項目 5.2 は、付託事項 2 を満たすために重要である。つまり、コンピュータ・プログラムは、選択された将来のデータのセットをシミュレーションする。

- 5.1. 一般的問題
  - 5.1.1. 簡便対複雑
  - 5.1.2. 経験対モデル・ベース
- 5.2. 入力データ
  - 5.2.1. CPUE 又は努力量
  - 5.2.2. 標識放流
  - 5.2.3. 航空機目視調査
  - 5.2.4. その他? (年齢別漁獲量、体長別漁獲量)
- 5.3. 漁業種類間の漁獲量の分割
- 5.4. 評価モデルの候補
- 5.5. 意思決定ルールの候補

#### 6. 管理手続きの試験

- 6.1 管理手続きの実施
  - 6.1.1 管理手続きのデータ入力をシミュレーションするためのエラー構成
  - 6.1.2 不確実性の履行
- 6.2 シミュレーション試験における不確実性を扱うためのアプローチ  
各シミュレーションでどのくらい不確実性を統合するか。
- 6.3 安定性試験の予備的セット

#### 6.4 他の仮説の重み付けに関する一般的問題

### 7. 目的及び関連する実施手法の初期特定

実施手法の初期セットは、予備試験の結果の評価に用いられるために特定される。これらに関する行政官及び業界からの意見は、3月の会合以降に求められる。

- 7.1. 漁獲量の最大化
- 7.2. 資源の保護手段
- 7.3. 漁獲量及び努力量における年内変動の最小化
- 7.4. その他

### 8. 評価試験を実施する作業員

各国の科学者が、プログラマーによって準備されたシミュレーションを用いてそれぞれの管理手続きを開発し評価するように、プログラムを計算する一方で、コンピュータ・コードの2つの部分で、データの交換が必要になる。詳細はこの議題項目の下で討議される。

- 8.1. 初年の評価テストの実施におけるコンピュータ・プログラマー及び各国科学者の役割
- 8.2. オペレーティングモデルを使用者が開発した管理手続きと結び付けるためのコンピュータ言語及び要領
- 8.3. コンピュータ・コード及び結果交換の要領

### 9. 作業計画及び予定表

#### 9.1. 調整入力データの編集

これは、オペレーティングモデルのパラメータを評価するために用いられる過去のデータに対応している。最初は、2001年の評価のために既に編集されているデータを使いたいと考えている。しかしながら、いくつかのデータは、オペレーティングモデルの仕様(例えば、1.1-1.3)に適用するように再編集する必要があるかもしれない。

- 9.2. コンピュータ・コードの準備及び欠陥修正
- 9.3. 過去のデータの収集によるモデル・パラメータの推定
- 9.4. モデルの適応を検討するため、またオペレーティングモデルの選択を再検討するための閉会期間中の会合 (SAG, SC 又はそれよりも早く?)
- 9.5. いくつかの簡便な管理手続きの候補を用いたシミュレーション試験の初期セットの実施。
- 9.6. 各国科学者が選定されたオペレーティングモデルのセットを用いて、異なる管理手続きを試験するために、科学者が利用できる (異なるオペレーティングモデルの) コード及び入力パラメータの作成。
- 9.7. 試験及び文書による計算結果の継続
- 9.8. 第2回ワークショップの開催

### 10. 運営委員会の任命

### 11. 報告書の採択

文書リスト  
第 1 回管理手続きワークショップ(MPWS)

**(CCSBT-MP/0203/ )**

1. Terms of Reference, Draft Agenda and the Annotation
2. List of Participants
3. List of Documents
4. A Statistical Model for Stock Assessment of Southern Bluefin Tuna with Temporal Changes in Selectivity, 6 January 2002. : Doug S. Butterworth, James N. Ianelli, Ray Hilborn.
5. (Japan) Overview of characteristics of SBT stock, fisheries, and assumptions used in historical assessments and some consideration toward developing SBT Management Procedures. :Sachiko Tsuji.
6. (Japan) Management procedure development for the Namibian hake resource. :R.A.Rademeyer and D.S. Butterworth.
7. Management of Long-Lived Marine Resources: A Comparison of Feedback-Control Management Procedures. :Andre E. Punt and Anthony D.M.Smith

**(CCSBT-MP/0203/BGD )**

1. (Australia) An Integrated Statistical Time Series Assessment of the Southern Bluefin Tuna Stock based on Catch at Age Data. CCSBT-SC/0108/19, Polacheck, T. and A. Preece. 2001.
2. (Australia) Application of a Statistical Catch-at-Age and -Length Integrated Analysis Model for the Assessment of Southern Bluefin Tuna Stock Dynamics 1951-2000. CCSBT-SC/0108/13. Kolody, D. and Tom Polacheck.
3. (Australia) Development and evaluation of management strategies for the southern bluefin tuna fishery. AFFA-FRRF Final Report. CCSBT-MS/0005/13. Polacheck, T., N. Klaer, C. Millar, and A. Preece. 1999.
4. (Japan) Exploration of cohort analysis based on catch at length data for southern bluefin tuna. CCSBT-SC/0108/32. H. Kurota et al.
5. (Japan) Review of history in recognition of stock status and some consideration on principles in developing management procedures. CCSBT-SC/0108/34. S. Tsuji.

**(CCSBT-MP/0203/Info )**

**(CCSBT-MP/0203/Rep )**

1. The Report of the Management Strategy Workshop
2. The Report of the Sixth Meeting of the Scientific Committee

## 文書リストの分類

### **(CCSBT-MP/0203/ )**

今回の会合で議論される文書で、これまでの会合で CCSBT の文書番号を与えられていないものは、このカテゴリーに分類される。

### **(CCSBT-MP/0203/BGD )**

今回の会合で議論される文書で、既にこれまで会合で CCSBT の文書番号を与えられているものは、このカテゴリーに分類される。

### **(CCSBT-MP/0203/Info )**

今回の会合で議論される文書ではなく、情報及び参考として提出されたものは、このカテゴリーに分類される。

### **(CCSBT-MP/0203/Rep )**

これまでの CCSBT の報告書は、このカテゴリーに分類される。

### **(CCSBT-MP/0203/WP )**

会議の議論を通じて作成された文書及び報告書の草案、また非公式会合の文書は、このカテゴリーに分類される。

---

 ミナミマグロ管理手続きの試験に用いるコンディショニングモデル
 

---

## 年齢構成資源モデル

## 資源モデル

ミナミマグロの動態は、年齢特定の動態としてモデル化される。漁獲及び自然死亡は、別々の事項として扱われ、毎年2つの漁期がモデル化される。

$$N_{y+1,a+1} = N_{y,a} \left( 1 - \sum_{f \in f^1} H_{f,y,a} \right) \left( 1 - \sum_{f \in f^2} H_{f,y,a} \right) e^{-M_a} \quad \text{for } 0 \leq a \leq m-2$$

$$N_{y+1,m} = N_{y,m-1} \left( 1 - \sum_{f \in f^1} H_{f,y,m-1} \right) \left( 1 - \sum_{f \in f^2} H_{f,y,m-1} \right) e^{-M_{m-1}} + N_{y,m} \left( 1 - \sum_{f \in f^1} H_{f,y,m} \right) \left( 1 - \sum_{f \in f^2} H_{f,y,m} \right) e^{-M_m}$$

$$N_{y+1,0} = R_{y+1}$$

$$N_{y,a}^* = N_{y,a} \left( 1 - \sum_{f \in f^1} H_{f,y,a} \right) e^{-M_a/2}$$

$$H_{fya} = s_{fya} F_{fy}$$

$$F_{f,y} = \frac{C_{f,y}}{\left( \sum_{f \in f^1} w_{y,a}^1 s_{f,y,a} N_{y,a} \right)} ; \quad F_{f,y} = \frac{C_{f,y}}{\left( \sum_{f \in f^2} w_{y,a}^2 s_{f,y,a} N_{y,a}^* \right)}$$

この場合、 $N_{y,a}$  は、 $y$ 年の初めの  $a$ 歳魚の数である。

$N_{y,a}^*$  は、 $y$ 年中間の  $a$ 歳魚の数である。

$M_a$  は、 $a$ 歳魚に関する自然死亡率を表す。

- $C_{f,y}$  は、 $y$ 年に漁業  $f$  で漁獲される魚の資源重量を意味する。
- $F_{f,y}$  は、 $y$ 年における漁業  $f$  の年齢を平均化した漁獲係数である。
- $H_{f,y,a}$  は、 $a$ 歳魚の  $y$ 年における漁業  $f$  の漁獲係数である。
- $s_{f,y,a}$  は、 $y$ 年における  $a$ 歳魚の漁業  $f$  の規準化された選択性である。
- $w_{y,a}^1, w_{y,a}^2$  は、 $y$ 年における漁期 1 と 2 の  $a$ 歳魚の平均重量である。
- $R_y$  は、 $y$ 年における 0歳魚の加入量である。
- $f^1$  は、漁期 1 に行われる漁業のセットである。
- $f^2$  は、漁期 2 に行われる漁業のセットである。
- $m$  は、考慮される最大の年齢（プラス・グループとして扱われる）である。

## 再生産

$y$ 年の初めに加入した魚の数は、残差の自己相関をもつ確率論的な Beverton-Holt 型再生産関係による産卵資源量に関係している。

$$R_y = \frac{\alpha S_y}{\beta + S_y} \exp(\tau_y - \sigma_R^2 / 2)$$

$$\tau_y = \rho \tau_{y-1} + \sqrt{1 - \rho^2} \omega_y$$

この場合  $S_y$  は、 $y$ 年における産卵親魚バイオマスであり、 $\rho$  は加入量の残差における系列相関 ( $\rho = \text{Cor}(\tau_y, \tau_{y-1})$ )、 $\omega_y \sim N(0, \sigma_R^2)$  である。加入量の残差は、また 1951 年母集団の年齢分布が、データが示唆する範囲において、漁獲前の平衡状態から異なることを許容するために、漁業開始の 20 年前について推定される。従って、實際上この解析は、1951 年ではなく、1931 年における仮定された決定論的な平衡状態からの資源傾向の推定を提供する。産卵親魚バイオマスは以下のように推定される。

$$S_y = \sum_{a=1}^m b_a w_{y,a}^1 N_{y,a}$$

この場合、 $b_a$  は  $a$  歳魚の成熟割合である。

生物学的により意味のある推定可能なパラメーターを扱うために、再生産関係は、 $B_0$ （開発前の平衡状態の産卵資源量）と資源加入関係の”steepness”パラメーター  $h$ （開発前レベルに対して 20% の加入量レベル）を用いて再パラメータ化される。

$$\alpha = \frac{4hR_0}{5h-1}$$

及び

$$\beta = \frac{B_0(1-h)}{5h-1}$$

この場合、

$$R_0 = B_0 / \left[ \sum_{a=1}^{m-1} b_a w_{1951,a}^1 \exp \left( - \left( \sum_{a'=0}^{a-1} M_{a'} \right) \right) + b_m w_{1951,m}^1 \frac{\exp \left( - \left( \sum_{a'=0}^{m-1} M_{a'} \right) \right)}{1 - \exp(-M_m)} \right]$$

である。

Depensation の関数は後の段階でオペレーティングモデルにおける再生産関係に追加されるかもしれないが、このコンディショニングモデルでは推定されないことに留意せよ。

### 選択性

選択性のパラメトライゼーション化は、年齢特定のであり、いくつかの漁業にとって、モデル構造は選択性が時間の経過と共に緩やかに変化することを許容する。時間によって変動しない選択性をもつ漁業については、以下の数式のとおりである。

$$s'_{f,y,a} = \lambda_{f,a} \quad \text{for } 1 \leq a \leq m^f$$

$$s'_{f,y,a} = \lambda_{f,m^f} \quad \text{for } a > m^f$$

$$s_{f,y,a} = \frac{s'_{f,y,a}}{\sum_{a=1}^m s'_{f,y,a}}$$

この場合、我々は、選択性が漁業 f における  $m^f$  より高い全ての年齢について一定であると仮定する。時間によって変動する選択性を持つ漁業について、その式は以下のとおりである。：

$$s'_{f,1951,a} = \lambda_{f,a} \quad \text{for } 1 \leq a \leq m^f$$

$$s'_{f,1951,a} = \lambda_{f,m^f} \quad \text{for } a > m^f$$

$$s_{f,1951,a} = \frac{s'_{f,1951,a}}{\sum_{a=1}^m s'_{f,1951,a}}$$

$$s'_{f,y+b,a} = s_{f,y,a} \exp(\gamma_{f,y,a}) \quad \gamma_{f,y,a} \sim N(0, \sigma_{s^f}^2)$$

$$s_{f,y+b,a} = \frac{s'_{f,y+b,a}}{\sum_{a=1}^m s'_{f,y+b,a}}$$

この場合、 $\gamma_{f,y,a}$  は、a 歳について船団 f による漁獲の年齢効果における変化の量（期間 b 内の）を反映し、 $b$  は、漁業の年齢効果が一定である期間の長さ(年数)である。確率論的エラーの項  $\gamma_{f,t,a}$  は、その入力（された）分散  $\sigma_{s^f}^2$  の制約に従う自由パラメータとして扱われる。

漁業の年齢効果 ( $s_{f,y,a}$ ) が時間の経過に対して一定であれば、これは船団特有の漁業死亡率を年齢構成や年構成に分解することに繋がる。この仮定は、いわゆる分離可能モデルを作り出す。実際の漁業における年齢成分の効果が、時間の経過と共に変化すれば、分離可能モデルが資源豊度における重要な変化を覆い隠すことができる。我々の分析では、時間の経過と共に選択性を緩やかに変化させることを許容する



分散の項を通じて制約を課す。このようにして、 $\gamma_{f,y,a}$  を推定する能力を改善している。また、年齢構成において滑らかさを与えるため、平方の3次差分を用いて年齢特定の係数に曲率のペナルティを置く。つまり、以下の項が各漁業についての負の対数尤度関数に追加された。

$$\sum_{y=1951}^Y \sum_{a=0}^{m^f-3} \frac{(\ln s_{f,y,a+3} - 3\ln s_{f,y,a+2} + 3\ln s_{f,y,a+1} - \ln s_{f,y,a})^2}{2\sigma_{bf}^2} = g^f(s_{f,y,a}; 2\sigma_{bf}^2)$$

これは、隣接する年齢級間の不規則な変動を抑える。3次差分を選択する理由は、通常データが年齢に対してドーム型の選択性を示すということであり、そのため、1次差分（年齢に関する独立性以外の全てにペナルティを課す）と2次差分（年齢に関する直線的な挙動を見せる）のどちらかを選択することは不適切である。

## 成長

我々は、このモデルにおいて成長の推定を試みず、むしろ、時間の経過と共に変化する既知の平均年齢別体長を仮定する。また、我々は、既知の体長・体重関係を仮定する。体長別漁獲尾数の予測について、我々は、各年齢についての体長頻度分布の推定を必要とする。我々は、最初の推定について、単純なアプローチを使用する。その中で、Kolody 及び Polacheck (2001) で用いられた平均年齢別体長 ( $\mu$ ) と線形的に関連する年齢別体長の標準偏差 ( $\sigma$ )（すなわち、 $\sigma(\text{age}) = 2.0 + (1/30) * \mu(\text{age})$  cm。この場合、 $\mu(\text{age, time})$  が2001年の資源評価で合意された年齢別体長関係である）を持つ正規分布が仮定される。この線形関係は、包括的な成長の研究 (Paige Eveson, CSIRO, pers comm.) において推定された年齢別体長の標準偏差に関する非常に合理的な近似を与えられる。しかし、上の関係の中で、 $\sigma$  は、観察された体長別漁獲量分布における年内の成長を認めるために成長に関する研究の評価に関連して、(特に若年齢魚について) 意図的に増加された。増加の程度は任意に選択された。また、この決定の効果は、その後考察されていない。そのため、より良い選択が後の段階でなされる可能性もある。

## 標識放流モデル

我々は、標識放流された魚の動態が一般の母集団と同じであると仮定する。標識放流は、概ね暦年の初め（1月）に行われている。そのため、我々は

放流を二つの漁期の間に起こった分離された出来事として取り扱う。なぜなら標識魚は、放流後、その漁期の間で完全に混合しないため、それらが一般の母集団のように、この漁期の漁業に対して同じような捕獲され易さを持つとは仮定しない。むしろ、放流後の漁期の中に再捕されるために、標識放流（された魚）の数が調整される。標識魚の動態は以下のように記述される。

$$T_{1951,a} = 0 \quad \text{for } a \leq 10$$

$$T_{y+1,a+1} = T_{y,a} \left( 1 - \sum_{f \in f^1} H_{f,y,a} \right) \left( 1 - \sum_{f \in f^2} H_{f,y,a} \right) e^{-M_a} + \left( G_{y,a} - \frac{r_{y,a}}{\lambda_{y,a}} \right) e^{-M_a/2} \quad \text{for } 1951 \leq y \leq 2000 \text{ and } 0 \leq a \leq 10$$

$$T_{y,a}^* = T_{y,a} \left( 1 - \sum_{f \in f^1} H_{f,y,a} \right) e^{-M_a/2}$$

この場合、 $T_{y,a}$  は、 $y$  年の初めの  $a$  歳の標識魚の数である。

$T_{y,a}^*$  は、 $y$  年の中間時点の  $a$  歳の標識魚の数である。

$G_{y,a}$  は、 $y$  年の初めに標識されて放流された  $a$  歳の魚の数である。

$r_{y,a}$  は、 $y$  年に再捕された  $a$  歳魚の数である。

$\lambda_{y,a}$  は、 $y$  年における  $a$  歳魚の報告率である。

## 予想される漁獲量

### 年齢別漁獲尾数及び体長別漁獲尾数

年齢別漁獲尾数又は体長別漁獲尾数のいずれかの観測値が各漁業について利用可能であり、モデルに当てはめられる。漁業  $f$  における  $y$  年の  $a$  歳での予測される年齢別漁獲尾数は以下のとおりである。

$$\hat{C}_{f,y,a} = s_{f,y,a} F_{f,y} N_{y,a} \quad \text{for } f \in f^1$$

$$\hat{C}_{f,y,a} = s_{f,y,a} F_{f,y} N_{y,a}^* \quad \text{for } f \in f^2$$

体長に基づくデータを持つ漁業について、漁業  $f$  の  $y$  年における予測される体長別漁獲尾数は以下のとおりである。

$$\hat{L}_{f,y,l} = \sum_a p_{y,a,l}^t \hat{C}_{f,y,a} \quad \text{for } f \in f_1, t=1; \text{ for } f \in f_2, t=2$$

この場合、 $p_{y,a,l}^t$  は、漁期  $t$  において体長  $l$  となる  $a$  歳魚の比率である。  
 $p_{y,a,l}^t$  は、既知の平均と分散を持つ年齢別体長についての正規分布を仮定して計算される。

### CPUE

単位努力当たり漁獲量 (CPUE) は、LL1 漁業のみについて、まとめられた指標 (つまり、年齢に基づくものではない) として、適合される。予測される CPUE は以下のとおりである。

$$\hat{I}_y = q \sum_a (s_{f,y,a} N_{y,a}^*) \quad \text{where } f = \text{LL1}$$

この場合、 $q$  は、現在の解析において時間の経過によって変化しない比例定数である。 $q$  の形式に関する代替構造の仮定は、将来の作業において検討される。

### 標識の再捕

各漁業について予測される標識再捕数は、個体数及び漁獲死亡係数に関する標識魚の数の関数となる。

$$r'_{f,y,a} = s_{f,y,a} F_{f,y} T_{y,a} \quad \text{for } f \in f^1$$

$$r'_{f,y,a} = s_{f,y,a} F_{f,y} T_{y,a}^* \quad \text{for } f \in f^2$$

この場合、 $r'_{f,y,a}$  は、 $y$  年の漁業  $f$  における  $a$  歳魚の再捕が予測される数

である。  $y$ 年における予測される標識再捕数は、以下のようになる。

$$\hat{r}_{y,a} = \frac{\sum_f r'_{f,y,a}}{\lambda_{y,a}}$$

## 目的関数

### データ適合のための尤度成分

モデルは、CPUE 指標シリーズ、漁業の年齢別漁獲尾数、体長別漁獲尾数データ、標識再捕データに適合される。各漁業による漁獲重量の推定は、エラーがないものと仮定される。各々のデータ成分についての負の対数尤度は以下に記述される。

#### CPUE データ

尤度は、観測された資源量指数が分散  $\sigma_I^2$  と期待値に関して、対数正規分布と仮定して計算される。

$$-\ln L = n_I \ln(\sigma_I) + \frac{\sum (\ln(I_y) - \ln(\hat{I}_y))^2}{2\sigma_I^2}$$

この場合、 $n_I$  は CPUE 観測の数である。

#### 年齢別漁獲尾数及び体長別漁獲尾数

年齢別漁獲尾数及び体長別漁獲尾数データへの適合について、我々は多項標本分布を仮定する。この仮定の下で、各々の漁業に関する年齢別漁獲データ又は体長別漁獲データ（尾数単位）についての対数尤度関係は、以下のように記述できる。

$$-\ln L = n^f \sum_y \sum_k p_{f,y,k} \ln(\hat{p}_{f,y,k})$$

この場合、年齢別漁獲データは  $k = a$ 、体長別漁獲データは  $k = l$  である。そして、

$$p_{f,y,a} = \frac{O_{f,y,a}}{\sum_a O_{f,y,a}}, \quad \hat{p}_{f,y,a} = \frac{\hat{C}_{f,y,a}}{\sum_a \hat{C}_{f,y,a}} \text{ for age-based data}_1, \text{ and}$$

$$\hat{p}_{f,y,l} = \frac{\hat{L}_{f,y,l}}{\sum_a \hat{L}_{f,y,l}} \text{ for length-based data}$$

$n^f$  は漁業  $f$  に関する有効標本サイズであり、 $O_{f,y,a}, \hat{C}_{f,y,a}, \hat{L}_{f,y,l}$  は、それぞれ漁業  $f$  について観測される年齢別漁獲尾数、予測される年齢別漁獲尾数、又は（予測される）体長別漁獲尾数である。

### 標識再捕

標識再捕データの適合は、Poisson 分布への近似に基づいている。標識再捕のプロセスが Poisson 分布に従っている場合、平方根変換が標準偏差 0.5 を持つ正規分布に近似的に従う変数を生成するはずである。我々が用いる負の対数尤度は以下のとおりである。

$$-\ln L = \sum_y \sum_a \frac{(\sqrt{r_{y,a}} - \sqrt{\hat{r}_{y,a}})^2}{2\sigma_T^2}$$

この場合、 $r_{y,a}$  は一年以上の任意である  $y$  年における  $a$  歳の標識再捕の数である。実際に、標識再捕の分布は、Poisson 分布の仮定に関して over-dispersion になっている可能性があり、そのため、0.5 より大きい標準偏差がこの解析で用いられている点に留意せよ。

## 事前分布のための尤度成分

### 再生産関係

我々が使用する資源加入関係は、steepness、加入残差に関する系列相関、及び加入残差の大きさを含む資源と加入の関係に関する事前条件の数（つまり、事前分布の仮定の数）であることを意味する。我々は、steepness パラメータと系列相関パラメータが、それぞれ  $N \sim [\tilde{h}, \sigma_h^2]$  及び  $N \sim [\tilde{\rho}, \sigma_\rho^2]$  と正規分布していると仮定する。これらの仮定における負の対象尤度は以下のとおりである。

$$\ln(\sigma_h) + \frac{(h - \tilde{h})^2}{2\sigma_h^2} \quad \text{and} \quad \ln(\sigma_\rho) + \frac{(\rho - \tilde{\rho})^2}{2\sigma_\rho^2}$$

再生産の項で記述されているように、(log space の) 加入残差は、パラメータ  $E(\tau_y) = 0$ ,  $\text{Var}(\tau_y) = \sigma_R$ ,  $\text{Cor}(\tau_y, \tau_{y-1}) = \rho$  を有する、定常 AR(1) プロセスからの多変量正規分布と仮定される。この事前分布の負の対数尤度は以下のとおりである。

$$\frac{(\tau_{y_1})^2}{2\sigma_R^2} + \frac{\sum_{y=y_1+1}^{y=y_n} (\tau_y - \rho\tau_{y-1})^2}{2\sigma_R^2(1-\rho)^2} + n_R \ln(\sigma_R) + 0.5(n_R - 1) \ln(1 - \rho^2)$$

この場合  $y_1$  及び  $y_n$  は加入残差が推定される最初の年と最後の年である。また  $n_R$  は推定される加入残差の数である。

### 選択性

年齢特定の選択性パラメーターを定めることは、選択性関数の形状に関する我々の事前分布の考えを反映する二つの仮定を組み入れている。全ての漁業について、選択性及び年齢とのドーム型の関係を仮定する。この事前分布の負の対数尤度は以下のとおりである。

$$\sum_f g^f(s_{f,y,a}; 2\sigma_{bf}^2)$$

この場合、分散項  $\sigma_{bf}^2$  は、選択性がドーム型の関数系であるべき度合いに関する我々の意見を反映する。

いくつかの漁業について、年齢特定の実験性が時間の経過と共に緩やかに変化すると仮定する。この事前仮定の負の対数尤度は以下のとおりである。

$$\sum_f \sum_{y \in y^f} \frac{(\gamma_{f,y,a})^2}{2\sigma_{sf}^2}$$

この場合、 $y^f$  は漁業  $f$  に関する実験性が変化する年の集合である。時間と共に変化しない実験性を持つ漁業については、この集合は空（集合）であること留意せよ。

表 1. オペレーティングモデルの最初のコンディショニングで推定された  
パラメータ及び事前分布

プロセス	推定されたパラメータ/状態	固定された値または事前分布
自然死亡	$M_a$	年齢特定のベクトル V2, V6 及び V9
成熟	$b_a$	$b_a=0$ for $a<10$ $b_a=1$ for $a\geq 10$
加入	$h$ $\ln(B_0)$ $\bar{\omega}_y \quad y = 1931, \dots, 2000$ $\sigma_R^2$ $\rho$	$U(0.2, 1)$ or Gaussian $U(-\infty, \infty)$ $N(0, \sigma_R^2)$ fixed at 0.4- 0.6 or estimated fixed at 0, 0.4 and 0.8 (estimated?)
選択性		
$f$ : 表層漁業	$\lambda_{f,a} \quad a = 0, \dots, 7$ 推定最大年齢に関する自由度	曲率のペナルティ
$f$ : 産卵 JA1	$\lambda_{f,a} \quad a = 5, \dots, 20$ 推定年齢に関する自由度	曲率のペナルティ
$f$ : 産卵 ILL	$\lambda_{f,a} \quad a = 5, \dots, 20$ 推定年齢に関する自由度	曲率のペナルティ
$f$ : LL1	$\lambda_{f,1951,a} \quad a = 3, \dots, 15$ $\gamma_{f,y,a} \quad a = 3, \dots, 15 \quad y = 1951, 1955, \dots$ 年齢の自由度	曲率のペナルティ $N(0, \sigma_{sf}^2)$
$f$ : LL2	$\lambda_{f,1951,a} \quad a = 3, \dots, 15$ $\gamma_{f,y,a} \quad a = 3, \dots, 15 \quad y = 1951, 1955, \dots$ 年齢の自由度	曲率のペナルティ $N(0, \sigma_{sf}^2)$
$f$ : LL3	$\lambda_{f,1951,a} \quad a = 3, \dots, 15$ $\gamma_{f,y,a} \quad a = 3, \dots, 15 \quad y = 1951, 1955, \dots$ 年齢の自由度	曲率のペナルティ $N(0, \sigma_{sf}^2)$



CPUE	$\ln(q_{1951})$ $\sigma_1$	$U(-15, -10)$ $U(0.2, 2)$
その他のデータ	$n^f$ $\sigma_T$	調査予定 調査予定