

漁獲情報が1年遅れで利用できる場合の2系の漁獲量変動緩和オプション

資源評価高度化作業部会
(文責) 福井 眞・市野川桃子

はじめに

我が国の資源評価において、信頼できる年齢別漁獲尾数は得られないが、漁獲量と資源量指数が得られている資源（2系資源）では、資源量推定を必要としない経験的な漁獲管理規則（2系ルール）によってABCの算定がなされている。「令和4（2022）年度漁獲管理規則およびABC算定のための基本指針（以降、令和4年度基本指針）」では、プロダクションモデルをベースとしたMSEにおいて最もパフォーマンスが良かった漁獲管理規則（HCR）が基本的漁獲規則（以降、基本ルール）として示された。その他、基本ルールと同程度のパフォーマンスを示す複数のHCRの候補が「令和4（2022）年度漁獲管理規則およびABC算定のための基本指針：補遺（以降、令和4年度基本指針補遺）」に示されている。

基本的な資源管理スケジュールでは、ABC算定は資源評価前年までの漁獲量と資源量指数の情報に基づいて資源評価年の翌年のABCを算定しており、MSEシミュレーションもこれに準じて2年遅れの管理が仮定されている。しかし、資源によっては漁獲量と資源量指数の時系列情報が資源評価年まで得られ、翌年のABC算定に利用可能な場合がある。この場合について、令和4年度基本指針補遺において、漁獲量・資源量指数の情報が1年遅れで利用できる場合のルールとして、a) 漁獲量と資源量指数の両方で1年遅れの情報が得られる場合と、b) 資源量指数のみが1年遅れで漁獲量については2年遅れになる場合の2パターンで検討がなされ、基本ルールと同等以上のパフォーマンスを示す漁獲管理規則が示された（FRA-SA2022-ABCWG02-11）。

一方、ABCの変動幅を一定以下に抑えることによって漁獲量の大きな変化を緩和するというオプションが1系資源の漁獲管理規則で提案されていることを受け、2系資源においても変動緩和ルールとして、漁獲量の変動幅を前年漁獲量の $\pm 40\%$ 以内に収める場合の漁獲管理規則も令和4年度から示されてきた。しかし、漁獲量・資源量指数の情報が1年遅れで利用できる場合で、かつ漁獲量の変動幅を一定以下に収める漁獲管理規則の検討はされなかった。そこで、本ドキュメントでは、基本ルールの選択の際に用いたものと同じMSEシミュレーションを用い、漁獲量・資源量指数の情報が1年遅れで利用できる場合で、かつ漁獲量の変動幅を一定以下に収める場合に、基本ルールに準じるパフォーマンスを持つ他のHCRの探索をおこなった。

シミュレーション手法とパフォーマンス指標

旧 2 系ルール（市野川ほか 2015）と新 2 系ルール（FRA2020-ABCWG01-01）の係数決定のために用いられた MSE とパフォーマンス指標をそのまま用いた。また、パフォーマンス指標の呼称は「新 2 系ルールについての追加計算とその結果（FRA2022-ABCWG02-11）」を用いたので、詳細についてはこれらの文献を参照されたい。基本的に、本ドキュメントの MSE で仮定される OM は、内的自然増加率（ $r=0.3, 0.5, 0.7$ ）、観測誤差（ $si=0.2, 0.4$ ）、プロセス誤差（ $sr=0.4, 0.4$ ）や資源の歴史的变化¹の組み合わせで 108 通りの OM（basecase シナリオと呼称）を組み合わせたものである。それぞれの OM では、乱数を変えた 1000 回のシミュレーションを実施した。

候補となる HCR は上記で示した漁獲量・資源量指数の情報が 1 年遅れで利用できる場合でかつ ABC の変動幅を一定以下にして漁獲量の大きな変化を緩和する場合のもので、これらの HCR について、2 系ルールで必要なチューニングパラメータ δ ($\delta_1, \delta_2, \delta_3$) の値を変えて MSE を実行し、後述の First.two スコアおよび Bscore が高いという意味でパフォーマンスの良い係数の組み合わせを選択した。ここでは $\delta_1=0.3, 0.4, 0.5$, $\delta_2=0.1, 0.2, \dots, 0.7$, $\delta_3=0.0, 0.1, 0.2, \dots, 1.0$ の範囲で探索した。MSE 実行結果のパフォーマンス指標として、1) 資源保護を目的とした指標である Bscore, 2) 漁獲量を目的とする指標とである Cscore, 3) 漁獲量安定性を示す指標である AAVscore を算出した（詳細は FRA2022-ABCWG02-11 参照）。これらの 3 つの条件をすべて満たす OM の割合を Total スコア、Bscore と Cscore の 2 つを同時に満たすものを First.two スコアとした。さらに、真の Fmsy で漁獲した場合の資源量・漁獲量・資源管理期間における漁獲量変動と、HCR のもとで漁獲したときに得られる資源量・漁獲量・資源管理期間における漁獲量変動を比較した Bratio, Cratio, AAVratio や、MSE シミュレーションにおける資源管理期間で資源量がゼロになる平均割合 zeroB, 資源管理導入初年度の漁獲量を前年の漁獲量で割った値の平均値（ABCimpact²）も示した（詳細は FRA2022-ABCWG02-11 参照）。それぞれの管理方策において First.two と Bscore について、旧 2 系や新 2 系の基本ルールのパフォーマンスとの相対的な比較を重視し、First.two や Bscore が同点になる複数の係数セットが得られた場合には Bratio が大きく、zeroB が小さい HCR の結果を示した。

代替的な漁獲管理規則を検討するにあたり、目標水準 B_T は 0.4~0.8 を 0.05 刻みで、変動幅として前年の漁獲量を 100%としたときの割合を 5%~70%の範囲において 5%刻みで探索した。本ドキュメントでは前年の漁獲量を 100%としたときの割合を α で表

¹ $K=10000$ としたときの資源評価開始時の資源量(S)が 7500 (1.5Bmsy), 5000 (1Bmsy), 2500 (0.5Bmsy)と、資源管理開始前年の資源量 (E) が 7500(1.5Bmsy), 5000 (1Bmsy), 2500 (0.5Bmsy) を総当たりで組み合わせた 9 通り

² FRA2022-ABCWG02-11 においては漁獲量・資源量指数の情報が 1 年遅れの場合について資源管理導入次年度の漁獲量を前年の漁獲量で割った値の平均値を示していた

す。限界水準に対する割合 P_L は 0.7, 禁漁水準の割合 P_B は 0 で固定した。また, 過去の漁獲量の参照年も $n=5$ で固定した。

本ドキュメントでは, 令和 4 年度基本指針に示された基本ルール (FRA2020-ABCWG01-01) や旧 2 系ルール, ならびに令和 4 年度基本指針に示された漁獲量の変動緩和ルールにおけるパフォーマンス (FRA2022-ABCWG02-11) との比較のために, 表 1 にこれらの数値を示す。

MSE 実行結果と候補となる HCR

a) 漁獲量・資源量指数ともに 1 年のタイムラグがある場合

2 系の ABC 計算は, 資源水準が目標水準に近づくようなフィードバックがかかるようになってきているため, 管理実行までのタイムラグが短ければ, それだけ素早いフィードバックがかけられ, より高いパフォーマンスを発揮することが期待される。これを反映するように, タイムラグが 2 年ではなく 1 年になった場合, 目標水準 $B_T=0.8$ の時の First.two や Bscore, そして Total スコアは基本ルールのスコアよりも高いパフォーマンスであったことが令和 4 年度基本指針補遺に示された。表 2a において α を - “ハイフン” としてこの結果を示す。背景色が灰色のものは令和 4 年度基本指針補遺に示された HCR である。さらに, 目標水準が $B_T=0.6$ に引き下げられたとしても, Bscore, Cscore, First.two のすべての面において基本的漁獲管理規則よりも良いパフォーマンスを示した。

つぎに, 漁獲量変動緩和の条件 ($\alpha=0.3\sim 0.55$) を加えたうえでのシミュレーション結果を表 2a に示した。ここでは, First.two のスコアを勘案し, 目標水準が $B_T=0.6\sim 0.8$ の範囲において最もパフォーマンスの高い調整係数 δ の組み合わせ結果で, HCR 候補となるものを特に取り上げている。図 1 に示されるように, B_T を 0.8 より引き下げても基本ルール以上の Bscore を維持しながら基本ルールよりも高い Cscore を得ることが示された。ただし, B_T を 0.6 まで引き下げると First.two を基準としたパフォーマンスが基本ルールを上回ることはなかった。

これらの結果より, α の値を 0.4 とする場合には, Bscore が基本ルールより大きい中で, Cscore のパフォーマンスが最も高い $B_T=0.65, P_L=0.7, P_B=0$ (0.5, 0.7, 1.0) の HCR が候補としてあげられる。 $\alpha=0.3$ のときでも, $B_T=0.7$ とすれば Bscore, Cscore とともに基本ルールのパフォーマンスを上回った (たとえば $B_T=0.7, P_L=0.7, P_B=0$ (0.5, 0.7, 1.0))。また, 2 年遅れの変動緩和ルールと同程度のリスクはあるが B_T を 0.6 まで引き下げることができるという観点からは, やや大きめの α を用いた $\alpha=0.5, B_T=0.6, P_L=0.7, P_B=0$ (0.5, 0.7, 1.0) や $\alpha=0.55, B_T=0.6, P_L=0.7, P_B=0$ (0.5, 0.7, 1.0) の HCR が候補として挙げられる。

図 3 に α の値を 0.4 とする場合の $B_T=0.65, P_L=0.7, P_B=0$ (0.5, 0.7, 1.0) の HCR と基本ルールとの HCR の比較(図 3(a)), 変動緩和のない 1 年のタイムラグで ABC が算出でき

る HCR, 変動緩和ルールとの HCR の比較(図 3(b))を示した. 基本ルールに比べると B_T が基本ルールよりも低く設定できるため、資源量水準が高いところでは基本ルールよりも漁獲を変動させる係数は大きく、資源量水準が低いある点で関係が逆転する(図 3(a)). 一方, 変動緩和のない 1 年のタイムラグで ABC が算出できる HCR, 変動緩和ルールとの HCR の比較に注目すると, 変動緩和のある 1 年のタイムラグで ABC が算出できる HCR は、変動緩和ルールよりも高い漁獲を変動させる係数, 変動緩和のない 1 年のタイムラグで ABC が算出できるルールより低い漁獲を変動させる係数が選ばれ, 両者の中間的な HCR であることが示された(図 3(b)).

b) 資源量指数のみ 1 年のタイムラグがある場合

資源量指標値のみが翌年の ABC 算定に利用できる場合についての結果をここに示す. 変動緩和措置のない場合, B_T を 0.65 程度まで下げても, 基本ルールのスコアよりも Bscore, Cscore の両面において高いパフォーマンスを示すことが令和 4 年度基本指針補遺に示された(表 2b の $\alpha = -$ を参照, 背景色が灰色の HCR は令和 4 年度基本指針補遺に示された HCR). 表 2b に結果を示した. 漁獲量・資源量指数ともにタイムラグがある場合と異なり HCR 候補となりうるパフォーマンスを示す範囲に $\alpha = 0.3$ は含まれなかった. $B_T = 0.6$ まで引き下げの場合も高いパフォーマンスを示さなかった. 図 2 に示されるように Cscore が大きい傾向は変動緩和措置の α が 0 より大きい場合も同様であったが, Bscore は旧 2 系ルールを下回るものもある. これは HCR 候補になるパラメータセットを選出する際, Bscore・Cscore を勘案した First.two を参照したため, Cscore が大きい傾向に連動して Bscore がそれほど良いパフォーマンスを示さなくても候補に選ばれたことによる.

表 2b ならびに図 2 より, α の値を 0.4 とする場合, $B_T = 0.75, P_L = 0.7, P_B = 0 (0.5, 0.7, 1.0)$ は基本ルールよりも Bscore, Cscore の面でパフォーマンスが勝っていた. また, 2 年遅れの変動緩和ルールと同程度のリスクはある(Bscore は新ルールよりも低いものの旧ルールよりは高い)が B_T をより引き下げることができるという観点からは, $\alpha = 0.4, B_T = 0.75, P_L = 0.7, P_B = 0 (0.5, 0.7, 1.0)$ や $\alpha = 0.45, B_T = 0.7, P_L = 0.7, P_B = 0 (0.5, 0.7, 1.0)$ の HCR が候補として挙げられる.

α の値を 0.4 とする場合の $B_T = 0.7, P_L = 0.7, P_B = 0 (0.5, 0.7, 1.0)$ の HCR と基本ルールとの HCR の比較(図 3(c)), 変動緩和がない資源量指標値のみ一年遅れで ABC が算出できる HCR, 変動緩和ルールとの HCR の比較(図 3(d))を示した. 先に記述した a) 漁獲量・資源量指標値ともに 1 年のタイムラグがあるケースと同様, 基本ルールに比べると B_T が基本ルールよりも低く設定できるため、資源量水準が高いところでは基本ルールよりも漁獲を変動させる係数は大きく、資源量水準が低いある点で関係が逆転する(図 3(c)). これは変動緩和のない 1 年のタイムラグで ABC が算出できるケースと同じパターンである(FRA2022-ABCWG02-11)が, この逆転が起こる資源量水準がより大きい値となる.

さらに、先述の a) 漁獲量・資源量指標値ともに 1 年のタイムラグがあるケースと同様、変動緩和のある 1 年のタイムラグで ABC が算出できる HCR は、変動緩和ルールよりも高い漁獲を変動させる係数、変動緩和のない 1 年のタイムラグで ABC が算出できるルールより低い漁獲を変動させる係数が選ばれ、両者の中間的な HCR であることが示された(図 3(d)).

シナリオ	$\delta 1$	$\delta 2$	$\delta 3$	BT	PL	PB	Total	First.two	Bscore	Cscore	AAVscore	Bratio	Cratio	AAVratio	zeroB	ABC impact
旧 2 系 ルール	-	-	-	-	-	-	0.213	0.713	0.769	0.843	0.213	1.685	0.307	0.571	0.059	82.3
新 2 系 基本ルール	0.5	0.4	0.4	0.8	0.7	0	0.815	0.815	0.833	0.880	1.000	1.758	0.307	0.244	0.036	67.4
変動緩和ルール ($\alpha=0.4$)	0.3	0.6	0.3	0.8	0.7	0	0.796	0.796	0.806	0.880	1.000	1.743	0.307	0.180	0.041	65.6
漁獲量・資源量指標値 1年遅れ基本ルール	0.5	0.4	0.4	0.8	0.7	0	0.750	0.750	0.991	0.750	1.000	1.836	0.288	0.214	0.016	86.0
漁獲量・資源量指標値 1年遅れ変動緩和ルール ($\alpha=0.4$)	0.3	0.6	0.3	0.8	0.7	0	0.787	0.787	0.963	0.787	1.000	1.810	0.292	0.166	0.021	70.3
資源量指標値のみ 1年遅れ基本ルール	0.5	0.4	0.4	0.8	0.7	0	0.935	0.935	0.944	0.991	1.000	1.767	0.341	0.233	0.022	86.0
資源量指標値のみ1年 遅れ変動緩和ルール ($\alpha=0.4$)	0.3	0.6	0.3	0.8	0.7	0	0.806	0.806	0.806	1.000	1.000	1.681	0.363	0.178	0.042	70.3

α^*	$\delta 1$	$\delta 2$	$\delta 3$	BT	PL	PB	Total	First.two	Bscore	Cscore	AAVscore	Bratio	Cratio	AAVratio	zeroB	ABC impact	ABC impact**
-	0.3	0.4	0.2	0.8	0.7	0.0	0.861	0.861	0.935	0.880	1.000	1.782	0.315	0.179	0.024	86.0	64.9
-	0.4	0.5	0.1	0.75	0.7	0.0	0.917	0.917	0.963	0.944	1.000	1.783	0.325	0.199	0.022	86.0	64.2
-	0.5	0.6	1.0	0.7	0.7	0.0	0.926	0.926	0.991	0.935	1.000	1.790	0.338	0.234	0.018	86.0	62.9
-	0.5	0.7	1.0	0.65	0.7	0.0	0.944	0.944	0.954	0.991	1.000	1.739	0.377	0.234	0.023	86.0	65.5
-	0.4	0.7	1.0	0.6	0.7	0.0	0.843	0.843	0.843	1.000	1.000	1.645	0.422	0.202	0.036	86.0	70.7
0.3	0.4	0.6	0.4	0.8	0.7	0.0	0.843	0.843	0.926	0.861	1.000	1.778	0.305	0.156	0.028	65.9	57.5
0.3	0.4	0.6	0.1	0.75	0.7	0.0	0.852	0.852	0.852	0.972	1.000	1.726	0.342	0.150	0.034	69.7	61.9
0.3	0.5	0.7	1.0	0.7	0.7	0.0	0.852	0.852	0.852	0.972	1.000	1.712	0.362	0.164	0.035	68.0	61.0
0.3	0.5	0.7	1.0	0.65	0.7	0.0	0.769	0.769	0.769	1.000	1.000	1.645	0.406	0.161	0.043	71.5	65.5
0.35	0.5	0.5	0.1	0.8	0.7	0.0	0.815	0.815	0.954	0.833	1.000	1.801	0.295	0.172	0.024	69.5	58.9
0.35	0.5	0.5	0.7	0.75	0.7	0.0	0.861	0.861	0.907	0.926	1.000	1.761	0.328	0.170	0.027	71.3	61.6
0.35	0.5	0.7	1.0	0.7	0.7	0.0	0.880	0.880	0.926	0.944	1.000	1.744	0.348	0.176	0.029	69.3	61.0
0.35	0.5	0.7	1.0	0.65	0.7	0.0	0.824	0.824	0.824	1.000	1.000	1.675	0.394	0.172	0.037	72.7	65.5
0.35	0.5	0.7	0.8	0.6	0.7	0.0	0.741	0.741	0.741	1.000	1.000	1.585	0.446	0.168	0.050	76.4	70.5
0.4	0.4	0.5	0.4	0.8	0.7	0.0	0.806	0.806	0.963	0.806	1.000	1.809	0.293	0.171	0.022	71.6	59.9
0.4	0.4	0.5	0.6	0.75	0.7	0.0	0.880	0.880	0.917	0.935	1.000	1.762	0.328	0.165	0.027	74.0	63.1
0.4	0.5	0.7	0.8	0.7	0.7	0.0	0.898	0.898	0.944	0.944	1.000	1.763	0.340	0.185	0.025	71.2	61.4
0.4	0.5	0.7	1.0	0.65	0.7	0.0	0.880	0.880	0.880	1.000	1.000	1.698	0.385	0.181	0.033	74.0	65.5
0.4	0.5	0.7	1.0	0.6	0.7	0.0	0.769	0.769	0.769	1.000	1.000	1.610	0.436	0.177	0.044	77.1	70.1
0.45	0.3	0.6	0.1	0.8	0.7	0.0	0.787	0.787	0.991	0.787	1.000	1.820	0.287	0.172	0.020	72.2	59.7
0.45	0.4	0.5	0.2	0.75	0.7	0.0	0.880	0.880	0.917	0.944	1.000	1.765	0.326	0.169	0.026	76.1	64.0
0.45	0.4	0.7	0.9	0.7	0.7	0.0	0.898	0.898	0.944	0.935	1.000	1.772	0.332	0.181	0.024	73.1	62.2
0.45	0.5	0.7	1.0	0.65	0.7	0.0	0.898	0.898	0.898	1.000	1.000	1.714	0.377	0.189	0.030	75.2	65.5
0.45	0.4	0.7	1.0	0.6	0.7	0.0	0.778	0.778	0.778	1.000	1.000	1.624	0.422	0.168	0.043	78.6	70.7
0.5	0.1	0.7	0.0	0.8	0.7	0.0	0.796	0.796	0.963	0.796	1.000	1.813	0.290	0.162	0.021	73.2	60.8
0.5	0.3	0.6	0.1	0.75	0.7	0.0	0.861	0.861	0.944	0.898	1.000	1.782	0.315	0.168	0.024	76.0	63.3
0.5	0.3	0.7	0.9	0.7	0.7	0.0	0.898	0.898	0.954	0.926	1.000	1.774	0.328	0.173	0.024	75.0	63.2
0.5	0.5	0.6	0.8	0.7	0.7	0.0	0.898	0.898	0.954	0.944	1.000	1.770	0.337	0.194	0.023	75.8	63.3
0.5	0.5	0.7	1.0	0.65	0.7	0.0	0.917	0.917	0.926	0.991	1.000	1.726	0.371	0.195	0.028	76.3	65.5
0.5	0.5	0.7	1.0	0.6	0.7	0.0	0.787	0.787	0.787	1.000	1.000	1.636	0.424	0.189	0.039	79.0	70.1
0.55	0.3	0.6	0.0	0.8	0.7	0.0	0.722	0.722	0.991	0.722	1.000	1.837	0.277	0.183	0.017	75.1	59.9
0.55	0.3	0.6	0.0	0.75	0.7	0.0	0.861	0.861	0.944	0.889	1.000	1.786	0.312	0.172	0.023	77.4	63.5
0.55	0.4	0.6	1.0	0.7	0.7	0.0	0.898	0.898	0.954	0.944	1.000	1.773	0.332	0.186	0.023	77.2	64.0
0.55	0.5	0.7	0.8	0.65	0.7	0.0	0.917	0.917	0.926	0.991	1.000	1.730	0.369	0.199	0.027	77.7	65.9
0.55	0.5	0.7	1.0	0.6	0.7	0.0	0.815	0.815	0.815	1.000	1.000	1.646	0.420	0.194	0.038	79.9	70.1

* "ハイファン"で示されるものは変動緩和措置のない場合
** 管理開始翌々年のもの

表2b. 資源量指数の情報のみが翌年のABC算定に利用できる場合																		
α^*	$\delta 1$	$\delta 2$	$\delta 3$	BT	PL	PB	Total	First.two	Bscore	Cscore	AAVscore	Bratio	Cratio	AAVratio	zeroB	ABC impact	ABC impact**	
-	0.3	0.6	0.6	0.8	0.7	0.0	0.954	0.981	1.000	0.981	0.972	1.802	0.327	0.252	0.016	86.0	60.2	
-	0.3	0.6	1.0	0.75	0.7	0.0	0.954	0.981	0.981	1.000	0.972	1.761	0.355	0.240	0.020	86.0	63.2	
-	0.4	0.7	1.0	0.7	0.7	0.0	0.954	0.981	0.981	1.000	0.972	1.742	0.377	0.254	0.020	86.0	63.9	
-	0.5	0.7	1.0	0.65	0.7	0.0	0.861	0.889	0.889	1.000	0.972	1.675	0.422	0.254	0.027	86.0	67.6	
-	0.5	0.7	1.0	0.6	0.7	0.0	0.796	0.796	0.796	1.000	1.000	1.580	0.468	0.241	0.041	86.0	72.7	
0.35	0.5	0.7	1.0	0.8	0.7	0.0	0.815	0.815	0.815	1.000	1.000	1.693	0.351	0.196	0.044	62.5	54.2	
0.35	0.5	0.7	1.0	0.75	0.7	0.0	0.787	0.787	0.787	1.000	1.000	1.650	0.383	0.192	0.048	65.9	58.3	
0.35	0.5	0.7	1.0	0.7	0.7	0.0	0.731	0.731	0.731	1.000	1.000	1.596	0.418	0.188	0.055	69.4	62.8	
0.4	0.5	0.7	0.8	0.8	0.7	0.0	0.852	0.852	0.852	0.991	1.000	1.733	0.336	0.210	0.035	64.5	54.6	
0.4	0.5	0.7	1.0	0.75	0.7	0.0	0.824	0.824	0.824	1.000	1.000	1.691	0.368	0.205	0.039	67.4	58.3	
0.4	0.5	0.7	1.0	0.7	0.7	0.0	0.796	0.796	0.796	1.000	1.000	1.638	0.405	0.199	0.045	70.7	62.8	
0.4	0.5	0.7	1.0	0.65	0.7	0.0	0.731	0.731	0.731	1.000	1.000	1.570	0.444	0.195	0.054	74.0	67.6	
0.45	0.4	0.7	0.6	0.8	0.7	0.0	0.870	0.870	0.889	0.972	1.000	1.750	0.332	0.209	0.029	67.6	56.4	
0.45	0.5	0.7	1.0	0.75	0.7	0.0	0.852	0.852	0.852	1.000	1.000	1.724	0.356	0.216	0.032	68.8	58.3	
0.45	0.5	0.7	1.0	0.7	0.7	0.0	0.815	0.815	0.815	1.000	1.000	1.670	0.394	0.209	0.038	72.0	62.8	
0.45	0.5	0.7	1.0	0.65	0.7	0.0	0.778	0.778	0.778	1.000	1.000	1.601	0.436	0.203	0.047	75.2	67.6	
0.5	0.3	0.7	0.6	0.8	0.7	0.0	0.907	0.907	0.926	0.963	1.000	1.762	0.330	0.209	0.026	69.9	57.9	
0.5	0.5	0.7	0.8	0.75	0.7	0.0	0.917	0.917	0.926	0.981	1.000	1.747	0.348	0.225	0.027	70.7	58.8	
0.5	0.5	0.7	1.0	0.7	0.7	0.0	0.843	0.843	0.843	1.000	1.000	1.695	0.385	0.218	0.033	73.4	62.8	
0.5	0.5	0.7	1.0	0.65	0.7	0.0	0.796	0.796	0.796	1.000	1.000	1.625	0.428	0.211	0.041	76.3	67.6	
0.55	0.2	0.7	0.8	0.8	0.7	0.0	0.935	0.935	0.954	0.972	1.000	1.772	0.327	0.210	0.024	71.6	58.8	
0.55	0.5	0.7	0.8	0.75	0.7	0.0	0.935	0.935	0.954	0.972	1.000	1.769	0.339	0.235	0.023	72.1	58.8	
0.55	0.5	0.7	1.0	0.7	0.7	0.0	0.870	0.870	0.870	1.000	1.000	1.715	0.377	0.227	0.028	74.6	62.8	
0.55	0.5	0.7	1.0	0.65	0.7	0.0	0.806	0.806	0.806	1.000	1.000	1.643	0.421	0.218	0.037	77.3	67.6	

* -"ハイファン"で示されるものは変動緩和措置のない場合
** 管理開始翌年のもの

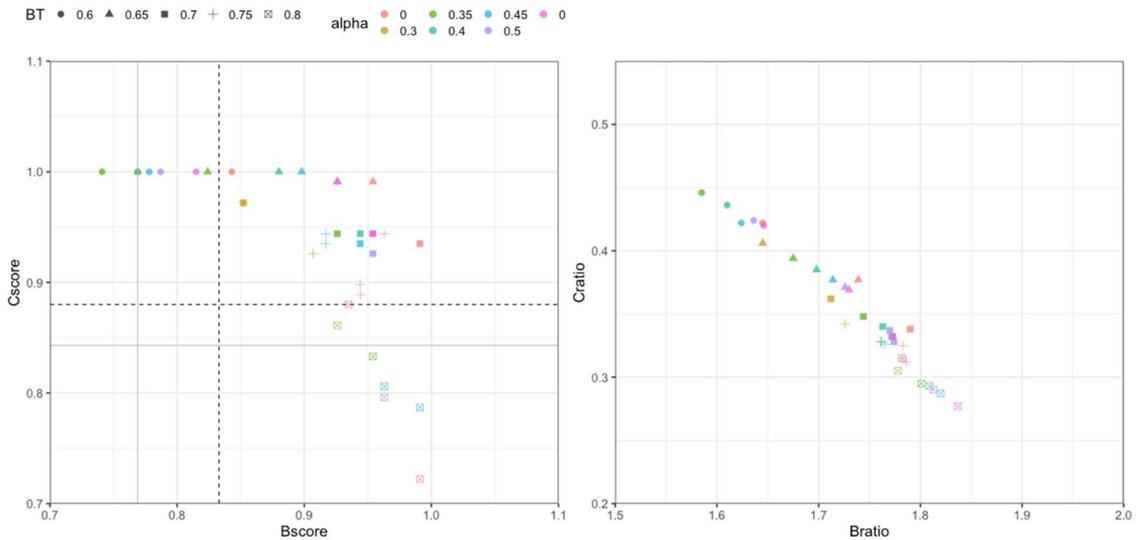


図 1. 漁獲量・資源量指標値の情報がともに翌年の ABC 算定に利用できる場合の、表 2a に示す HCR における資源保護と漁獲量のトレードオフプロット。左図の灰色の十字が旧 2 系ルールでの Bscore, Cscore を、黒点線が基本ルールでのそれらを示している。

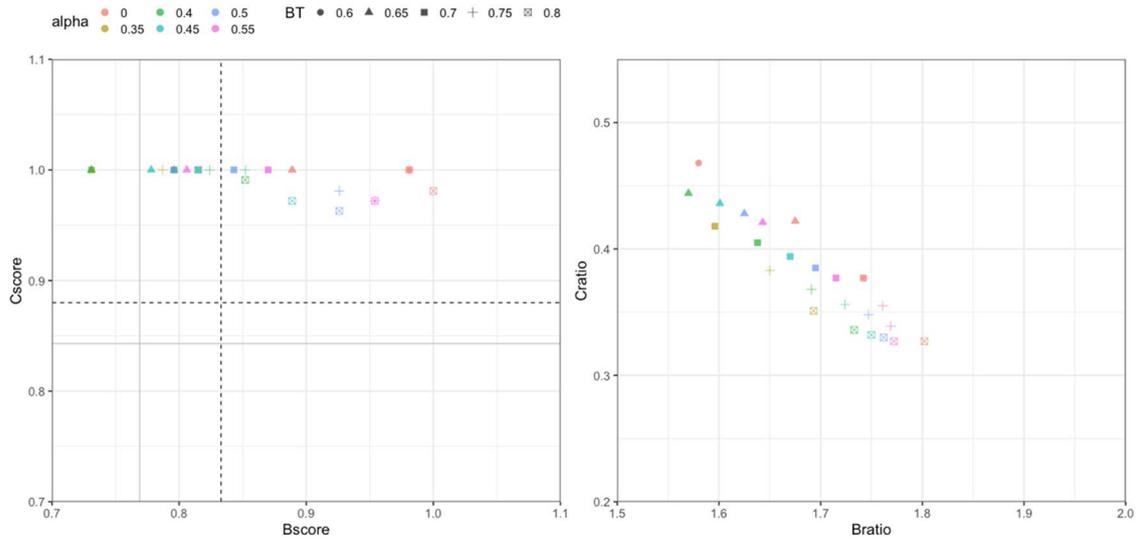


図 2. 資源量指標値の情報のみが翌年の ABC 算定に利用できる場合の、表 2b に示す HCR における資源保護と漁獲量のトレードオフプロット. 左図の灰色の十字が旧 2 系ルールでの Bscore, Cscore を、黒点線が基本ルールでのそれらを示している.

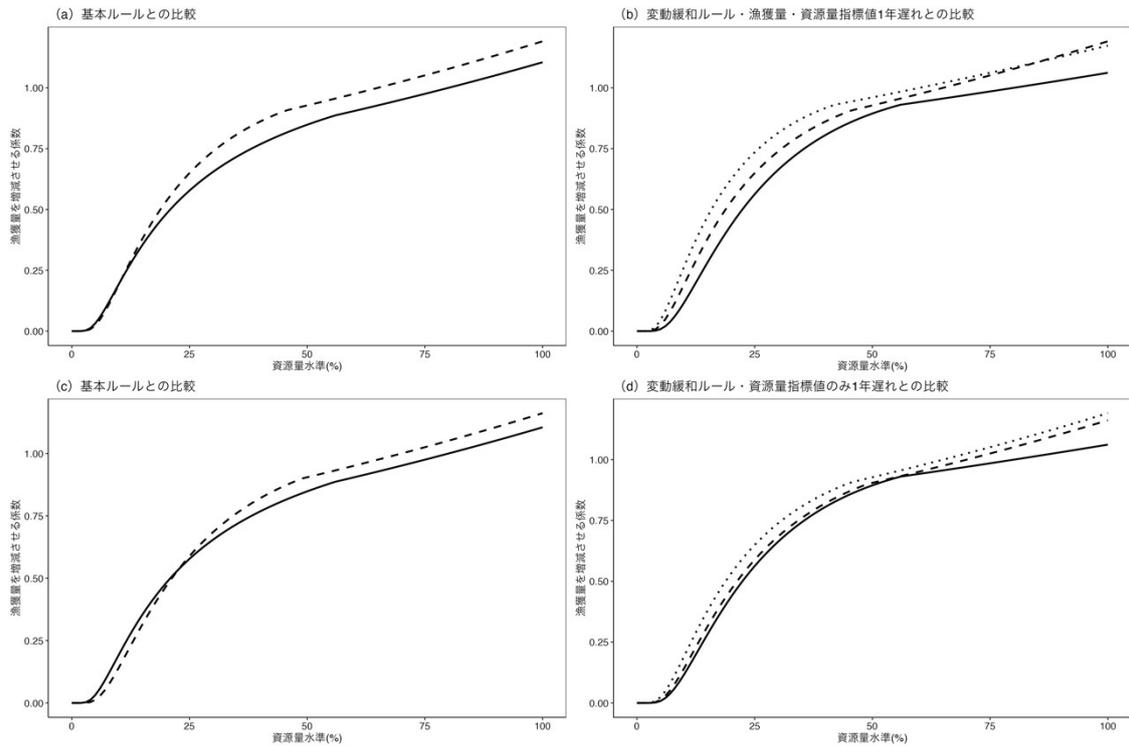


図 3. 本ドキュメントで言及された HCR を frasyr23 パッケージに含まれるアカガレイにおける 1995 年から 2017 年のデータ (資源量指標値の $AAV \approx 0.093$) で示した例. 縦軸が漁獲量を増減させる係数 (漁獲量比 α_t), 横軸が資源量水準 (%) を表す. 上段(a),(b)

は漁獲量・資源量指数ともに1年のタイムラグがあり、変動緩和がある場合で、下段(c),(d)は資源量指数のみ1年のタイムラグがある、変動緩和がある場合。左図(a)(c)において実線は基本ルール $B_T=0.8(0.5-0.4-0.4)$ のHCR、破線がそれぞれのHCR。右図(b)(d)において実線は変動緩和ルール $B_T=0.8(0.3, 0.6, 0.3)$ 、点線は(b)において変動緩和がなく漁獲量・資源量指数ともに1年のタイムラグのHCR $B_T=0.6(0.4-0.7-1.0)$ 、(d)において変動緩和がなく資源量指数のみ1年のタイムラグのHCR $B_T=0.65(0.5-0.7-1.0)$ 、破線が本ドキュメントで示したそれぞれのHCR。

引用文献

市野川 桃子・岡村 寛・黒田啓行・由上龍嗣・田中寛繁・柴田泰宙・大下誠二 (2015) 管理目標の数値化による最適なABC算定規則の探索. 日本水産学会誌, 81, 206–218.

岡村 寛・市野川 桃子・上田祐司・亘 真吾・境 磨 (2020) 新2系ルールと新3系ルール. FRA-SA2020-ABCWG01-01.

福井 眞・市野川 桃子・平尾 章 (2022) 新2系ルールについての追加計算とその結果. FRA-SA2022-ABCWG02-11.