

令和 8（2026）年度キンメダイ太平洋の資源評価
キンメダイ太平洋の CPUE 標準化

水産研究・教育機構 水産資源研究所 水産資源研究センター
川内陽平、竹茂愛吾、小柳津瞳、竹村紫苑、青木一弘、横内一樹

目次

全体の概要.....	2
地区別モデルの概要表	3
背景	4
方法	5
地区別の標準化 CPUE の解析結果.....	8
1. 千葉県銚子地区の解析結果.....	8
2. 千葉県勝浦地区の解析結果.....	20
3. 千葉県東京湾口部の解析結果	32
4. 神奈川県東京湾口部の解析結果.....	45
5. 東京都神津島地区の解析結果	57
6. 東京都三宅島地区の解析結果	69
7. 東京都八丈島地区の解析結果	81
8. 静岡県伊東地区の解析結果.....	94
9. 静岡県稲取地区の解析結果.....	106
10. 静岡県御前崎地区の解析結果	118
引用文献	130
補足表. 説明変数名と略記の対応表	131

全体の概要

データ	キンメダイの漁獲がある各地区の月別漁獲量と水揚げ回数（日・隻）データ。操業位置情報は含まない。漁場における水温、流向、流速はFRA-ROMS IIから取得、黒潮流路情報は海上保安庁の海洋速報から抽出。データの使用期間は各地区・海域の解析結果を参照
対象	1日1隻あたり漁獲量（kg/日・隻）
データの抽出	全レコードを使用
使用した統計ソフト・パッケージ	R ver. 4.5.2にて、tidyverse-ver. 2.0.0 (モデル診断結果を含む作図およびデータ処理)、MuMIn-ver. 1.48.19 (モデル選択)、readxl-ver. 1.4.5 (Excelファイル読み込み)、stats-ver. 4.5.2 (GLM計算)、GGally-ver. 2.4.0 (作図)、gridExtra-ver. 2.3 (作図)、lubridate-ver. 1.9.5 (時系列データの取り扱い)、ggeffects-ver. 2.3.2 (説明変数に対するlsmean計算)を使用
統計モデル	一般化線形モデル（誤差分布：対数正規分布）を10地区・海域別に作成
フルモデルの説明変数	年、季節、8方位流向（カテゴリ・主効果） 水温、流速、地先における黒潮北縁の緯度、経度間の黒潮北縁の緯度差（連続・1次主効果）
最終モデルの選択方法	AIC 総当たり法ののち、最小 AIC+2 の範囲のモデルについて、説明変数の数が最小かつ環境・漁業面での説明力が高いモデルを選択。ただし、FRA-ROMS II から取得した同一の説明変数において、複数深度層が選択されるモデルは予め総当たり法における計算から除外。
年トレンドの抽出方法	年主効果の係数を抽出
信頼区間の計算方法	重複を許したデータのブートストラップサンプリング、ベストモデルの更新、年トレンドの抽出を1,000回繰り返した。

地区別モデルの概要表

選択されたベストモデルと、最小 AIC+2 の範囲のモデルに含まれる説明変数。

地区海域	黒潮北縁 緯度抽出 経度	流向					黒潮 北縁 緯度	経度間の黒潮 北縁の緯度差			流速					水温					季節	候補 モデル数
		0	100	200	400	底		138-139	139-140	140-141	0	100	200	400	底	0	100	200	400	底		
銚子	141			6			1	6	4	1	6					2				4	6	6
勝浦	140	6					4	1	1	6	6					6					4	6
東京湾口_千葉	140		6				7	24	24	13	13	2		4		1	1	2	1	1	24	24
東京湾口_神奈川	140		9				1	1	1	1	9					1	1	1		1	9	9
神津島	139					15	6	3	2	15	1	2	2	1	3		15				15	15
三宅島	139				9		6	12	2	13				8	5	2	13				13	15
八丈島*	139				5		1	4	1	1	1	1	1	1	1		1	2	12		15	15
伊東	139	1	4				6	1	6	1		3			3	6					6	6
稲取	139						2	1	4	3	11					5		1		5	11	11
御前崎	138						10	10	2	2	1	1	1	1	1		10				1	10

黄色：ベストモデルの変数、水色：最小 AIC+2 のモデルに含まれた変数、黒色：水深が浅いため変数に用いていないことを示す。数値は最小 AIC+2 の範囲で選択されたモデル数。

*八丈島では、参考として年効果を含む条件下での最小 AIC+2 以内のモデル数を表示し、黄色の効果はそのうちパラメータ自由度最小化かつ AIC 最小のモデルの説明変数を示す。

本資料は CPUE 標準化のガイドライン（境ほか 2026）に準拠して作成した。

背景

漁業から得られる情報は、一般に調査船調査と比較して資源の分布を時空間的に広く網羅していることから、資源状態の評価に利用されてきた。一方、漁業から得られる単位努力量当たり漁獲量（以下、CPUE）には努力量の時空間的な偏りがあることに加え、海洋環境が漁具の挙動等に影響を及ぼし、漁獲効率に影響を与える可能性もある。資源状態を正確にとらえるためには、統計的手法によりバイアスを取り除く CPUE の標準化が重要である。

本資料では令和3年度資源評価において、より精度の高いチューニング指数を作成すべく、一般化線形モデル（GLM）により、千葉県、東京都、神奈川県、静岡県の各地区における CPUE について標準化を試みた。検討した標準化モデルでは、一都三県のデータをプールした上で、年、季節、地区に加え、海上保安庁海洋情報部が提供している海洋速報に掲載されている石廊崎、八丈島、三宅島、野島崎、犬吠埼から黒潮流軸までの距離をカテゴリカル変数（近：0～50 海里、中：50～100 海里、遠：100 海里以遠）として導入した（亘・半沢 2022）。黒潮流軸までの距離を考慮した理由は、黒潮やそれに関連する潮流が漁獲効率に影響し、CPUE の低下を招くといった漁業現場で懸念されている点を取り除くことにある。しかし、検討したモデルでは黒潮接近による影響を十分に排除していないこと、地区ごとに使用漁具の制限等の操業形態や漁獲している資源の年齢構造に違いがあること、さらにはモデル診断の結果も良くなかったことから、資源計算への導入には至らなかった。令和4年度は、これらの経緯を踏まえ、漁場の地区ごとに別々の CPUE 標準化モデルを構築することとし、海洋環境に関する説明変数については、スケール（漁場、分布域全体）に合わせて複数の変数を導入することを試みた（亘ほか 2023）。その結果、八丈島地区を除く全ての地区で年効果がベストモデルに選択され、標準化 CPUE は、環境要因による影響をより考慮できていると判断され、モデル診断結果も良好であった。このような結果を受け、昨年度評価までに八丈島地区を除く9つの地区・海域の標準化 CPUE をコホート解析のチューニング指数として導入してきた。本資料では、キンメダイ太平洋における CPUE 標準化の方法を詳説するとともに、2025 年データを追加した10地区・海域（銚子、勝浦、神津島、三宅島、八丈島、伊東、稲取、御前崎、神奈川県船と千葉県船がそれぞれ操業する東京湾口の2海域）の結果について記載した。なお、2017年8月から7年9ヶ月継続していた黒潮大蛇行は、2025年4月に終息したことから（https://www.jma.go.jp/jma/press/2508/29a/20250829_end_of_kuroshioLM.html、アクセス日：2026年5月29日）、今後の各地区の CPUE の変動を注視していく必要がある。

方法

データ

解析にはキンメダイの漁獲がある各地区の月別操業記録を用いた。データには月別漁獲量と水揚げ回数（日・隻）が含まれ、操業位置情報は含まれない。全レコードを解析に使用した。データの使用期間は各地区・海域の解析結果を参照されたい。

フルモデル

作成した標準化モデルは誤差分布を対数正規分布とした GLM（log-normal GLM）であり、地区別に作成した。上述のとおり、フルモデルにはスケールの異なる海洋環境変数を導入した。分布域全体に影響を及ぼす要因として、昨年度から引き続き黒潮流軸の位置情報を用いた。黒潮の位置情報は、海上保安庁の海洋速報

（<https://www1.kaiho.mlit.go.jp/KANKYO/KAIYO/qboc/>、アクセス日：2026 年 4 月 17 日）から取得し、黒潮北縁（流軸から 13 海里）の緯度を、東経 138、139、140、141 度で抽出した（Lat_138、Lat_139、Lat_140、Lat_141）。地先での黒潮位置を考慮するため、地区別に選択した経度における黒潮北縁緯度を説明変数として用いた。また、経度間の黒潮北縁の緯度差（すなわち黒潮の傾き。東経 138 度-東経 139 度、東経 139 度-東経 140 度、東経 140 度-東経 141 度の 3 つを計算。それぞれ Lat138_139、Lat139_140、Lat140_141）を「黒潮入込」の指標として導入することで、大蛇行に代表されるような黒潮の流型が CPUE に与える影響を検討した。以上の黒潮に関連する変数については、1 次の連続変数としてモデルに組み込んだ。

また、各漁場におけるローカルな海洋環境の影響を考慮するため、FRA-ROMS II（Kuroda et al. (2017) , データアクセス日：2026 年 4 月 3 日）における深度帯別（0 m 層、100 m 層、200 m 層、400 m 層、底層）の水温（Temperature）、流向（Direction）、流速（Speed）の再解析値を使用した。漁場は、緯度経度 0.1 度グリッド単位で、地区ごとの代表的な漁場範囲を資源評価参画機関と協議の上で決定し、その範囲で切り出した再解析値をその漁場を代表する海洋環境の値として用いた。なお、地区ごとに海底水深が異なるため、説明変数として使用する水温、流速、流向の最大深度帯は異なる。FRA-ROMS II 解析値は、グリッドごとに日別に切り出し、月別に平均して用いた。水温、流速については平均したものを 1 次の連続変数として、流向については、平均した後に 8 方位のカテゴリカル変数（Direcfct）に変換して用いた。流向・流速については、日別の東西方向流速および南北方向流速を、それぞれ平均し、月平均の流向・流速に変換するというプロセスを実行した。なお、各地区において、環境変数とノミナル CPUE の間の関係をプロットし、非線形性の確認を行なった。

上記において、連続変数を 1 次の効果として扱った理由は、環境変数とノミナル CPUE との関係プロットしたときに、非線形性が確認されなかったこと、解釈が簡便であること、が挙げられる。

年効果 (Year)、季節効果 (Quarter: 12 ヶ月を 1～3 月、4～6 月、7～9 月、10～12 月に 4 等分) については、それぞれカテゴリカル効果として扱い、各変数を主効果として導入したフルモデルを構築した。

なお、現在利用可能なデータは月別 CPUE であり、様々な変数間の交互作用を考慮すると、推定パラメータ数がデータ数を上回ってしまうこと、また解釈が煩雑になる恐れもあることから、本資源の標準化モデルでは主効果のみを考慮するモデルを導入した。今後、日別や操業別のより詳細なデータを収集・整備していくことが望まれる。

モデル選択

ベストモデルは、上記のフルモデルについて、(1) 説明変数総当りの赤池情報量規準 (AIC) によるモデル選択を実施し、最小 AIC + 2 の範囲にあるモデルのうち、パラメータ自由度が最小のモデルを選択、(2) さらに環境・漁業面での説明力を考慮して決定した。ただし、一段階目の AIC による変数選択において、FRA-ROMS II から得られた特定の説明変数で、複数の深度層を含むモデル (例えば、0 m 層水温と 100 m 層水温を同時に含むもの) は、解釈の簡便さや過適合の影響を加味して予めモデル候補から除外し、1 層のみを含むモデル候補の中からベストモデルを選択することとした。

モデル診断

本資源の標準化モデルは log-normal GLM であることから、ベストモデルについて、QQ プロット、残差のヒストグラム、説明変数ごとの層別逸脱残差から、残差の正規性や等分散性を検証した。

年トレンドの抽出

ベストモデルから切片の値と年効果の係数を抽出し、解析期間初年の標準化 CPUE は切片の値、次年以降は切片に年効果の係数を足し合わせた値とした。

信頼区間の計算

重複を許してブートストラップサンプリングされたデータにより、上記で推定したベストモデルのパラメータを更新、年トレンドを計算する、というプロセスを 1,000 回繰り返し、各計算結果から 95%信頼区間を推定した。

次項以降に、地区別の CPUE 標準化の結果を示す。

地区別の標準化 CPUE の解析結果

1. 千葉県銚子地区の解析結果

1.1 概要

対象漁業	キンメダイの漁獲がある千葉県銚子地区の立て縄漁業の月別漁獲量と水揚げ回数（日・隻）データ。操業位置情報は含まない。
データの利用可能な期間	2003～2025 年
標準化に使用した期間	2003～2025 年
データの抽出	全レコードを使用
選択された説明変数	年、季節、底層水温、0 m 層流速、200 m 層流向、経度間の黒潮北縁の緯度差（東経 138 度-139 度）
標準化の結果	標準化 CPUE は、2008 年以降減少、2014 年以降は増加に転じ、2025 年は 2024 年からやや減少したものの解析期間内で 3 番目の値となり、高い水準を維持している。ノミナル CPUE の長期的なトレンドは標準化 CPUE と類似した一方、2006～2010 年はノミナル CPUE の方が、2017 年以降は標準化 CPUE の方が顕著に高い傾向にあった。なお、2025 年は、ノミナル CPUE と標準化 CPUE の差は縮小した。

1.2 結果と考察

資源評価参画機関と協議の上、銚子地区では 26～29 番のグリッドを解析に使用する漁場として選択し（図 1.1）、その範囲で切り出した再解析値をその漁場を代表する海洋環境の値をモデルの変数として使用した。また、地先の黒潮位置として東経 141 度の黒潮北縁緯度を使用した。なお、環境変数とノミナル CPUE の間には、非線形性は認められなかった（図 1.2）。構築したフルモデルは以下の通りである。

$\log(\text{CPUE}) \sim + \text{Year} + \text{Quarter}$

$+ \text{Temperature_0} + \text{Temperature_100} + \text{Temperature_200} + \text{Temperature_400} + \text{Temperature_Bottom}$

$+ \text{Speed_0} + \text{Speed_100} + \text{Speed_200} + \text{Speed_400} + \text{Speed_Bottom}$

$+ \text{Direcft_0} + \text{Direcft_100} + \text{Direcft_200} + \text{Direcft_400} + \text{Direcft_Bottom}$

$+ \text{Lat_141}$

$+ \text{Lat138_139} + \text{Lat139_140} + \text{Lat140_141}$

1.2.1 今年度の解析結果

方法で定めたモデル選択の基準に基づき、以下のモデルがベストモデルに選択された（表 1.1）。

$$\log(\text{CPUE}) \sim \text{Year} + \text{Quarter} + \text{Temperature_Bottom} + \text{Speed_0} + \text{Direcfct_200} + \text{Lat138_139}$$

銚子地区では、AIC 総当りによるモデル選択の結果、FRA-ROMS II による複数層の同一説明変数が含まれるモデルを除いたモデル候補のうち、最小 AIC+2 の範囲に 6 モデルが該当した。そのうち、最もパラメータ自由度が小さいモデルをベストモデルに選択した。今年度は、昨年度と同様に東経 138～139 度における黒潮北縁の緯度差や水温、流速・流向などの漁場の流れに関する変数が選択された。最小 AIC+2 の範囲の他のモデルをみると、東経 139～140 度における黒潮北縁の緯度差も選ばれるものが多かった。また、ベストモデルにおいては、昨年同様、漁場内の水温が低いほど CPUE は高くなる傾向がみられた（図 1.3）。

ベストモデルにおける QQ プロットをみると、逸脱残差とその期待値が大きく異なっておらず、残差の正規性に関しても大きな問題が見られなかった（図 1.4）。また、いずれのモデルについても変数階層ごとの逸脱残差に著しい偏りは見られなかった（図 1.5）。

ベストモデルにより推定した標準化 CPUE および各年・各月の漁獲量および出漁日数から得たノミナル CPUE の変化を図 1.6 および表 1.2 に示す。標準化 CPUE は、2008 年以降、2013 年まで減少を続けたが、2014 年以降は増加に転じ、2025 年は 2024 年から減少したものの解析期間内で 3 番目の値であり、高い水準を維持していた。ノミナル CPUE の長期的なトレンドは標準化 CPUE と類似した一方、2006～2010 年はノミナル CPUE の方が、2017 年以降は標準化 CPUE の方が顕著に高い傾向にあった。なお、2025 年は、ノミナル CPUE と標準化 CPUE の差は縮小した。

1.2.2 昨年度結果との比較

今年度は昨年度のベストモデルでも選ばれた東経 138～139 度における黒潮北縁の緯度差や水温、流向・流速といった漁場の流れに関する変数がベストモデルをはじめ多くのモデル候補に含まれた。今年度得られた標準化 CPUE の年トレンドに昨年度との大きな違いがなかったことから、1 年分データが追加されたことはモデル推定結果に大きな影響を与えなかったと判断できる。

表 1.1. モデル選択結果 FRA-ROMS II による複数層の説明変数を含むモデルを除いたもののうち、AIC 最小+2 の範囲のモデルを表示。黄色塗りつぶしがベストモデル。

切片	流向					黒潮北縁緯度	経度間の黒潮北縁の緯度差			流速					水温					季節	年	df	logLik	AIC	delta
	0	100	200	400	底	東経141度	138-139	139-140	140-141	0	100	200	400	底	0	100	200	400	底						
5.12			+				0.05	0.04		0.15									-0.21	+	+	36	83.0	-93.9	0.0
5.04			+				0.05			0.13								-0.19	+	+	35	81.6	-93.2	0.7	
4.32			+				0.05			0.10					0.01					+	+	35	81.1	-92.2	1.7
4.34			+				0.05	0.03		0.11					0.01					+	+	36	82.0	-92.1	1.8
4.96			+			0	0.05	0.04		0.15								-0.21	+	+	37	83.0	-91.9	2.0	
5.12			+				0.05	0.04	0	0.15								-0.21	+	+	37	83.0	-91.9	2.0	

表 1.2. 標準化 CPUE およびノミナル CPUE。CPUE の値は、解析期間の平均値で規格化した値。

Year	ノミナル CPUE (規格化)	標準化 CPUE (規格化)	CI_下限	CI_上限	CV
2003	1.00	0.98	0.85	1.10	0.06
2004	1.04	1.00	0.84	1.19	0.09
2005	0.96	0.96	0.83	1.10	0.07
2006	1.09	1.02	0.87	1.18	0.08
2007	1.17	1.10	1.00	1.22	0.05
2008	1.03	0.97	0.86	1.13	0.07
2009	1.03	0.95	0.81	1.09	0.08
2010	0.96	0.90	0.78	1.04	0.07
2011	0.75	0.74	0.66	0.82	0.06
2012	0.72	0.70	0.61	0.80	0.07
2013	0.58	0.58	0.53	0.64	0.05
2014	0.64	0.64	0.57	0.72	0.06
2015	0.69	0.68	0.61	0.76	0.06
2016	0.86	0.87	0.80	0.94	0.04
2017	0.95	0.98	0.91	1.05	0.04
2018	1.05	1.09	1.01	1.19	0.04
2019	1.11	1.19	1.10	1.28	0.04
2020	1.17	1.18	1.09	1.28	0.04
2021	1.11	1.17	1.06	1.28	0.05
2022	1.20	1.24	1.16	1.31	0.03
2023	1.35	1.37	1.27	1.47	0.04
2024	1.25	1.36	1.19	1.52	0.06
2025	1.29	1.30	1.20	1.42	0.04

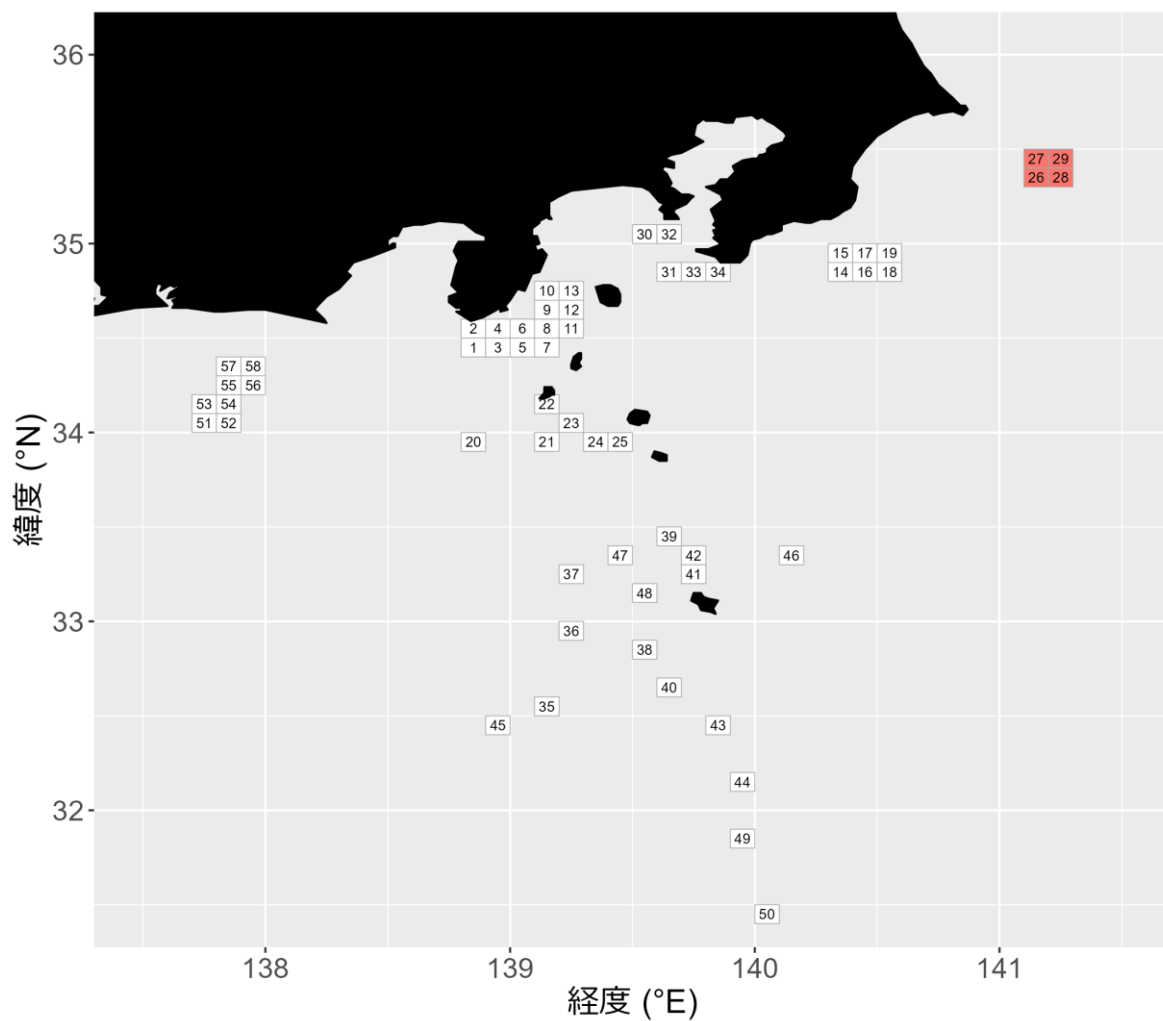


図 1.1. FRA-ROMS II 再解析値の抽出に用いた各地区の漁場範囲。緯度経度 0.1° グリッドごとにデータを抽出。銚子地区は 26～29 番のグリッドを使用。

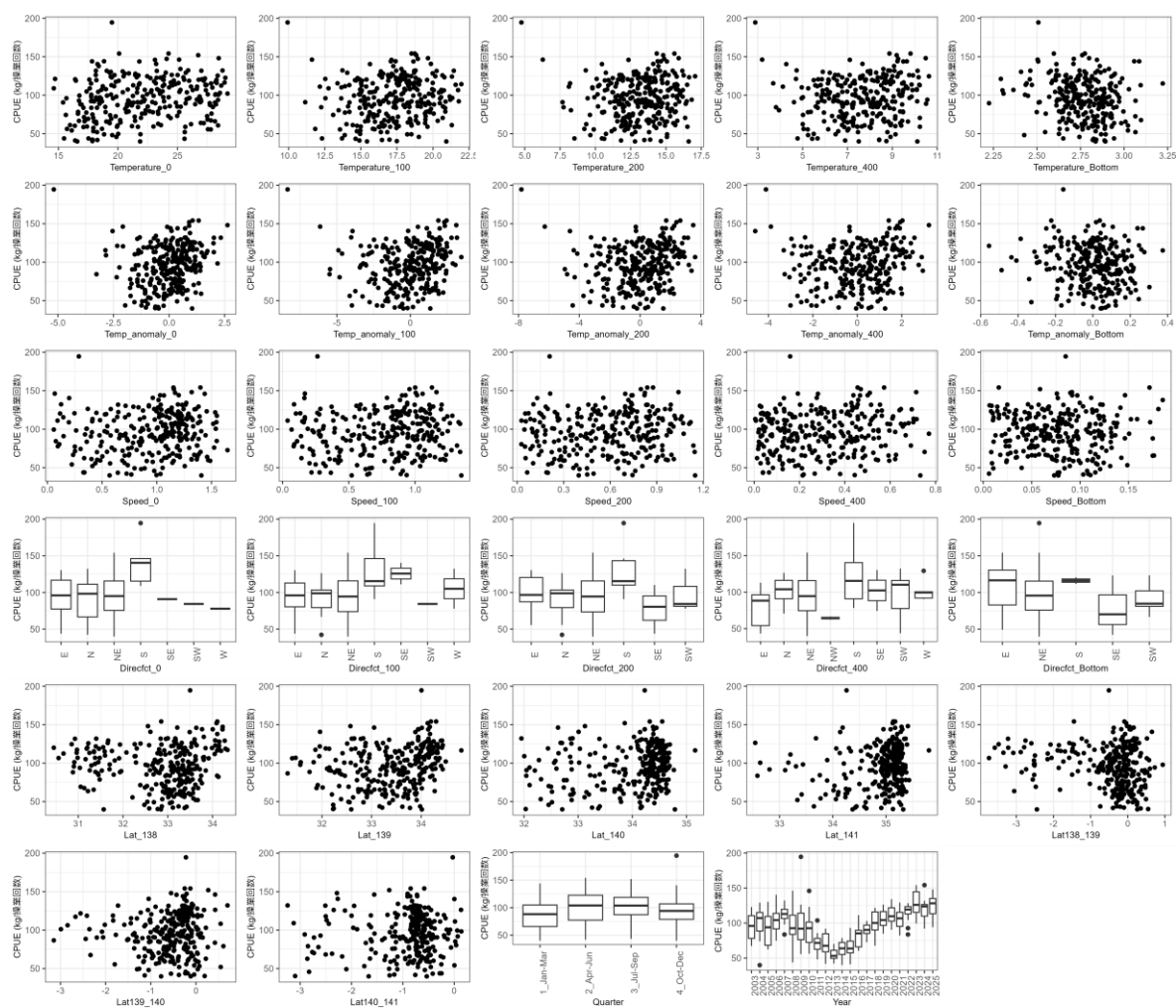


図 1.2. 標準化モデルに導入した説明変数とノミナル CPUE との関係。

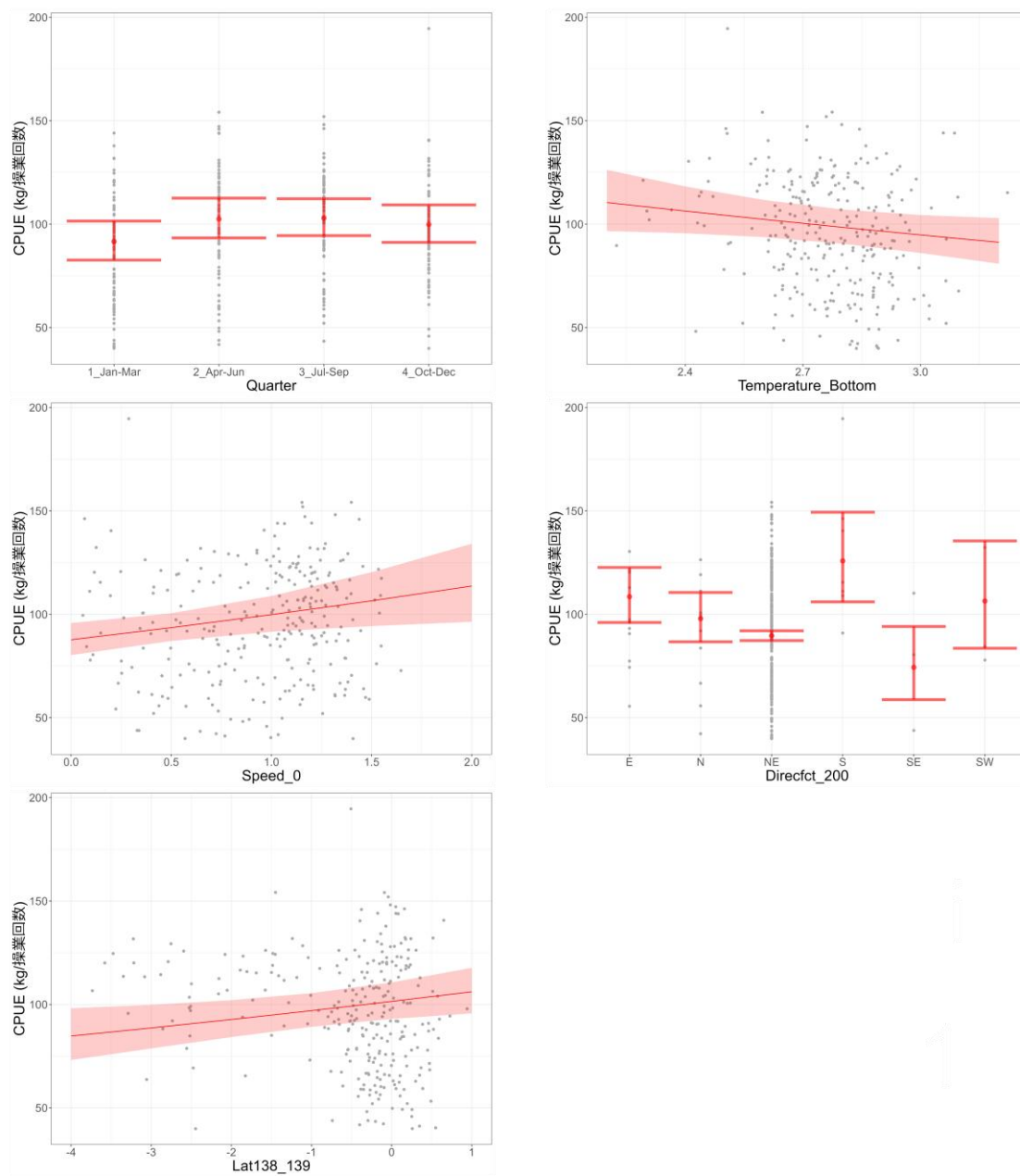


図 1.3. ベストモデルにおける各説明変数の部分効果。図中の赤帯と赤髭は 95%信頼区間を示す。

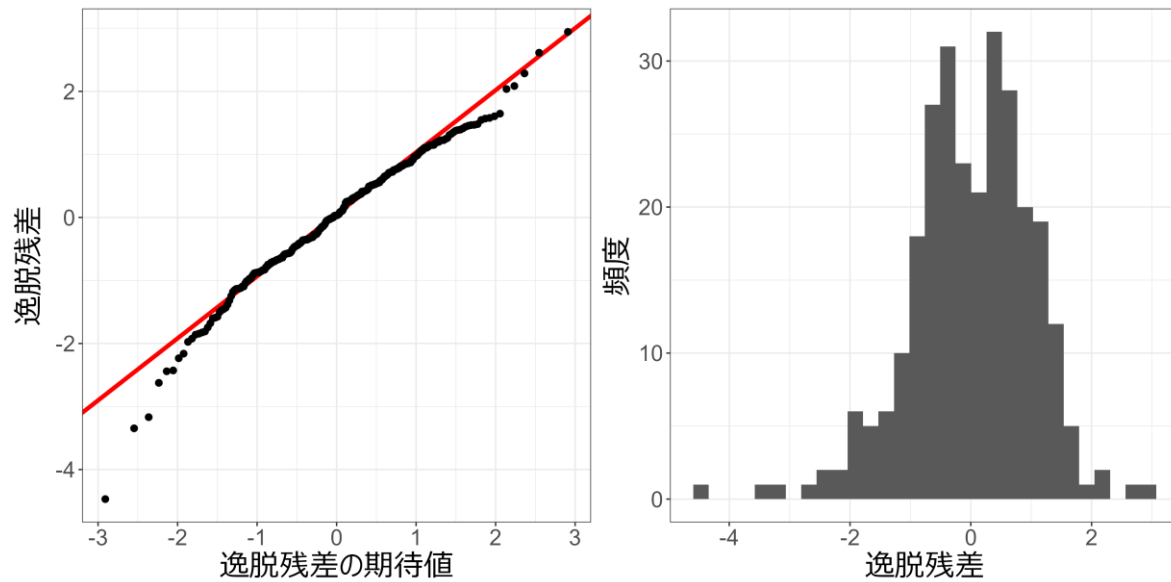


図 1.4. ベストモデルにおける QQ プロット（左）および残差の頻度分布（右）。

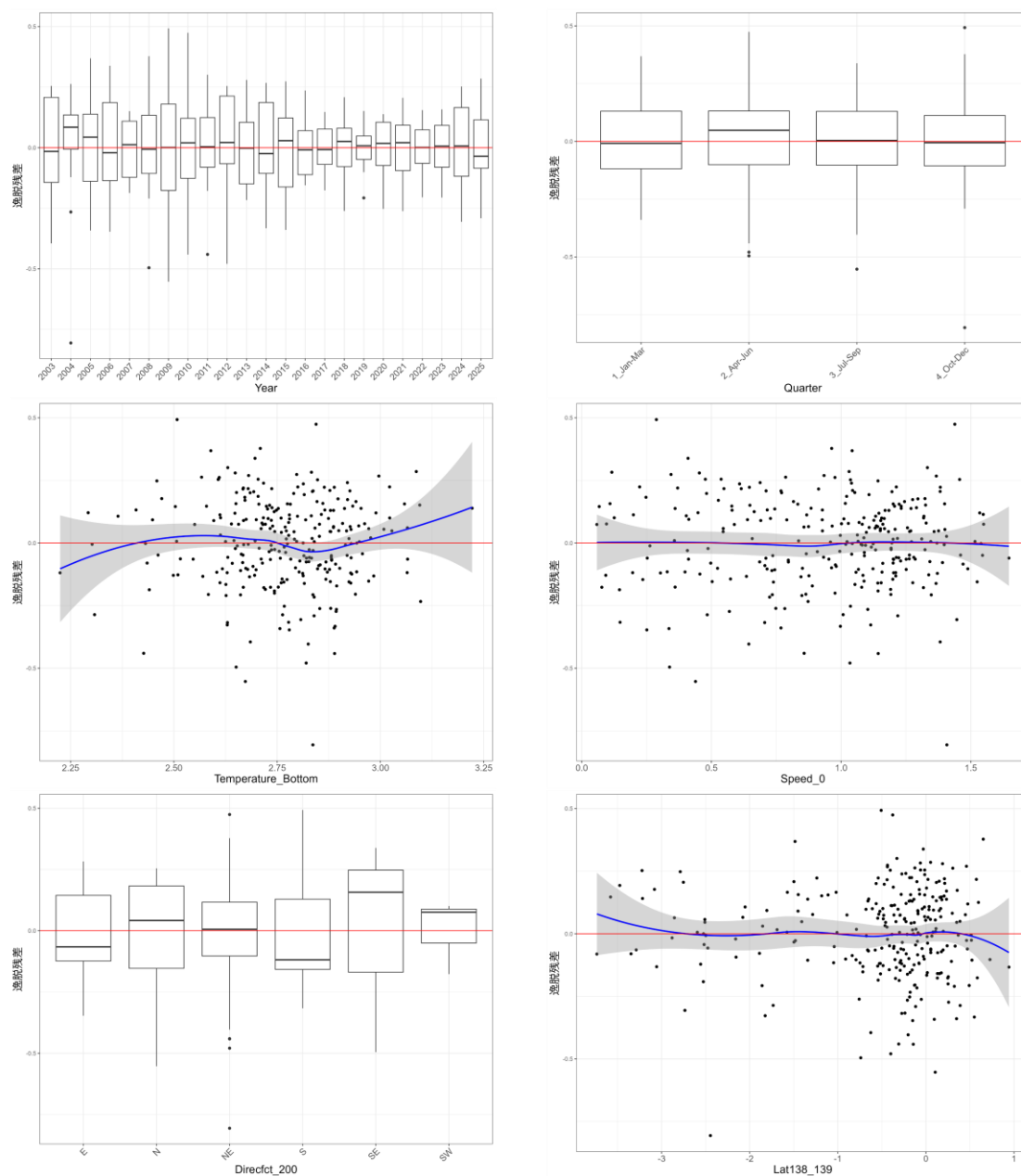


図 1.5. ベストモデルの層別逸脱残差。Temperature_Bottom、Speed_0、Lat138_139に関する残差図の青線と灰帯は、残差にフィッティングさせた平滑化曲線 (loess) と、その 95%信頼区間を示す。

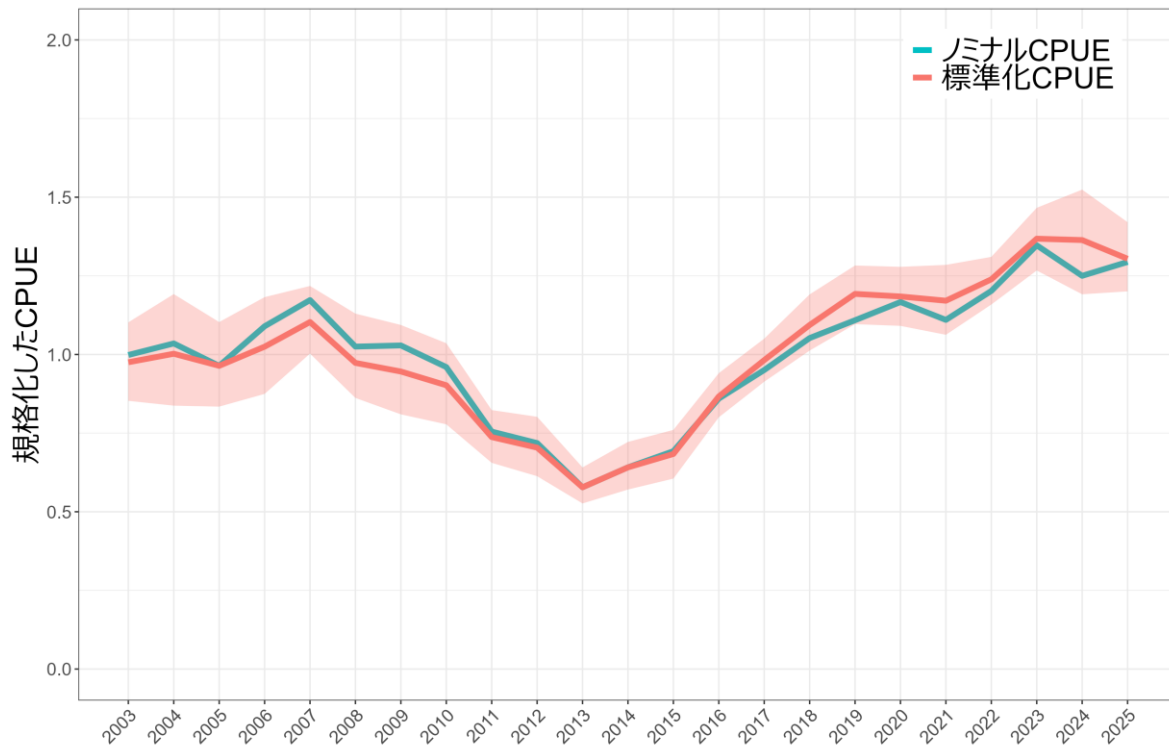


図 1.6. 標準化 CPUE およびノミナル CPUE の推移。CPUE の値は、解析期間の平均値で規格化した値。赤帯は、データのブートストラップサンプリングとベストモデルによる年トレンド推定を 1,000 回繰り返して求めた 95%信頼区間を示す。

1.3 ベストモデルの推定パラメタの要約

glm(formula = log(CPUE) ~ Direcft_200 + Lat138_139 + Quarter + Speed_0 + Temperature_Bottom + Year + 1, family = gaussian, data = df_cpue_roms_kuroshio_2)

	Estimate	Standard Error	z value	Pr(> z)	
(Intercept)	5.040	0.274	18.423	0.0000	***
Direcft_200N	-0.103	0.081	-1.277	0.2027	
Direcft_200NE	-0.191	0.066	-2.918	0.0039	**
Direcft_200S	0.148	0.096	1.541	0.1245	
Direcft_200SE	-0.378	0.127	-2.972	0.0033	**
Direcft_200SW	-0.020	0.132	-0.149	0.8820	
Lat138_139	0.045	0.019	2.425	0.0161	*
Quarter2_Apr-Jun	0.113	0.036	3.113	0.0021	**
Quarter3_Jul-Sep	0.117	0.038	3.087	0.0023	**
Quarter4_Oct-Dec	0.086	0.036	2.397	0.0173	*
Speed_0	0.130	0.051	2.547	0.0115	*
Temperature_Bottom	-0.191	0.097	-1.970	0.0500	.
Year2004	0.027	0.081	0.339	0.7351	
Year2005	-0.012	0.080	-0.145	0.8847	
Year2006	0.049	0.088	0.563	0.5739	
Year2007	0.123	0.082	1.498	0.1353	
Year2008	-0.002	0.082	-0.026	0.9794	
Year2009	-0.031	0.081	-0.380	0.7043	
Year2010	-0.078	0.079	-0.987	0.3247	
Year2011	-0.280	0.079	-3.560	0.0004	***
Year2012	-0.326	0.080	-4.092	0.0001	***
Year2013	-0.523	0.080	-6.504	0.0000	***
Year2014	-0.420	0.081	-5.192	0.0000	***

	Estimate	Standard Error	z value	Pr(> z)	
Year2015	-0.355	0.082	-4.357	0.0000	***
Year2016	-0.118	0.081	-1.467	0.1437	
Year2017	0.007	0.081	0.086	0.9319	
Year2018	0.115	0.082	1.403	0.1619	
Year2019	0.201	0.084	2.390	0.0176	*
Year2020	0.194	0.080	2.419	0.0163	*
Year2021	0.183	0.082	2.234	0.0264	*
Year2022	0.239	0.080	2.996	0.0030	**
Year2023	0.338	0.080	4.256	0.0000	***
Year2024	0.335	0.086	3.891	0.0001	***
Year2025	0.291	0.080	3.650	0.0003	***

*Signif. codes: 0 <= '***' < 0.001 < '**' < 0.01 < '*' < 0.05 '.' < 0.1*

(Dispersion parameter for gaussian family taken to be 0.03696418)

Null deviance: 25.88 on 275 degrees of freedom

Residual deviance: 8.945 on 242 degrees of freedom

AIC = -93.224

2. 千葉県勝浦地区の解析結果

2.1 概要

対象漁業	キンメダイの漁獲がある千葉県勝浦地区の立て縄漁業の月別漁獲量と水揚げ回数（日・隻）データ。操業位置情報は含まない。
データの利用可能な期間	2000～2025 年
標準化に使用した期間	2000～2025 年
データの抽出	全レコードを使用
選択された説明変数	年、0 m 層水温、0 m 層流速、0 m 層流向、経度間の黒潮北縁の緯度差（東経 140 度-141 度）
標準化の結果	標準化 CPUE は 2008 年から 2013 年にかけて長期的減少傾向を示したのち、2017 年まで横ばい傾向であったが、2018 年以降は増加傾向を示しており、2025 年は解析期間内の最高値を更新した。ノミナル CPUE でも同様のトレンドがみられたが、2002～2005 年、2017 年以降は標準化 CPUE の方が高く、それ以外の年はノミナル CPUE の方が高い年が多い結果となった。なお、2025 年は、ノミナル CPUE と標準化 CPUE の差は縮小した。

2.2 結果と考察

資源評価参画機関と協議の上、勝浦地区では 14～19 番のグリッドを解析に使用する漁場として選択し（図 2.1）、その範囲で切り出した再解析値をその漁場を代表する海洋環境の値をモデルの変数として使用した。また、地先の黒潮位置として東経 140 度の黒潮北縁緯度を使用した。なお、環境変数とノミナル CPUE の間には、非線形性は認められなかった（図 2.2）。構築したフルモデルは以下の通りである。

$\log(\text{CPUE}) \sim + \text{Year} + \text{Quarter}$

$+ \text{Temperature_0} + \text{Temperature_100} + \text{Temperature_200} + \text{Temperature_400} + \text{Temperature_Bottom}$

$+ \text{Speed_0} + \text{Speed_100} + \text{Speed_200} + \text{Speed_400} + \text{Speed_Bottom}$

$+ \text{Direcft_0} + \text{Direcft_100} + \text{Direcft_200} + \text{Direcft_400} + \text{Direcft_Bottom}$

$+ \text{Lat_140}$

$+ \text{Lat138_139} + \text{Lat139_140} + \text{Lat140_141}$

2.2.1 今年度の解析結果

方法で定めたモデル選択の基準に基づき、以下のモデルがベストモデルに選択された（表 2.1）。

$$\log(\text{CPUE}) \sim \text{Year} + \text{Temperature}_0 + \text{Speed}_0 + \text{Direcfct}_0 + \text{Lat140_141}$$

勝浦地区では、AIC 総当りによるモデル選択の結果、FRA-ROMS II による複数層の同一説明変数が含まれるモデルを除いたモデル候補のうち、最小 AIC+2 の範囲に 6 モデルが該当した。そのうち、最もパラメータ自由度が小さいモデルをベストモデルに選択した。最小 AIC+2 の範囲のモデルをみると、ベストモデルを含めたすべてのモデル候補で東経 140～141 度における黒潮北縁の緯度差が選ばれており、その他は昨年度同様、黒潮北縁の緯度差や水温、流向・流速といった黒潮の影響や漁場内の海洋環境に関連する説明変数が選ばれやすい傾向にあった。ベストモデルで選択された各説明変数への CPUE の応答からも、黒潮入込、流れの強弱、水温による CPUE の変化が検出された（図 2.3）。

ベストモデルにおける QQ プロットをみると、逸脱残差とその期待値が大きく異なっておらず、残差の正規性に関しても大きな問題が見られなかった（図 2.4）。また、いずれのモデルについても変数階層ごとの逸脱残差に著しい偏りは見られなかった（図 2.5）。

ベストモデルにより推定した標準化 CPUE および各年・各月の漁獲量および出漁日数から得たノミナル CPUE の変化を図 2.6 および表 2.2 に示す。標準化 CPUE は 2008 年から 2013 年にかけて長期的減少傾向を示したのち、2017 年まで横ばい傾向であったが、2018 年以降は増加傾向を示しており、2025 年は解析期間内の最高値を更新した。ノミナル CPUE でも同様のトレンドがみられたが、2002～2005 年、2017 年以降は標準化 CPUE の方が高く、それ以外の年はノミナル CPUE の方が高い年が多い結果となった。なお、2025 年は、ノミナル CPUE と標準化 CPUE の差は縮小した。

2.2.2 昨年度結果との比較

今年度のベストモデルで選択された説明変数の中には、昨年度選択されていた東経 140 度における黒潮北縁位置が含まれていなかった。しかし、今年度も最小 AIC+2 の範囲における多くのモデル候補でこの変数が含まれていたことと、今年度のベストモデルから得られた標準化 CPUE のトレンドが昨年度のものと大きな違いはなかったことから、推定結果に大きな変化はなかったものと判断できる。

表 2.1. モデル選択結果 FRA-ROMS II による複数層の説明変数を含むモデルを除いたもののうち、AIC 最小+2 の範囲のモデルを表示。黄色塗りつぶしがベストモデル。

切片	流向					黒潮北縁緯度		経度間の黒潮北縁の緯度差			流速					水温					季節	年	df	logLik	AIC	delta	
	0	100	200	400	底	東経140度	138-139	139-140	140-141	0	100	200	400	底	0	100	200	400	底								
1.52	+					0.08			-0.13	-0.24					-0.04						+	+	38	114.4	-152.9	0.0	
1.82	+					0.06			-0.13	-0.24					-0.03							+	+	36	112.1	-152.2	0.6
3.96	+								-0.09	-0.19					-0.03							+	+	35	110.8	-151.5	1.3
4.09	+								-0.09	-0.18					-0.04							+	+	37	112.5	-151.1	1.8
1.64	+					0.07		-0.01	-0.13	-0.25					-0.04							+	+	39	114.5	-151.0	1.8
1.55	+					0.08	-0.01		-0.14	-0.25					-0.04							+	+	39	114.5	-151.0	1.9

表 2.2. 標準化 CPUE およびノミナル CPUE。CPUE の値は、解析期間の平均値で規格化した値。

Year	ノミナル CPUE (規格化)	標準化 CPUE (規格化)	CI_下限	CI_上限	CV
2000	1.07	0.98	0.87	1.10	0.06
2001	1.28	1.15	0.99	1.28	0.06
2002	1.00	1.08	1.02	1.13	0.03
2003	0.97	1.05	0.99	1.13	0.03
2004	0.95	1.04	0.96	1.14	0.04
2005	1.08	1.17	1.04	1.28	0.05
2006	1.19	1.11	0.93	1.27	0.08
2007	1.21	1.15	1.02	1.31	0.06
2008	1.14	1.06	0.96	1.18	0.05
2009	1.11	0.98	0.86	1.12	0.07
2010	0.99	0.99	0.89	1.08	0.05
2011	0.82	0.82	0.76	0.89	0.04
2012	0.94	0.90	0.79	1.03	0.06
2013	0.77	0.69	0.62	0.78	0.06
2014	0.78	0.72	0.66	0.78	0.04
2015	0.81	0.75	0.68	0.81	0.05
2016	0.81	0.77	0.67	0.89	0.07
2017	0.70	0.72	0.63	0.82	0.07
2018	0.80	0.87	0.77	0.98	0.06
2019	0.75	0.82	0.72	0.91	0.06
2020	1.01	1.08	0.98	1.18	0.05
2021	0.98	1.06	0.96	1.15	0.04
2022	1.22	1.25	1.13	1.41	0.06
2023	1.25	1.29	1.13	1.48	0.07
2024	1.08	1.17	1.03	1.33	0.07
2025	1.31	1.32	1.23	1.43	0.04

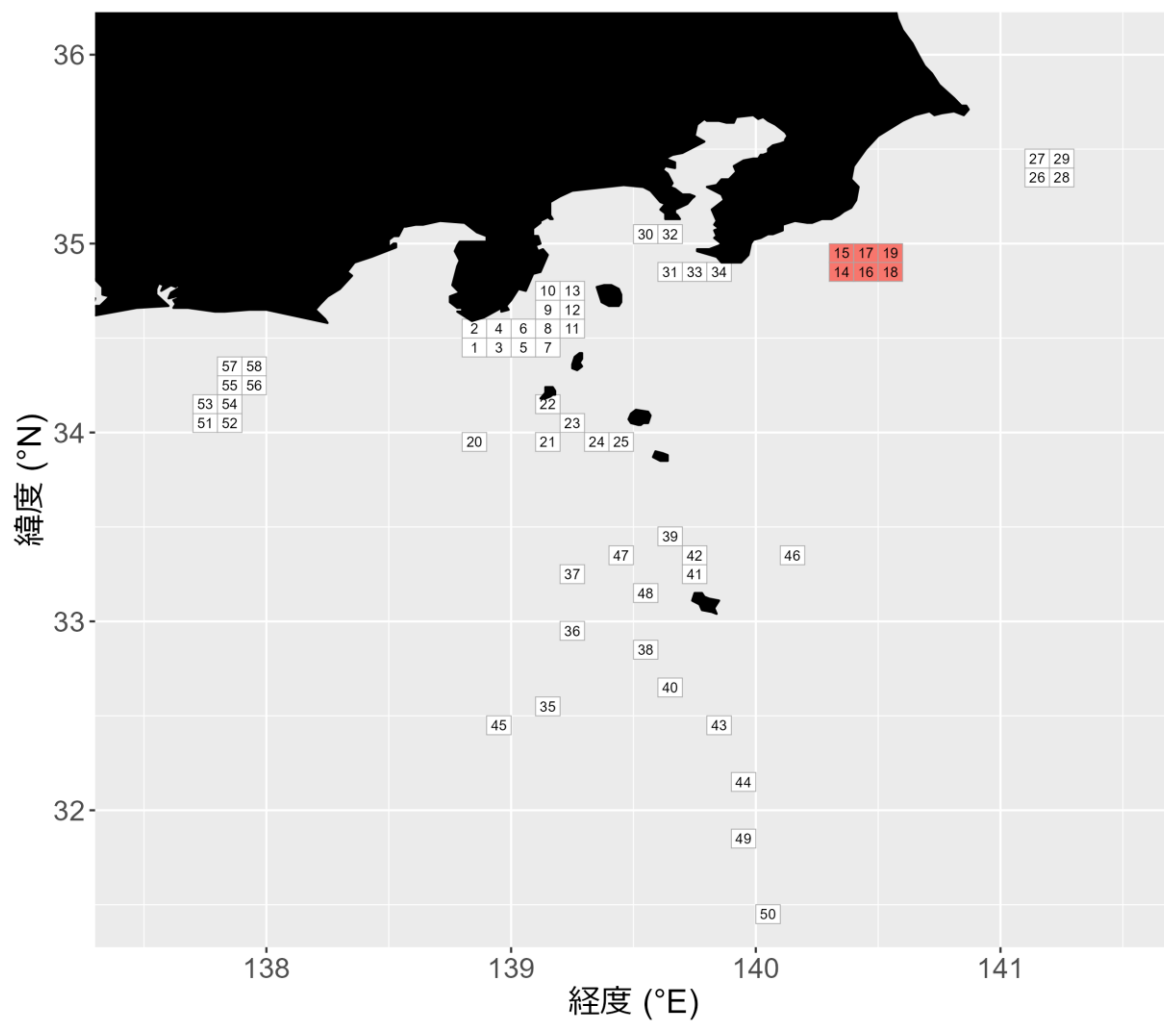


図 2.1. FRA-ROMS II 再解析値の抽出に用いた各地区の漁場範囲。緯度経度 0.1° グリッドごとにデータを抽出。勝浦地区は 14～19 番のグリッドを使用。

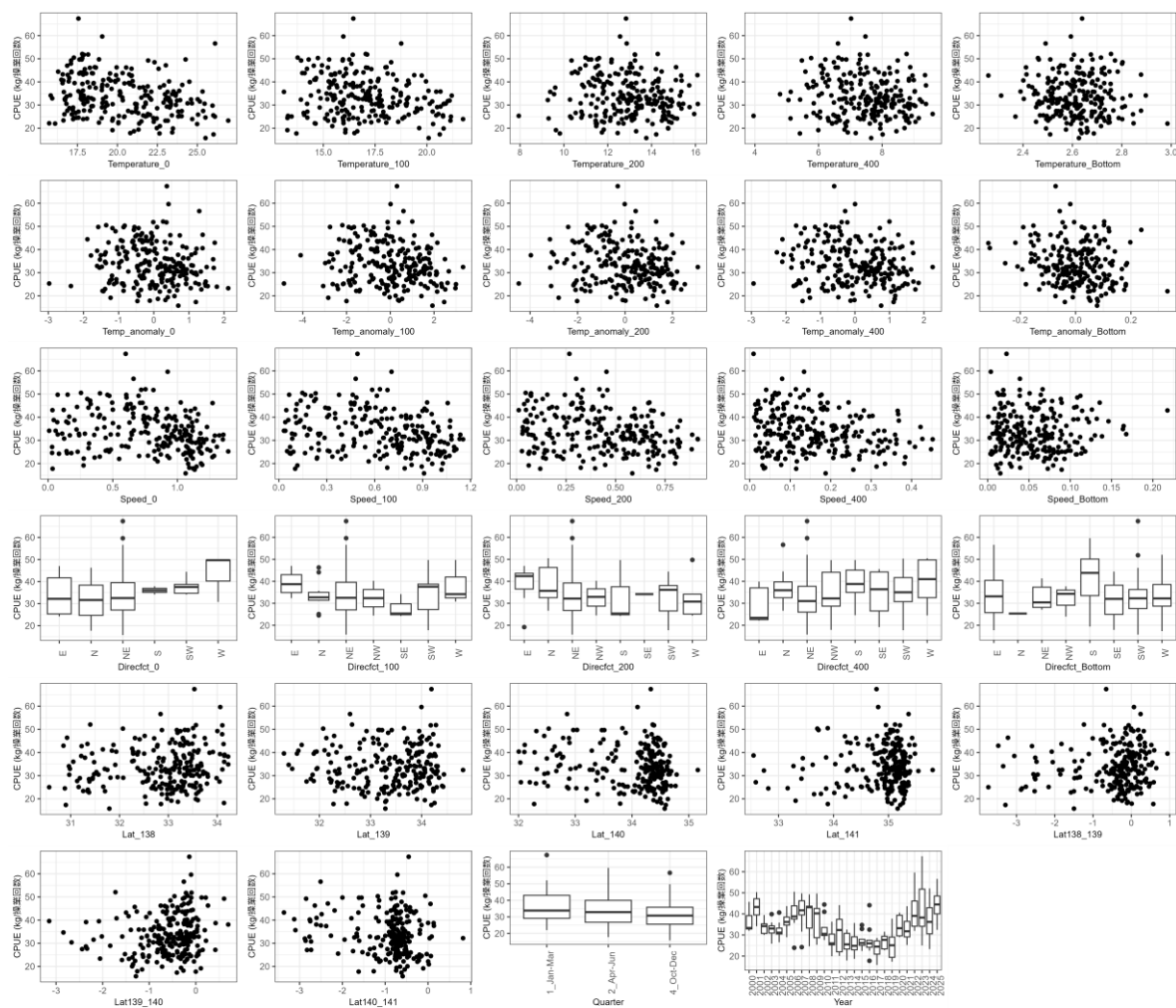


図 2.2. 標準化モデルに導入した説明変数とノミナル CPUE との関係。

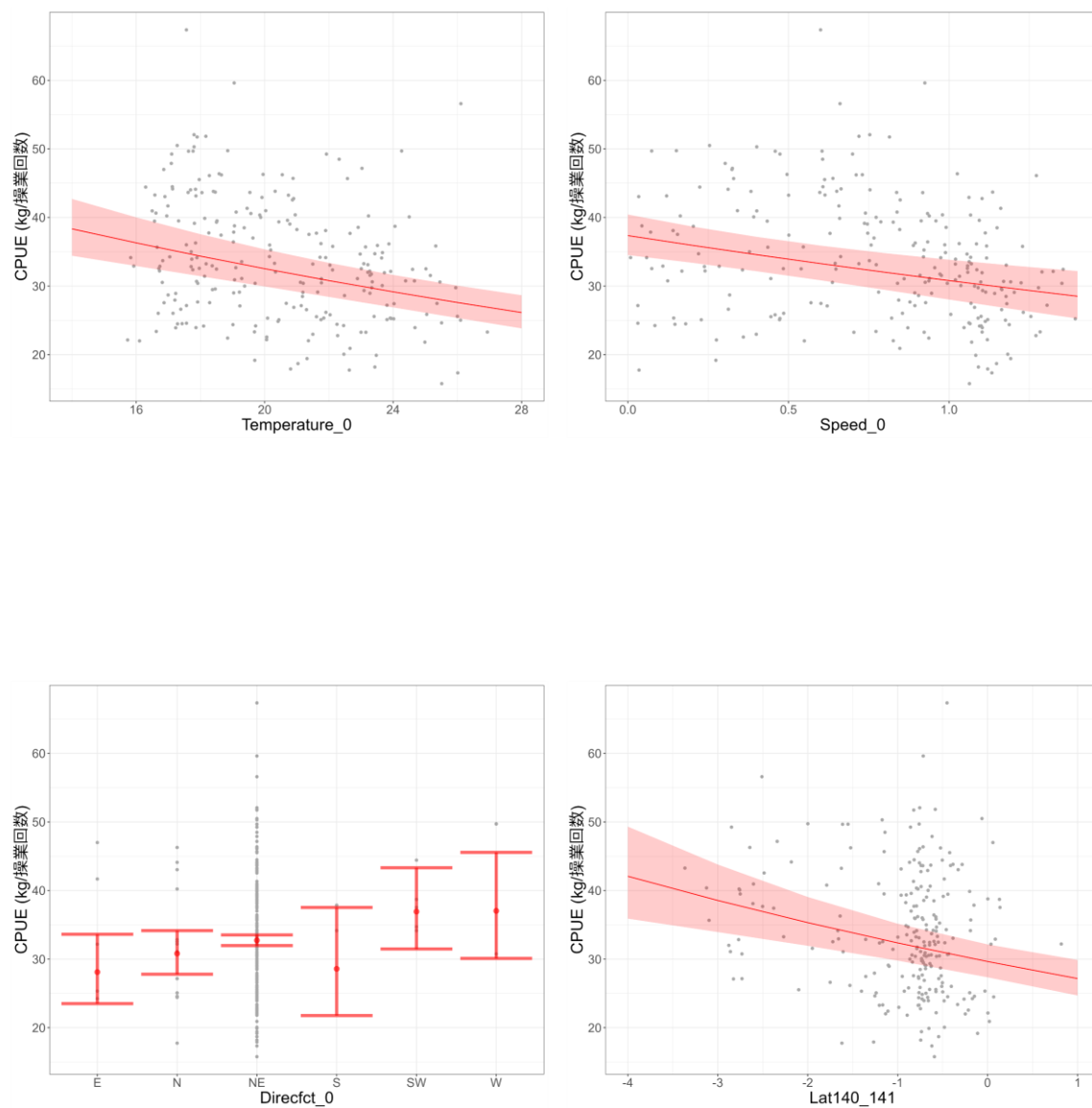


図 2.3. ベストモデルにおける各説明変数の部分効果。図中の赤帯と赤髭は 95%信頼区間を示す。

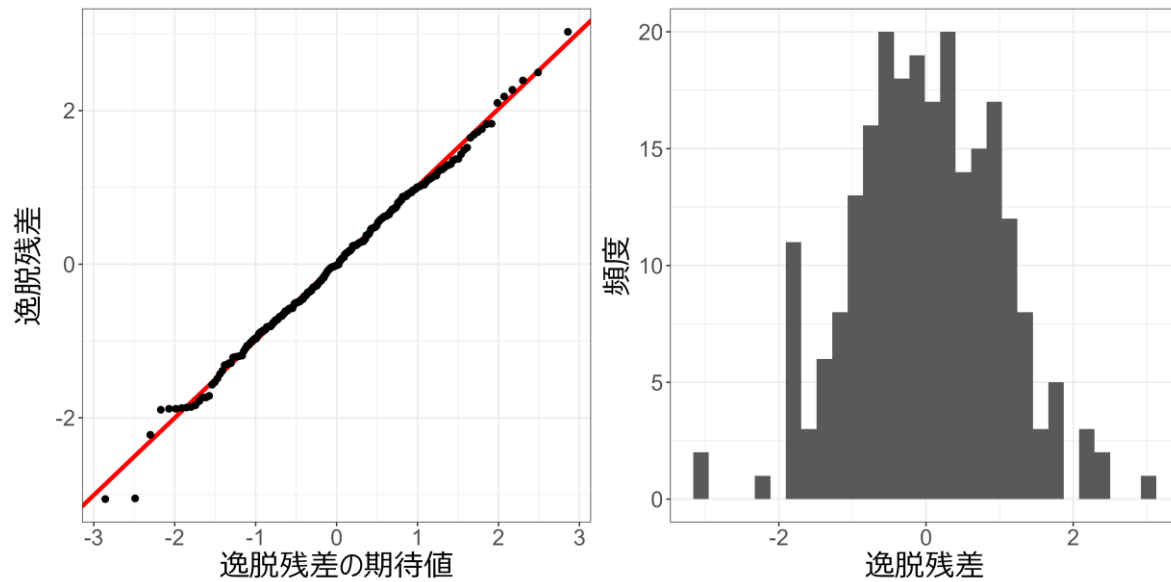


図 2.4. ベストモデルにおける QQ プロット（左）および残差の頻度分布（右）。

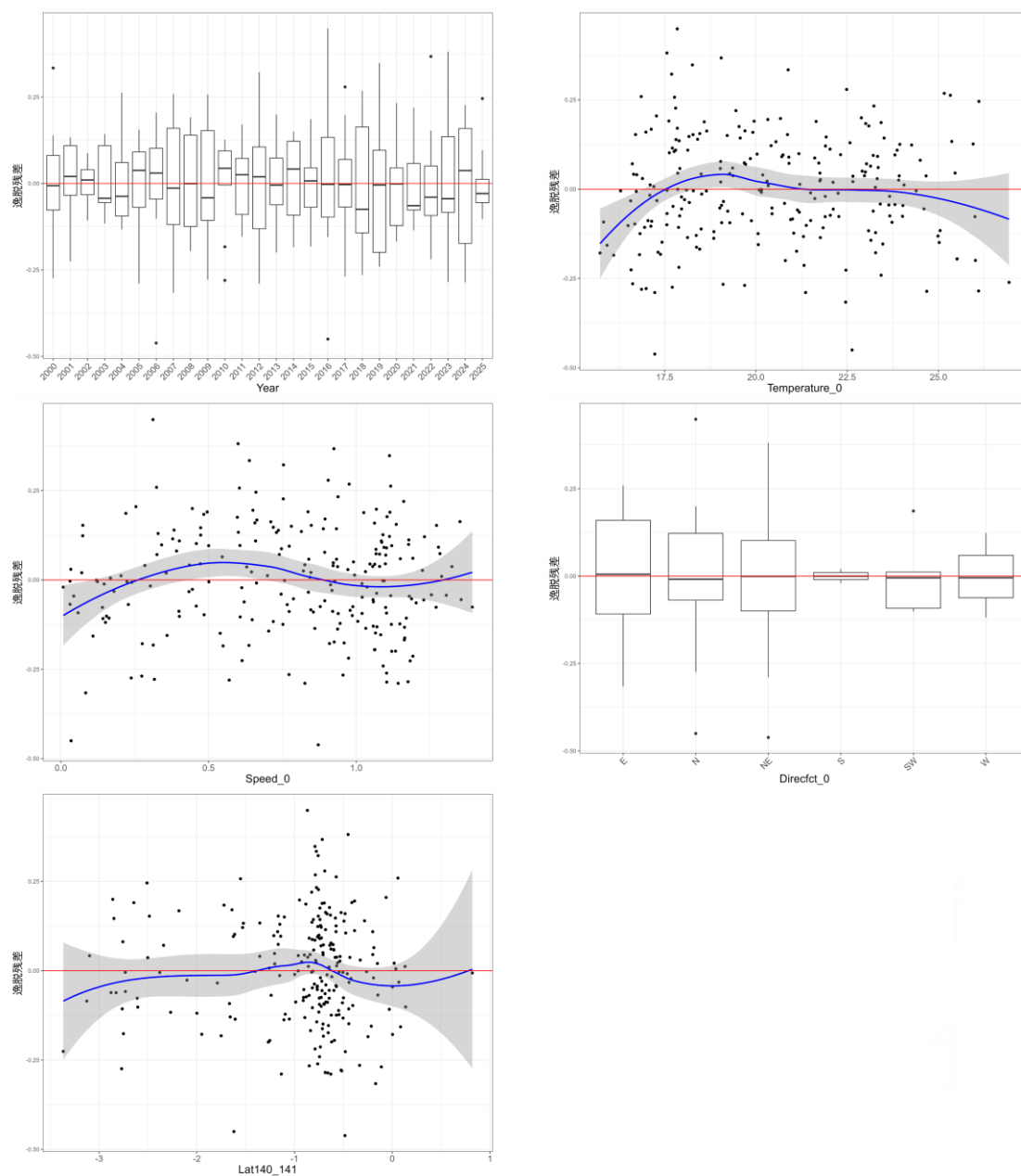


図 2.5. ベストモデルの層別逸脱残差。Temperature_0、Speed_0、Lat140_141に関する残差図の青線と灰帯は、残差にフィッティングさせた平滑化曲線（loess）と、その95%信頼区間を示す。

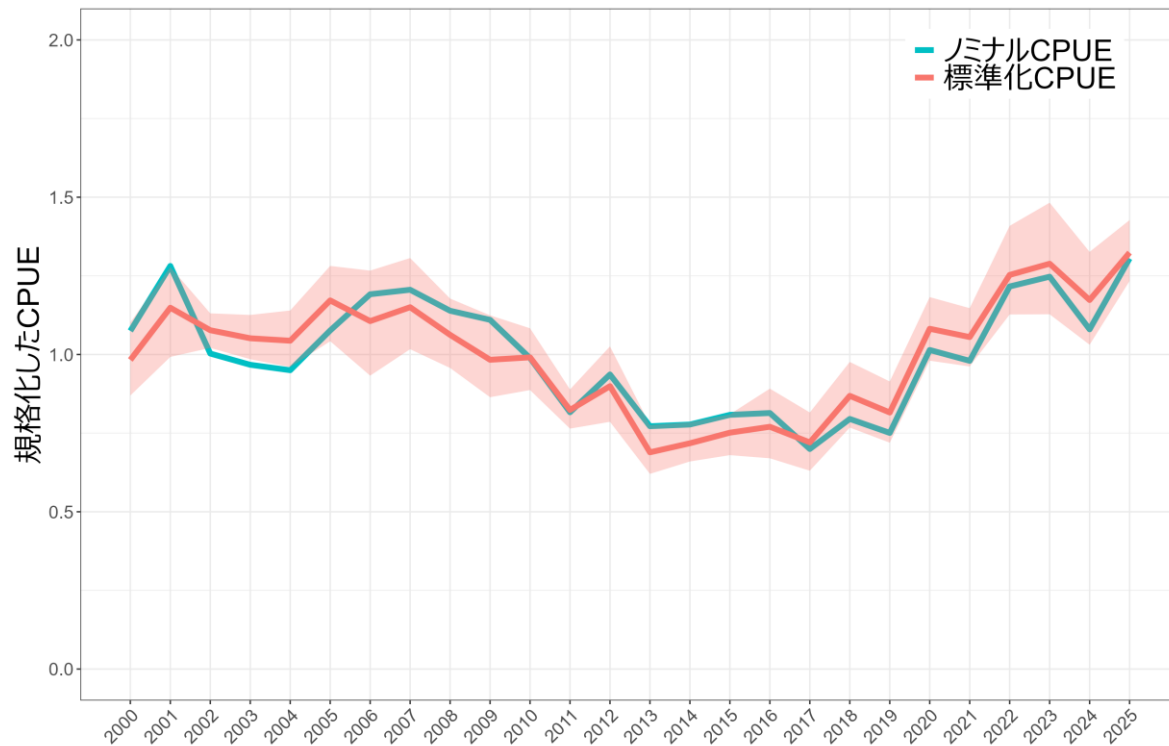


図 2.6. 標準化 CPUE およびノミナル CPUE の推移。CPUE の値は、解析期間の平均値で規格化した値。赤帯は、データのブートストラップサンプリングとベストモデルによる年トレンド推定を 1,000 回繰り返して求めた 95%信頼区間を示す。

2.3 ベストモデルの推定パラメタの要約

glm(formula = log(CPUE) ~ Direcft_0 + Lat140_141 + Speed_0 + Temperature_0 + Year + 1, family = gaussian, data = df_cpue_roms_kuroshio_2)

	Estimate	Standard Error	z value	Pr(> z)	
(Intercept)	3.963	0.134	29.511	0.0000	***
Direcft_0N	0.092	0.101	0.905	0.3665	
Direcft_0NE	0.152	0.093	1.637	0.1032	
Direcft_0S	0.017	0.156	0.107	0.9151	
Direcft_0SW	0.273	0.118	2.307	0.0221	*
Direcft_0W	0.276	0.128	2.155	0.0323	*
Lat140_141	-0.088	0.019	-4.553	0.0000	***
Speed_0	-0.193	0.047	-4.123	0.0001	***
Temperature_0	-0.027	0.004	-6.421	0.0000	***
Year2001	0.156	0.085	1.830	0.0688	.
Year2002	0.092	0.081	1.138	0.2563	
Year2003	0.068	0.081	0.838	0.4032	
Year2004	0.060	0.081	0.742	0.4590	
Year2005	0.176	0.081	2.164	0.0317	*
Year2006	0.118	0.081	1.457	0.1466	
Year2007	0.157	0.085	1.856	0.0649	.
Year2008	0.078	0.078	1.003	0.3171	
Year2009	0.000	0.079	0.006	0.9956	
Year2010	0.008	0.080	0.104	0.9172	
Year2011	-0.177	0.079	-2.233	0.0267	*
Year2012	-0.089	0.079	-1.129	0.2603	
Year2013	-0.355	0.079	-4.517	0.0000	***
Year2014	-0.314	0.078	-4.007	0.0001	***

	Estimate	Standard Error	z value	Pr(> z)	
Year2015	-0.268	0.078	-3.459	0.0007	***
Year2016	-0.244	0.077	-3.159	0.0018	**
Year2017	-0.310	0.080	-3.900	0.0001	***
Year2018	-0.124	0.081	-1.521	0.1298	
Year2019	-0.186	0.082	-2.284	0.0234	*
Year2020	0.096	0.080	1.197	0.2325	
Year2021	0.071	0.081	0.880	0.3797	
Year2022	0.243	0.079	3.062	0.0025	**
Year2023	0.271	0.080	3.389	0.0008	***
Year2024	0.177	0.081	2.182	0.0303	*
Year2025	0.298	0.079	3.784	0.0002	***

*Signif. codes: 0 <= '***' < 0.001 < '**' < 0.01 < '*' < 0.05 '.' < 0.1*

(Dispersion parameter for gaussian family taken to be 0.02658016)

Null deviance: 15.98 on 233 degrees of freedom

Residual deviance: 5.316 on 200 degrees of freedom

AIC = -151.532

3. 千葉県東京湾口部の解析結果

3.1 概要

対象漁業	東京湾口部においてキンメダイの漁獲がある千葉県籍船の立て縄漁業の月別漁獲量と水揚げ回数（日・隻）データ。操業位置情報は含まない。
データの利用可能な期間	2000～2025 年
標準化に使用した期間	2000～2025 年
データの抽出	全レコードを使用
選択された説明変数	年、季節、経度間の黒潮北縁の緯度差（東経 138 度-139 度）、経度間の黒潮北縁の緯度差（東経 139 度-140 度）
標準化の結果	標準化 CPUE は 2007 年から 2012 年にかけて減少、2013 年に増加した。その後は大きな増減を繰り返し、2019～2022 年は低水準であったが、2021 年から 2023 年にかけては緩やかな増加傾向がみられ、2024 年から急激に増加し、2025 年は 2010 年代以降では 2018 年に次ぐ高い水準となった。ノミナル CPUE でも同様のトレンドだが、2000 年、2003～2006 年、2018、2025 年は標準化 CPUE の方が顕著に高かった。それ以外の多くの年はノミナル CPUE の方が高い年が多かった。

3.2 結果と考察

資源評価参画機関と協議の上、東京湾口部における千葉県籍船は野島崎東側での操業が多いことから、33、34 番のグリッドを解析に使用する漁場として選択し（図 3.1）、その範囲で切り出した再解析値をその漁場を代表する海洋環境の値をモデルの変数として使用した。また、地先の黒潮位置として東経 140 度の黒潮北縁緯度を使用した。なお、環境変数とノミナル CPUE の間には、非線形性は認められなかった（図 3.2）。

構築したフルモデルは以下の通りである。

$\log(\text{CPUE}) \sim + \text{Year} + \text{Quarter}$

$+ \text{Temperature}_0 + \text{Temperature}_{100} + \text{Temperature}_{200} + \text{Temperature}_{400} + \text{Temperature}_{\text{Bottom}}$

$+ \text{Speed}_0 + \text{Speed}_{100} + \text{Speed}_{200} + \text{Speed}_{400} + \text{Speed}_{\text{Bottom}}$

$+ \text{Direcfct}_0 + \text{Direcfct}_{100} + \text{Direcfct}_{200} + \text{Direcfct}_{400} + \text{Direcfct}_{\text{Bottom}}$

$+ \text{Lat}_{140}$

$+ \text{Lat138}_{139} + \text{Lat139}_{140} + \text{Lat140}_{141}$

3.2.1 今年度の解析結果

方法で定めたモデル選択の基準に基づき、以下のモデルがベストモデルに選択された（表 3.1）。

$$\log(\text{CPUE}) \sim \text{Year} + \text{Quarter} + \text{Lat138_139} + \text{Lat139_140}$$

千葉県東京湾口部では、AIC 総当りによるモデル選択の結果、FRA-ROMS II による複数層の同一説明変数が含まれるモデルを除いたモデル候補のうち、最小 AIC+2 の範囲に 24 モデルが該当した。そのうち、最もパラメータ自由度が小さいモデルをベストモデルに選択した。最小 AIC+2 の範囲の他のモデルをみると、多くのモデルで共通して黒潮入込や流速等が含まれており、黒潮の影響や漁場内の流れに関連する説明変数が選ばれやすい傾向にあった。ベストモデルで選択された各説明変数への CPUE の応答からも、黒潮入込の強弱による CPUE の変化が検出された（図 3.3）。

ベストモデルにおける QQ プロットをみると、逸脱残差とその期待値が大きく異なっておらず、残差の正規性に関しても大きな問題が見られなかった（図 3.4）。また、いずれのモデルについても変数階層ごとの逸脱残差に著しい偏りは見られなかった（図 3.5）。

ベストモデルにより推定した標準化 CPUE および各年・各月の漁獲量および出漁日数から得たノミナル CPUE の変化を図 3.6 および表 3.2 に示す。標準化 CPUE は 2007 年から 2012 年にかけて減少、2013 年から 2016 年にかけて増加した。その後は大きな増減を繰り返し、2019～2022 年は低水準が続いた。2021 年から 2023 年にかけては緩やかな増加傾向がみられたが、2024 年から急激に増加した。2025 年は前年からさらに増加し、2010 年代以降では 2018 年に次ぐ高い水準となった。ノミナル CPUE でも同様のトレンドだが、2000 年、2003～2006 年、2018、2025 年は標準化 CPUE の方が顕著に高かった。それ以外の多くの年はノミナル CPUE の方が高い年が多かった。

3.2.2 昨年度結果との比較

ベストモデルで選択された変数は昨年度と同一であった。モデル候補では、昨年度に引き続き、黒潮の影響や漁場内の流れに関連する変数が選ばれやすい傾向にあったが、流向に関しては昨年度は 0 m 層が選ばれやすかった一方で、今年度は 100 m 層が選ばれていた。ベストモデ

ルに基づく標準化 CPUE の年トレンドの差異も小さいことから、1 年分データが追加されたことはモデル推定結果に大きな影響を与えなかったと判断できる。

表 3.1. モデル選択結果 FRA-ROMS II による複数層の説明変数を含むモデルを除いたもののうち、AIC 最小+2 の範囲のモデルを表示。黄色塗りつぶしがベストモデル。

切片	流向					黒潮北縁緯度	経度間の黒潮北縁の緯度差			流速					水温					季節	年	df	logLik	AIC	delta	
	0	100	200	400	底	東経140度	138-139	139-140	140-141	0	100	200	400	底	0	100	200	400	底							
4.82							0.22	0.28		-1.04											+	+	33	-445.1	956.2	0.0
5.03							0.26	0.32	0.13	-1.06											+	+	34	-444.3	956.6	0.3
4.67							0.27	0.35													+	+	32	-446.4	956.9	0.7
14.69						-0.29	0.24	0.27	0.28				6.20								+	+	35	-443.6	957.3	1.1
4.87							0.31	0.38	0.13												+	+	33	-445.7	957.4	1.1
13.67						-0.26	0.25	0.27	0.25												+	+	34	-444.7	957.4	1.2
5.10		+					0.27	0.35	0.17	-1.01											+	+	40	-438.7	957.4	1.2
5.80							0.21	0.25		-1.05							-0.09				+	+	34	-444.7	957.5	1.3
11.62						-0.20	0.22	0.24	0.22	-0.89											+	+	35	-443.8	957.5	1.3
4.76							0.23	0.28			-1.21										+	+	33	-445.8	957.6	1.3
14.23		+				-0.28	0.24	0.30	0.29												+	+	40	-438.8	957.6	1.3
4.90		+					0.30	0.40	0.17												+	+	39	-439.8	957.6	1.4
4.81							0.31	0.40	0.15				5.39								+	+	34	-444.9	957.8	1.5
4.60							0.26	0.36					4.44								+	+	33	-445.9	957.8	1.6
14.99		+				-0.30	0.24	0.31	0.32				5.23								+	+	41	-438.0	958.1	1.8
12.69		+				-0.23	0.23	0.28	0.27	-0.84											+	+	41	-438.0	958.1	1.9
4.95							0.27	0.32	0.12		-1.18										+	+	34	-445.0	958.1	1.9
5.21							0.22	0.28		-1.04								-0.06			+	+	34	-445.1	958.1	1.9
5.04							0.22	0.27		-1.03							-0.02				+	+	34	-445.1	958.1	1.9
5.10							0.22	0.28		-1.04									-0.04		+	+	34	-445.1	958.2	1.9
4.83		+					0.22	0.31		-0.99											+	+	39	-440.1	958.2	2.0
4.77							0.22	0.28		-1.05					0						+	+	34	-445.1	958.2	2.0
5.69							0.25	0.29	0.12	-1.07							-0.06				+	+	35	-444.1	958.2	2.0
4.64						0.01	0.23	0.28		-1.04											+	+	34	-445.1	958.2	2.0

表 3.2. 標準化 CPUE およびノミナル CPUE。CPUE の値は、解析期間の平均値で規格化した値。

Year	ノミナル CPUE (規格化)	標準化 CPUE (規格化)	CI_下限	CI_上限	CV
2000	1.15	1.49	1.02	1.92	0.17
2001	2.42	1.94	0.93	3.58	0.34
2002	0.67	0.57	0.25	1.00	0.33
2003	1.23	1.37	0.78	2.17	0.27
2004	0.88	1.36	0.77	2.37	0.30
2005	1.20	1.94	1.31	2.49	0.16
2006	1.79	2.07	1.37	2.81	0.18
2007	1.21	1.25	0.69	1.93	0.25
2008	1.28	1.22	0.66	2.05	0.30
2009	0.71	0.57	0.32	0.86	0.24
2010	0.41	0.42	0.29	0.57	0.17
2011	0.69	0.44	0.23	0.79	0.32
2012	0.39	0.30	0.17	0.54	0.38
2013	0.57	0.44	0.21	0.74	0.32
2014	0.65	0.53	0.26	0.90	0.31
2015	1.13	1.02	0.63	1.59	0.24
2016	1.67	1.14	0.32	2.37	0.46
2017	0.65	0.30	0.11	0.72	0.48
2018	1.00	2.23	1.18	3.51	0.27
2019	0.49	0.33	0.10	0.85	0.56
2020	0.17	0.14	0.08	0.22	0.25
2021	0.34	0.35	0.16	0.65	0.37
2022	0.87	0.33	0.13	0.76	0.48
2023	1.07	0.60	0.26	1.14	0.38
2024	1.45	1.52	0.69	3.25	0.40
2025	1.93	2.13	1.42	3.01	0.20

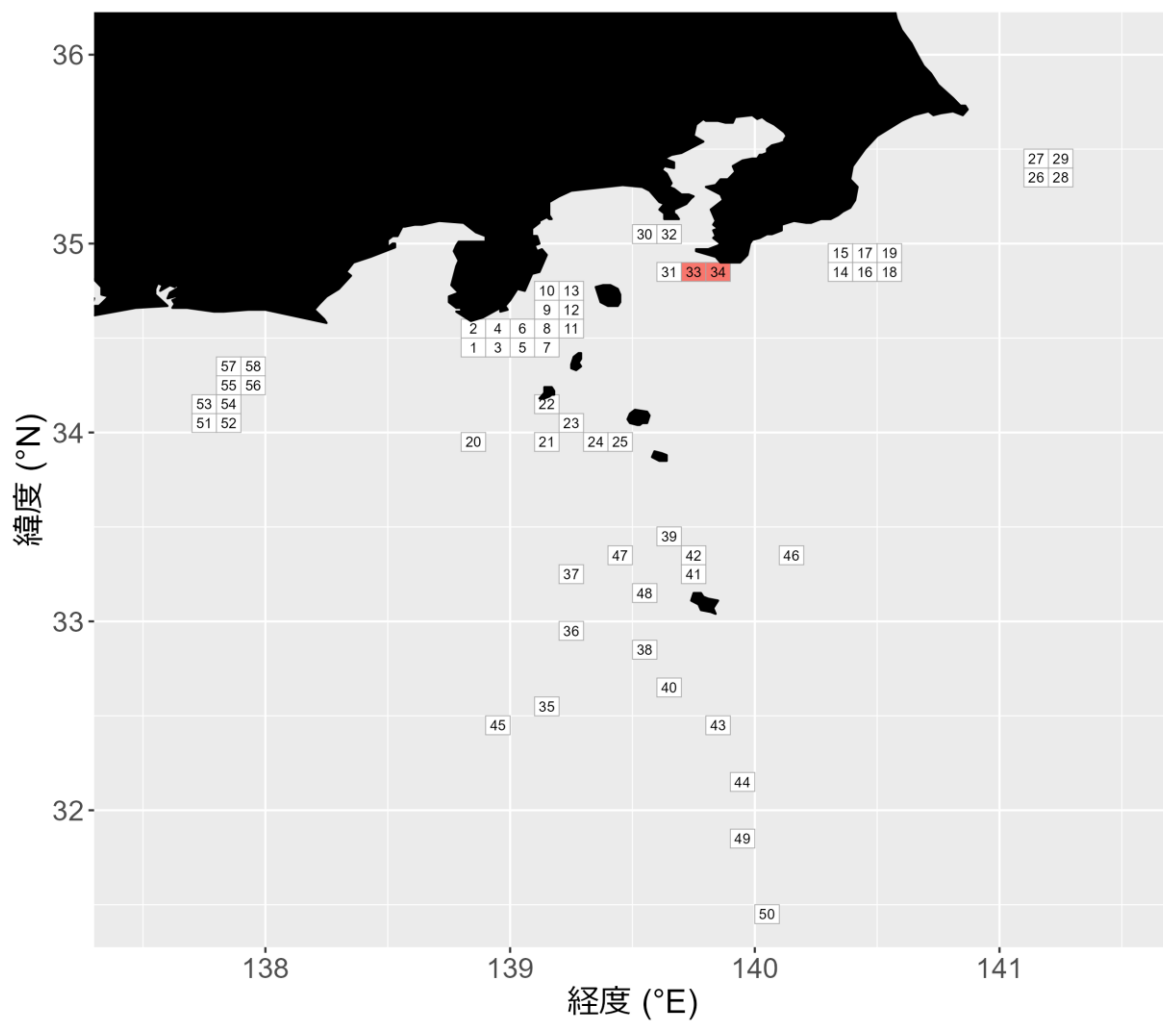


図 3.1. FRA-ROMS II 再解析値の抽出に用いた各地区の漁場範囲。緯度経度 0.1°グリッドごとにデータを抽出。千葉県東京湾口部は 33、34 番のグリッドを使用。

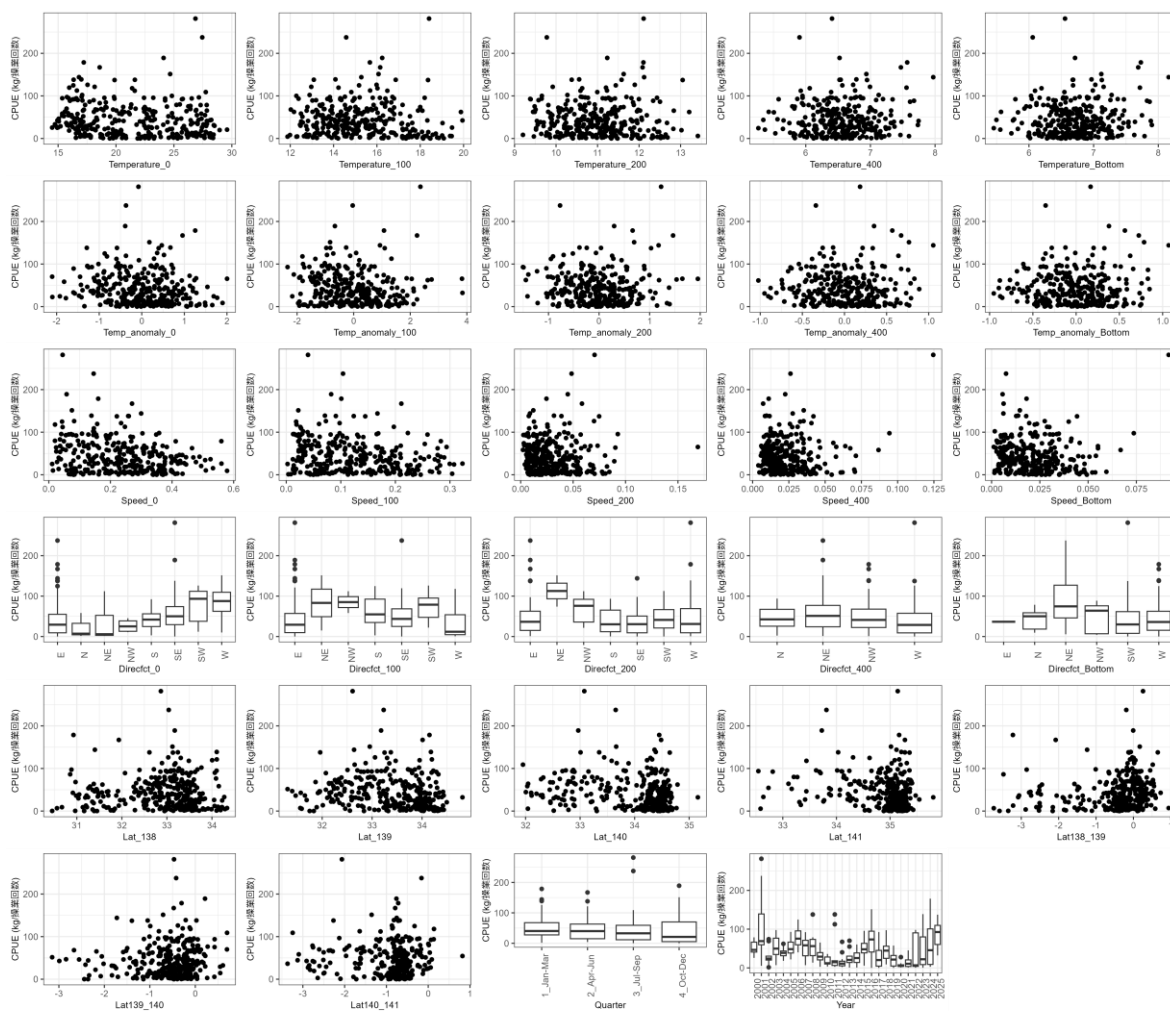


図 3.2. 標準化モデルに導入した説明変数とノミナル CPUE との関係。

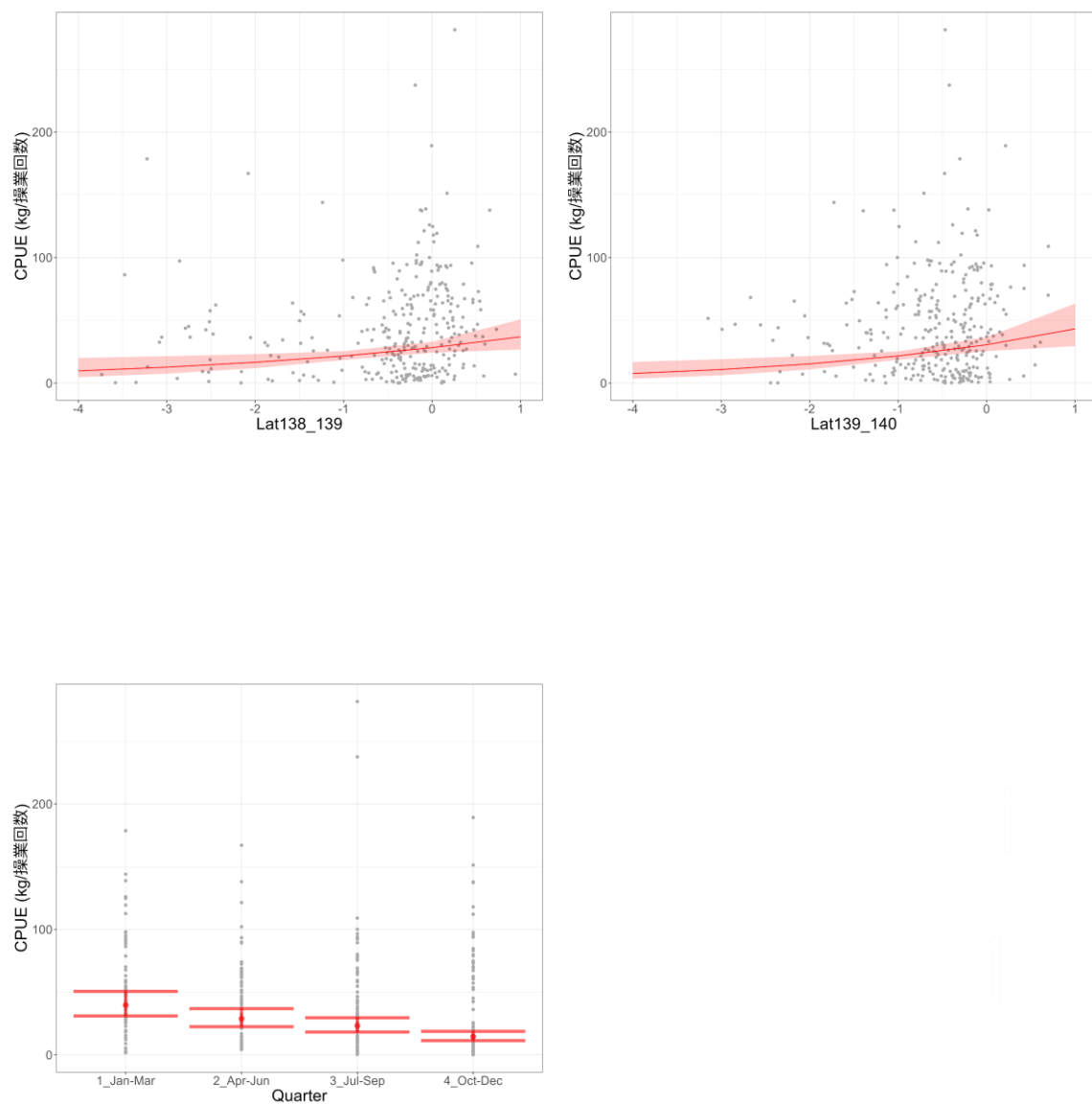


図 3.3. ベストモデルにおける各説明変数の部分効果。図中の赤帯と赤髭は 95%信頼区間を示す。

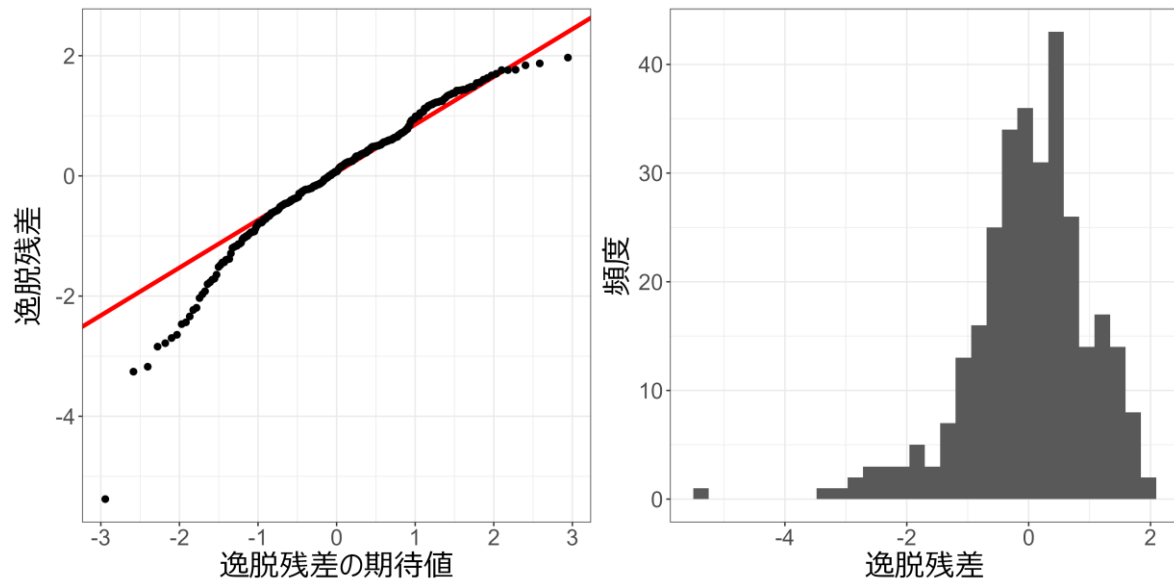


図 3.4. ベストモデルにおける QQ プロット（左）および残差の頻度分布（右）。

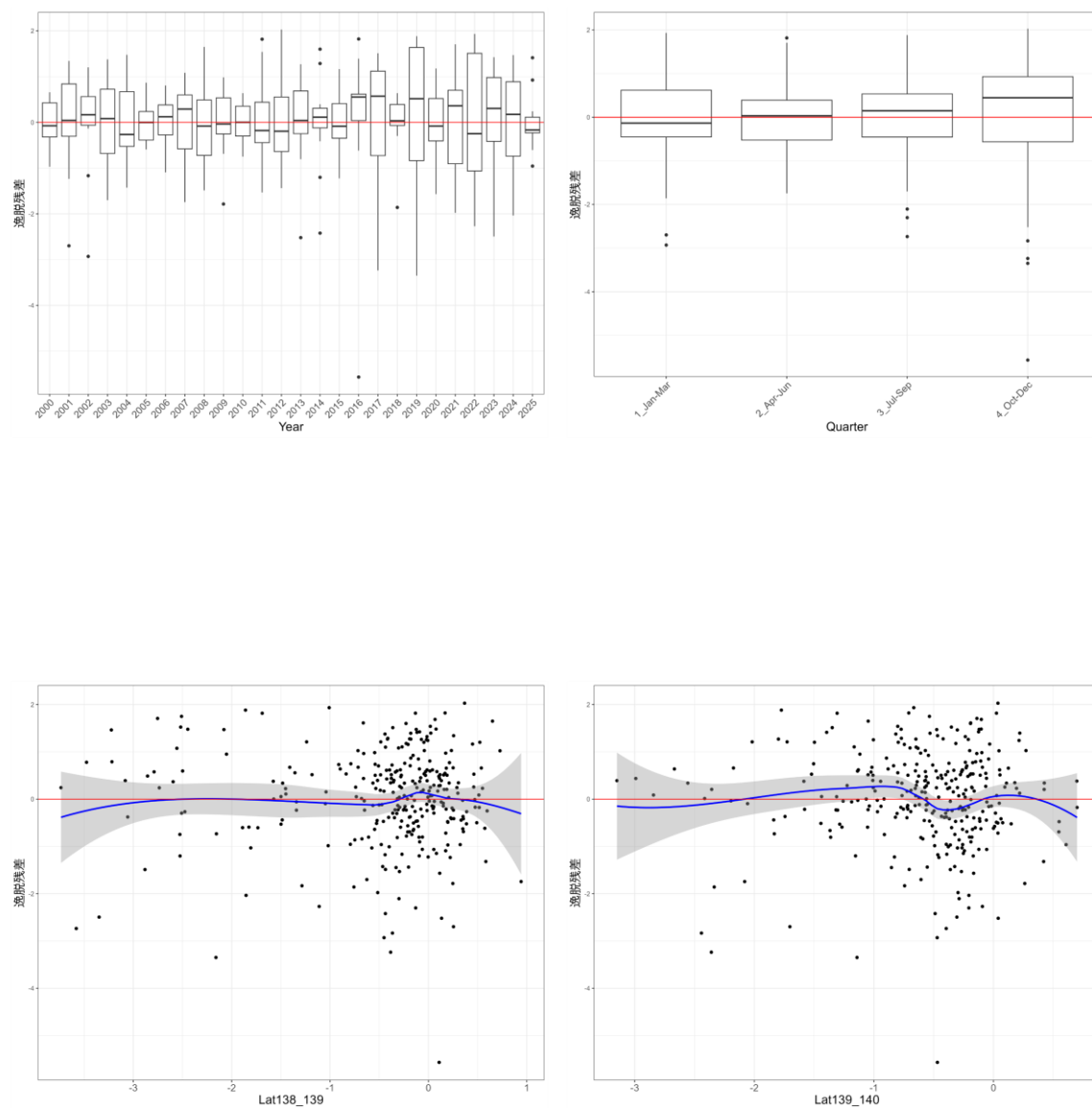


図 3.5. ベストモデルの層別逸脱残差。Lat138_139、Lat139_140に関する残差図の青線と灰帯は、残差にフィッティングさせた平滑化曲線 (loess) と、その 95%信頼区間を示す。

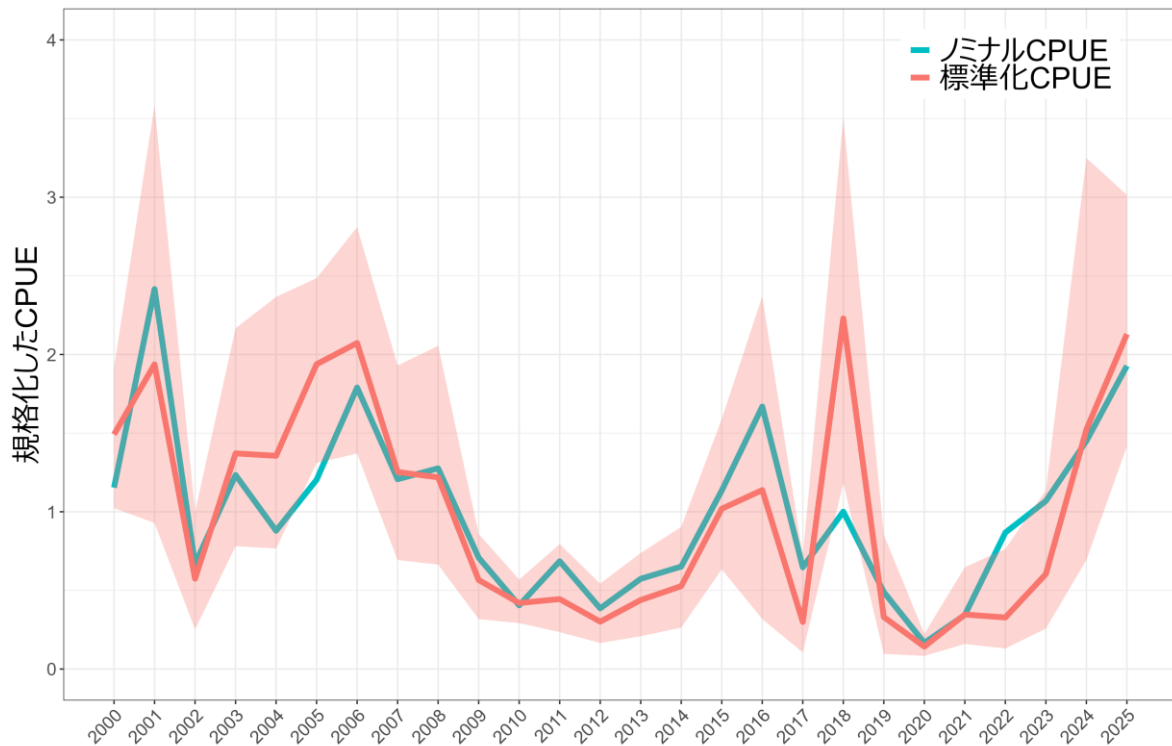


図 3.6. 標準化 CPUE およびノミナル CPUE の推移。CPUE の値は、解析期間の平均値で規格化した値。赤帯は、データのブートストラップサンプリングとベストモデルによる年トレンド推定を 1,000 回繰り返して求めた 95%信頼区間を示す。

3.3 ベストモデルの推定パラメタの要約

glm(formula = log(CPUE) ~ Lat138_139 + Lat139_140 + Quarter + Year + 1, family = gaussian, data = df_cpue_roms_kuroshio_2)

	Estimate	Standard Error	z value	Pr(> z)	
(Intercept)	4.666	0.349	13.388	0.0000	***
Lat138_139	0.267	0.102	2.607	0.0096	**
Lat139_140	0.347	0.116	2.982	0.0031	**
Quarter2_Apr-Jun	-0.320	0.177	-1.805	0.0721	.
Quarter3_Jul-Sep	-0.535	0.175	-3.059	0.0024	**
Quarter4_Oct-Dec	-0.998	0.176	-5.661	0.0000	***
Year2001	0.262	0.457	0.572	0.5675	
Year2002	-0.954	0.456	-2.090	0.0375	*
Year2003	-0.084	0.446	-0.189	0.8502	
Year2004	-0.095	0.461	-0.207	0.8364	
Year2005	0.262	0.449	0.583	0.5604	
Year2006	0.329	0.445	0.739	0.4606	
Year2007	-0.175	0.445	-0.392	0.6951	
Year2008	-0.202	0.448	-0.451	0.6524	
Year2009	-0.969	0.450	-2.153	0.0322	*
Year2010	-1.267	0.456	-2.782	0.0058	**
Year2011	-1.210	0.445	-2.721	0.0069	**
Year2012	-1.600	0.445	-3.594	0.0004	***
Year2013	-1.223	0.449	-2.727	0.0068	**
Year2014	-1.040	0.446	-2.332	0.0204	*
Year2015	-0.381	0.447	-0.852	0.3952	
Year2016	-0.271	0.445	-0.608	0.5439	
Year2017	-1.606	0.444	-3.616	0.0004	***

	Estimate	Standard Error	z value	Pr(> z)	
Year2018	0.402	0.474	0.847	0.3976	
Year2019	-1.507	0.487	-3.097	0.0022	**
Year2020	-2.348	0.451	-5.208	0.0000	***
Year2021	-1.459	0.463	-3.153	0.0018	**
Year2022	-1.515	0.453	-3.346	0.0009	***
Year2023	-0.904	0.460	-1.963	0.0507	.
Year2024	0.021	0.496	0.041	0.9671	
Year2025	0.356	0.448	0.794	0.4278	

*Signif. codes: 0 <= '***' < 0.001 < '**' < 0.01 < '*' < 0.05 '.' < 0.1*

(Dispersion parameter for gaussian family taken to be 1.182025)

Null deviance: 557.6 on 307 degrees of freedom

Residual deviance: 327.4 on 277 degrees of freedom

AIC = 956.899

4. 神奈川県東京湾口部の解析結果

4.1 概要

対象漁業	東京湾口部においてキンメダイの漁獲がある神奈川県籍船の立て縄漁業の月別漁獲量と水揚げ回数（日・隻）データ。操業位置情報は含まない。
データの利用可能な期間	2000～2025 年
標準化に使用した期間	2000～2025 年
データの抽出	全レコードを使用
選択された説明変数	年、季節、0 m 層流速、100 m 層流向
標準化の結果	標準化 CPUE は 2002 年に大きく減少し、2008 年から 2012 年にかけてさらに減少した。2012 年以降、多少の増減はあるものの低水準にあったが、2022 年、2023 年と 2 年連続で増加した。2024 年、2025 年は連続して減少した。標準化 CPUE とノミナル CPUE の値に大きな違いはみられなかったが、2004～2008 年および 2018 年は標準化 CPUE の方が顕著に高かった。

4.2 結果と考察

資源評価参画機関と協議の上、東京湾口部における神奈川県籍船は野島崎西側での操業が多いことから、31、33 番のグリッドを解析に使用する漁場として選択し（図 4.1）、その範囲で切り出した再解析値をその漁場を代表する海洋環境の値をモデルの変数として使用した。また、地先の黒潮位置として東経 140 度の黒潮北縁緯度を使用した。なお、環境変数とノミナル CPUE の間には、非線形性は認められなかった（図 4.2）。

構築したフルモデルは以下の通りである。

$\log(\text{CPUE}) \sim + \text{Year} + \text{Quarter}$

$+ \text{Temperature_0} + \text{Temperature_100} + \text{Temperature_200} + \text{Temperature_Bottom}$

$+ \text{Speed_0} + \text{Speed_100} + \text{Speed_200} + \text{Speed_Bottom}$

$+ \text{Direcft_0} + \text{Direcft_100} + \text{Direcft_200} + \text{Direcft_Bottom}$

$+ \text{Lat_140}$

$+ \text{Lat138_139} + \text{Lat139_140} + \text{Lat140_141}$

4.2.1 今年度の解析結果

方法で定めたモデル選択の基準に基づき、以下のモデルがベストモデルに選択された（表 4.1）。

$\log(\text{CPUE}) \sim \text{Year} + \text{Quarter} + \text{Speed_0} + \text{Direcft_100}$

神奈川県東京湾口部では、AIC 総当りによるモデル選択の結果、FRA-ROMS II による複数層の同一説明変数が含まれるモデルを除いたモデル候補のうち、最小 AIC+2 の範囲に 9 モデルが該当した。そのうち、最もパラメータ自由度が小さいモデルをベストモデルに選択した。ベストモデルと最小 AIC+2 の範囲のモデルをみると、すべてのモデルで 100 m 層流向と 0 m 層流速が含まれ、漁場内の流れ、水温に関連する説明変数が選ばれやすい傾向にあった。ベストモデルで選択された各説明変数への CPUE の応答からも、漁場内の流速による CPUE の変化が検出された（図 4.3）。

ベストモデルにおける QQ プロットをみると、逸脱残差とその期待値が大きく異なっておらず、残差の正規性に関しても大きな問題が見られなかった（図 4.4）。また、いずれのモデルについても変数階層ごとの逸脱残差に著しい偏りは見られなかった（図 4.5）。

ベストモデルにより推定した標準化 CPUE および各年・各月の漁獲量および出漁日数から得たノミナル CPUE の変化を図 4.6 および表 4.2 に示す。標準化 CPUE は 2002 年に大きく減少し、2008 年から 2012 年にかけてさらに減少した。2012 年以降、多少の増減はあるものの低水準にある。2020 年以降も依然として低水準な状態が続いているが、2022 年、2023 年と 2 年連続で増加した。2024 年、2025 年は連続して減少した。2004～2008 年および 2018 年は標準化 CPUE の方が顕著に高かったが、2022 年以降は、ノミナル CPUE の方が高い傾向が続いている。

4.2.2 昨年度結果との比較

今年度のベストモデルでは、昨年度選択されなかった 100 m 層の流向が選択されたがそれ以外は同一であった。また、ベストモデルから得られた標準化 CPUE とのトレンドにも昨年度との大きな差異はなかった。

表 4.1. モデル選択結果 FRA-ROMS II による複数層の説明変数を含むモデルを除いたもののうち、AIC 最小+2 の範囲のモデルを表示。黄色塗りつぶしがベストモデル。

切片	流向				黒潮北縁緯度	経度間の黒潮北縁の緯度差			流速				水温				季節	年	df	logLik	AIC	delta
	0	100	200	底	東経140度	138-139	139-140	140-141	0	100	200	底	0	100	200	底						
4.36		+							-2.32								+	+	36	-323.7	719.4	0.0
4.31		+				0.1			-2.22								+	+	37	-323.2	720.3	1.0
5.40		+							-2.28						-0.08		+	+	37	-323.2	720.4	1.1
5.34		+							-2.38							-0.11	+	+	37	-323.3	720.7	1.3
4.46		+						0.05	-2.35								+	+	37	-323.5	721.1	1.7
6.04		+			-0.05				-2.23								+	+	37	-323.5	721.1	1.7
4.34		+					-0.02		-2.34								+	+	37	-323.7	721.3	2.0
4.26		+							-2.35					0.01			+	+	37	-323.7	721.3	2.0
4.41		+							-2.31				0				+	+	37	-323.7	721.4	2.0

表 4.2. 標準化 CPUE およびノミナル CPUE。CPUE の値は、解析期間の平均値で規格化した値。

Year	ノミナル CPUE (規格化)	標準化 CPUE (規格化)	CI_下限	CI_上限	CV
2000	1.81	2.25	1.69	2.92	0.14
2001	4.11	4.32	3.24	5.32	0.13
2002	1.19	0.97	0.58	1.48	0.25
2003	1.52	1.59	0.95	2.29	0.22
2004	0.85	1.18	0.84	1.57	0.16
2005	1.78	2.11	1.32	3.05	0.21
2006	1.19	1.48	1.09	1.88	0.14
2007	1.43	1.60	1.10	2.15	0.18
2008	1.29	1.44	0.83	2.21	0.25
2009	1.46	1.11	0.68	1.79	0.27
2010	0.27	0.37	0.21	0.52	0.22
2011	1.06	0.71	0.41	1.26	0.32
2012	0.26	0.18	0.07	0.41	0.47
2013	0.23	0.20	0.10	0.38	0.37
2014	0.36	0.25	0.12	0.49	0.37
2015	0.33	0.36	0.23	0.54	0.22
2016	0.89	1.02	0.68	1.49	0.20
2017	0.51	0.44	0.16	0.80	0.37
2018	0.76	1.05	0.81	1.30	0.12
2019	0.39	0.41	0.22	0.73	0.33
2020	0.40	0.31	0.14	0.57	0.36
2021	0.30	0.28	0.15	0.48	0.30
2022	0.73	0.57	0.20	1.13	0.40
2023	1.13	0.70	0.24	1.95	0.54
2024	0.95	0.58	0.20	1.38	0.50
2025	0.79	0.54	0.15	1.08	0.40

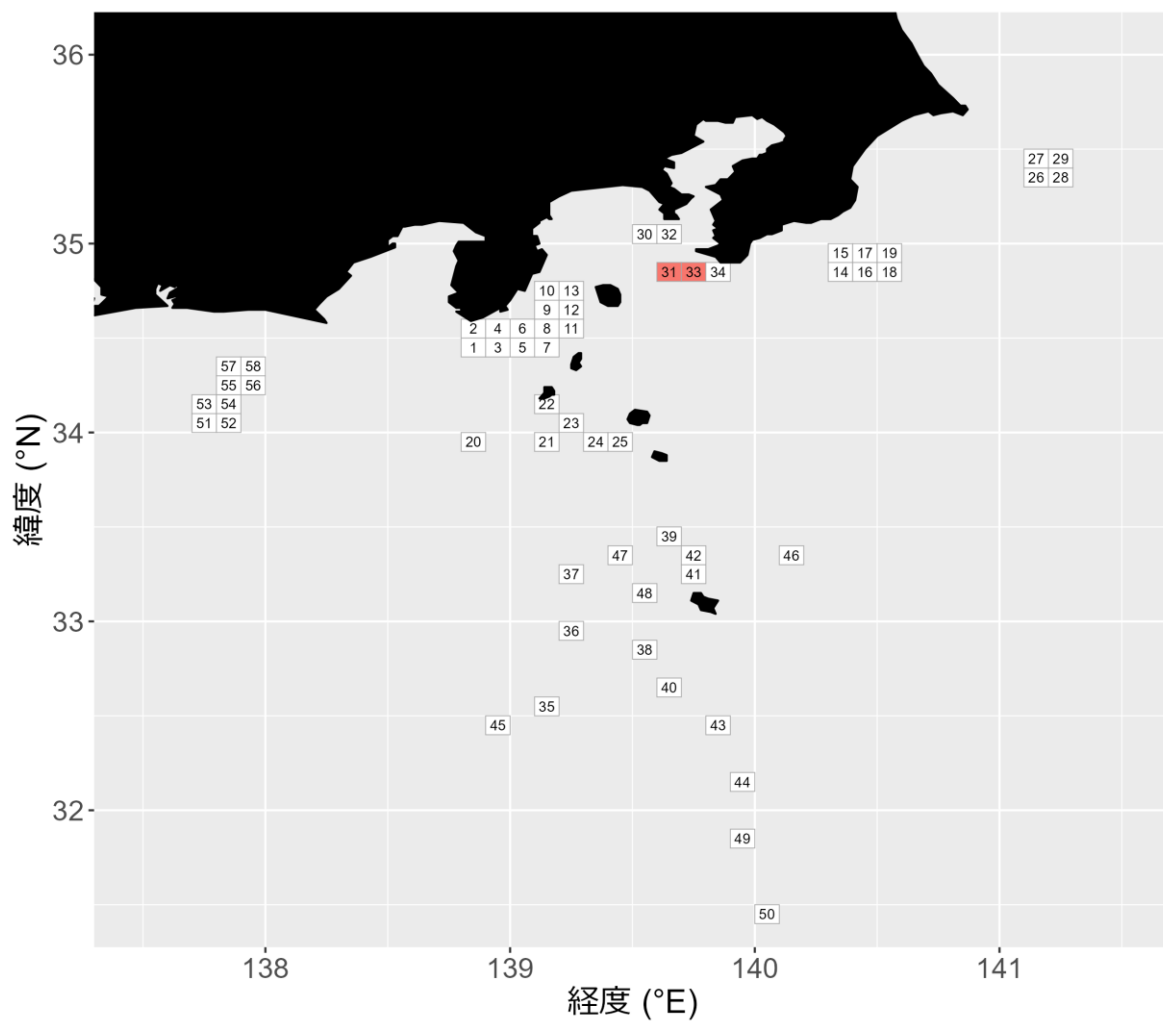


図 4.1. FRA-ROMS II 再解析値の抽出に用いた各地区の漁場範囲。緯度経度 0.1°グリッドごとにデータを抽出。神奈川県東京湾口部は 31、33 番のグリッドを使用。

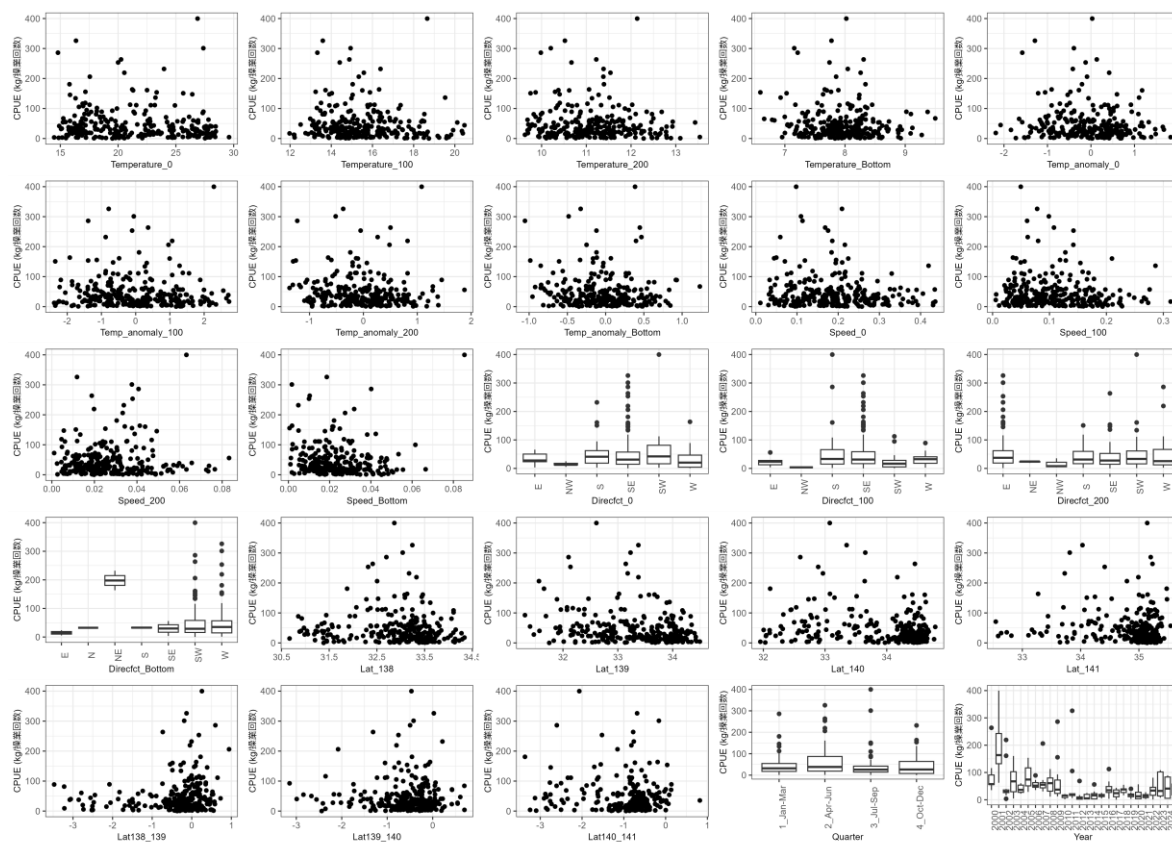


図 4.2. 標準化モデルに導入した説明変数とノミナル CPUE との関係。

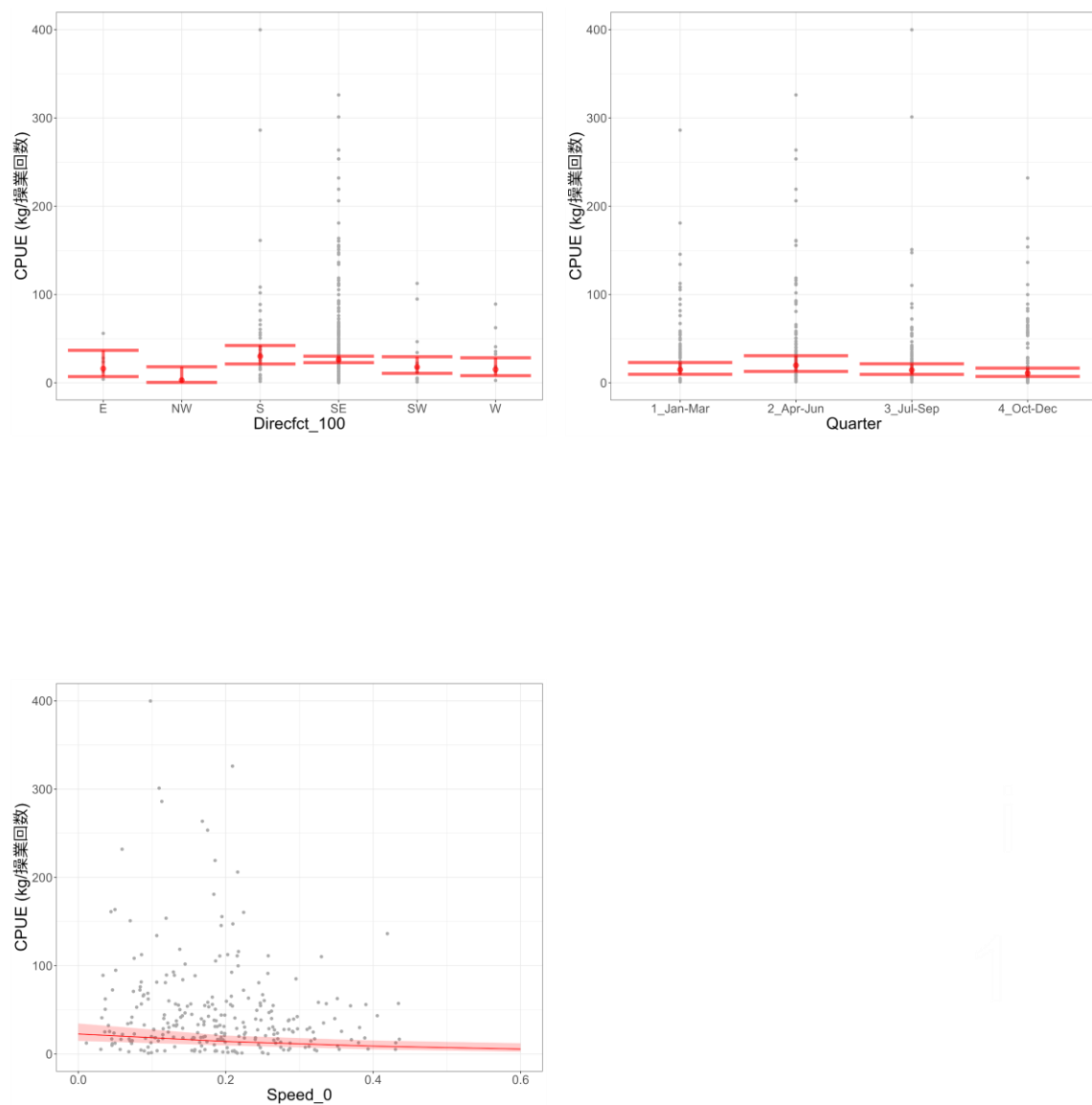


図 4.3. ベストモデルにおける各説明変数の部分効果。図中の赤帯と赤髭は 95%信頼区間を示す。

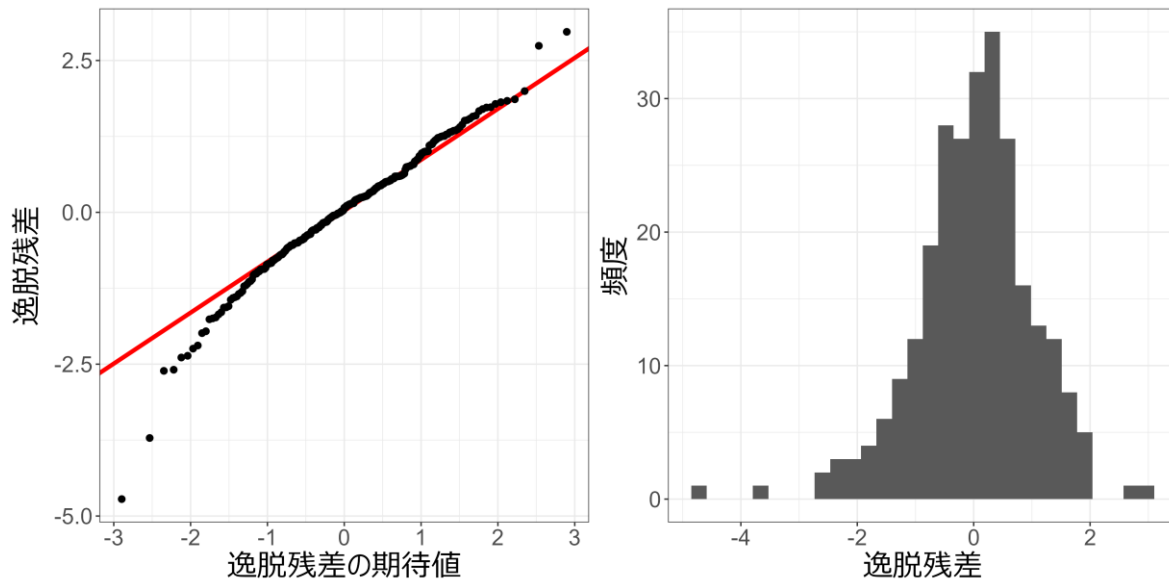


図 4.4. ベストモデルにおける QQ プロット（左）および残差の頻度分布（右）。

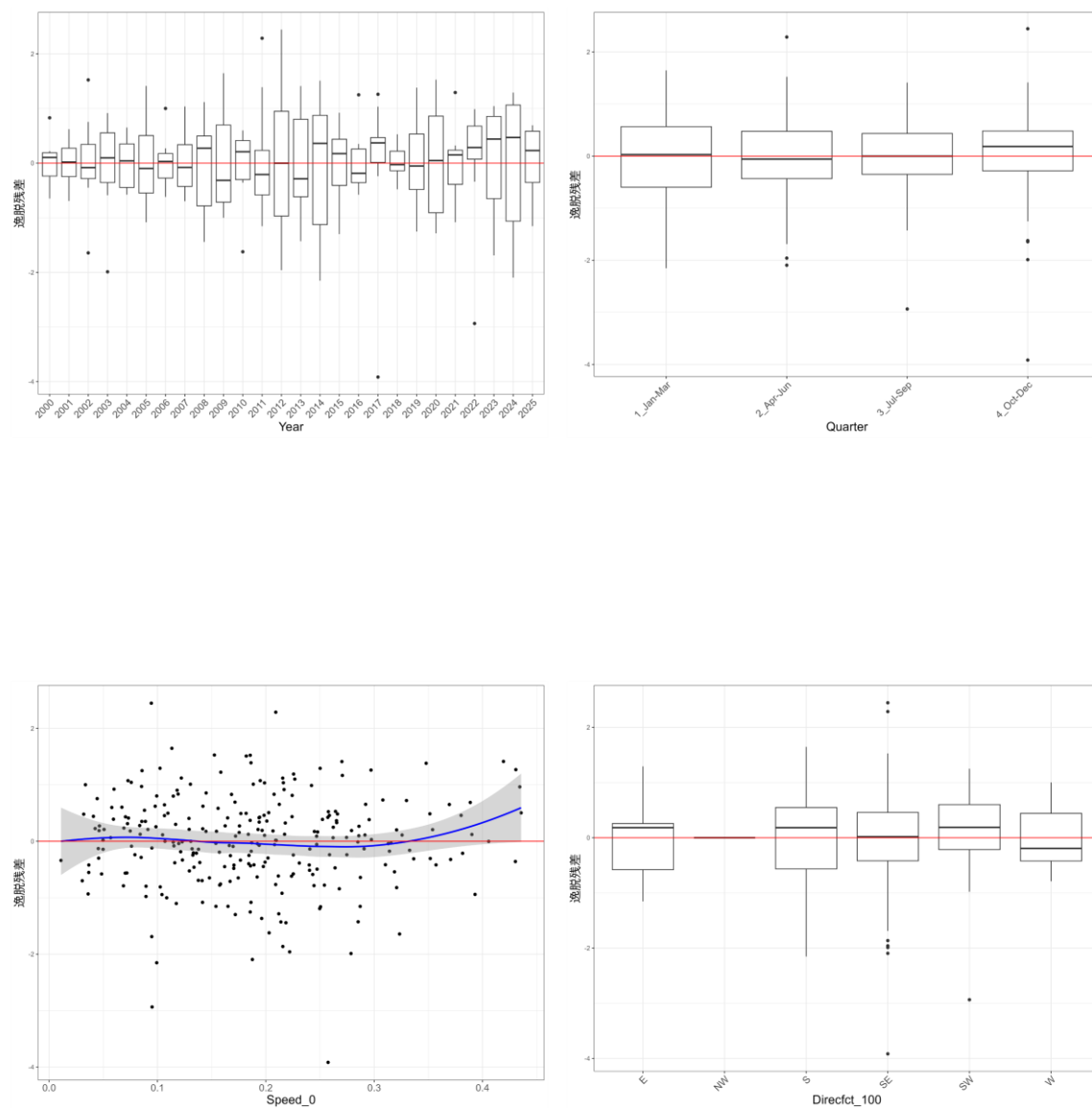


図 4.5. ベストモデルの層別逸脱残差。Speed_0に関する残差図の青線と灰帯は、残差にフィッティングさせた平滑化曲線（loess）と、その95%信頼区間を示す。

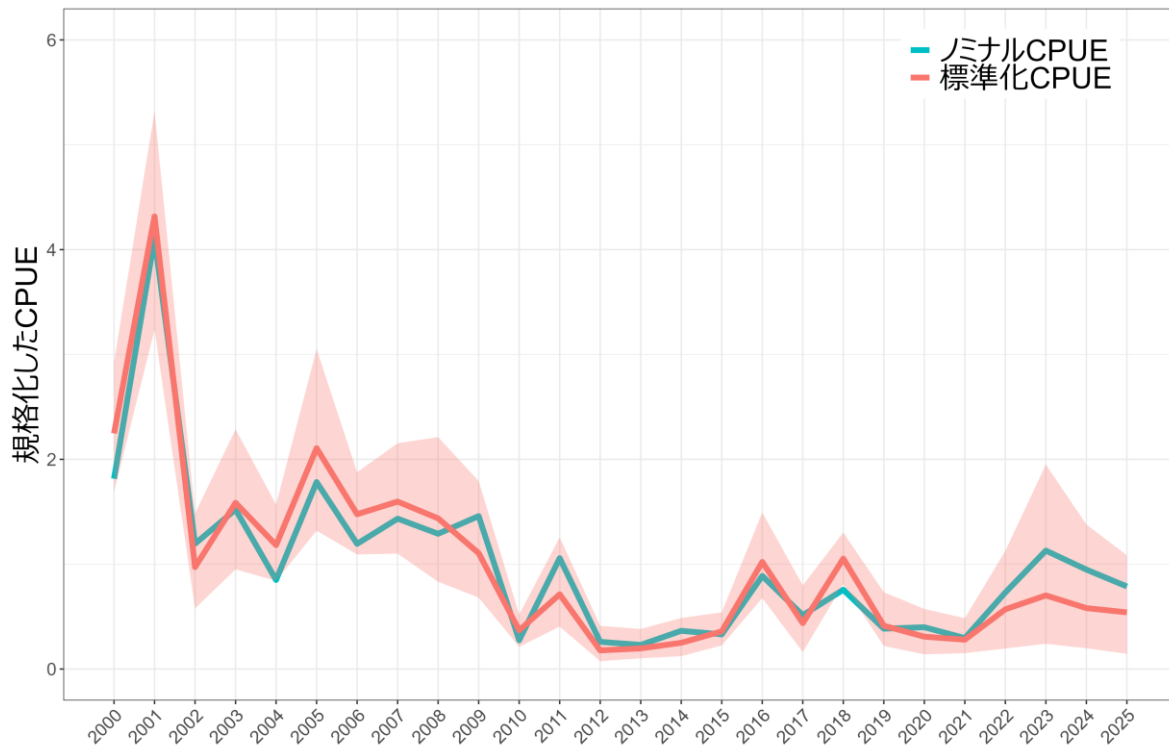


図 4.6. 標準化 CPUE およびノミナル CPUE の推移。CPUE の値は、解析期間の平均値で規格化した値。赤帯は、データのブートストラップサンプリングとベストモデルによる年トレンド推定を 1,000 回繰り返して求めた 95%信頼区間を示す。

4.3 ベストモデルの推定パラメタの要約

glm(formula = log(CPUE) ~ Direcft_100 + Quarter + Speed_0 + Year + 1, family = gaussian, data =
df_cpue_roms_kuroshio_2)

	Estimate	Standard Error	z value	Pr(> z)	
(Intercept)	4.359	0.481	9.067	0.0000	***
Direcft_100NW	-1.705	1.006	-1.695	0.0914	.
Direcft_100S	0.623	0.446	1.399	0.1633	
Direcft_100SE	0.491	0.432	1.136	0.2573	
Direcft_100SW	0.102	0.482	0.210	0.8335	
Direcft_100W	-0.064	0.515	-0.124	0.9017	
Quarter2_Apr-Jun	0.286	0.153	1.874	0.0621	.
Quarter3_Jul-Sep	-0.037	0.156	-0.238	0.8121	
Quarter4_Oct-Dec	-0.309	0.163	-1.900	0.0587	.
Speed_0	-2.325	0.750	-3.099	0.0022	**
Year2001	0.653	0.372	1.753	0.0809	.
Year2002	-0.838	0.370	-2.265	0.0244	*
Year2003	-0.349	0.363	-0.961	0.3374	
Year2004	-0.642	0.365	-1.759	0.0799	.
Year2005	-0.065	0.363	-0.178	0.8587	
Year2006	-0.420	0.360	-1.165	0.2453	
Year2007	-0.342	0.381	-0.896	0.3714	
Year2008	-0.447	0.362	-1.236	0.2178	
Year2009	-0.709	0.363	-1.952	0.0521	.
Year2010	-1.805	0.369	-4.897	0.0000	***
Year2011	-1.149	0.363	-3.166	0.0018	**
Year2012	-2.536	0.371	-6.836	0.0000	***
Year2013	-2.434	0.394	-6.185	0.0000	***

	Estimate	Standard Error	z value	Pr(> z)	
Year2014	-2.194	0.364	-6.030	0.0000	***
Year2015	-1.833	0.370	-4.954	0.0000	***
Year2016	-0.789	0.378	-2.084	0.0383	*
Year2017	-1.636	0.370	-4.419	0.0000	***
Year2018	-0.758	0.371	-2.042	0.0423	*
Year2019	-1.694	0.405	-4.179	0.0000	***
Year2020	-1.985	0.389	-5.108	0.0000	***
Year2021	-2.082	0.406	-5.124	0.0000	***
Year2022	-1.373	0.411	-3.336	0.0010	***
Year2023	-1.163	0.479	-2.426	0.0160	*
Year2024	-1.352	0.411	-3.287	0.0012	**
Year2025	-1.425	0.518	-2.752	0.0064	**

*Signif. codes: 0 <= '***' < 0.001 < '**' < 0.01 < '*' < 0.05 '.' < 0.1*

(Dispersion parameter for gaussian family taken to be 0.7686615)

Null deviance: 384.1 on 265 degrees of freedom

Residual deviance: 177.6 on 231 degrees of freedom

AIC = 719.363

5. 東京都神津島地区の解析結果

5.1 概要

対象漁業	キンメダイの漁獲がある東京都神津島地区の立て縄漁業の月別漁獲量と水揚げ回数（日・隻）データ。操業位置情報は含まない。
データの利用可能な期間	2005～2025 年
標準化に使用した期間	2005～2025 年
データの抽出	全レコードを使用
選択された説明変数	年、季節、100 m 層水温、底層流向、経度間の黒潮北縁の緯度差（東経 140 度-141 度）
標準化の結果	標準化 CPUE は 2008 年以降、2013 年にかけて減少した。その後は 2017 年まで増加、2021 年以降わずかに減少に転じたものの、2023 年までは概ね同程度の水準にあった。2024 年は前年から低下したものの、2025 年は大幅に増加し、2007 年、2009 年に次ぐ水準となった。ノミナル CPUE の長期的なトレンドは標準化 CPUE と類似し、2017 年以降は標準化 CPUE の方が顕著に高かったが、2025 年はノミナル CPUE の方が高かった。

5.2 結果と考察

資源評価参画機関と協議の上、神津島地区では 23 番のグリッドを解析に使用する漁場として選択し（図 5.1）、その範囲で切り出した再解析値をその漁場を代表する海洋環境の値をモデルの変数として使用した。また、地先の黒潮位置として東経 139 度の黒潮北縁緯度を使用した。なお、環境変数とノミナル CPUE の間には、非線形性は認められなかった（図 5.2）。構築したフルモデルは以下の通りである。

$\log(\text{CPUE}) \sim + \text{Year} + \text{Quarter}$

$+ \text{Temperature_0} + \text{Temperature_100} + \text{Temperature_200} + \text{Temperature_400} + \text{Temperature_Bottom}$

$+ \text{Speed_0} + \text{Speed_100} + \text{Speed_200} + \text{Speed_400} + \text{Speed_Bottom}$

$+ \text{Direcft_0} + \text{Direcft_100} + \text{Direcft_200} + \text{Direcft_400} + \text{Direcft_Bottom}$

$+ \text{Lat_139}$

$+ \text{Lat138_139} + \text{Lat139_140} + \text{Lat140_141}$

5.2.1 今年度の解析結果

方法で定めたモデル選択の基準に基づき、以下のモデルがベストモデルに選択された（表 5.1）。

$\log(\text{CPUE}) \sim \text{Year} + \text{Quarter} + \text{Temperature}_{100} + \text{Direcfct_Bottom} + \text{Lat140}_{141}$

神津島地区では、AIC 総当りによるモデル選択の結果、FRA-ROMS II による複数層の同一説明変数が含まれるモデルを除いたモデル候補のうち、最小 AIC+2 の範囲に 15 モデルが該当した。そのうち、最もパラメータ自由度が小さいモデルをベストモデルに選択した。最小 AIC+2 の範囲の他のモデルをみると、ベストモデルの説明変数に加え、黒潮北縁緯度や流速が選ばれているモデルが多く、黒潮の影響や漁場内の流れ・水温に関連する説明変数が選ばれやすい傾向にあった。ベストモデルで選択された各説明変数への CPUE の応答からも、黒潮入込の強弱や水温による CPUE の変化が検出された（図 5.3）。

ベストモデルにおける QQ プロットをみると、逸脱残差とその期待値が大きく異なっておらず、残差の正規性に関しても大きな問題が見られなかった（図 5.4）。また、いずれのモデルについても変数階層ごとの逸脱残差に著しい偏りは見られなかった（図 5.5）。

ベストモデルにより推定した標準化 CPUE および各年・各月の漁獲量および出漁日数から得たノミナル CPUE の変化を図 5.6 および表 5.2 に示す。標準化 CPUE は 2008 年以降、2013 年にかけて減少した。その後は 2017 年まで増加、2021 年以降わずかに減少に転じたものの、2023 年までは概ね同程度の水準にあった。2024 年は前年から低下したものの、2025 年は大幅に増加し、2007 年、2009 年に次ぐ水準となった。ノミナル CPUE の長期的なトレンドは標準化 CPUE と類似し、2017 年以降は標準化 CPUE の方が顕著に高かったが、2025 年はノミナル CPUE の方が高かった。

5.2.2 昨年度結果との比較

今年度のベストモデルで選択された説明変数は昨年度と同一であった。また、ベストモデルから得られた標準化 CPUE の年トレンドについて、昨年度と比較して大きな差異はみられなかった。したがって、1 年分データが追加されたことは、モデル推定結果に大きな影響を与えなかったと判断できる。

表 5.1. モデル選択結果 FRA-ROMS II による複数層の説明変数を含むモデルを除いたもののうち、AIC 最小+2 の範囲のモデルを表示。黄色塗りつぶしがベストモデル。

切片	流向					黒潮北縁緯度	経度間の黒潮北縁の緯度差				流速					水温					季節	年	df	logLik	AIC	delta
	0	100	200	400	底	東経139度	138-139	139-140	140-141	0	100	200	400	底	0	100	200	400	底							
4.66					+				-0.08							-0.03					+	+	33	102.1	-138.1	0.0
5.69					+	-0.03			-0.07							-0.02					+	+	34	103.0	-137.9	0.2
4.63					+				-0.08					-0.32		-0.02					+	+	34	102.7	-137.5	0.6
4.64					+		0.02		-0.08							-0.02					+	+	34	102.6	-137.2	0.9
4.67					+			-0.01	-0.08							-0.03					+	+	34	102.3	-136.6	1.5
5.48					+	-0.03			-0.07					-0.24		-0.02					+	+	35	103.3	-136.6	1.5
4.61					+		0.02		-0.07					-0.30		-0.02					+	+	35	103.2	-136.4	1.7
5.52					+	-0.03	0.01		-0.07							-0.02					+	+	35	103.2	-136.4	1.7
5.87					+	-0.04			-0.07			0.07				-0.03					+	+	35	103.1	-136.3	1.8
4.66					+				-0.08				-0.03			-0.02					+	+	34	102.1	-136.1	2.0
4.67					+				-0.08			0.02				-0.03					+	+	34	102.1	-136.1	2.0
5.83					+	-0.04			-0.07		0.04					-0.03					+	+	35	103.1	-136.1	2.0
6.05					+	-0.04		0.01	-0.06							-0.02					+	+	35	103.1	-136.1	2.0
4.66					+				-0.08	-0.01						-0.02					+	+	34	102.1	-136.1	2.0
4.66					+				-0.08		0.00					-0.03					+	+	34	102.1	-136.1	2.0

表 5.2. 標準化 CPUE およびノミナル CPUE。CPUE の値は、解析期間の平均値で規格化した値。

Year	ノミナル CPUE (規格化)	標準化 CPUE (規格化)	CI_下限	CI_上限	CV
2005	0.99	0.98	0.87	1.09	0.06
2006	0.95	0.98	0.85	1.13	0.07
2007	1.34	1.28	1.15	1.42	0.05
2008	1.15	1.12	1.02	1.22	0.04
2009	1.28	1.17	1.07	1.27	0.04
2010	1.05	1.05	0.96	1.13	0.04
2011	0.92	0.92	0.81	1.05	0.06
2012	0.81	0.80	0.72	0.89	0.05
2013	0.83	0.78	0.69	0.88	0.06
2014	0.83	0.80	0.71	0.90	0.06
2015	0.93	0.90	0.82	0.99	0.05
2016	0.89	0.85	0.77	0.94	0.05
2017	1.03	1.09	1.00	1.16	0.04
2018	1.00	1.04	0.93	1.15	0.05
2019	1.00	1.07	0.98	1.19	0.05
2020	1.04	1.08	0.98	1.19	0.05
2021	0.99	1.03	0.90	1.16	0.07
2022	0.96	1.00	0.91	1.09	0.05
2023	0.96	0.99	0.88	1.12	0.06
2024	0.82	0.89	0.82	0.96	0.04
2025	1.21	1.17	1.06	1.35	0.07

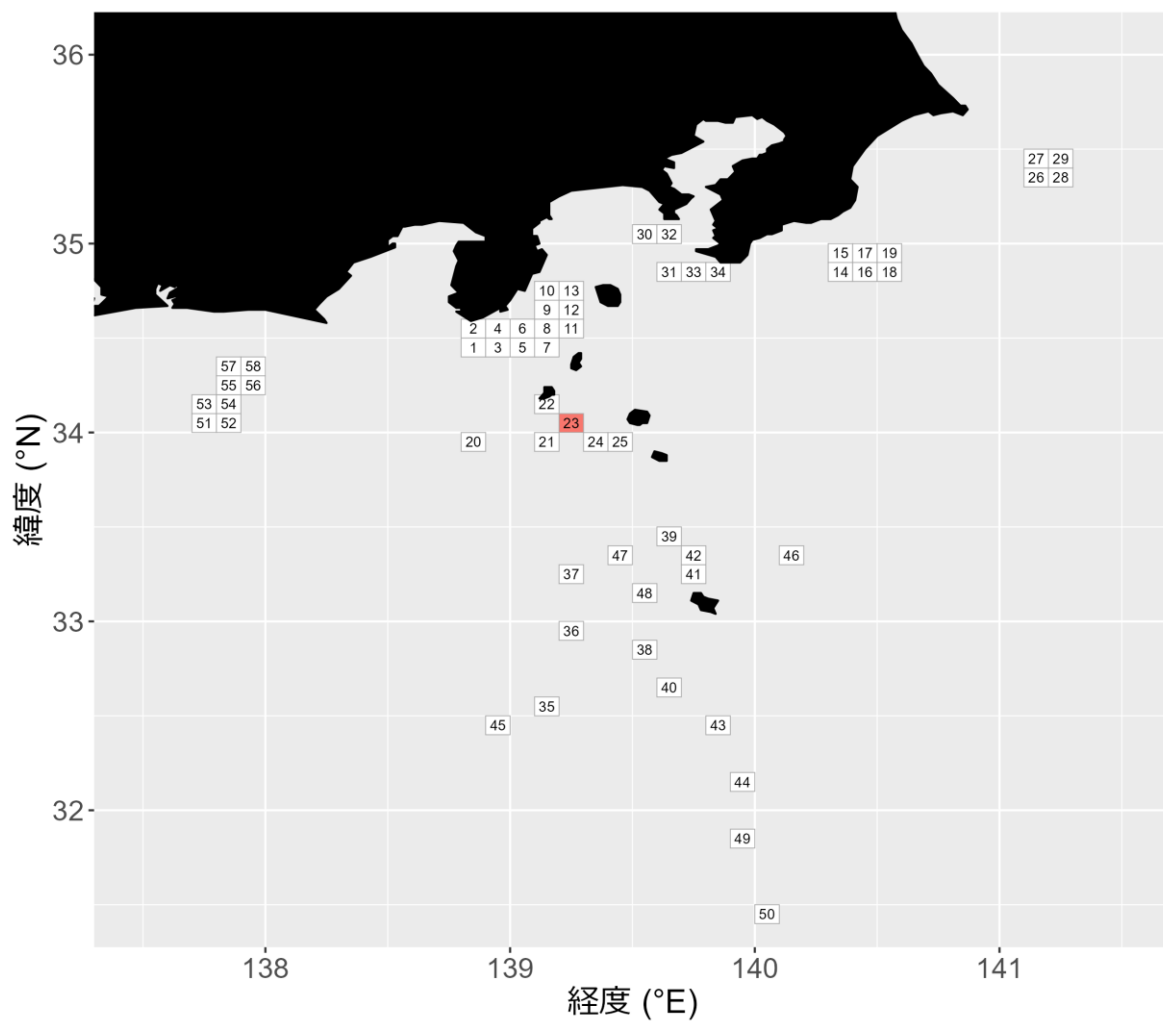


図 5.1. FRA-ROMS II 再解析値の抽出に用いた各地区の漁場範囲。緯度経度 0.1°グリッドごとにデータを抽出。神津島地区は 23 番のグリッドを使用。

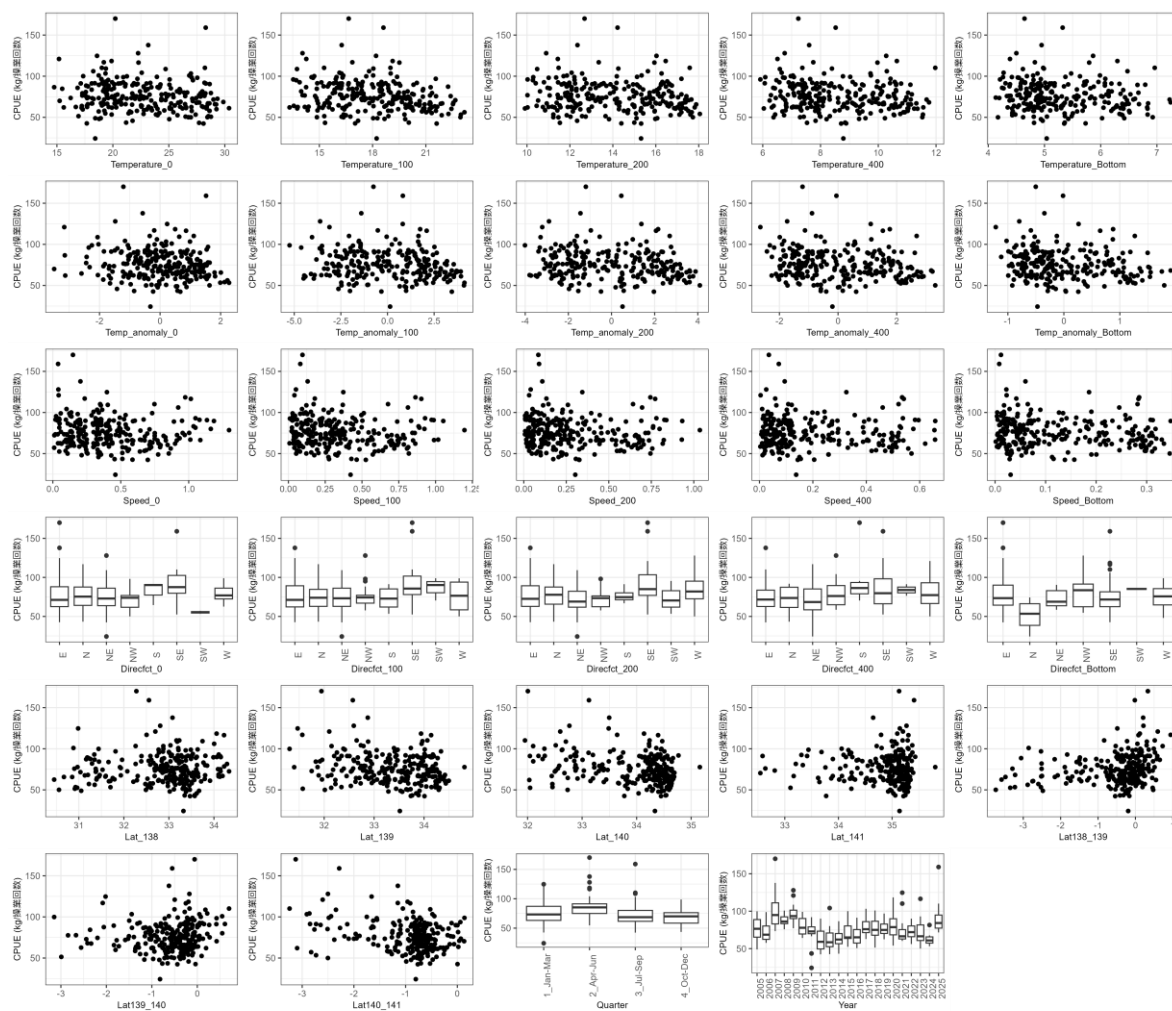


図 5.2. 標準化モデルに導入した説明変数とノミナル CPUE との関係。

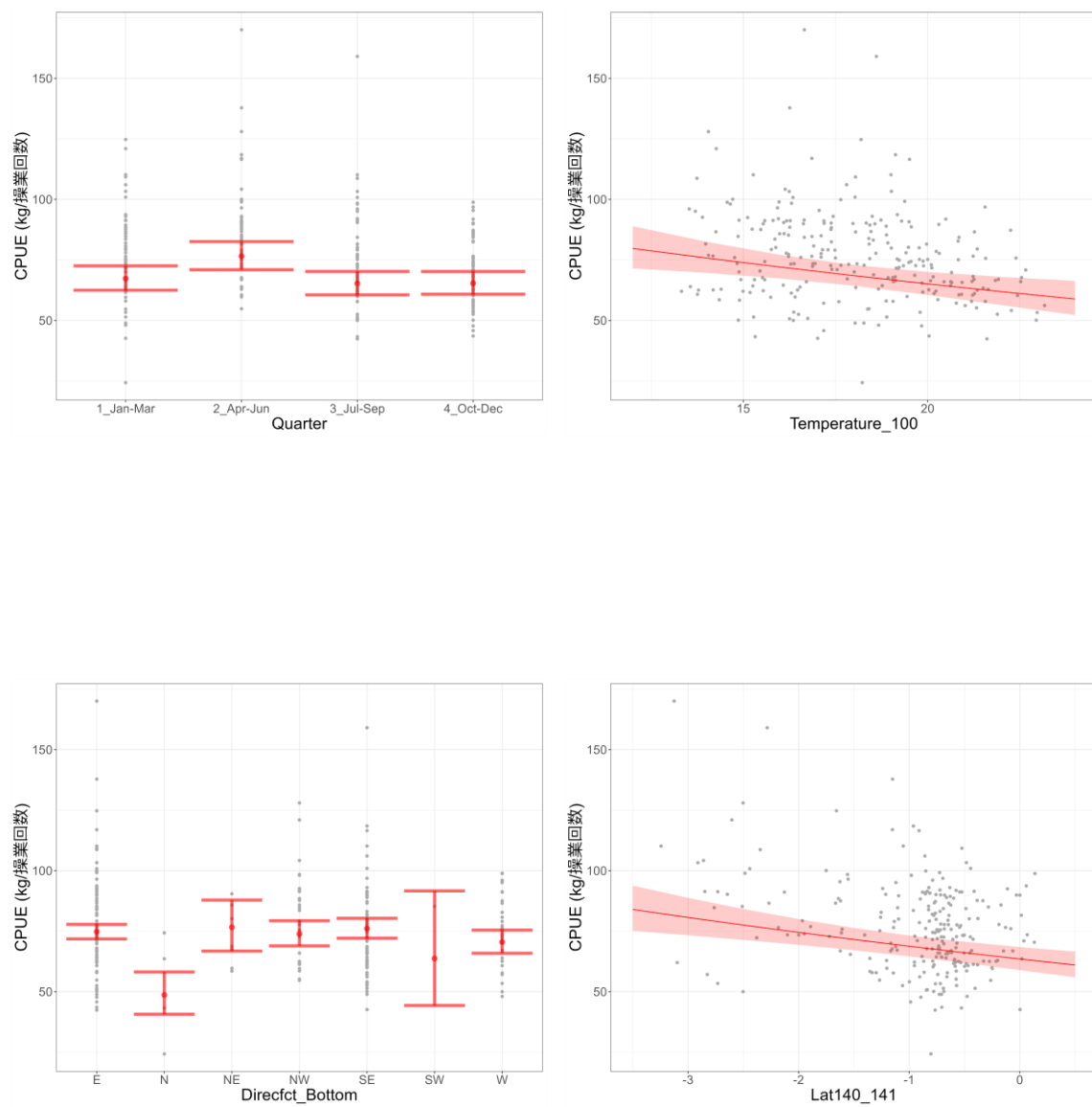


図 5.3. ベストモデルにおける各説明変数の部分効果。図中の赤帯と赤髭は 95%信頼区間を示す。

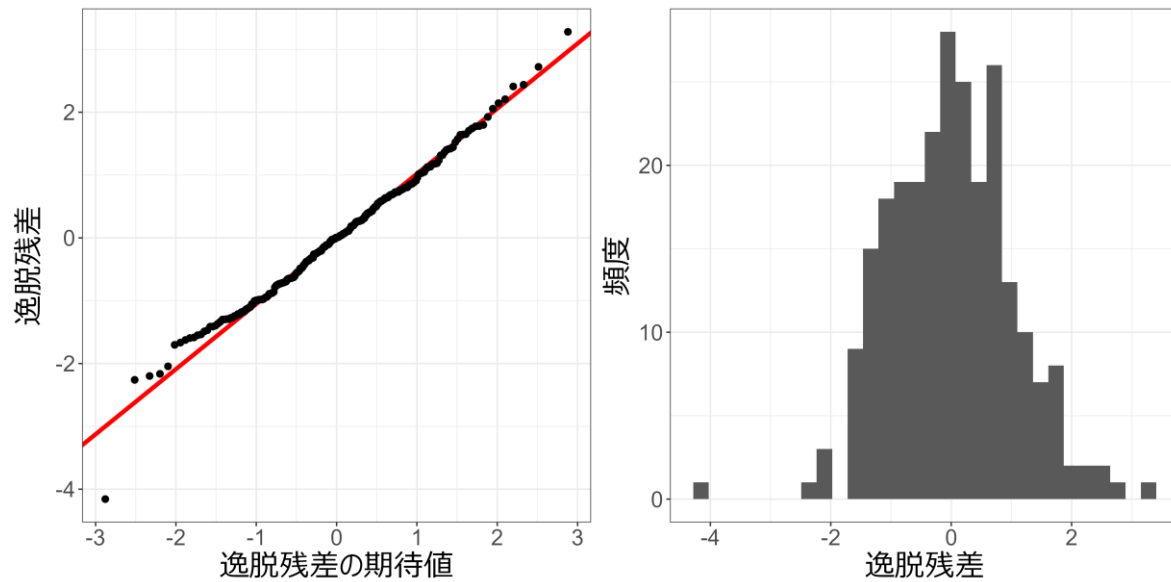


図 5.4. ベストモデルにおける QQ プロット（左）および残差の頻度分布（右）。

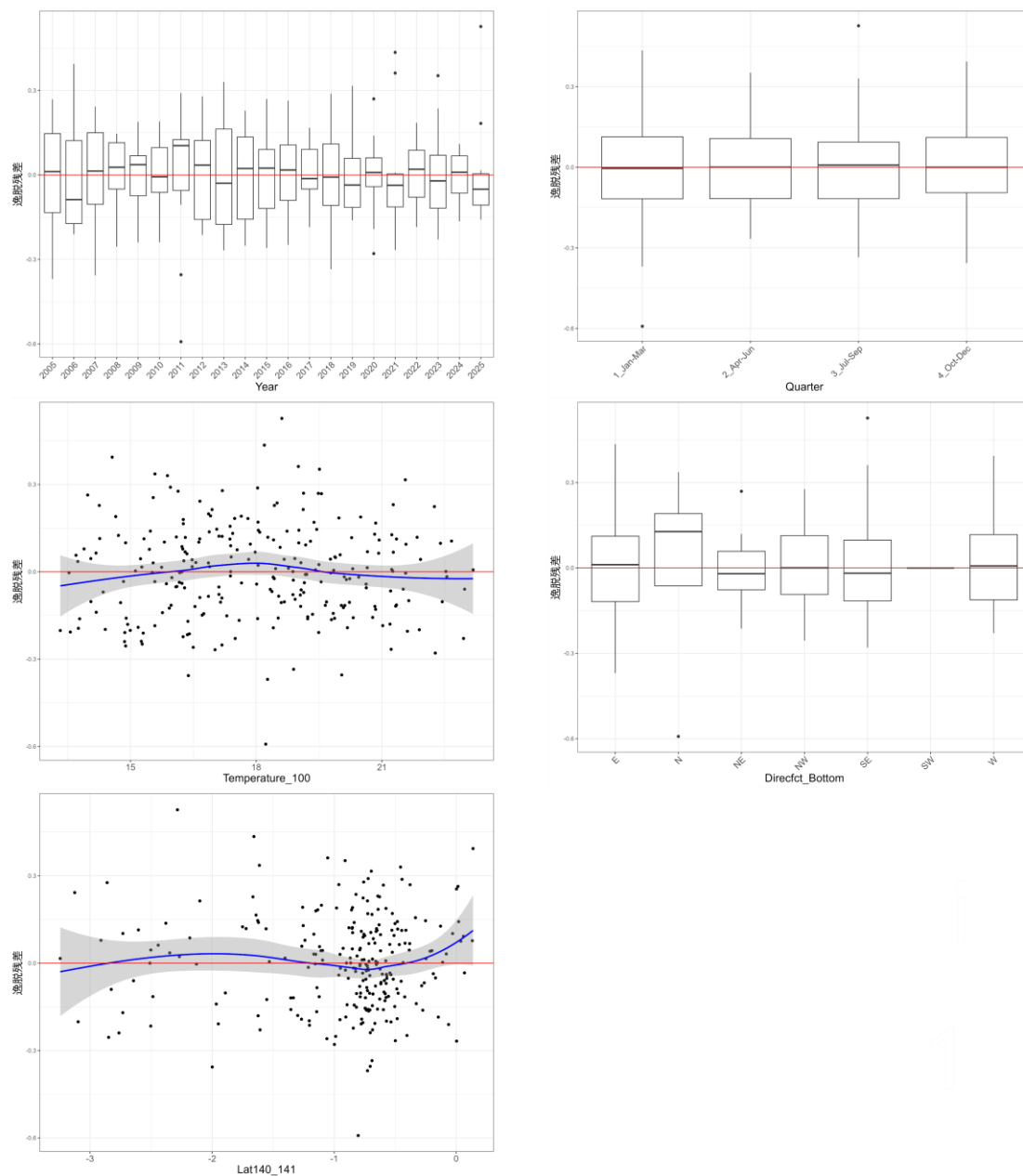


図 5.5. ベストモデルの層別逸脱残差。Temperature_100、Lat140_141 に関する残差図の青線と灰帯は、残差にフィッティングさせた平滑化曲線 (loess) と、その 95%信頼区間を示す。

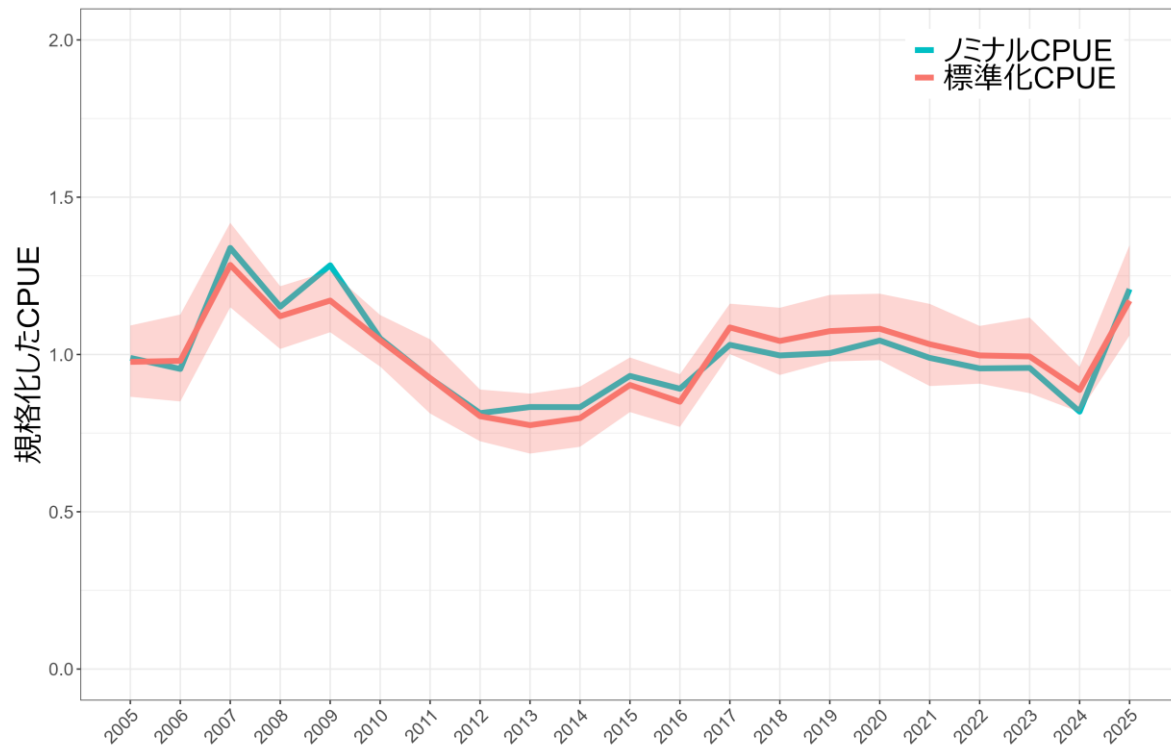


図 5.6. 標準化 CPUE およびノミナル CPUE の推移。CPUE の値は、解析期間の平均値で規格化した値。赤帯は、データのブートストラップサンプリングとベストモデルによる年トレンド推定を 1,000 回繰り返して求めた 95%信頼区間を示す。

5.3 ベストモデルの推定パラメタの要約

glm(formula = log(CPUE) ~ Direcft_Bottom + Lat140_141 + Quarter + Temperature_100 + Year + 1,
family = gaussian, data = df_cpue_roms_kuroshio_2)

	Estimate	Standard Error	z value	Pr(> z)	
(Intercept)	4.664	0.151	30.931	0.0000	***
Direcft_BottomN	-0.429	0.092	-4.679	0.0000	***
Direcft_BottomNE	0.025	0.071	0.345	0.7306	
Direcft_BottomNW	-0.011	0.039	-0.281	0.7786	
Direcft_BottomSE	0.018	0.038	0.468	0.6400	
Direcft_BottomSW	-0.160	0.186	-0.858	0.3918	
Direcft_BottomW	-0.058	0.039	-1.506	0.1336	
Lat140_141	-0.080	0.019	-4.144	0.0000	***
Quarter2_Apr-Jun	0.128	0.031	4.122	0.0001	***
Quarter3_Jul-Sep	-0.032	0.031	-1.022	0.3077	
Quarter4_Oct-Dec	-0.030	0.035	-0.853	0.3948	
Temperature_100	-0.025	0.008	-3.126	0.0020	**
Year2006	0.003	0.076	0.045	0.9643	
Year2007	0.274	0.071	3.866	0.0001	***
Year2008	0.139	0.073	1.897	0.0591	.
Year2009	0.182	0.073	2.485	0.0137	*
Year2010	0.068	0.073	0.937	0.3497	
Year2011	-0.054	0.071	-0.761	0.4475	
Year2012	-0.195	0.071	-2.723	0.0070	**
Year2013	-0.231	0.072	-3.190	0.0016	**
Year2014	-0.202	0.073	-2.774	0.0060	**
Year2015	-0.078	0.071	-1.099	0.2730	
Year2016	-0.139	0.072	-1.943	0.0533	.

	Estimate	Standard Error	z value	Pr(> z)
Year2017	0.106	0.071	1.492	0.1370
Year2018	0.066	0.073	0.906	0.3659
Year2019	0.095	0.079	1.202	0.2307
Year2020	0.102	0.078	1.308	0.1924
Year2021	0.056	0.079	0.711	0.4776
Year2022	0.021	0.080	0.261	0.7943
Year2023	0.017	0.081	0.217	0.8285
Year2024	-0.096	0.078	-1.230	0.2201
Year2025	0.182	0.074	2.450	0.0151 *

*Signif. codes: 0 <= '***' < 0.001 < '**' < 0.01 < '*' < 0.05 '.' < 0.1*

(Dispersion parameter for gaussian family taken to be 0.02983618)

Null deviance: 14.63 on 251 degrees of freedom

Residual deviance: 6.564 on 220 degrees of freedom

AIC = -138.109

6. 東京都三宅島地区の解析結果

6.1 概要

対象漁業	キンメダイの漁獲がある東京都三宅島地区の立て縄漁業の月別漁獲量と水揚げ回数（日・隻）データ。操業位置情報は含まない。
データの利用可能な期間	2007～2025 年
標準化に使用した期間	2007～2025 年
データの抽出	全レコードを使用
選択された説明変数	年、季節、100 m 層水温、底層流速、経度間の黒潮北縁の緯度差（東経 140 度-141 度）
標準化の結果	標準化 CPUE は、2008 年以降、2012 年まで若干の減少傾向であったが 2013～2014 年にかけて増加、2014 年以降は変動しつつも横ばい傾向にあった。2021 年以降は 3 年連続して減少したが、2024 年は増加に転じ、2025 年は解析期間中の最高値となった。標準化 CPUE とノミナル CPUE の値に大きな違いはみられなかったが、2009～2010 年はノミナル CPUE の方が顕著に高く、2017 年以降は標準化 CPUE の方が若干高い傾向にあったが、2025 年はノミナル CPUE の方がわずかに高かった。

6.2 結果と考察

資源評価参画機関と協議の上、三宅島地区では 25 番のグリッドを解析に使用する漁場として選択し（図 6.1）、その範囲で切り出した再解析値をその漁場を代表する海洋環境の値をモデルの変数として使用した。また、地先の黒潮位置として東経 139 度の黒潮北縁緯度を使用した。なお、環境変数とノミナル CPUE の間には、非線形性は認められなかった（図 6.2）。構築したフルモデルは以下の通りである。

$$\begin{aligned} &\log(\text{CPUE}) \sim + \text{Year} + \text{Quarter} \\ &+ \text{Temperature}_0 + \text{Temperature}_{100} + \text{Temperature}_{200} + \text{Temperature}_{400} + \text{Temperature}_{\text{Bottom}} \\ &+ \text{Speed}_0 + \text{Speed}_{100} + \text{Speed}_{200} + \text{Speed}_{400} + \text{Speed}_{\text{Bottom}} \\ &+ \text{Direcft}_0 + \text{Direcft}_{100} + \text{Direcft}_{200} + \text{Direcft}_{400} + \text{Direcft}_{\text{Bottom}} \\ &+ \text{Lat}_{139} \\ &+ \text{Lat138}_{139} + \text{Lat139}_{140} + \text{Lat140}_{141} \end{aligned}$$

6.2.1 今年度の解析結果

方法で定めたモデル選択の基準に基づき、以下のモデルがベストモデルに選択された（表 6.1）。

$\log(\text{CPUE}) \sim \text{Year} + \text{Quarter} + \text{Temperature}_{100} + \text{Speed_Bottom} + \text{Lat140}_{141}$

三宅島地区では、AIC 総当りによるモデル選択の結果、FRA-ROMS II による複数層の同一説明変数が含まれるモデルを除いたモデル候補のうち、最小 AIC+2 の範囲に 15 モデルが該当した。そのうち、最もパラメータ自由度が小さいモデルをベストモデルに選択した。最小 AIC+2 の範囲の他のモデルをみると、ベストモデルの説明変数に加え、400 m 層流向や 400 m 層流速が選ばれているモデルが多く、黒潮の影響や漁場内の流れ・水温に関連する説明変数が選ばれやすい傾向にあった。ベストモデルで選択された各説明変数への CPUE の応答からも、黒潮入込の強弱や水温による CPUE の変化が検出された（図 6.3）。

ベストモデルにおける QQ プロットをみると、逸脱残差とその期待値が大きく異なっておらず、残差の正規性に関しても大きな問題が見られなかった（図 6.4）。また、いずれのモデルについても変数階層ごとの逸脱残差に著しい偏りは見られなかった（図 6.5）。

ベストモデルにより推定した標準化 CPUE および各年・各月の漁獲量および出漁日数から得たノミナル CPUE の変化を図 6.6 および表 6.2 に示す。標準化 CPUE は、2008 年以降、2012 年まで若干の減少傾向であったが 2013～2014 年にかけて増加、2014 年以降は変動しつつも横ばい傾向にあった。2021 年以降は 3 年連続して減少したが、2024 年は増加に転じ、2025 年は解析期間中の最高値となった。標準化 CPUE とノミナル CPUE の値に大きな違いはみられなかったが、2009～2010 年はノミナル CPUE の方が顕著に高く、2017 年以降は標準化 CPUE の方が若干高い傾向にあったが、2025 年はノミナル CPUE の方がわずかに高かった。

6.2.2 昨年度結果との比較

今年度のベストモデルで選択された説明変数は昨年度と同一であった。また、ベストモデルから得られた標準化 CPUE の年トレンドについて、昨年度と比較して大きな差異はみられなかった。したがって、1 年分データが追加されたことは、モデル推定結果に大きな影響を与えなかったと判断できる。

表 6.1. モデル選択結果 FRA-ROMS II による複数層の説明変数を含むモデルを除いたもののうち、AIC 最小+2 の範囲のモデルを表示。黄色塗りつぶしがベストモデル。

切片	流向					黒潮北縁緯度	経度間の黒潮北縁の緯度差				流速					水温					季節	年	df	logLik	AIC	delta	
	0	100	200	400	底	東経139度	138-139	139-140	140-141	0	100	200	400	底	0	100	200	400	底								
6.81				+		-0.08	-0.08		-0.07				0.55			-0.04					+	+	35	-19.5	109.0	0.0	
4.34				+			-0.07	-0.07	-0.10				0.50			-0.05					+	+	35	-19.5	109.0	0.0	
4.21				+			-0.06		-0.09				0.40			-0.04					+	+	34	-20.7	109.4	0.4	
7.21						-0.09	-0.09		-0.07				0.50			-0.04					+	+	28	-26.8	109.6	0.6	
3.37				+					-0.09						0.02							+	+	29	-25.8	109.6	0.6
7.86				+		-0.11	-0.08						0.58			-0.04					+	+	34	-21.0	110.1	1.1	
4.07							-0.05		-0.09					0.83		-0.03					+	+	27	-28.1	110.1	1.1	
4.07				+			-0.05		-0.09					0.86		-0.03					+	+	34	-21.1	110.2	1.3	
5.88						-0.06	-0.07		-0.08					0.93		-0.03					+	+	28	-27.3	110.6	1.6	
5.80				+		-0.04	-0.08	-0.04	-0.08				0.55			-0.04					+	+	36	-19.3	110.6	1.7	
3.99									-0.08					0.92		-0.03					+	+	26	-29.4	110.7	1.8	
8.62						-0.13	-0.08						0.54			-0.05					+	+	27	-28.4	110.8	1.9	
3.33				+					-0.10					0.42	0.02							+	+	30	-25.4	110.9	1.9
4.17							-0.06		-0.10				0.31			-0.04					+	+	27	-28.5	110.9	1.9	
4.02				+			-0.06		-0.08							-0.02					+	+	33	-22.5	110.9	2.0	

表 6.2. 標準化 CPUE およびノミナル CPUE。CPUE の値は、解析期間の平均値で規格化した値。

Year	ノミナル CPUE (規格化)	標準化 CPUE (規格化)	CI_下限	CI_上限	CV
2007	0.90	0.91	0.76	1.07	0.08
2008	0.97	0.97	0.86	1.09	0.06
2009	0.91	0.84	0.68	1.03	0.11
2010	1.01	0.90	0.60	1.28	0.19
2011	0.75	0.78	0.68	0.90	0.07
2012	0.68	0.72	0.62	0.83	0.08
2013	1.00	0.94	0.78	1.15	0.10
2014	1.17	1.17	0.98	1.40	0.09
2015	1.03	1.04	0.86	1.26	0.10
2016	0.94	0.96	0.84	1.08	0.07
2017	1.27	1.32	1.15	1.48	0.06
2018	1.17	1.22	0.96	1.44	0.10
2019	1.02	1.04	0.90	1.18	0.07
2020	1.14	1.15	0.98	1.35	0.08
2021	1.05	1.06	0.88	1.23	0.09
2022	0.81	0.82	0.70	0.95	0.08
2023	0.76	0.78	0.67	0.91	0.08
2024	0.96	0.98	0.82	1.15	0.09
2025	1.44	1.40	1.17	1.64	0.09

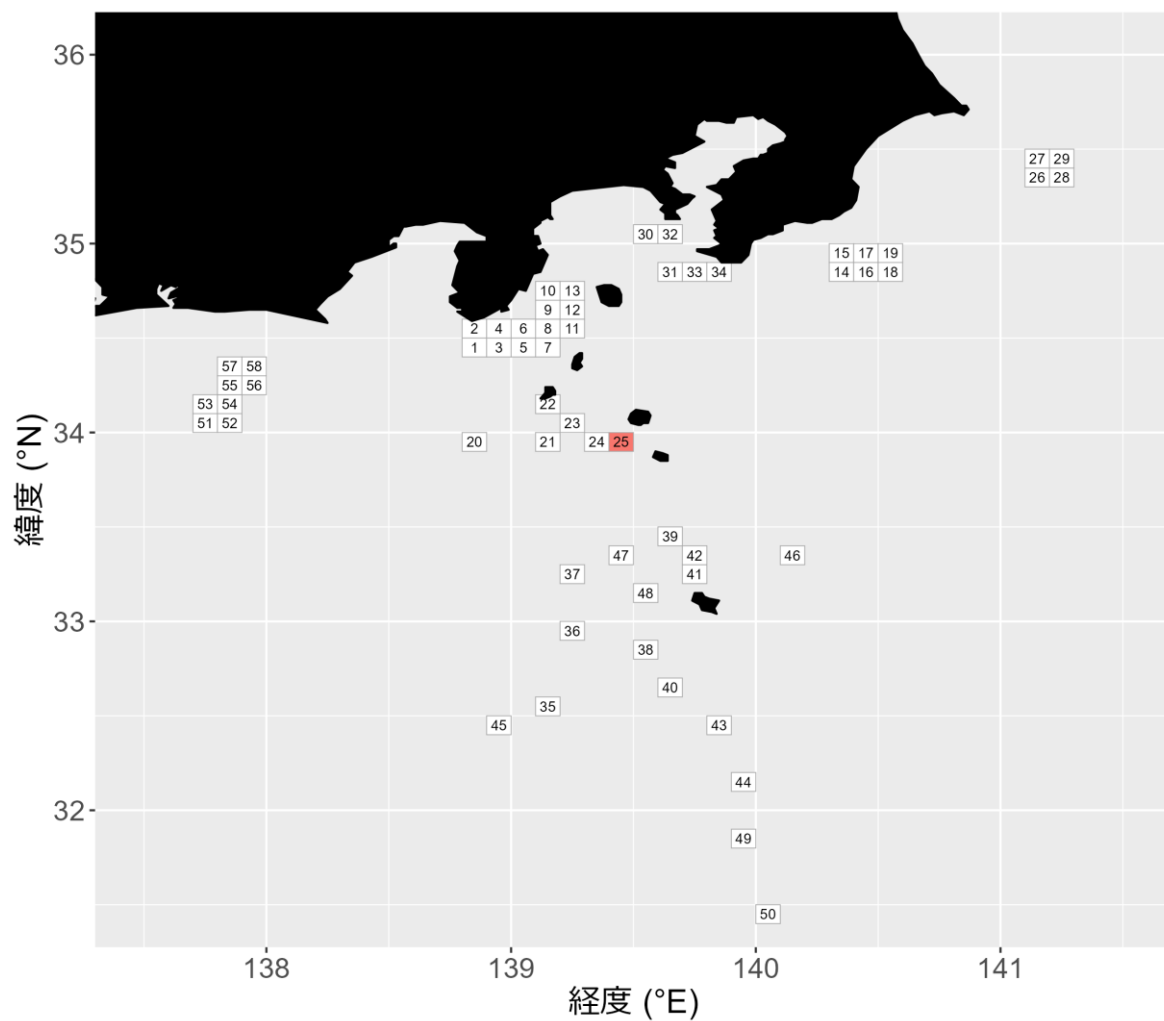


図 6.1. FRA-ROMS II 再解析値の抽出に用いた各地区の漁場範囲。緯度経度 0.1°グリッドごとにデータを抽出。三宅島地区は 25 番のグリッドを使用。

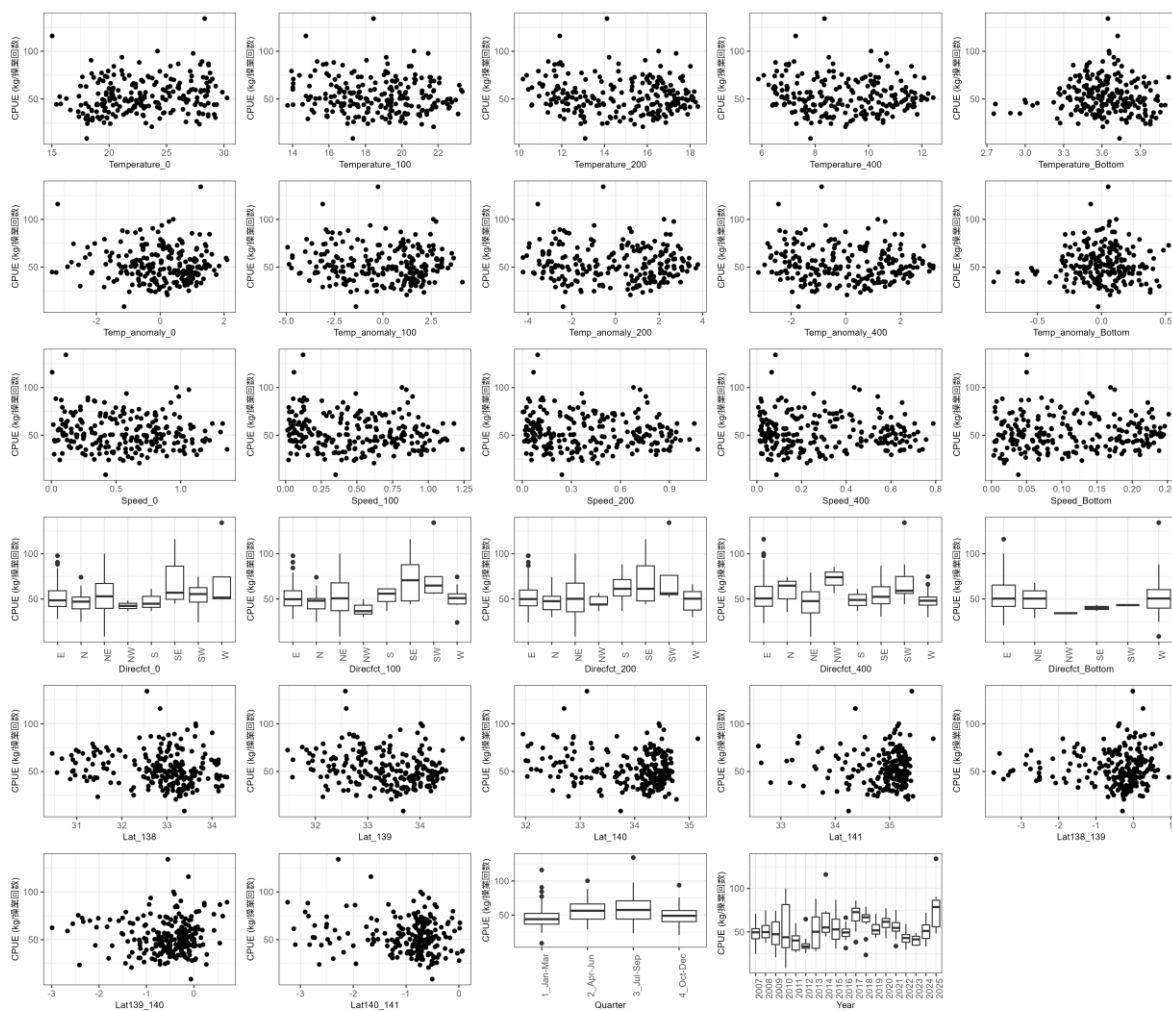


図 6.2. 標準化モデルに導入した説明変数とノミナル CPUE との関係。

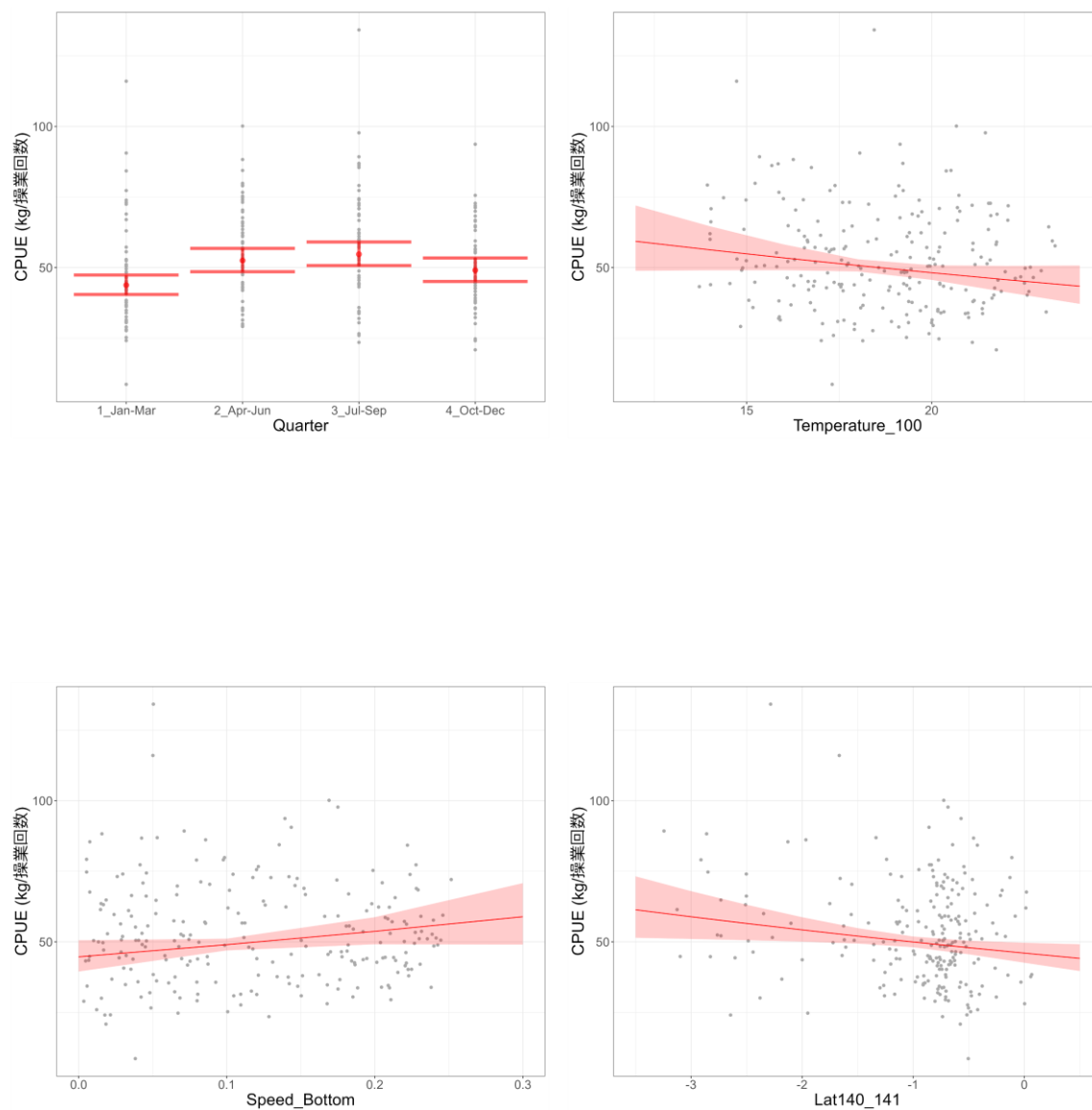


図 6.3. ベストモデルにおける各説明変数の部分効果。図中の赤帯と赤髭は 95%信頼区間を示す。

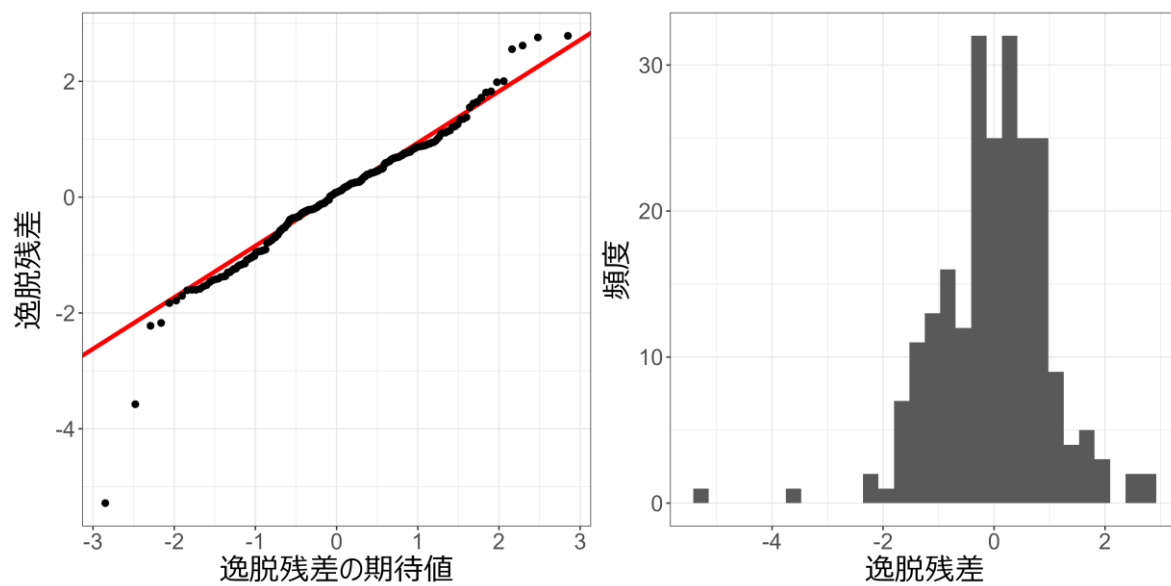


図 6.4. ベストモデルにおける QQ プロット（左）および残差の頻度分布（右）。

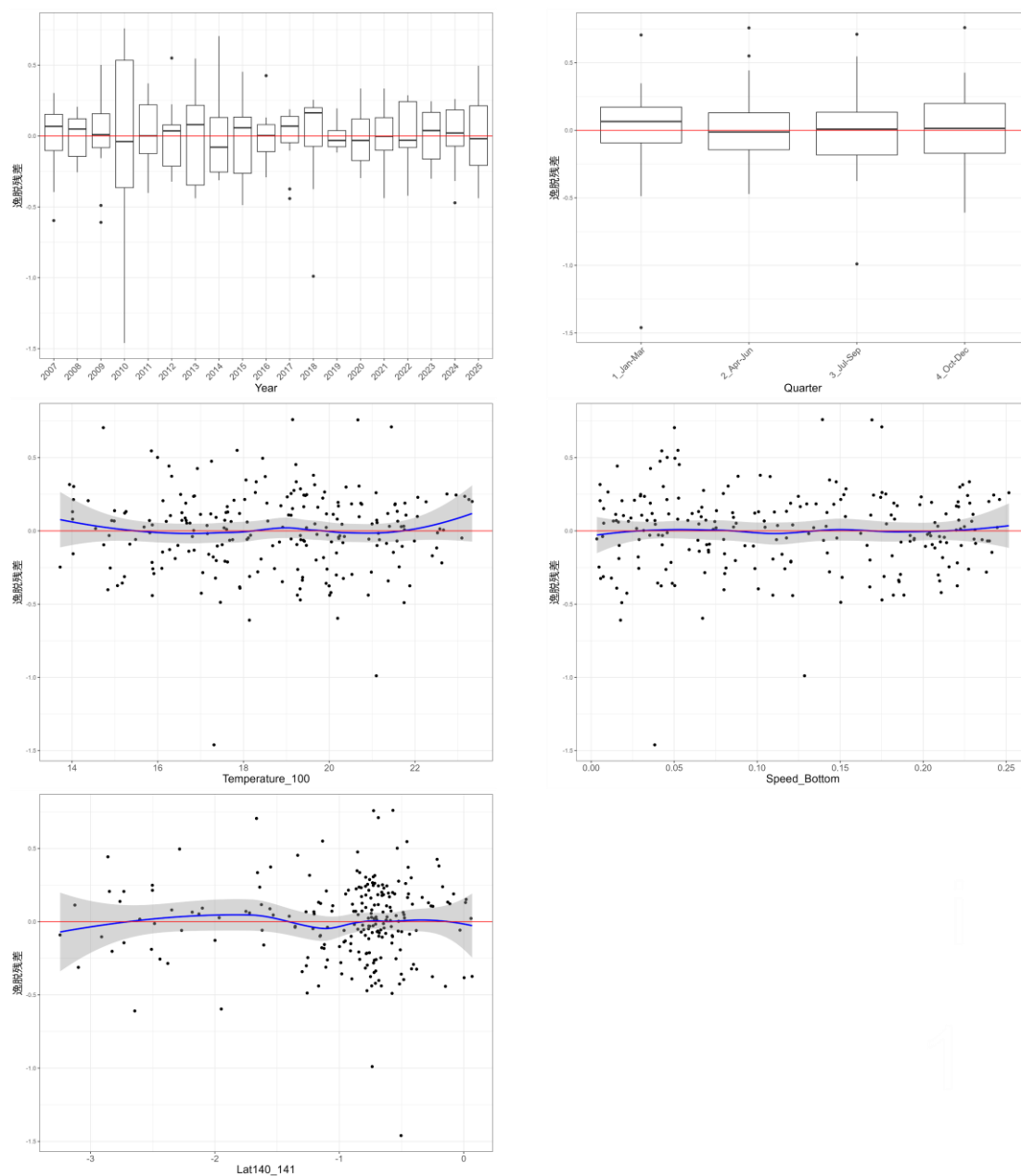


図 6.5. ベストモデルの層別逸脱残差。Temperature_100、Speed_Bottom、Lat140_141 に関する残差図の青線と灰帯は、残差にフィッティングさせた平滑化曲線 (loess) と、その 95%信頼区間を示す。

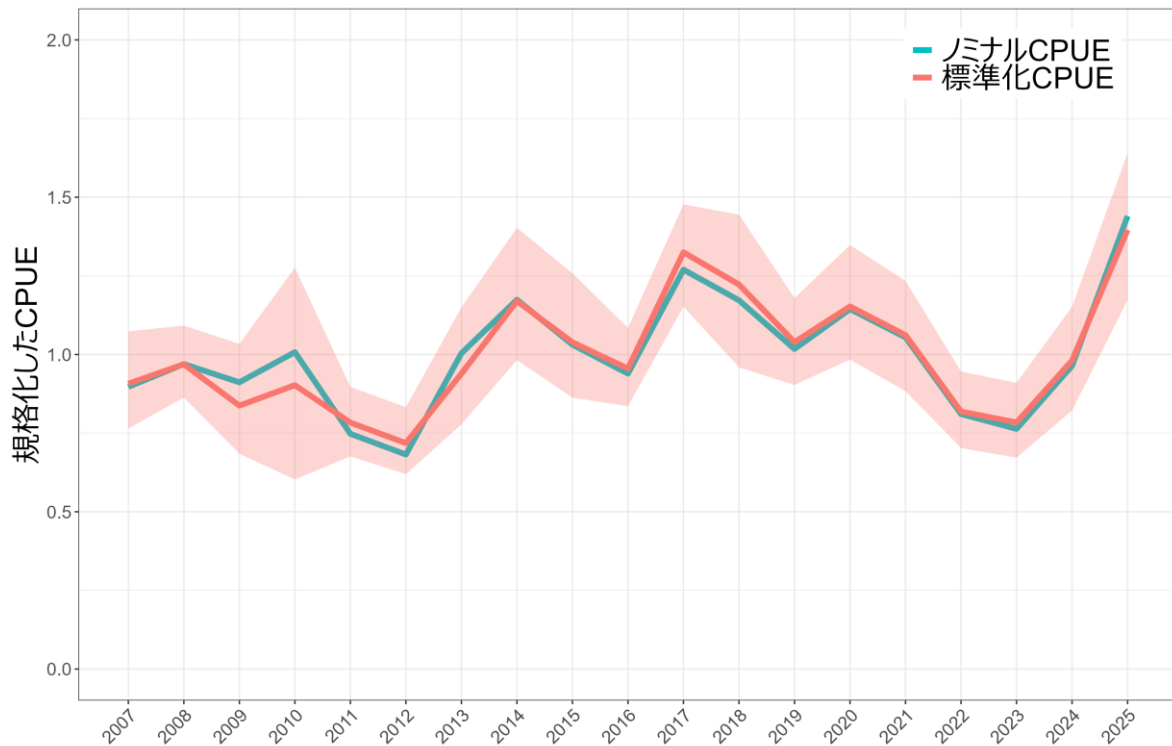


図 6.6. 標準化 CPUE およびノミナル CPUE の推移。CPUE の値は、解析期間の平均値で規格化した値。赤帯は、データのブートストラップサンプリングとベストモデルによる年トレンド推定を 1,000 回繰り返して求めた 95%信頼区間を示す。

6.3 ベストモデルの推定パラメタの要約

glm(formula = log(CPUE) ~ Lat140_141 + Quarter + Speed_Bottom + Temperature_100 + Year + 1,
family = gaussian, data = df_cpue_roms_kuroshio_2)

	Estimate	Standard Error	z value	Pr(> z)	
(Intercept)	3.994	0.265	15.094	0.0000	***
Lat140_141	-0.082	0.035	-2.384	0.0181	*
Quarter2_Apr-Jun	0.182	0.055	3.291	0.0012	**
Quarter3_Jul-Sep	0.223	0.056	4.009	0.0001	***
Quarter4_Oct-Dec	0.114	0.062	1.847	0.0662	.
Speed_Bottom	0.921	0.503	1.829	0.0688	.
Temperature_100	-0.026	0.014	-1.804	0.0727	.
Year2008	0.066	0.120	0.552	0.5816	
Year2009	-0.080	0.121	-0.660	0.5103	
Year2010	-0.005	0.120	-0.043	0.9655	
Year2011	-0.147	0.120	-1.221	0.2235	
Year2012	-0.233	0.120	-1.948	0.0528	.
Year2013	0.035	0.120	0.288	0.7738	
Year2014	0.254	0.120	2.124	0.0349	*
Year2015	0.135	0.119	1.135	0.2578	
Year2016	0.052	0.120	0.429	0.6680	
Year2017	0.379	0.120	3.155	0.0018	**
Year2018	0.298	0.125	2.389	0.0178	*
Year2019	0.136	0.139	0.981	0.3275	
Year2020	0.240	0.135	1.769	0.0783	.
Year2021	0.157	0.137	1.145	0.2535	
Year2022	-0.103	0.134	-0.768	0.4432	
Year2023	-0.146	0.135	-1.080	0.2816	

	Estimate	Standard Error	z value	Pr(> z)
Year2024	0.078	0.139	0.563	0.5742
Year2025	0.431	0.121	3.561	0.0005 ***

*Signif. codes: 0 <= '***' < 0.001 < '**' < 0.01 < '*' < 0.05 '.' < 0.1*

(Dispersion parameter for gaussian family taken to be 0.0850876)

Null deviance: 27.65 on 227 degrees of freedom

Residual deviance: 17.27 on 203 degrees of freedom

AIC = 110.747

7. 東京都八丈島地区の解析結果

7.1 概要

対象漁業	キンメダイの漁獲がある東京都八丈島地区の立て縄漁業の月別漁獲量と水揚げ回数（日・隻）データ。操業位置情報は含まない。
データの利用可能な期間	2006～2025 年
標準化に使用した期間	2006～2025 年
データの抽出	全レコードを使用
選択された説明変数	年、季節、400 m 層水温
標準化の結果	方法で定めたモデル選択基準において、最小 AIC+2 の範囲のモデルに年効果が選択されなかった。年効果を含むモデルのうち、方法で定めた基準によって選ばれたベストモデルにより計算された標準化 CPUE は 2009 年～2011 年にかけて増加した。その後は小さな増減はあるものの、横ばい傾向であったが、2023 年に大きく増加し、2024 年は若干減少したが、2025 年は再び増加し、解析期間中の最高値となった。ノミナル CPUE の長期的なトレンドは標準化 CPUE とは異なり、長期的には変動しながらも横ばい傾向にあった。しかし、近年の状況をみると、2022 年以降は若干の増加傾向にある。2006 年、2010 年、2011 年および 2019 年以降は標準化 CPUE の方が顕著に高い値となったが、2025 年はノミナル CPUE の方がわずかに高かった。ただし、モデル選択の問題や、モデルが漁場内の海洋環境の違いを十分考慮できていなかった可能性から、現時点では適切な標準化 CPUE が得られていないと判断された。

7.2 結果と考察

資源評価参画機関と協議の上、八丈島地区では 40 番のグリッドを解析に使用する漁場として選択し（図 7.1）、その範囲で切り出した再解析値をその漁場を代表する海洋環境の値をモデルの変数として使用した。また、地先の黒潮位置として東経 139 度の黒潮北縁緯度を使用した。なお、環境変数とノミナル CPUE の間には、非線形性は認められなかった（図 7.2）。構築したフルモデルは以下の通りである。

$$\begin{aligned} &\log(\text{CPUE}) \sim + \text{Year} + \text{Quarter} \\ &+ \text{Temperature_0} + \text{Temperature_100} + \text{Temperature_200} + \text{Temperature_400} + \text{Temperature_Bottom} \\ &+ \text{Speed_0} + \text{Speed_100} + \text{Speed_200} + \text{Speed_400} + \text{Speed_Bottom} \\ &+ \text{Direcft_0} + \text{Direcft_100} + \text{Direcft_200} + \text{Direcft_400} + \text{Direcft_Bottom} \\ &+ \text{Lat_139} \\ &+ \text{Lat138_139} + \text{Lat139_140} + \text{Lat140_141} \end{aligned}$$

7.2.1 今年度の解析結果

方法で定めたモデル選択の基準に基づきモデル選択を実施したが、最小 AIC+2 の範囲のモデルには年効果が含まれていなかったため（表 7.1）、年効果を含むモデルにしぼり、そこから基準に従って以下のモデルをベストモデルとして選択した（表 7.2）。

$\log(\text{CPUE}) \sim \text{Year} + \text{Quarter} + \text{Temperature}_{400}$

八丈島地区では、AIC 総当りによるモデル選択の結果、FRA-ROMS II による複数層の同一説明変数が含まれるモデルを除いたモデル候補のうち、最小 AIC+2 の範囲に 15 モデルが該当した。そのうち、最もパラメータ自由度が小さいモデルをベストモデルに選択した。前述の通り、八丈島地区では AIC 上位モデルに年効果が含まれなかったため、年効果を含むモデルの中からベストモデルを選択した。一方、八丈島地区の代表的な漁場として図 7.1 の 40 番グリッドの海洋環境データを使用した。当該地区の漁場は 35～50 番グリッドまでの広い範囲に存在する。他海域より広域な漁場に対し、漁場内の海洋環境の違いを十分に考慮できていない可能性も考えられたため、今年度も引き続き、推定した標準化 CPUE を本資源における資源量計算に使用するのは適切ではないと判断された。

ベストモデルにおける QQ プロットをみると、逸脱残差とその期待値が大きく異なっておらず、残差の正規性に関しても大きな問題が見られなかった（図 7.4）。また、いずれのモデルについても変数階層ごとの逸脱残差に著しい偏りは見られなかった（図 7.5）。

ベストモデルにより推定した標準化 CPUE および各年・各月の漁獲量および出漁日数から得たノミナル CPUE の変化を図 7.6 および表 7.3 に示す。標準化 CPUE は 2009 年から 2011 年にかけて増加した。その後は小さな増減はあるものの、横ばい傾向であったが、2022 年に増加に転じ、2024 年は若干減少したが、2025 年は再び増加し、解析期間中の最高値となった。2014 年までのノミナル CPUE の長期的なトレンドは標準化 CPUE と異なっていたが、2015 年以降の傾向は概ね類似している。2006 年、2010～2012 年および 2019 年以降は標準化 CPUE の方が高かったが、2025 年はノミナル CPUE の方がわずかに高かった。

7.2.2 昨年度結果との比較

今年度のベストモデルで選択された説明変数は昨年度と同一であった。また、ベストモデルから得られた標準化 CPUE の年トレンドについて、昨年度と比較して大きな差異はみられなかった。したがって、1 年分データが追加されたことは、モデル推定結果に大きな影響を与えなかったと判断できる。

表 7.1. モデル選択結果 FRA-ROMS II による複数層の説明変数を含むモデルを除いたもののうち、AIC 最小+2 の範囲のモデルを表示。黄色塗りつぶしがベストモデル。

切片	流向					黒潮北縁緯度	経度間の黒潮北縁の緯度差				流速					水温					季節	年	df	logLik	AIC	delta
	0	100	200	400	底	東経139度	138-139	139-140	140-141	0	100	200	400	底	0	100	200	400	底							
5.06																		-0.03		+		6	-135.0	282.0	0.0	
5.22																		-0.03		+		6	-135.5	283.0	1.0	
3.61						0.05												-0.04		+		7	-134.8	283.5	1.5	
5.08														-0.4				-0.03		+		7	-134.8	283.5	1.5	
5.38																	-0.03			+		6	-135.8	283.6	1.6	
4.98									-0.02									-0.02		+		7	-134.9	283.8	1.8	
5.07								0.02										-0.03		+		7	-134.9	283.9	1.8	
5.10												-0.05						-0.03		+		7	-134.9	283.9	1.9	
5.10										-0.05								-0.03		+		7	-134.9	283.9	1.9	
5.05							0.01											-0.03		+		7	-135.0	284.0	2.0	
5.07												-0.02						-0.03		+		7	-135.0	284.0	2.0	
5.07													-0.03					-0.03		+		7	-135.0	284.0	2.0	

表 7.2. モデル選択結果 FRA-ROMS II による複数層の説明変数を含むモデルを除き、年効果を含むモデルのうち AIC 最小+2 の範囲のモデルを表示。黄色塗りつぶしがベストモデル。

切片	流向					黒潮北縁緯度				経度間の黒潮北縁の緯度差				流速					水温					季節	年	df	logLik	AIC	delta
	0	100	200	400	底	東経139度	138-139	139-140	140-141	0	100	200	400	底	0	100	200	400	底	0	100	200	400	底					
5.23																				-0.05				+	+	25	-119.5	289.0	7.0
5.30				+																-0.05				+	+	32	-113.0	289.9	7.9
5.18							0.04													-0.04				+	+	26	-119.1	290.2	8.2
5.65				+																-0.05				+	+	32	-113.2	290.4	8.4
5.36									0.04											-0.05				+	+	26	-119.3	290.5	8.5
5.26														-0.33						-0.04				+	+	26	-119.4	290.8	8.8
5.22				+			0.05													-0.04				+	+	33	-112.4	290.8	8.8
5.20													0.11							-0.05				+	+	26	-119.4	290.9	8.9
5.24								0.02												-0.05				+	+	26	-119.5	290.9	8.9
5.79				+			0.07													-0.06				+	+	33	-112.5	291.0	9.0
5.21													0.04							-0.04				+	+	26	-119.5	291.0	9.0
5.52				+			0.06													-0.05				+	+	33	-112.5	291.0	9.0
4.82						0.01														-0.05				+	+	26	-119.5	291.0	9.0
5.24													-0.01							-0.05				+	+	26	-119.5	291.0	9.0
5.23										0										-0.05				+	+	26	-119.5	291.0	9.0

表 7.3. 標準化 CPUE およびノミナル CPUE。CPUE の値は、解析期間の平均値で規格化した値。

Year	ノミナル CPUE (規格化)	標準化 CPUE (規格化)	CI_下限	CI_上限	CV
2006	0.86	0.92	0.67	1.14	0.13
2007	0.98	0.91	0.74	1.08	0.10
2008	0.93	0.64	0.26	1.08	0.35
2009	1.13	0.92	0.71	1.19	0.14
2010	1.01	1.06	0.82	1.34	0.13
2011	1.04	1.13	0.88	1.34	0.10
2012	0.97	1.02	0.90	1.13	0.05
2013	1.22	1.02	0.69	1.42	0.18
2014	1.00	1.04	0.92	1.17	0.06
2015	0.91	0.83	0.66	1.00	0.10
2016	0.94	0.90	0.76	1.04	0.08
2017	1.00	0.94	0.75	1.13	0.11
2018	1.03	1.01	0.88	1.14	0.07
2019	0.76	0.87	0.73	1.02	0.08
2020	0.88	1.04	0.91	1.19	0.07
2021	0.83	0.91	0.78	1.06	0.08
2022	0.91	1.04	0.89	1.22	0.09
2023	1.13	1.28	1.08	1.59	0.10
2024	1.13	1.20	0.96	1.48	0.11
2025	1.33	1.33	1.14	1.51	0.07

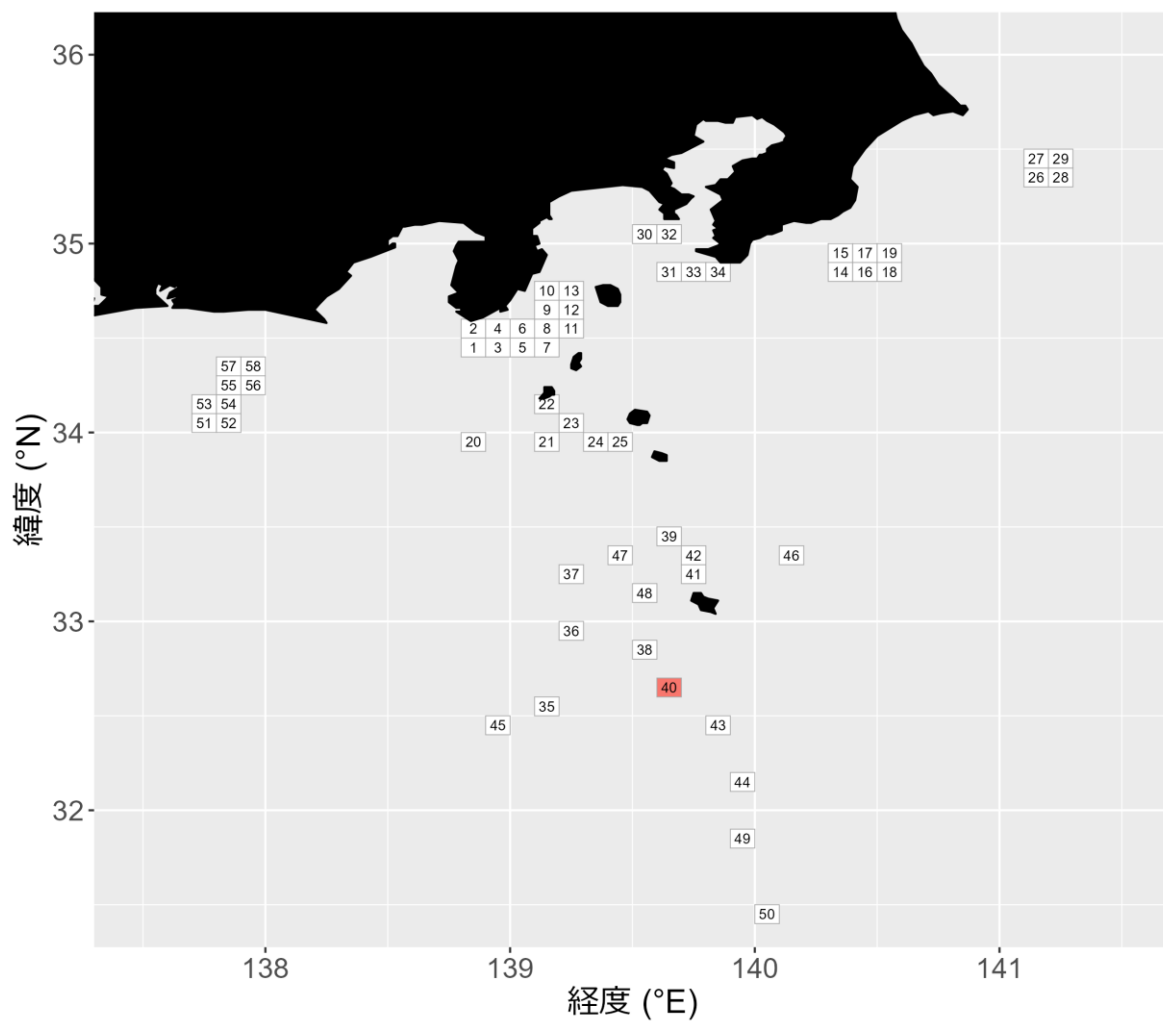


図 7.1. FRA-ROMS II 再解析値の抽出に用いた各地区の漁場範囲。緯度経度 0.1°グリッドごとにデータを抽出。八丈島地区は 40 番のグリッドを使用。

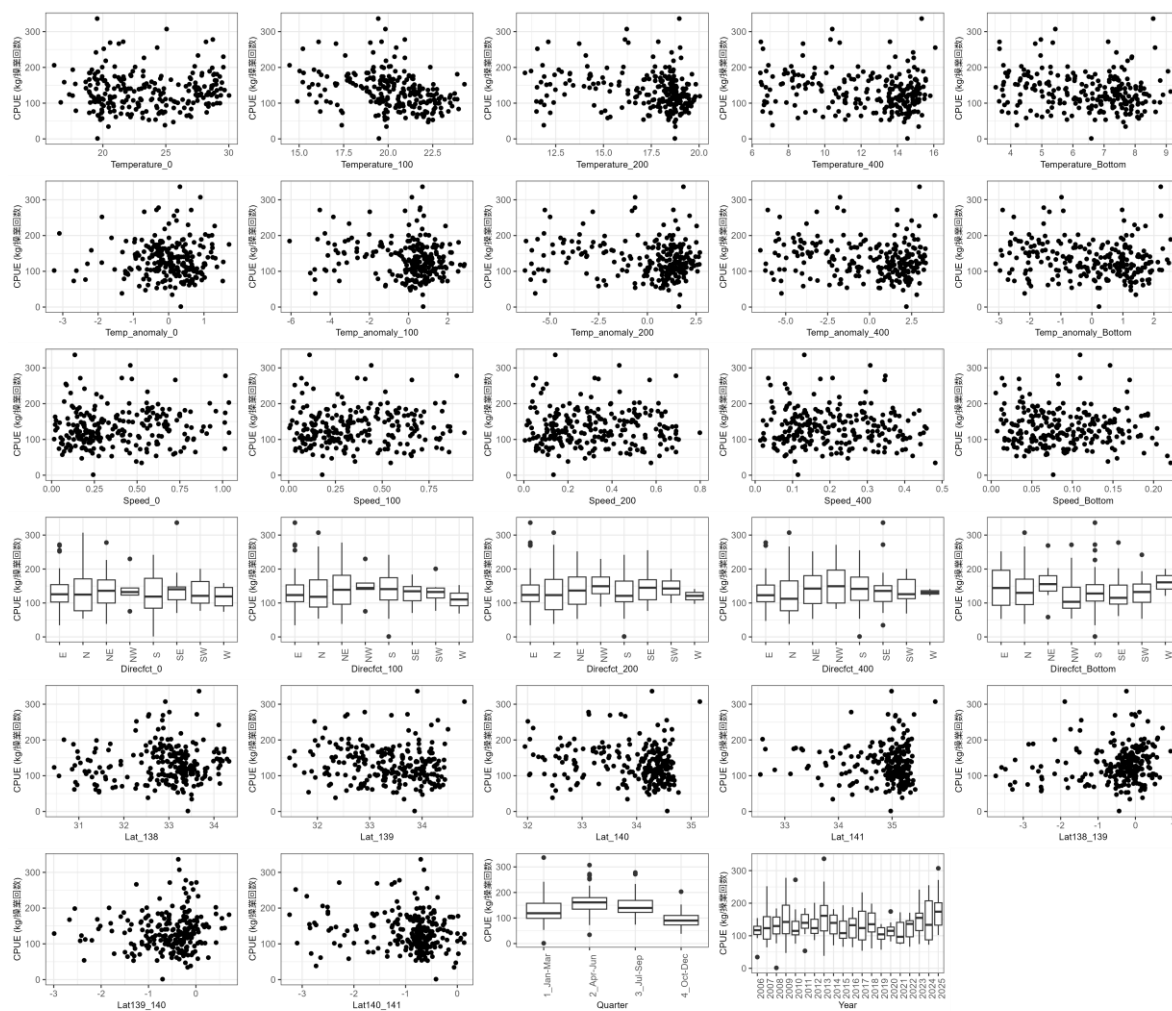


図 7.2. 標準化モデルに導入した説明変数とノミナル CPUE との関係。

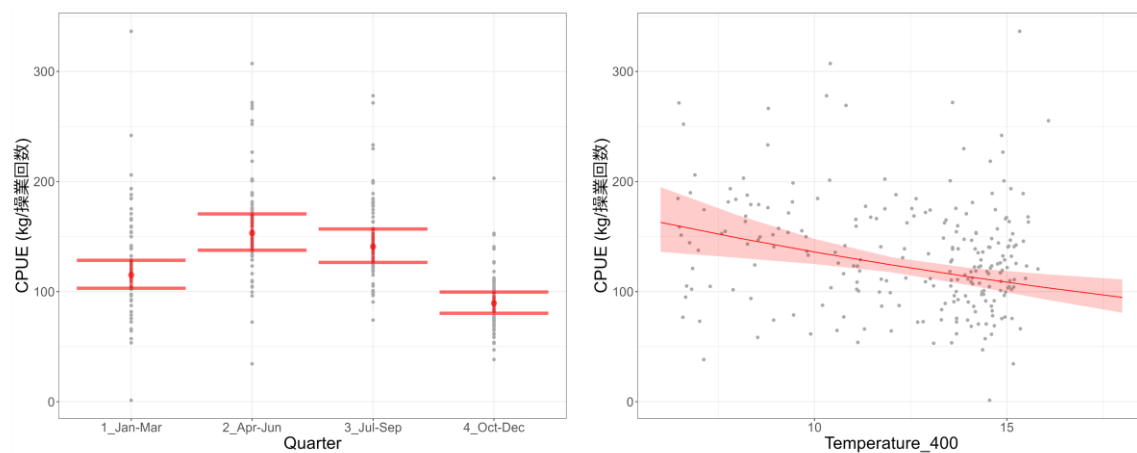


図 7.3. ベストモデルにおける各説明変数の部分効果。図中の赤帯と赤髭は 95%信頼区間を示す。

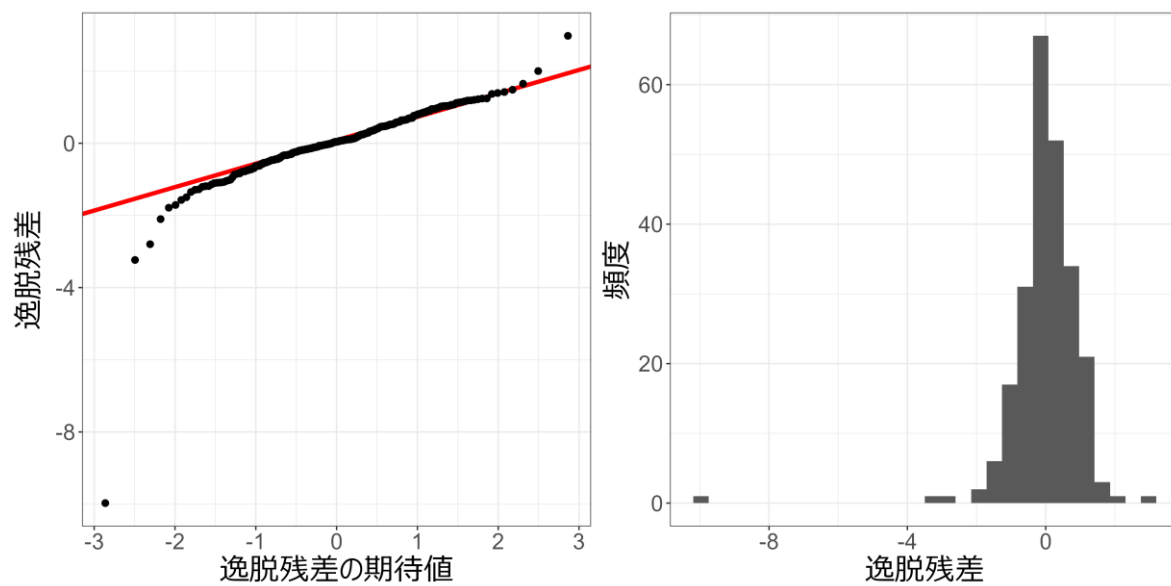


図 7.4. ベストモデルにおける QQ プロット（左）および残差の頻度分布（右）。

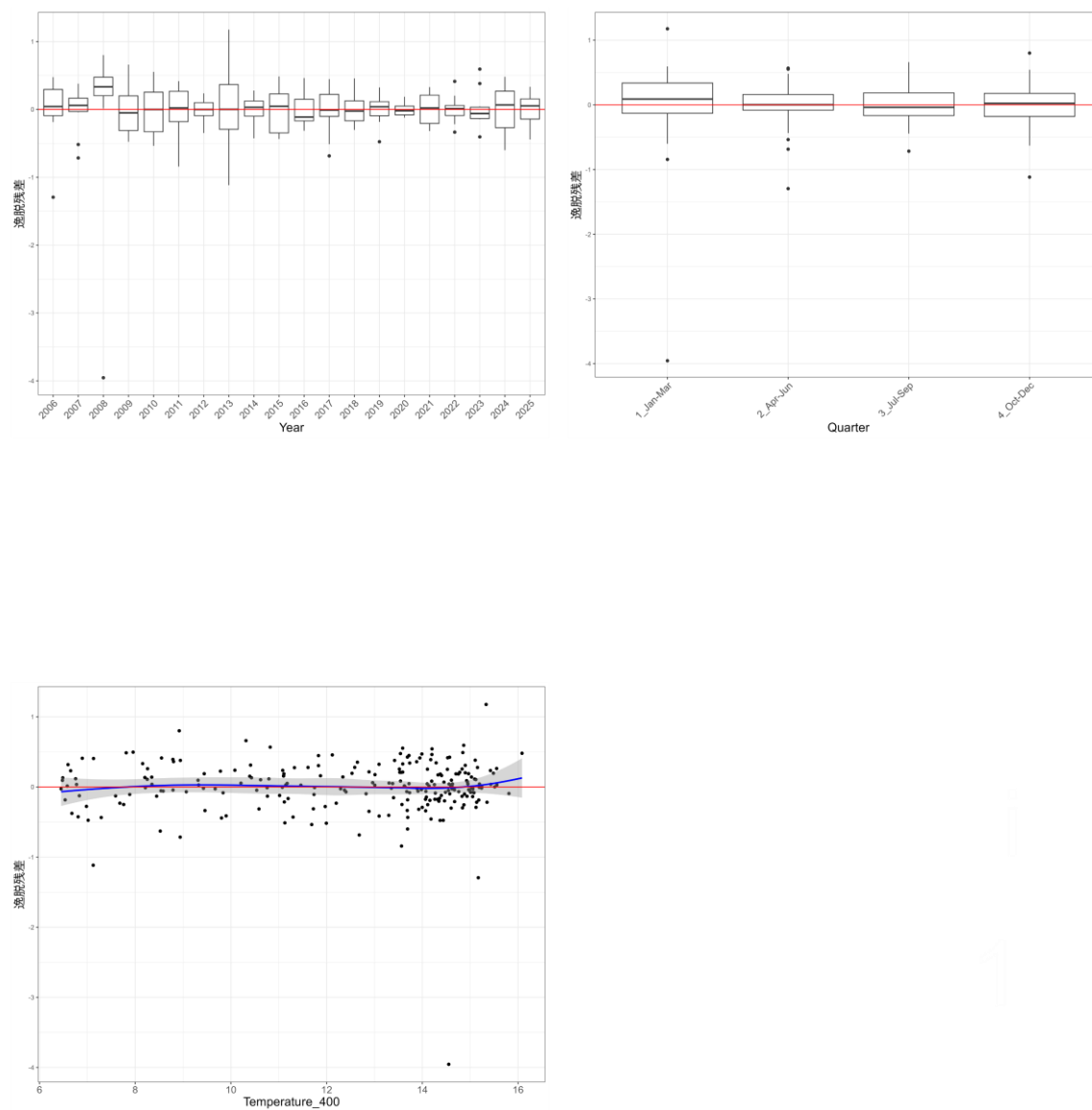


図 7.5. ベストモデルの層別逸脱残差。Temperature_400 に関する残差図の青線と灰帯は、残差にフィッティングさせた平滑化曲線 (loess) と、その 95%信頼区間を示す。

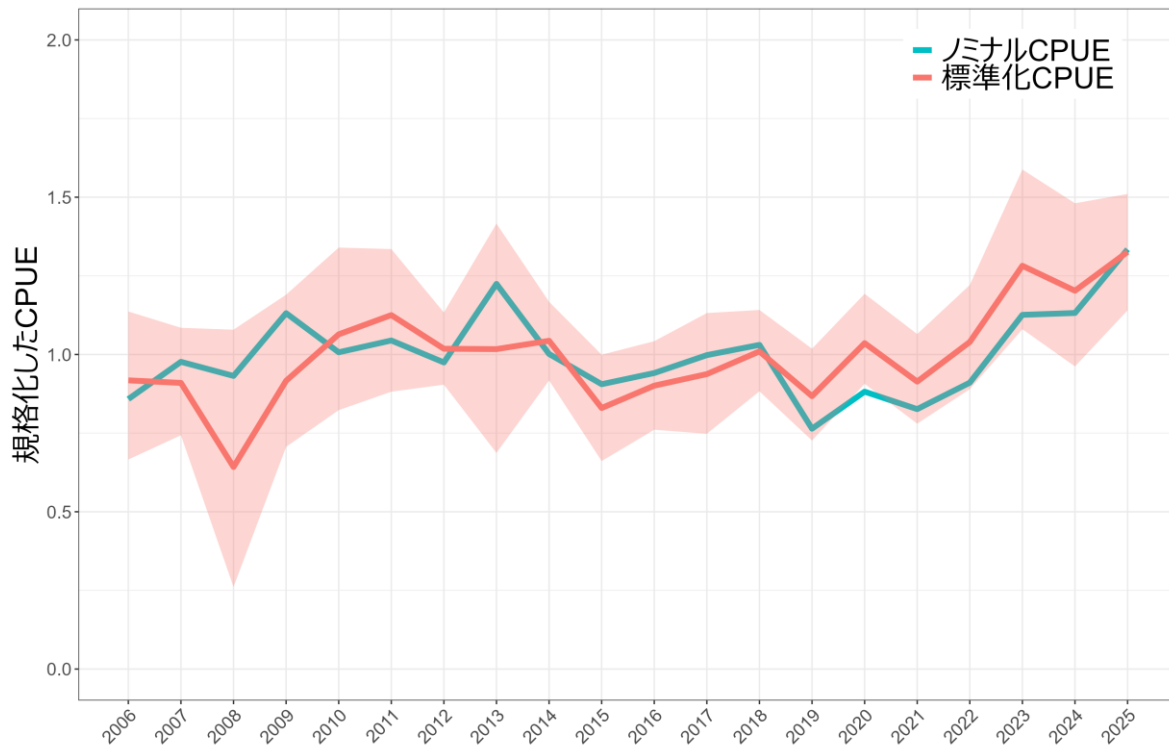


図 7.6. 標準化 CPUE およびノミナル CPUE の推移。CPUE の値は、解析期間の平均値で規格化した値。赤帯は、データのブートストラップサンプリングとベストモデルによる年トレンド推定を 1,000 回繰り返して求めた 95%信頼区間を示す。

7.3 ベストモデルの推定パラメタの要約

glm(formula = log(CPUE) ~ Quarter + Temperature_400 + Year + 1, family = gaussian, data =
df_cpue_roms_kuroshio_2)

	Estimate	Standard Error	z value	Pr(> z)	
(Intercept)	5.231	0.229	22.861	0.0000	***
Quarter2_Apr-Jun	0.286	0.078	3.660	0.0003	***
Quarter3_Jul-Sep	0.203	0.078	2.595	0.0101	*
Quarter4_Oct-Dec	-0.251	0.078	-3.220	0.0015	**
Temperature_400	-0.045	0.014	-3.329	0.0010	**
Year2007	-0.009	0.176	-0.050	0.9599	
Year2008	-0.357	0.179	-1.995	0.0473	*
Year2009	-0.001	0.181	-0.008	0.9938	
Year2010	0.148	0.181	0.818	0.4143	
Year2011	0.204	0.172	1.184	0.2377	
Year2012	0.104	0.173	0.601	0.5482	
Year2013	0.103	0.178	0.577	0.5642	
Year2014	0.128	0.173	0.744	0.4574	
Year2015	-0.101	0.179	-0.563	0.5739	
Year2016	-0.018	0.175	-0.106	0.9160	
Year2017	0.021	0.175	0.123	0.9024	
Year2018	0.096	0.174	0.549	0.5834	
Year2019	-0.056	0.173	-0.326	0.7449	
Year2020	0.121	0.173	0.700	0.4844	
Year2021	-0.004	0.172	-0.025	0.9799	
Year2022	0.125	0.173	0.722	0.4709	
Year2023	0.334	0.173	1.934	0.0545	.
Year2024	0.270	0.172	1.568	0.1184	

	Estimate	Standard Error	z value	Pr(> z)	
Year2025	0.368	0.174	2.122	0.0350	*

*Signif. codes: 0 <= '***' < 0.001 < '**' < 0.01 < '*' < 0.05 '.' < 0.1*

(Dispersion parameter for gaussian family taken to be 0.1777764)

Null deviance: 55.32 on 237 degrees of freedom

Residual deviance: 38.04 on 214 degrees of freedom

AIC = 289.036

8. 静岡県伊東地区の解析結果

8.1 概要

対象漁業	キンメダイの漁獲がある静岡県伊東地区の立て縄漁業の月別漁獲量と水揚げ回数（日・隻）データ。操業位置情報は含まない。
データの利用可能な期間	2000～2025 年
標準化に使用した期間	2000～2025 年
データの抽出	全レコードを使用
選択された説明変数	年、季節、0 m 層水温、底層流速、地先における黒潮北縁の緯度（東経 139 度）、経度間の黒潮北縁の緯度差（東経 139 度-140 度）
標準化の結果	標準化 CPUE は 2009 年頃まで横ばい傾向であったが、2010 年から 2013 年にかけて大幅に減少した。その後は増減を繰り返しながらも長期的に減少傾向にある。2023 年以降は増加に転じ、2025 年は引き続き低い水準にあるものの、前年より増加した。ノミナル CPUE の長期的なトレンドは標準化 CPUE と類似した一方、2003～2004 年および 2018 年以降は標準化 CPUE の方が顕著に高い傾向がある。

8.2 結果と考察

資源評価参画機関と協議の上、伊東地区では 10 番のグリッドを解析に使用する漁場として選択し（図 8.1）、その範囲で切り出した再解析値をその漁場を代表する海洋環境の値をモデルの変数として使用した。また、地先の黒潮位置として東経 139 度の黒潮北縁緯度を使用した。なお、環境変数とノミナル CPUE の間には、非線形性は認められなかった（図 8.2）。構築したフルモデルは以下の通りである。

$$\begin{aligned} \log(\text{CPUE}) \sim & + \text{Year} + \text{Quarter} \\ & + \text{Temperature_0} + \text{Temperature_100} + \text{Temperature_Bottom} \\ & + \text{Speed_0} + \text{Speed_100} + \text{Speed_Bottom} \\ & + \text{Direcft_0} + \text{Direcft_100} + \text{Direcft_Bottom} \\ & + \text{Lat_139} \\ & + \text{Lat138_139} + \text{Lat139_140} + \text{Lat140_141} \end{aligned}$$

8.2.1 今年度の解析結果

方法で定めたモデル選択の基準に基づき、以下のモデルがベストモデルに選択された（表 8.1）。

$\log(\text{CPUE}) \sim \text{Year} + \text{Quarter} + \text{Temperature_0} + \text{Speed_Bottom} + \text{Lat_139} + \text{Lat139_140}$

伊東地区では、AIC 総当りによるモデル選択の結果、FRA-ROMS II による複数層の同一説明変数が含まれるモデルを除いたモデル候補のうち、最小 AIC+2 の範囲に 6 モデルが該当した。そのうち、最もパラメータ自由度が小さいモデルをベストモデルに選択した。ベストモデルには 0 m 層水温、底層流速、東経 139 度における黒潮北縁の緯度、東経 139～140 度における黒潮北縁の緯度差が含まれており、黒潮の影響や漁場内の水温・流れに関連する説明変数が選ばれやすい傾向にあった。最小 AIC+2 の範囲に含まれるモデル候補においても、その多くでこれらの説明変数が選択されていた。ベストモデルで選択された各説明変数への CPUE の応答からも、黒潮や漁場内の流速・水温による CPUE の変化が検出されている（図 8.3）。

ベストモデルにおける QQ プロットをみると、逸脱残差とその期待値が大きく異なっておらず、残差の正規性に関しても大きな問題が見られなかった（図 8.4）。また、いずれのモデルについても変数階層ごとの逸脱残差に著しい偏りは見られなかった（図 8.5）。

ベストモデルにより推定した標準化 CPUE および各年・各月の漁獲量および出漁日数から得たノミナル CPUE の変化を図 8.6 および表 8.2 に示す。標準化 CPUE は 2009 年頃まで横ばい傾向であったが、2010 年から 2013 年にかけて大幅に減少した。その後は増減を繰り返しながらも長期的に減少傾向にある。2023 年以降は増加に転じ、2025 年は引き続き低い水準にあるものの、前年より増加した。ノミナル CPUE の長期的なトレンドは標準化 CPUE と類似した一方、2003～2004 年および 2018 年以降は標準化 CPUE の方が顕著に高い傾向がある。

8.2.2 昨年度結果との比較

今年度のベストモデルでは昨年度は選択されなかった季節が全てのモデルで選択されたが、昨年度も季節が最小 AIC+2 の範囲の多くのモデルで含まれていた。また、ベストモデルから得られた標準化 CPUE との年トレンドに昨年度との大きな違いはなかったことから、モデル推定結果に大きな変化はなかったと判断できる。

表 8.1. モデル選択結果 FRA-ROMS II による複数層の説明変数を含むモデルを除いたもののうち、AIC 最小+2 の範囲のモデルを表示。黄色塗りつぶしがベストモデル。

切片	流向			黒潮北縁緯度	経度間の黒潮北縁の緯度差			流速			水温			季節	年	df	logLik	AIC	delta
	0	100	底	東経139度	138-139	139-140	140-141	0	100	底	0	100	底						
11.28		+		-0.20		0.16			-1.96		-0.03			+	+	41	-78.1	238.2	0.0
10.52				-0.18		0.14				-2.96	-0.03			+	+	34	-85.4	238.7	0.6
12.12		+		-0.23		0.17	0.03		-1.93		-0.03			+	+	42	-77.9	239.8	1.6
10.94		+		-0.19	0.02	0.15			-1.93		-0.03			+	+	42	-78.0	239.9	1.7
9.78	+			-0.16		0.14				-3.16	-0.03			+	+	41	-79.0	240.0	1.8
11.51		+		-0.21		0.17				-2.41	-0.03			+	+	41	-79.1	240.1	1.9

表 8.2. 標準化 CPUE およびノミナル CPUE。CPUE の値は、解析期間の平均値で規格化した値。

Year	ノミナル CPUE (規格化)	標準化 CPUE (規格化)	CI_下限	CI_上限	CV
2000	1.68	1.60	1.37	1.88	0.08
2001	1.59	1.35	1.10	1.62	0.10
2002	0.98	1.02	0.83	1.30	0.11
2003	1.27	1.44	1.20	1.70	0.09
2004	1.13	1.29	1.00	1.55	0.11
2005	1.39	1.34	1.01	1.78	0.14
2006	1.65	1.73	1.47	2.03	0.08
2007	1.39	1.36	1.19	1.56	0.07
2008	1.45	1.37	1.15	1.62	0.09
2009	1.48	1.28	1.07	1.50	0.09
2010	1.05	1.08	0.85	1.30	0.10
2011	1.10	1.16	0.98	1.35	0.08
2012	0.97	0.94	0.75	1.17	0.11
2013	0.77	0.68	0.57	0.82	0.09
2014	0.93	0.91	0.77	1.08	0.09
2015	0.95	0.85	0.73	0.99	0.08
2016	1.08	1.00	0.79	1.29	0.13
2017	0.91	0.82	0.68	0.99	0.10
2018	0.65	0.70	0.59	0.81	0.08
2019	0.42	0.49	0.41	0.57	0.08
2020	0.51	0.60	0.48	0.73	0.11
2021	0.66	0.77	0.63	0.92	0.10
2022	0.37	0.41	0.30	0.53	0.15
2023	0.45	0.53	0.42	0.66	0.11
2024	0.53	0.59	0.44	0.76	0.14
2025	0.65	0.69	0.59	0.79	0.08

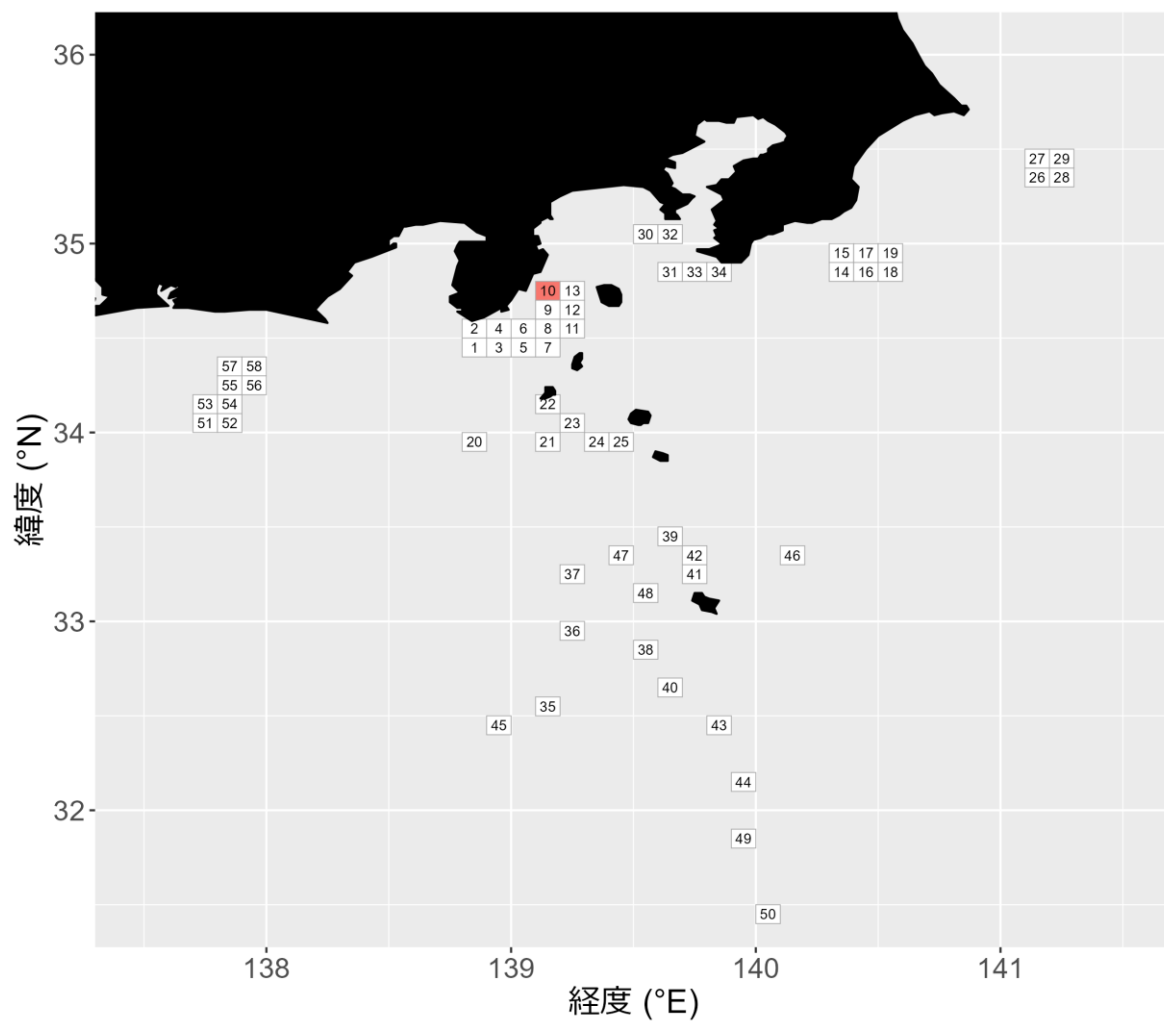


図 8.1. FRA-ROMS II 再解析値の抽出に用いた各地区の漁場範囲。緯度経度 0.1°グリッドごとにデータを抽出。伊東地区は 10 番のグリッドを使用。

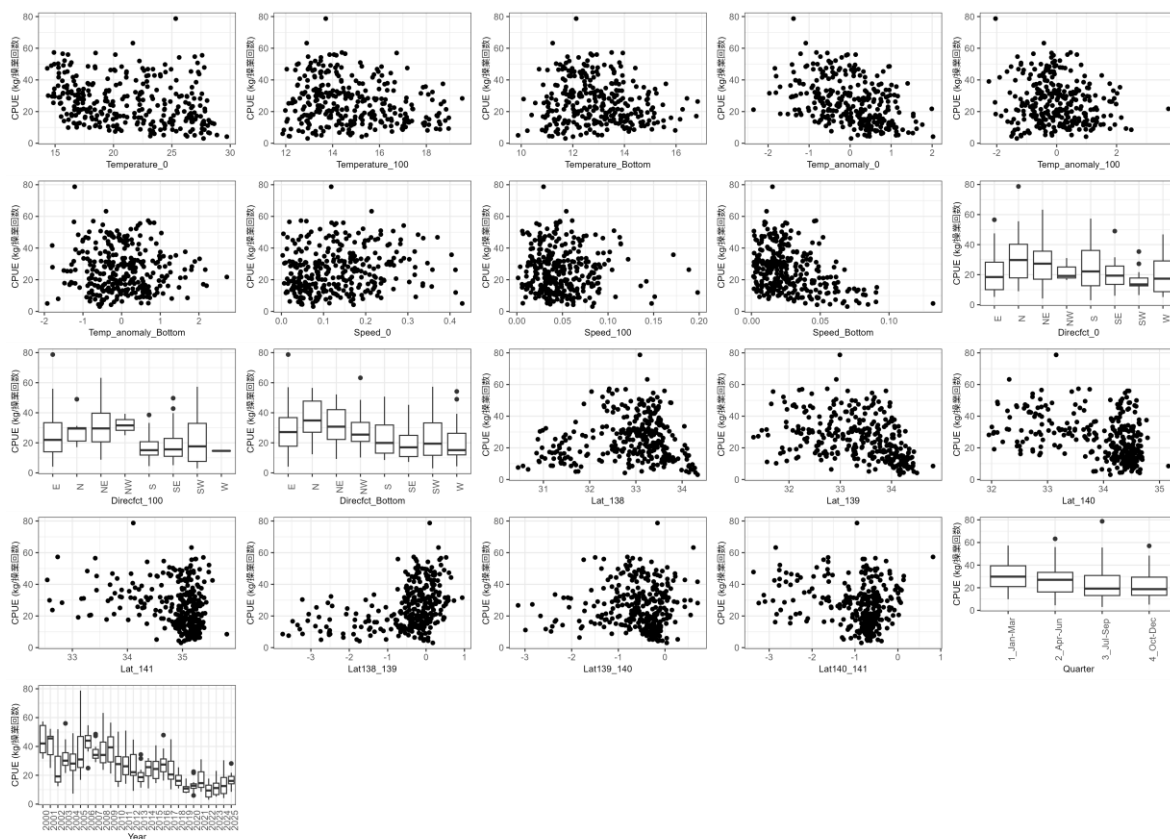


図 8.2. 標準化モデルに導入した説明変数とノミナル CPUE との関係。

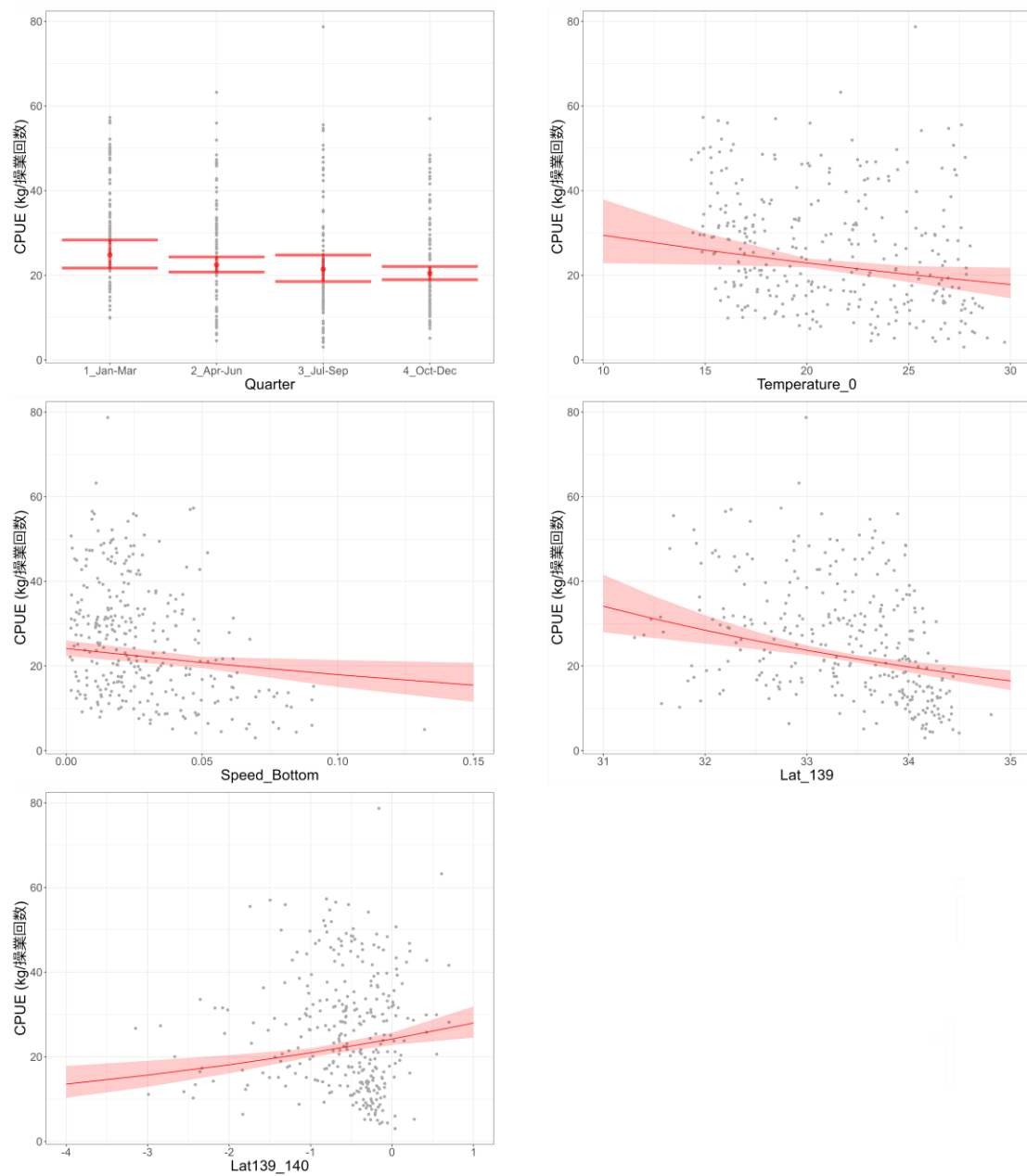


図 8.3. ベストモデルにおける各説明変数の部分効果。図中の赤帯と赤髭は 95%信頼区間を示す。

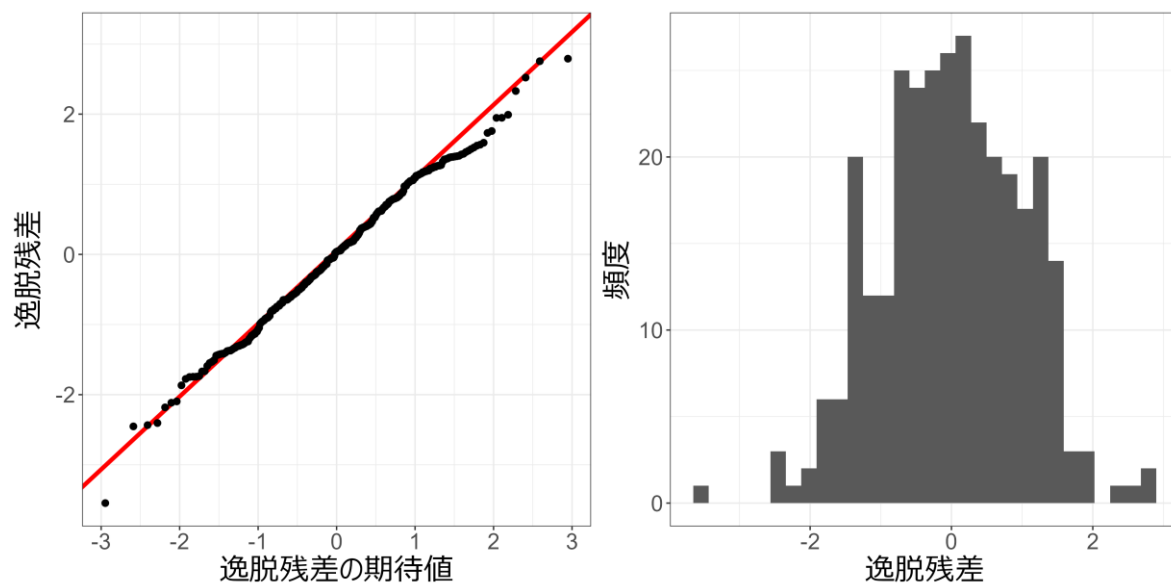


図 8.4. ベストモデルにおける QQ プロット（左）および残差の頻度分布（右）。

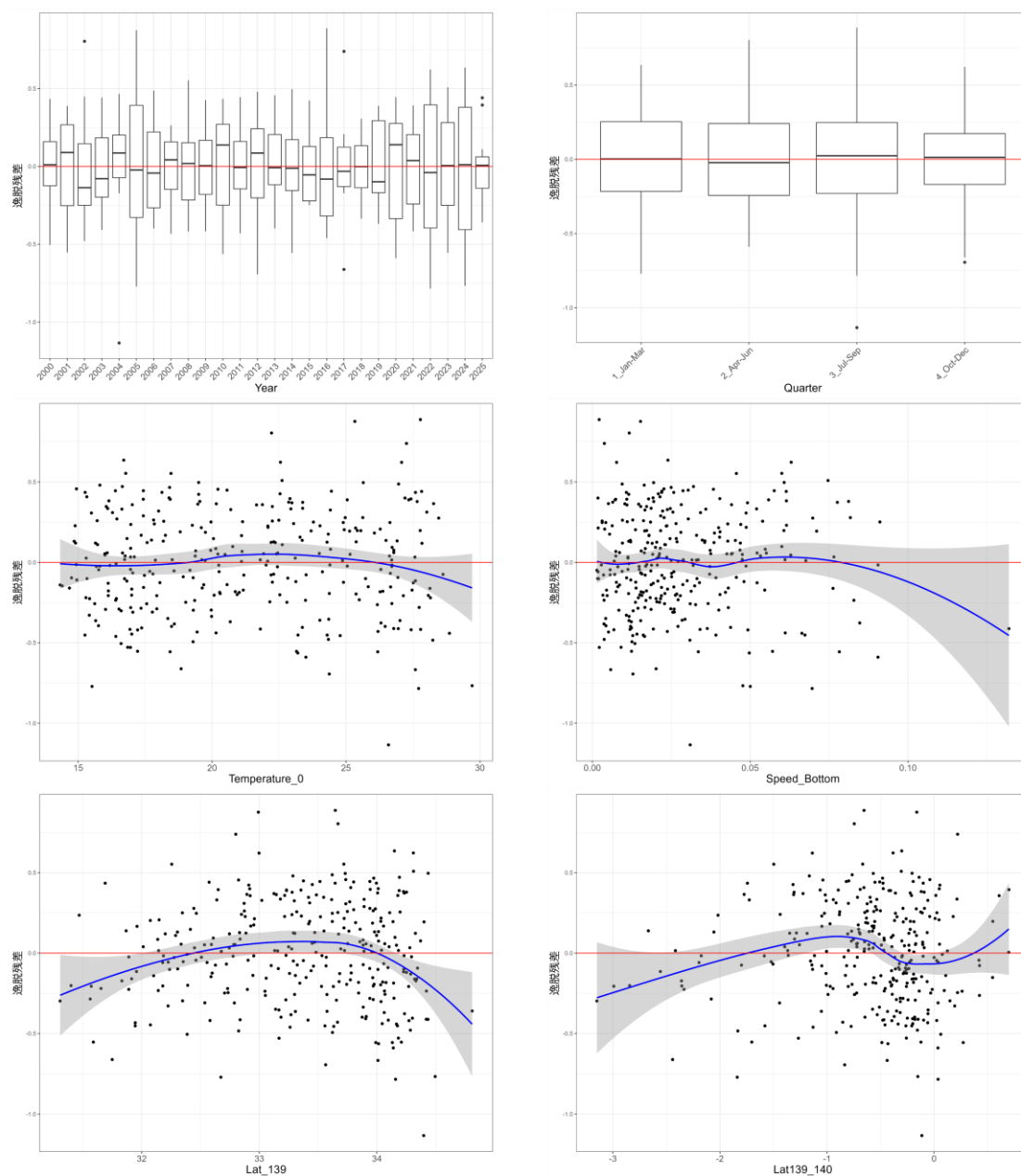


図 8.5. ベストモデルの層別逸脱残差。Temperature_0、Speed_Bottom、Lat_139、Lat139_140 に関する残差図の青線と灰帯は、残差にフィッティングさせた平滑化曲線（loess）と、その 95% 信頼区間を示す。

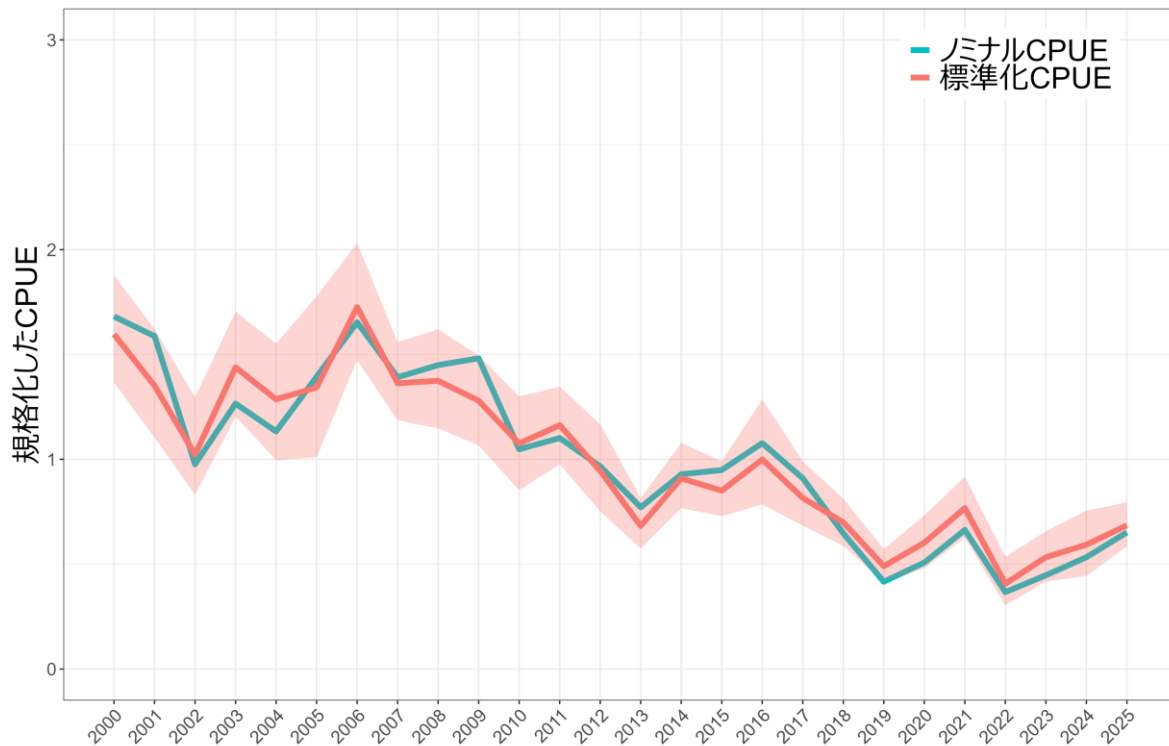


図 8.6. 標準化 CPUE およびノミナル CPUE の推移。CPUE の値は、解析期間の平均値で規格化した値。赤帯は、データのブートストラップサンプリングとベストモデルによる年トレンド推定を 1,000 回繰り返して求めた 95%信頼区間を示す。

8.3 ベストモデルの推定パラメタの要約

glm(formula = log(CPUE) ~ Lat_139 + Lat139_140 + Quarter + Speed_Bottom + Temperature_0 +
Year + 1, family = gaussian, data = df_cpue_roms_kuroshio_2)

	Estimate	Standard Error	z value	Pr(> z)	
(Intercept)	10.516	1.384	7.596	0.0000	***
Lat_139	-0.182	0.042	-4.336	0.0000	***
Lat139_140	0.145	0.040	3.585	0.0004	***
Quarter2_Apr-Jun	-0.098	0.069	-1.416	0.1580	
Quarter3_Jul-Sep	-0.146	0.131	-1.116	0.2656	
Quarter4_Oct-Dec	-0.192	0.082	-2.355	0.0192	*
Speed_Bottom	-2.958	1.212	-2.441	0.0153	*
Temperature_0	-0.025	0.011	-2.207	0.0281	*
Year2001	-0.167	0.139	-1.199	0.2315	
Year2002	-0.445	0.147	-3.020	0.0028	**
Year2003	-0.104	0.147	-0.711	0.4779	
Year2004	-0.216	0.149	-1.451	0.1480	
Year2005	-0.173	0.139	-1.242	0.2153	
Year2006	0.078	0.142	0.546	0.5857	
Year2007	-0.158	0.139	-1.141	0.2549	
Year2008	-0.150	0.139	-1.079	0.2815	
Year2009	-0.221	0.140	-1.583	0.1145	
Year2010	-0.395	0.143	-2.754	0.0063	**
Year2011	-0.317	0.143	-2.220	0.0272	*
Year2012	-0.525	0.141	-3.720	0.0002	***
Year2013	-0.849	0.139	-6.094	0.0000	***
Year2014	-0.563	0.141	-3.999	0.0001	***
Year2015	-0.630	0.139	-4.535	0.0000	***

	Estimate	Standard Error	z value	Pr(> z)	
Year2016	-0.469	0.139	-3.363	0.0009	***
Year2017	-0.671	0.138	-4.875	0.0000	***
Year2018	-0.825	0.143	-5.763	0.0000	***
Year2019	-1.180	0.146	-8.085	0.0000	***
Year2020	-0.975	0.149	-6.530	0.0000	***
Year2021	-0.733	0.147	-4.982	0.0000	***
Year2022	-1.367	0.151	-9.082	0.0000	***
Year2023	-1.097	0.153	-7.161	0.0000	***
Year2024	-0.991	0.149	-6.640	0.0000	***
Year2025	-0.846	0.142	-5.971	0.0000	***

*Signif. codes: 0 <= '***' < 0.001 < '**' < 0.01 < '*' < 0.05 '.' < 0.1*

(Dispersion parameter for gaussian family taken to be 0.1131725)

Null deviance: 110.2 on 311 degrees of freedom

Residual deviance: 31.58 on 279 degrees of freedom

AIC = 238.74

9. 静岡県稲取地区の解析結果

9.1 概要

対象漁業	キンメダイの漁獲がある静岡県稲取地区の立て縄漁業の月別漁獲量と水揚げ回数（日・隻）データ。操業位置情報は含まない。
データの利用可能な期間	2000～2025 年
標準化に使用した期間	2000～2025 年
データの抽出	全レコードを使用
選択された説明変数	年、季節、底層水温、0 m 層流速
標準化の結果	標準化 CPUE は 2009 年頃まで横ばい傾向であったが、それ以降減少した。しかし、2019 年以降は再び増加に転じ、2021 年は 2009 年以前と同水準と推定された。2022 年以降は再び減少し、2025 年は解析期間内で最低値となった。ノミナル CPUE の長期的なトレンドは標準化 CPUE と類似した一方、2004 年および 2018 年～2022 年、2024 年は標準化 CPUE の方が顕著に高い傾向があったが、2025 年は同程度となった。

9.2 結果と考察

資源評価参画機関と協議の上、稲取地区では 8 番のグリッドを解析に使用する漁場として選択し（図 9.1）、その範囲で切り出した再解析値をその漁場を代表する海洋環境の値をモデルの変数として使用した。また、地先の黒潮位置として東経 139 度の黒潮北縁緯度を使用した。なお、環境変数とノミナル CPUE の間には、非線形性は認められなかった（図 9.2）。

構築したフルモデルは以下の通りである。

$$\begin{aligned}
 \log(\text{CPUE}) \sim & + \text{Year} + \text{Quarter} \\
 & + \text{Temperature_0} + \text{Temperature_100} + \text{Temperature_200} + \text{Temperature_Bottom} \\
 & + \text{Speed_0} + \text{Speed_100} + \text{Speed_200} + \text{Speed_Bottom} \\
 & + \text{Direcfct_0} + \text{Direcfct_100} + \text{Direcfct_200} + \text{Direcfct_Bottom} \\
 & + \text{Lat_139} \\
 & + \text{Lat138_139} + \text{Lat139_140} + \text{Lat140_141}
 \end{aligned}$$

9.2.1 今年度の解析結果

方法で定めたモデル選択の基準に基づき、以下のモデルがベストモデルに選択された（表 9.1）。

$$\log(\text{CPUE}) \sim \text{Year} + \text{Quarter} + \text{Temperature_Bottom} + \text{Speed_0}$$

稲取地区では、AIC 総当りによるモデル選択の結果、FRA-ROMS II による複数層の同一説明変数が含まれるモデルを除いたモデル候補のうち、最小 AIC+2 の範囲に 11 モデルが該当した。そのうち、最もパラメータ自由度が小さいモデルをベストモデルに選択した。最小 AIC+2 の範囲のモデルをみると、多くのモデルで共通してベストモデルで選択された 0 m 層流速、底層水温が含まれた。その他、0 m 層水温や黒潮北縁の緯度差を含む場合もあり、漁場内の水温や流れ、黒潮の影響に関連する説明変数が選ばれやすい傾向にあった。ベストモデルで選択された各説明変数への CPUE の応答からも、漁場内の流速および水温による CPUE の変化が検出された（図 9.3）。

ベストモデルにおける QQ プロットをみると、逸脱残差とその期待値が大きく異なっておらず、残差の正規性に関しても大きな問題が見られなかった（図 9.4）。また、いずれのモデルについても変数階層ごとの逸脱残差に著しい偏りは見られなかった（図 9.5）。

ベストモデルにより推定した標準化 CPUE および各年・各月の漁獲量および出漁日数から得たノミナル CPUE の変化を図 9.6 および表 9.2 に示す。標準化 CPUE は 2009 年頃まで横ばい傾向であったが、それ以降減少した。しかし、2019 年以降は再び増加に転じ、2021 年は 2009 年以前と同水準と推定された。しかし、2022 年以降は再び減少し、2025 年は解析期間内で最低値となった。ノミナル CPUE の長期的なトレンドは標準化 CPUE と類似した一方、2004 年および 2018 年～2022 年、2024 年は標準化 CPUE の方が顕著に高い傾向があったが、2025 年は同程度となった。

9.2.2 昨年度結果との比較

今年度のベストモデルで選択された説明変数は昨年度と同一であった。また、ベストモデルから得られた標準化 CPUE の年トレンドについて、昨年度と比較して大きな差異はみられなかった。したがって、1 年分データが追加されたことは、モデル推定結果に大きな影響を与えなかったと判断できる。

表 9.1. モデル選択結果 FRA-ROMS II による複数層の説明変数を含むモデルを除いたもののうち、AIC 最小+2 の範囲のモデルを表示。黄色塗りつぶしがベストモデル。

切片	流向				黒潮北縁緯度	経度間の黒潮北縁の緯度差			流速				水温				季節	年	df	logLik	AIC	delta
	0	100	200	底	東経139度	138-139	139-140	140-141	0	100	200	底	0	100	200	底						
4.34									-0.45							-0.07	+	+	32	-19.7	103.4	0.0
4.00							0.04		-0.41				-0.02				+	+	33	-18.9	103.7	0.4
3.98									-0.42				-0.02				+	+	32	-20.0	104.0	0.6
4.33								-0.02	-0.43							-0.07	+	+	33	-19.2	104.5	1.1
4.27							0.03		-0.44							-0.06	+	+	33	-19.2	104.5	1.1
5.22					-0.04		0.06		-0.38				-0.02				+	+	34	-18.3	104.7	1.3
4.17									-0.43						-0.04		+	+	32	-20.6	105.1	1.8
3.95								-0.02	-0.40				-0.02				+	+	33	-19.6	105.1	1.8
4.72					-0.01				-0.44							-0.07	+	+	33	-19.6	105.3	1.9
3.98							0.04	-0.02	-0.40				-0.02				+	+	34	-18.7	105.3	1.9
4.34						0			-0.45							-0.07	+	+	33	-19.7	105.4	2.0

表 9.2. 標準化 CPUE およびノミナル CPUE。CPUE の値は、解析期間の平均値で規格化した値。

Year	ノミナル CPUE (規格化)	標準化 CPUE (規格化)	CI_下限	CI_上限	CV
2000	1.21	1.15	0.94	1.42	0.11
2001	1.30	1.17	1.03	1.34	0.07
2002	1.04	0.99	0.81	1.20	0.10
2003	1.23	1.26	1.14	1.37	0.05
2004	1.12	1.30	1.08	1.57	0.10
2005	1.39	1.42	1.27	1.59	0.06
2006	1.25	1.11	1.00	1.24	0.05
2007	1.09	1.08	0.98	1.20	0.05
2008	1.29	1.26	1.14	1.39	0.05
2009	1.48	1.28	1.14	1.42	0.06
2010	1.09	1.10	0.96	1.25	0.07
2011	0.99	1.02	0.89	1.17	0.07
2012	1.10	1.11	0.98	1.27	0.07
2013	0.79	0.73	0.61	0.84	0.08
2014	0.94	0.82	0.68	0.97	0.09
2015	0.86	0.81	0.70	0.93	0.07
2016	0.90	0.82	0.70	0.95	0.08
2017	0.78	0.76	0.66	0.87	0.07
2018	0.67	0.74	0.64	0.85	0.08
2019	0.77	0.88	0.70	1.13	0.13
2020	0.98	1.05	0.81	1.28	0.11
2021	1.12	1.25	1.03	1.50	0.10
2022	0.91	1.01	0.86	1.19	0.08
2023	0.66	0.69	0.55	0.87	0.12
2024	0.49	0.61	0.53	0.71	0.08
2025	0.57	0.57	0.49	0.65	0.07

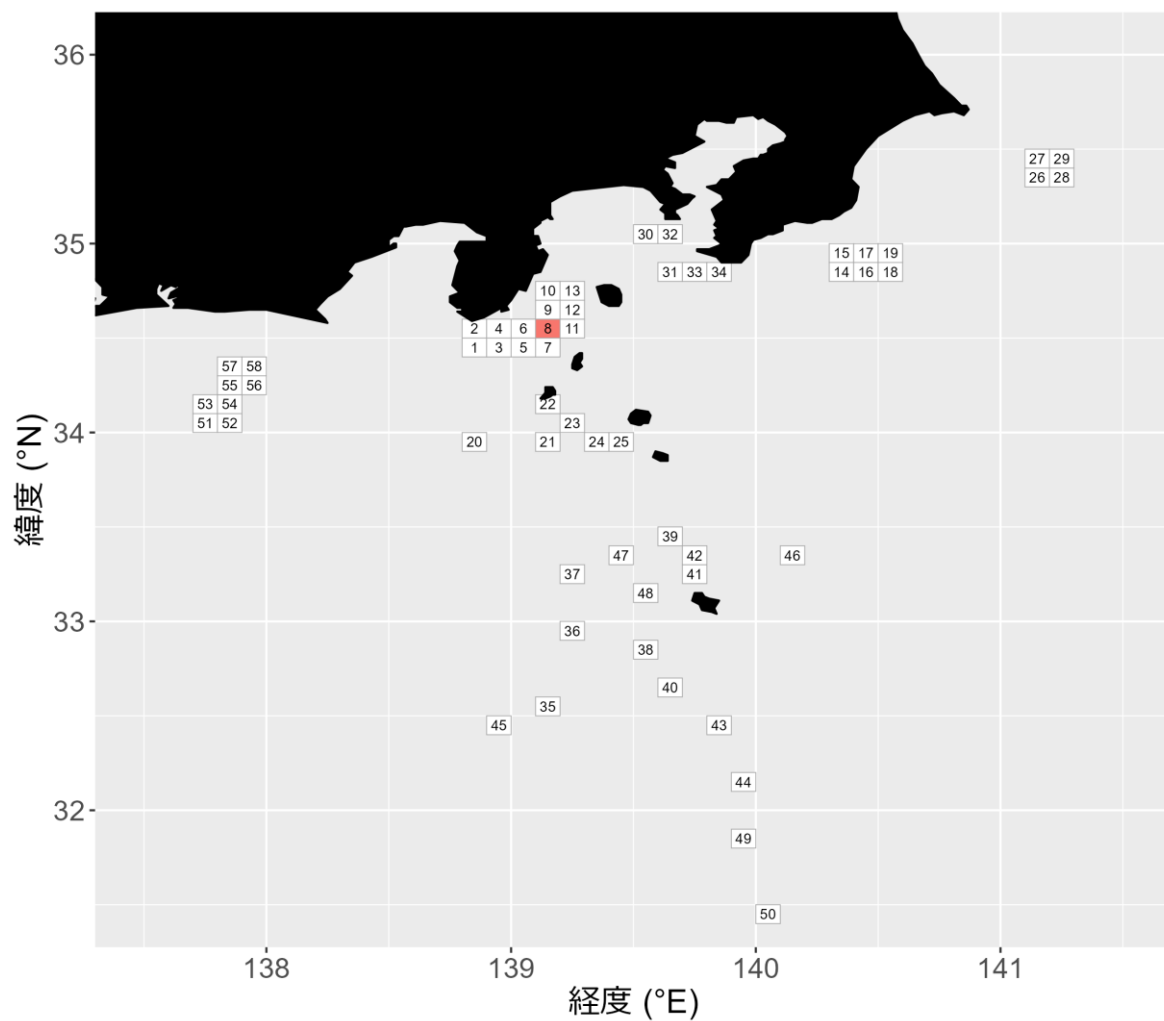


図 9.1. FRA-ROMS II 再解析値の抽出に用いた各地区の漁場範囲。緯度経度 0.1°グリッドごとにデータを抽出。稲取地区は 8 番のグリッドを使用。

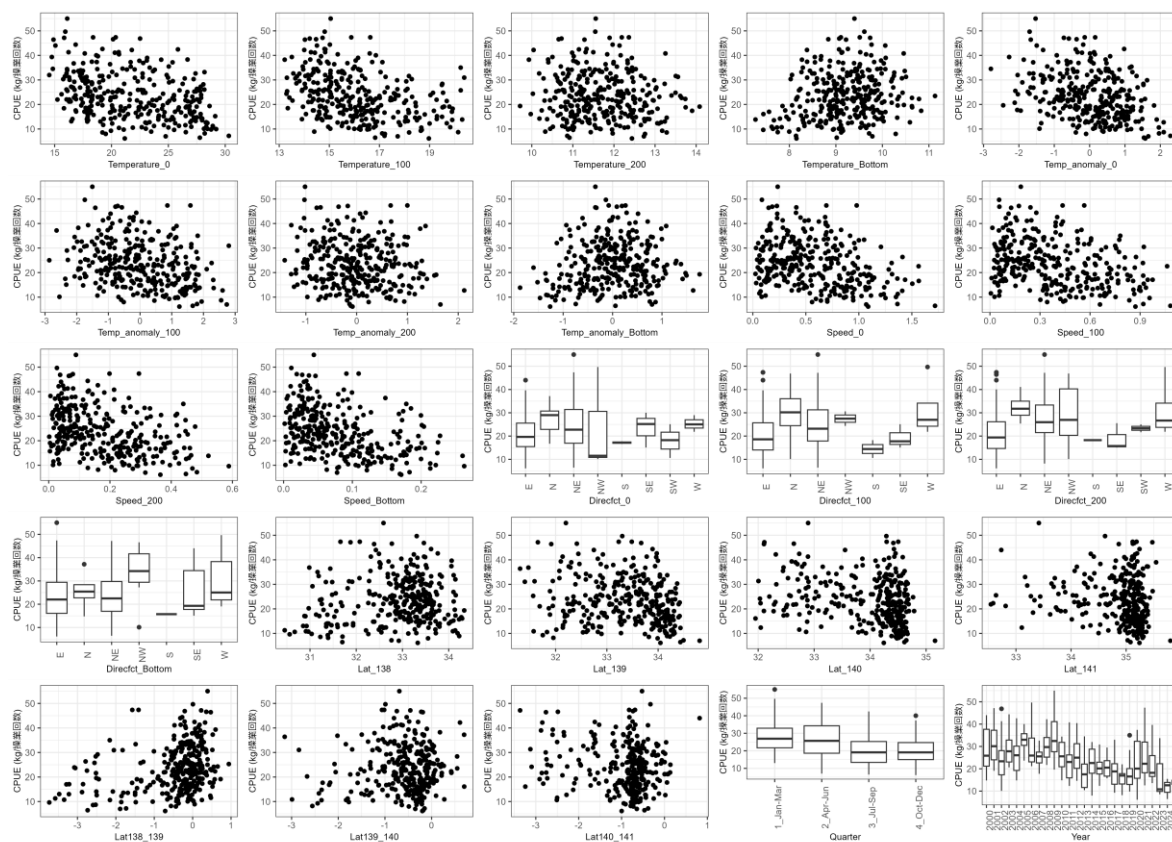


図 9.2. 標準化モデルに導入した説明変数とノミナル CPUE との関係。

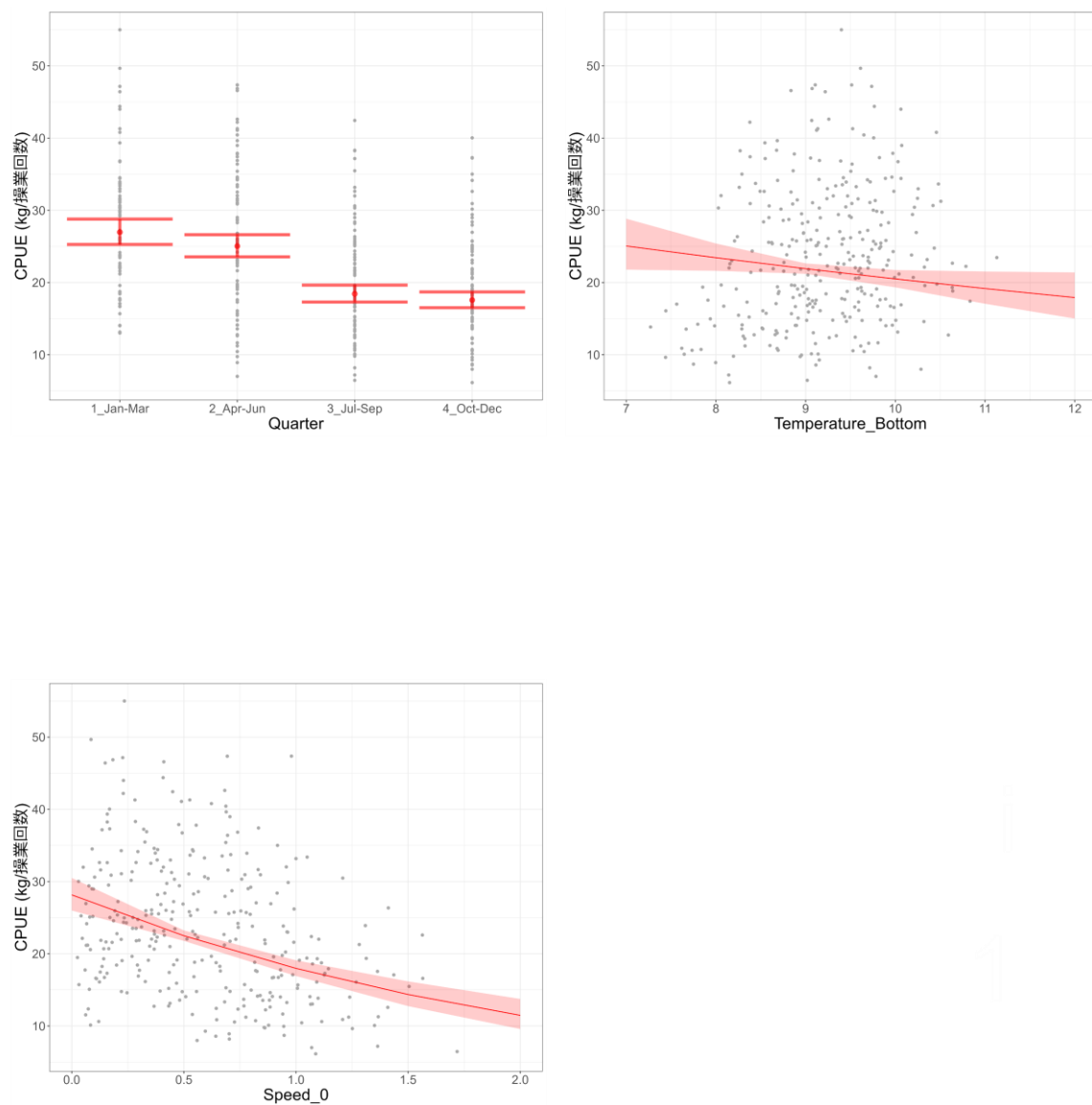


図 9.3. ベストモデルにおける各説明変数の部分効果。図中の赤帯と赤髭は 95%信頼区間を示す。

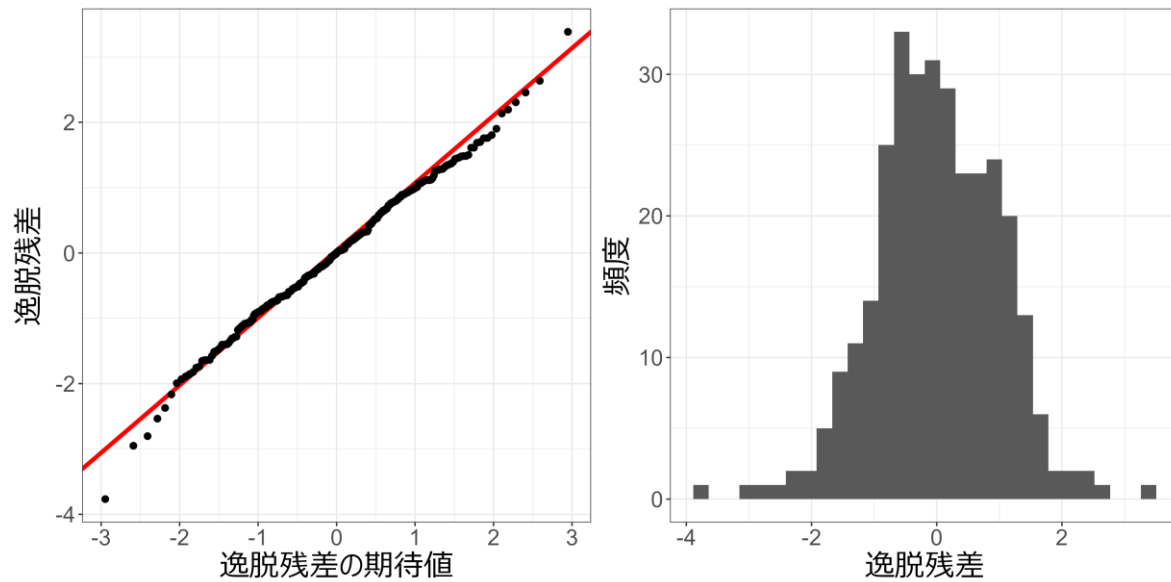


図 9.4. ベストモデルにおける QQ プロット（左）および残差の頻度分布（右）。

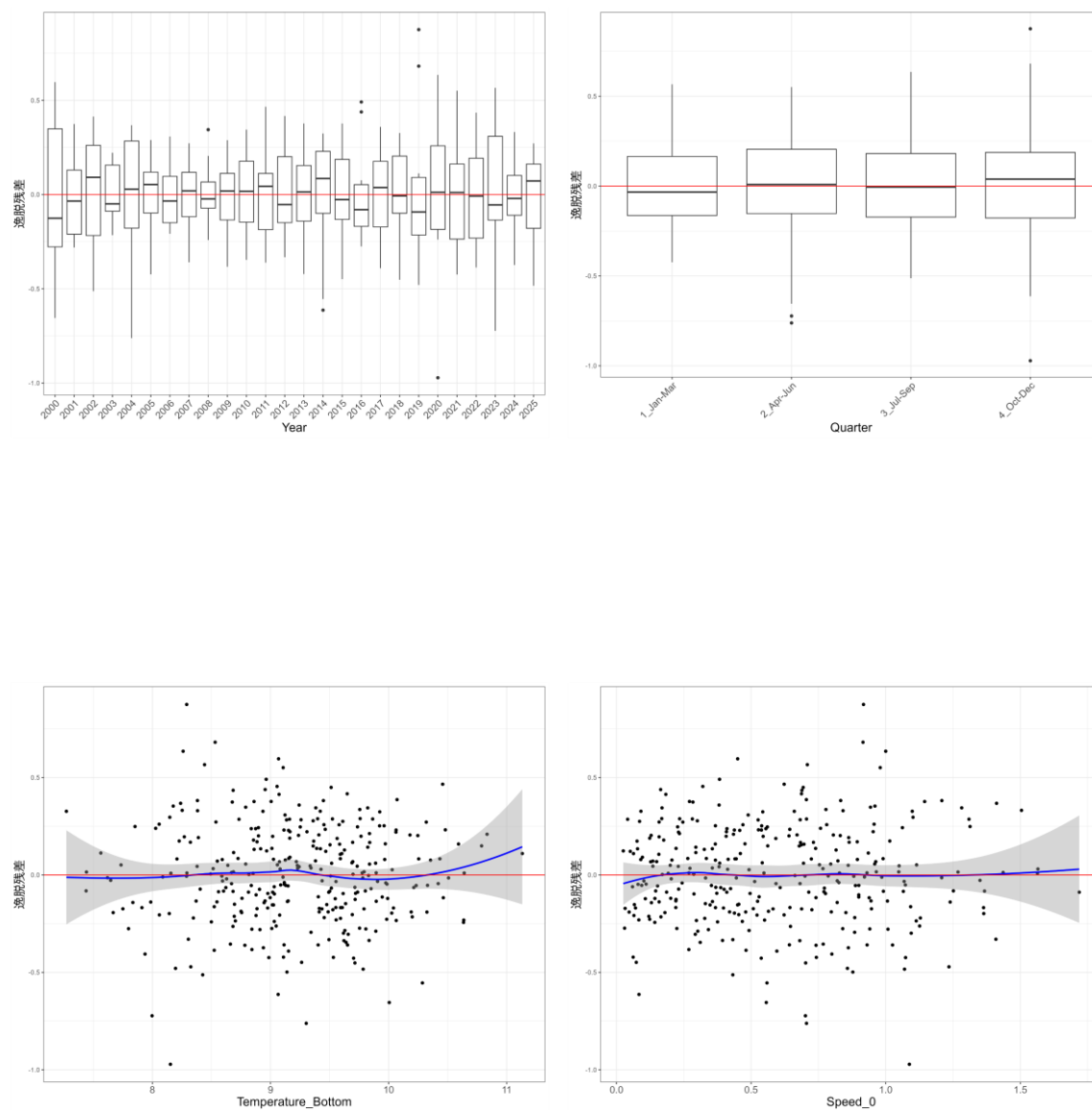


図 9.5. ベストモデルの層別逸脱残差。Temperature_Bottom、Speed_0 に関する残差図の青線と灰帯は、残差にフィッティングさせた平滑化曲線 (loess) と、その 95%信頼区間を示す。

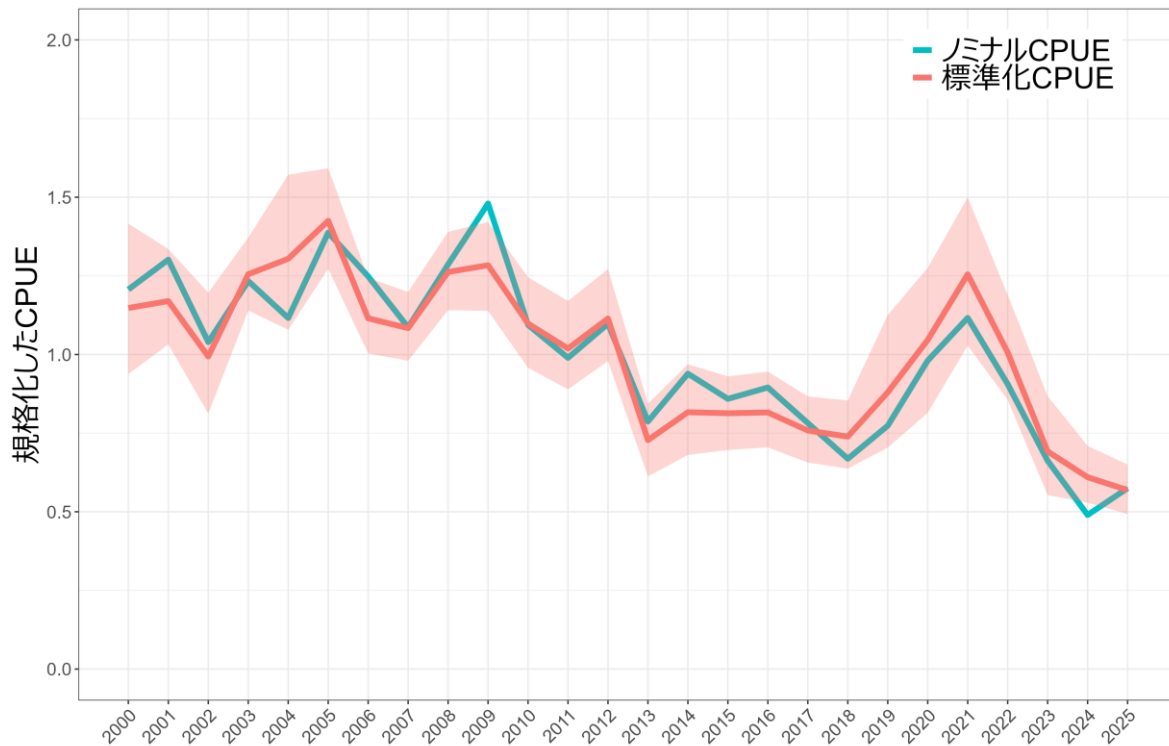


図 9.6. 標準化 CPUE およびノミナル CPUE の推移。CPUE の値は、解析期間の平均値で規格化した値。赤帯は、データのブートストラップサンプリングとベストモデルによる年トレンド推定を 1,000 回繰り返して求めた 95%信頼区間を示す。

9.3 ベストモデルの推定パラメタの要約

glm(formula = log(CPUE) ~ Quarter + Speed_0 + Temperature_Bottom + Year + 1, family = gaussian,
data = df_cpue_roms_kuroshio_2)

	Estimate	Standard Error	z value	Pr(> z)	
(Intercept)	4.342	0.327	13.294	0.0000	***
Quarter2_Apr-Jun	-0.074	0.046	-1.616	0.1072	
Quarter3_Jul-Sep	-0.381	0.049	-7.825	0.0000	***
Quarter4_Oct-Dec	-0.428	0.046	-9.243	0.0000	***
Speed_0	-0.449	0.064	-7.010	0.0000	***
Temperature_Bottom	-0.067	0.032	-2.119	0.0350	*
Year2001	0.019	0.111	0.169	0.8656	
Year2002	-0.144	0.111	-1.297	0.1957	
Year2003	0.089	0.111	0.805	0.4215	
Year2004	0.128	0.115	1.107	0.2694	
Year2005	0.216	0.112	1.938	0.0537	.
Year2006	-0.029	0.112	-0.260	0.7948	
Year2007	-0.057	0.111	-0.517	0.6057	
Year2008	0.095	0.111	0.857	0.3923	
Year2009	0.112	0.113	0.994	0.3209	
Year2010	-0.044	0.111	-0.398	0.6912	
Year2011	-0.119	0.111	-1.068	0.2863	
Year2012	-0.030	0.111	-0.267	0.7900	
Year2013	-0.456	0.111	-4.099	0.0001	***
Year2014	-0.341	0.111	-3.061	0.0024	**
Year2015	-0.345	0.111	-3.106	0.0021	**
Year2016	-0.342	0.111	-3.064	0.0024	**
Year2017	-0.415	0.111	-3.722	0.0002	***

	Estimate	Standard Error	z value	Pr(> z)	
Year2018	-0.440	0.114	-3.869	0.0001	***
Year2019	-0.266	0.122	-2.179	0.0301	*
Year2020	-0.092	0.121	-0.767	0.4437	
Year2021	0.089	0.120	0.743	0.4581	
Year2022	-0.131	0.121	-1.084	0.2792	
Year2023	-0.506	0.123	-4.102	0.0001	***
Year2024	-0.632	0.123	-5.122	0.0000	***
Year2025	-0.702	0.111	-6.302	0.0000	***

*Signif. codes: 0 <= '***' < 0.001 < '**' < 0.01 < '*' < 0.05 '.' < 0.1*

(Dispersion parameter for gaussian family taken to be 0.0737558)

Null deviance: 56.38 on 311 degrees of freedom

Residual deviance: 20.73 on 281 degrees of freedom

AIC = 103.385

10. 静岡県御前崎地区の解析結果

10.1 概要

対象漁業	キンメダイの漁獲がある静岡県御前崎地区の樽流し漁業の月別漁獲量と水揚げ回数（日・隻）データ。操業位置情報は含まない。
データの利用可能な期間	2002～2025 年
標準化に使用した期間	2002～2025 年
データの抽出	全レコードを使用
選択された説明変数	年、200 m 層水温、地先における黒潮北縁の緯度（東経 138 度）、経度間の黒潮北縁の緯度差（東経 138 度-139 度）
標準化の結果	標準化 CPUE は 2017 年まで横ばいで推移し、2018 年以降、小さな増減を伴いつつも 2024 年まで増加を続けた。2025 年は前年から減少したものの、解析期間中では 2024 年に次いで高い値となっている。標準化 CPUE とノミナル CPUE の傾向に大きな違いはみられなかったが、2002～2004 年、2006 年、2010～2012 年、2014 年、2024 年は標準化 CPUE の方が顕著に高く、それ以外の年の多くはノミナル CPUE の方が高い傾向にあった。2025 年はノミナル CPUE の方が顕著に高かった。

10.2 結果と考察

資源評価参画機関と協議の上、御前崎地区では 51～54 番のグリッドを解析に使用する漁場として選択し（図 10.1）、その範囲で切り出した再解析値をその漁場を代表する海洋環境の値をモデルの変数として使用した。また、地先の黒潮位置として東経 138 度の黒潮北縁緯度を使用した。なお、環境変数とノミナル CPUE の間には、非線形性は認められなかった（図 10.2）。構築したフルモデルは以下の通りである。

$\log(\text{CPUE}) \sim + \text{Year} + \text{Quarter}$

$+ \text{Temperature_0} + \text{Temperature_100} + \text{Temperature_200} + \text{Temperature_400} + \text{Temperature_Bottom}$

$+ \text{Speed_0} + \text{Speed_100} + \text{Speed_200} + \text{Speed_400} + \text{Speed_Bottom}$

$+ \text{Direcft_0} + \text{Direcft_100} + \text{Direcft_200} + \text{Direcft_400} + \text{Direcft_Bottom}$

$+ \text{Lat_138}$

$+ \text{Lat138_139} + \text{Lat139_140} + \text{Lat140_141}$

10.2.1 今年度の解析結果

方法で定めたモデル選択の基準に基づき、以下のモデルがベストモデルに選択された（表 10.1）。

$\log(\text{CPUE}) \sim \text{Year} + \text{Temperature}_{200} + \text{Lat}_{138} + \text{Lat}_{138_139}$

御前崎地区では、AIC 総当りによるモデル選択の結果、FRA-ROMS II による複数層の同一説明変数が含まれるモデルを除いたモデル候補のうち、最小 AIC+2 の範囲に 10 モデルが該当した。そのうち、最もパラメータ自由度が小さいモデルをベストモデルに選択した。最小 AIC+2 の範囲のモデルをみると、ベストモデルの他にも、多くのモデルで東経 138 度における黒潮北縁緯度、東経 138～139 度における黒潮入込の指標や 200 m 層水温が含まれており、黒潮の影響や漁場内の水温に関連する説明変数が選ばれやすい傾向にあった。ベストモデルで選択された各説明変数への CPUE の応答からも、黒潮位置や入込の強弱、水温による CPUE の変化が検出された（図 10.3）。

ベストモデルにおける QQ プロットをみると、逸脱残差とその期待値が大きく異なっておらず、残差の正規性に関しても大きな問題が見られなかった（図 10.4）。また、いずれのモデルについても変数階層ごとの逸脱残差に著しい偏りは見られなかった（図 10.5）。

ベストモデルにより推定した標準化 CPUE および各年・各月の漁獲量および出漁日数から得たノミナル CPUE の変化を図 10.6 および表 10.2 に示す。標準化 CPUE は 2017 年まで横ばいで推移したが、2018 年以降、年による小さな増減を伴いつつも急激な増加を続けている。2025 年は解析期間中最高値であった前年から減少したものの、解析期間中では 2024 年に次いで高い値となっている。標準化 CPUE とノミナル CPUE の傾向に大きな違いはみられなかったが、2002～2004 年、2006 年、2010～2012 年、2014 年、2019 年、2024 年は標準化 CPUE の方が顕著に高く、それ以外の年の多くはノミナル CPUE の方が高い傾向にあった。2025 年はノミナル CPUE の方が顕著に高かった。

10.2.2 昨年度結果との比較

今年度のベストモデルで選択された説明変数は昨年度と同一であった。また、ベストモデルから得られた標準化 CPUE の年トレンドについて、昨年度と比較して大きな差異はみられなかった。したがって、1 年分データが追加されたことは、モデル推定結果に大きな影響を与えなかったと判断できる。

表 10.1. モデル選択結果 FRA-ROMS II による複数層の説明変数を含むモデルを除いたもののうち、AIC 最小+2 の範囲のモデルを表示。黄色塗りつぶしがベストモデル。

切片	流向					黒潮北縁緯度				経度間の黒潮北縁の緯度差				流速					水温					季節	年	df	logLik	AIC	delta
	0	100	200	400	底	東経138度	138-139	139-140	140-141	0	100	200	400	底	0	100	200	400	底	0	100	200	400	底					
7.42						-0.12	0.12													0.10					+	28	-87.6	231.3	0.0
8.19						-0.14	0.14		0.05											0.10					+	29	-87.0	232.0	0.7
10.05						-0.20	0.19	0.07	0.08											0.10					+	30	-86.2	232.4	1.1
7.39						-0.12	0.12							-0.36						0.10					+	29	-87.5	232.9	1.6
7.73						-0.12	0.12													0.08				+	+	31	-85.5	233.1	1.8
7.79						-0.13	0.13	0.02												0.10					+	29	-87.5	233.1	1.8
7.33						-0.12	0.12						-0.06							0.10					+	29	-87.6	233.3	2.0
7.45						-0.12	0.12				0.01									0.10					+	29	-87.6	233.3	2.0
7.40						-0.12	0.12			0										0.10					+	29	-87.6	233.3	2.0
7.42						-0.12	0.12					0								0.10					+	29	-87.6	233.3	2.0

表 10.2. 標準化 CPUE およびノミナル CPUE。CPUE の値は、解析期間の平均値で規格化した値。

Year	ノミナル CPUE (規格化)	標準化 CPUE (規格化)	CI_下限	CI_上限	CV
2002	0.66	0.81	0.68	0.93	0.08
2003	0.69	0.81	0.67	0.99	0.10
2004	0.67	0.75	0.62	0.87	0.08
2005	1.10	0.94	0.68	1.38	0.18
2006	0.74	0.84	0.67	1.10	0.13
2007	0.73	0.69	0.56	0.85	0.11
2008	0.57	0.59	0.49	0.71	0.10
2009	0.57	0.61	0.50	0.73	0.10
2010	0.59	0.69	0.53	0.86	0.12
2011	0.64	0.74	0.62	0.89	0.09
2012	0.79	0.87	0.70	1.02	0.10
2013	0.80	0.77	0.62	0.94	0.11
2014	0.96	1.08	0.92	1.28	0.09
2015	0.77	0.76	0.57	0.94	0.12
2016	0.83	0.83	0.70	0.98	0.09
2017	0.91	0.86	0.65	1.08	0.13
2018	1.03	0.98	0.76	1.24	0.12
2019	1.25	1.29	1.10	1.45	0.07
2020	1.35	1.24	1.07	1.43	0.07
2021	1.47	1.40	1.18	1.64	0.08
2022	1.56	1.33	1.01	1.72	0.13
2023	1.59	1.45	1.19	1.70	0.09
2024	1.89	2.02	1.75	2.33	0.07
2025	1.84	1.64	1.13	2.18	0.16

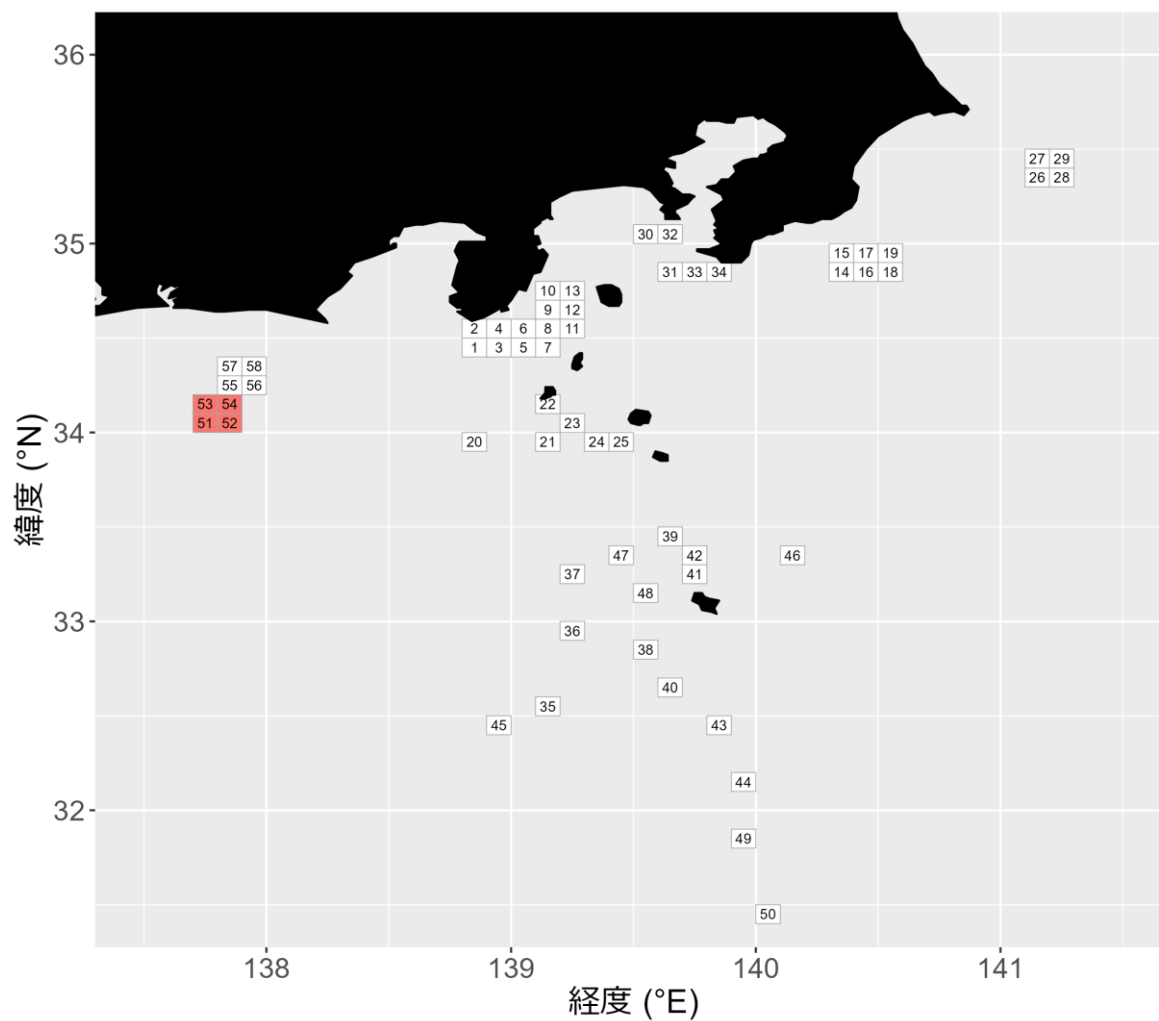


図 10.1. FRA-ROMS II 再解析値の抽出に用いた各地区の漁場範囲。緯度経度 0.1° グリッドごとにデータを抽出。御前崎地区は 51～54 番のグリッドを使用。

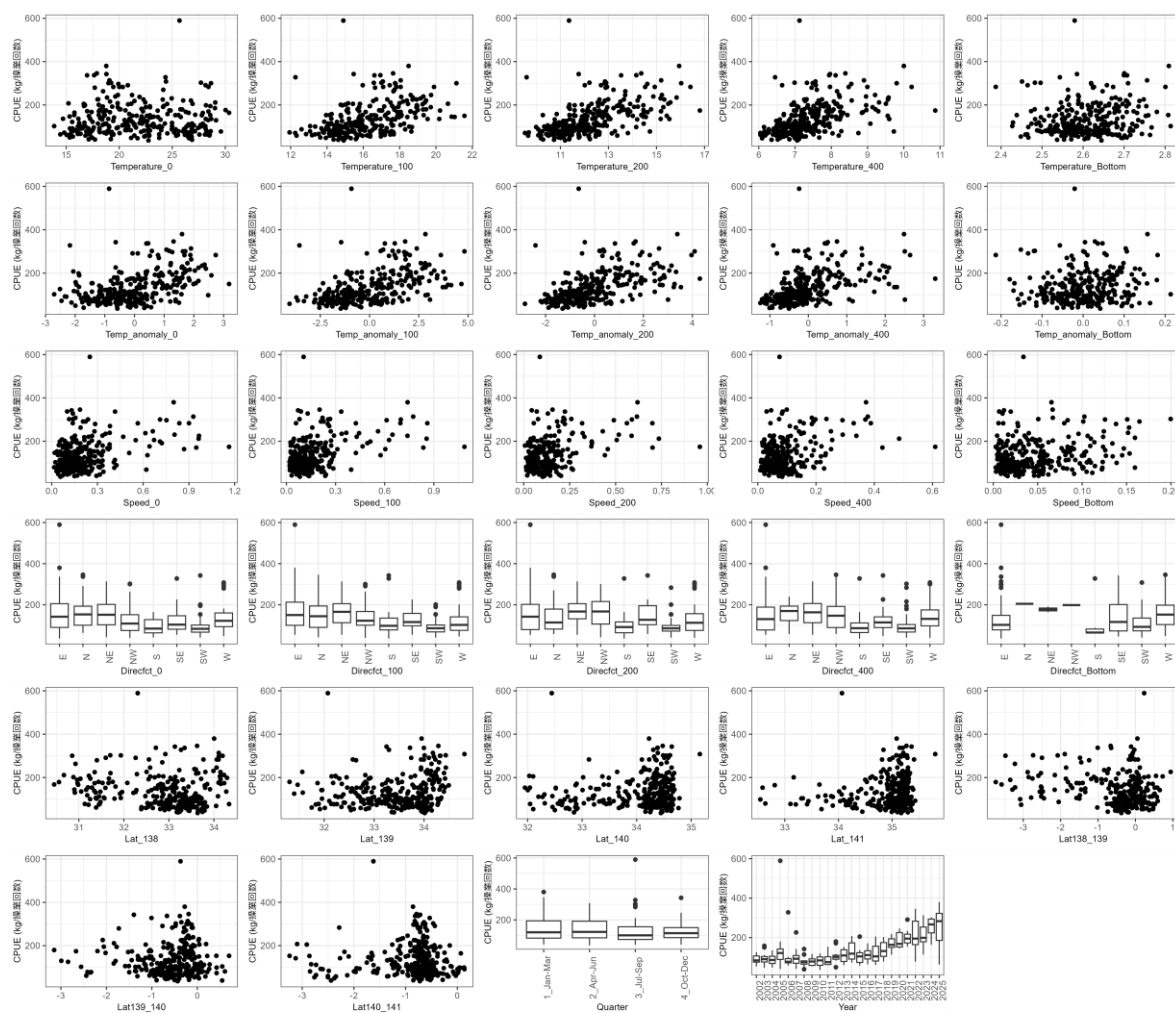


図 10.2. 標準化モデルに導入した説明変数とノミナル CPUE との関係。

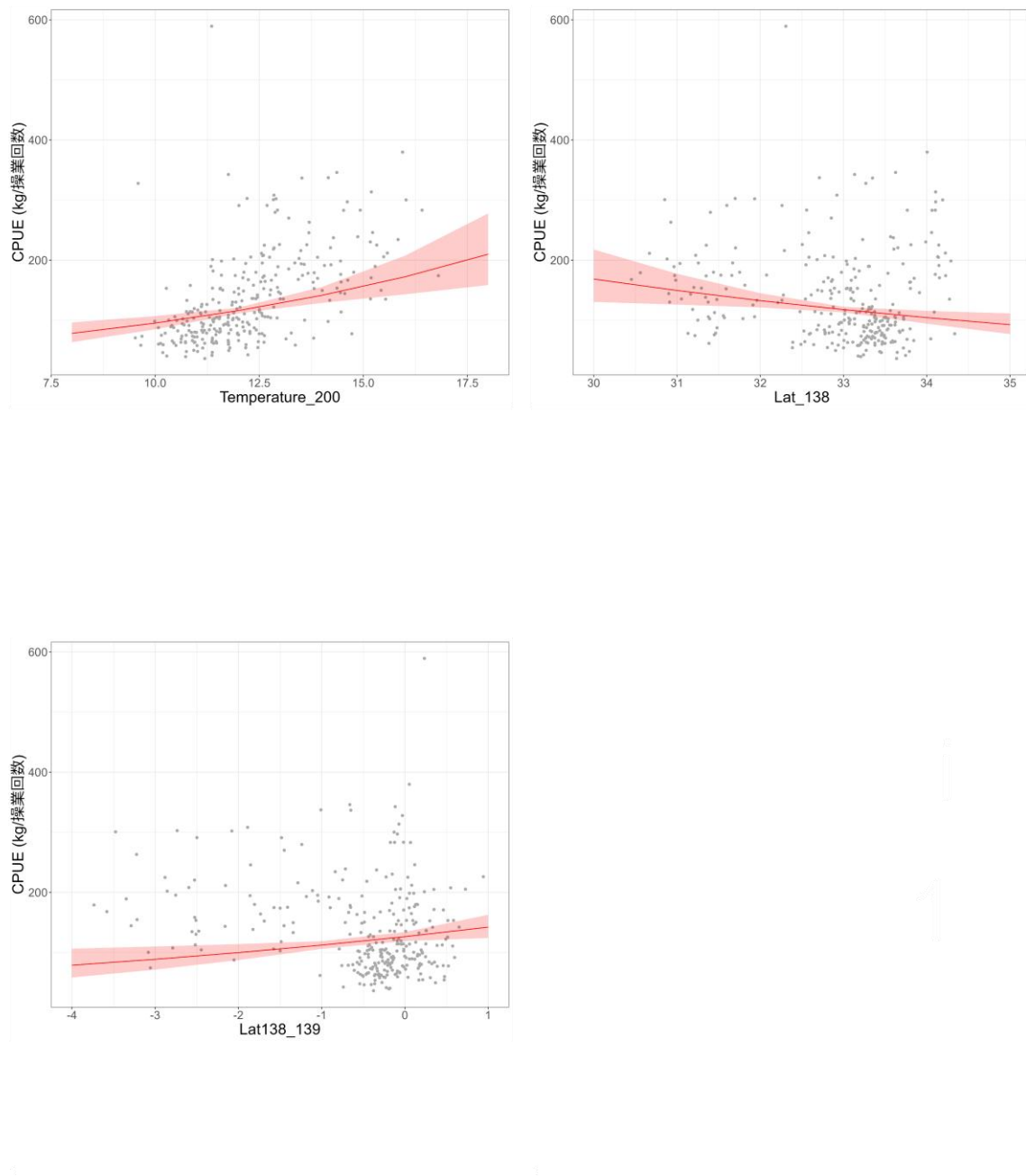


図 10.3. ベストモデルにおける各説明変数の部分効果。図中の赤帯と赤髭は 95%信頼区間を示す。

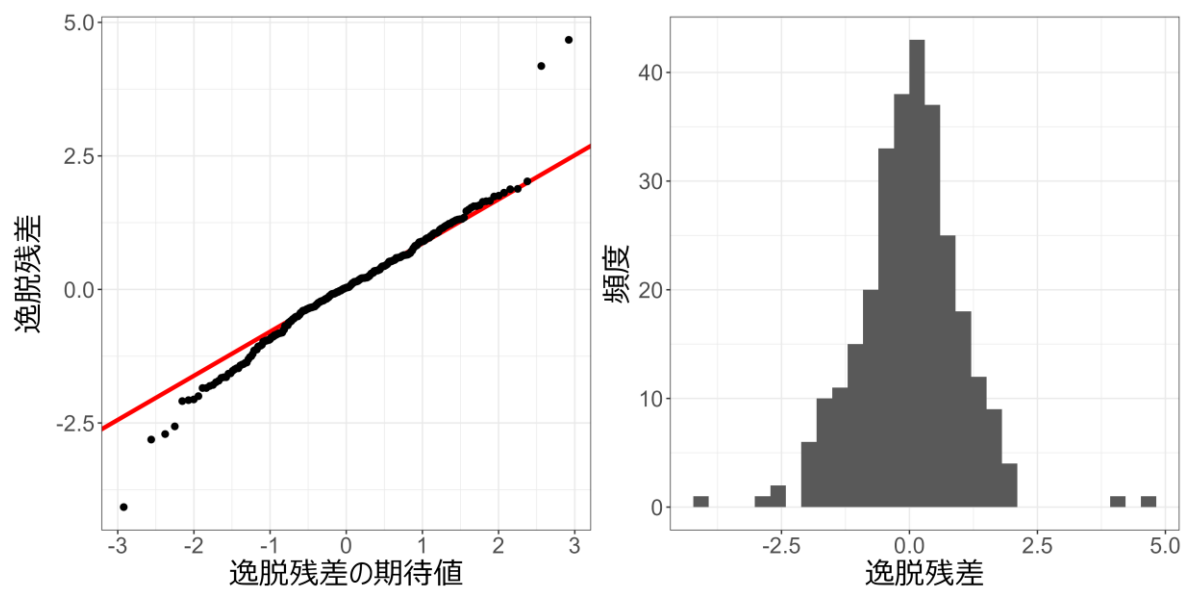


図 10.4. ベストモデルにおける QQ プロット（左）および残差の頻度分布（右）。

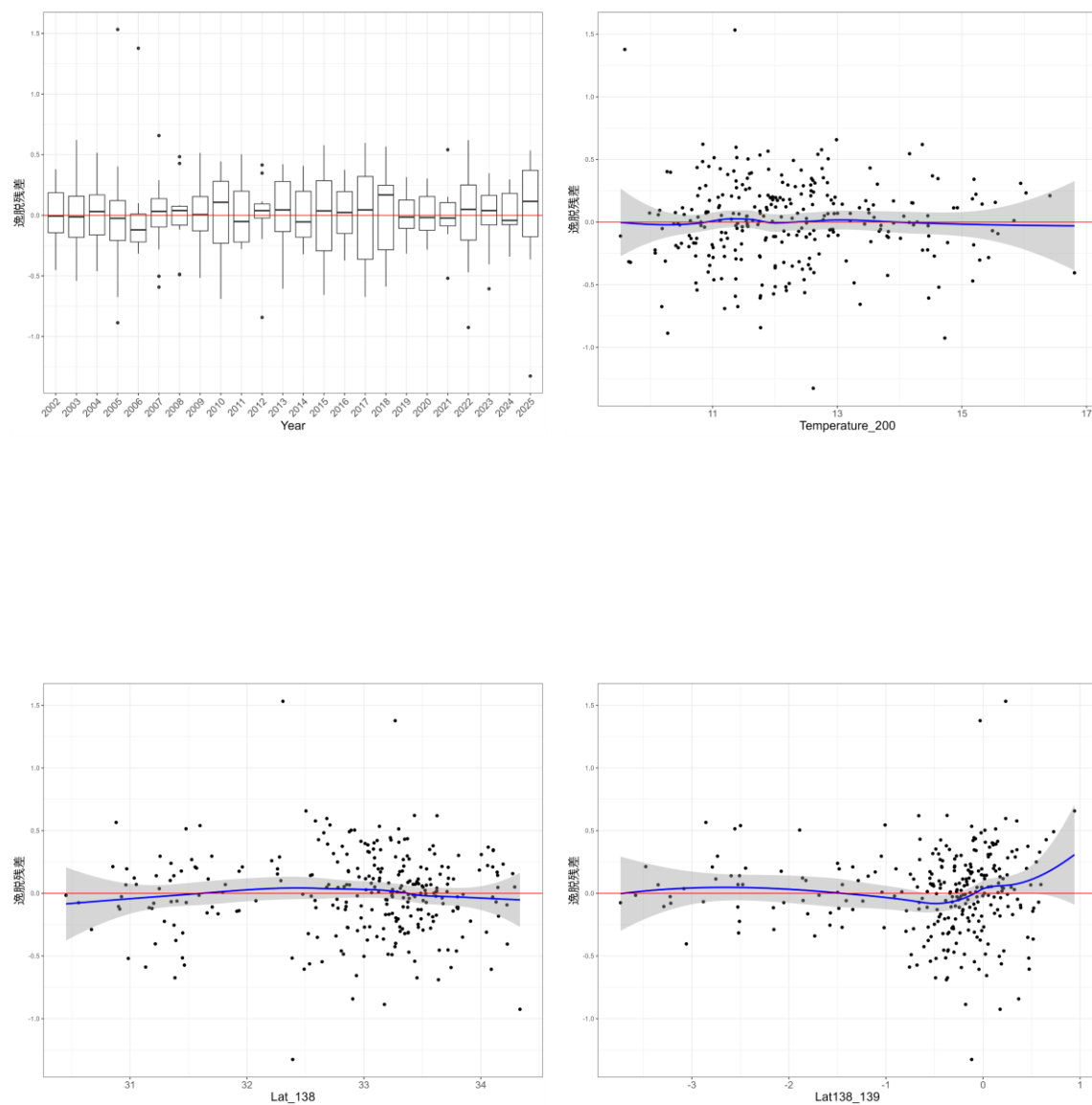


図 10.5. ベストモデルの層別逸脱残差。Temperature_200、Lat_138、Lat138_139に関する残差図の青線と灰帯は、残差にフィッティングさせた平滑化曲線（loess）と、その 95%信頼区間を示す。

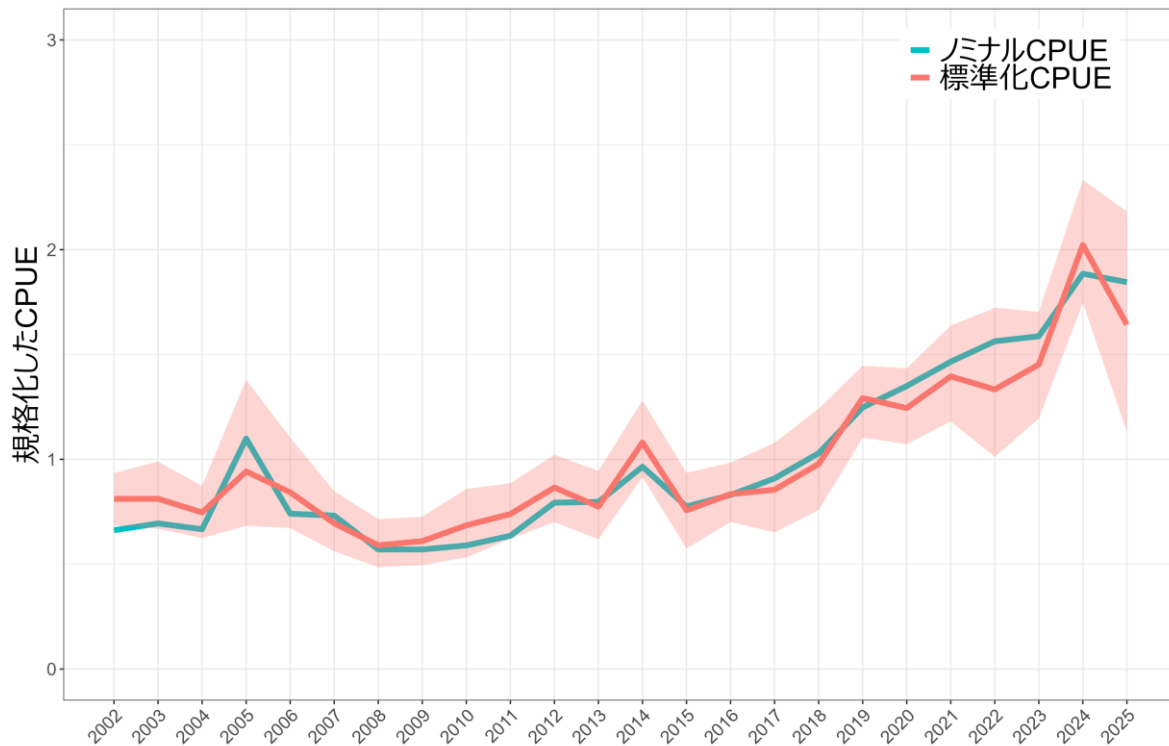


図 10.6. 標準化 CPUE およびノミナル CPUE の推移。CPUE の値は、解析期間の平均値で規格化した値。赤帯は、データのブートストラップサンプリングとベストモデルによる年トレンド推定を 1,000 回繰り返して求めた 95%信頼区間を示す。

10.3 ベストモデルの推定パラメタの要約

glm(formula = log(CPUE) ~ Lat_138 + Lat138_139 + Temperature_200 + Year + 1, family = gaussian,
data = df_cpue_roms_kuroshio_2)

	Estimate	Standard Error	z value	Pr(> z)	
(Intercept)	7.415	1.525	4.861	0.0000	***
Lat_138	-0.120	0.044	-2.722	0.0069	**
Lat138_139	0.118	0.043	2.727	0.0068	**
Temperature_200	0.099	0.024	4.034	0.0001	***
Year2003	0.001	0.141	0.004	0.9968	
Year2004	-0.083	0.147	-0.566	0.5721	
Year2005	0.149	0.150	0.998	0.3191	
Year2006	0.038	0.143	0.266	0.7901	
Year2007	-0.155	0.147	-1.056	0.2922	
Year2008	-0.318	0.146	-2.187	0.0297	*
Year2009	-0.285	0.147	-1.935	0.0541	.
Year2010	-0.169	0.141	-1.192	0.2344	
Year2011	-0.093	0.142	-0.658	0.5108	
Year2012	0.065	0.143	0.454	0.6501	
Year2013	-0.047	0.148	-0.316	0.7521	
Year2014	0.286	0.143	2.000	0.0465	*
Year2015	-0.069	0.148	-0.470	0.6385	
Year2016	0.028	0.147	0.187	0.8514	
Year2017	0.053	0.152	0.346	0.7295	
Year2018	0.187	0.163	1.146	0.2528	
Year2019	0.465	0.160	2.917	0.0038	**
Year2020	0.428	0.160	2.671	0.0080	**
Year2021	0.542	0.160	3.380	0.0008	***

	Estimate	Standard Error	z value	Pr(> z)	
Year2022	0.497	0.164	3.029	0.0027	**
Year2023	0.582	0.164	3.542	0.0005	***
Year2024	0.913	0.162	5.630	0.0000	***
Year2025	0.705	0.154	4.584	0.0000	***

*Signif. codes: 0 <= '***' < 0.001 < '**' < 0.01 < '*' < 0.05 '.' < 0.1*

(Dispersion parameter for gaussian family taken to be 0.1190362)

Null deviance: 74.95 on 286 degrees of freedom

Residual deviance: 30.95 on 260 degrees of freedom

AIC = 231.285

引用文献

Kuroda, H., Setou, T., Kakehi, S., Ito, S., Taneda, T., Azumaya, T., Inagake, D., Hiroe, Y., Morinaga, K., Okazaki, M., Yokota, T., Okunishi, T., Aoki, K., Shimizu, Y., Hasegawa, D., Watanabe, T. (2017) Recent advances in Japanese fisheries science in the Kuroshio-Oyashio region through development of the FRA-ROMS Ocean forecast system: Overview of the reproducibility of reanalysis products. *Open Journal of Marine Science*, **07**, 01, 62–90

亘 真吾・半沢祐大 (2022) 令和 3（2021）年度キンメダイ太平洋系群の資源評価. 令和 3 年度我が国周辺水域の漁業資源評価, 水産庁・水産研究・教育機構. FRA-SA2021-RC02-2

亘 真吾・川内陽平・青木一弘・竹村紫苑・竹茂愛吾・半沢祐大 (2023) 令和 4（2022）年度キンメダイ太平洋系群の資源評価. 令和 4 年度我が国周辺水域の漁業資源評価, 水産庁・水産研究・教育機構. FRA-SA2022-AC-37

境 麿・安田十也・藤原邦浩・飯田真也・高橋正知・平岡優子・千村昌之 (2026) R8（2026）年度標準化 CPUE の記載について.

補足表. 説明変数名と略記の対応表

変数名	層・位置	変数略記
年		Year
季節		Quarter
水温	0 m	Temperature_0
	100 m	Temperature_100
	200 m	Temperature_200
	400 m	Temperature_400
	底層	Temperature_Bottom
流速	0 m	Speed_0
	100 m	Speed_100
	200 m	Speed_200
	400 m	Speed_400
	底層	Speed_Bottom
流向（カテゴリー）	0 m	Direcfct_0
	100 m	Direcfct_100
	200 m	Direcfct_200
	400 m	Direcfct_400
	底層	Direcfct_Bottom
地先の黒潮北縁緯度	東経 138 度	Lat_138
	東経 139 度	Lat_139
	東経 140 度	Lat_140
	東経 141 度	Lat_141
経度間の黒潮北縁の緯度差	東経 138 度-東経 139 度	Lat138_139
	東経 139 度-東経 140 度	Lat139_140
	東経 140 度-東経 141 度	Lat140_141