

令和 5（2023）年度ヒラメ日本海中西部・東シナ海系群の資源評価
以西底引き網で漁獲されるヒラメの 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
増渕隆仁・下瀬環・井関智明

概要

データ	以西 2 そう漁獲成績報告書の日別・漁船別・農林魚区別漁獲量と網数(2000~2022 年 1~12 月)のひき網別漁獲量。水深は ETOPO1 global relief model から取得。
対象	1 日あたり漁獲量(kg/ひき網回数)
データの利用可能な期間	1987 年~2022 年
標準化に使用した期間	2013 年~2022 年
標準化のためのデータ抽出	入力ミスと見られる緯度経度、6-7 月(自主休漁期間)、引き網回数 1-3 回、東経 127 度以西、北緯 31 度以南を除去(全体の 83%を使用)。
統計ソフト・パッケージ	R (4.2.3) にてパッケージ tidyverse(データ処理)、mgcv(モデル計算)、MuMIn(モデル選択)、car(多重共線性確認)、PresenceAbsence(ROC 曲線下面積:AUC の計算)、ggplot2(図示)を使用
統計モデル	デルタ型一般化線形モデル(Lo et al. 1992) 有漁確率モデル:二項分布 有漁 CPUE モデル:対数正規分布
フルモデルで導入した説明変数	有漁確率モデル:年+月+水深(カテゴリ・固定)+年×漁労体(カテゴリ・ランダム) 有漁 CPUE モデル:年+月+水深(カテゴリ・固定)+年×漁労体(カテゴリ・ランダム)
ベストモデルの選択方法	有漁確率モデル、有漁 CPUE モデルそれぞれについて dredge による総当たり法(選択基準は BIC)
ベストモデルで選択された説明変数	有漁確率モデル:年+月+水深 有漁 CPUE モデル:年+月+水深
年トレンドの抽出方法	有漁確率モデルと有漁 CPUE モデルのベストモデルでの説明変数が均等に配置されたダミーデータにおける予測値の年平均の積
信頼区間の計算方法	重複を許したブートストラップサンプリングでデータを生成し、ベストモデルから標準化 CPUE を算出する計算を 1000 回繰り返す

	返した。モデル選択はしていない。
標準化の結果	2015 年に CPUE の上昇がみられ最高値となった。以降は、減少傾向にある。

1.背景

本系群の資源評価は、年齢別漁獲尾数と生物パラメータから資源尾数と漁獲係数を推定する Virtual population analysis (VPA) を使用している。VPA では、ターミナル F (Ft)を何らかの方法で仮定する必要がある、本系群では 6 歳と 7+歳の Ft は等しいと仮定している。一方で、Ft を正確に推定することは難しく、近年の漁獲状況や分布が変化している場合、最近年の Ft の信頼性が低くなる問題がある。近年、COVID-19 の蔓延や魚価の低迷、燃油の高騰などの影響で漁業を取り巻く状況が大きく変化しており、漁獲努力量の減少が懸念されている。このような状態を資源評価に反映させるためには、Ft を資源量の相対的な変化を表すとされる資源量指標値 (CPUE: 単位努力量当たり漁獲量) で補正するチューニング VPA の導入が極めて重要である。

本系群は多様な漁法で漁獲されている。直近 10 年の漁法別漁獲割合に注目すると、底びき網漁業が占める割合が増加傾向にある。沖合底びきおよび以西底びき網漁業は農林水産大臣許可漁業であり、漁業者には農林水産大臣宛への漁獲成績報告書（以下、漁績）の提出が義務づけられている。各漁業の漁績は、操業位置（漁区）、船名、根拠地、トン数、陸揚港、出入港日、操業日別・船別の網数や魚種別漁獲量等の様々な情報が記載されている logbook である（川内ほか 2018）。しかし、漁績などの商業船のデータには、資源密度以外の様々な要因（季節、海区、漁具）が含まれており、資源の動向を正確に知るにはこれらの要因を取り除く（CPUE 標準化）必要がある（Maunder and Punt 2004、庄野 2004）。本稿では、以西底びき網漁業の漁業状況をコホート解析に考慮するため、有漁 CPUE を漁獲確率で補正したデルタ型一般化線形モデルによって資源量指標値を算出する。

2.方法

(1) 使用データ

CPUE の標準化に関しては、南シナ海および五島列島南西海域で操業する以西底びき網漁獲成績報告書データを用いた（以降、以西漁績、図 1）。以西漁績は、1982～2022 年の 1～12 月におけるヒラメの日別・漁船別・農林漁区（緯度経度 10 分グリッド）別の漁獲量と網数が記録されている。ヒラメは、1980 年代から 1990 年代にかけて黄海や済州島付近で多く漁獲されていた（図 1-1、1-2）。しかし、2000 年以降の漁獲量は漁業の衰退により急減し、操業漁区も大幅に減少しており（図 1-1、1-2）、2010 年以降は 1 経営体となっている。また近年は、東シナ海南部での漁獲はほとんどないため、2000 年以降は五島周辺の漁獲が中心となっている。加えて、漁業成績報告書の報告体制が年度によって異なり、2012 年以前は函単位での報告だったが、2013 年以降は kg 単位での報告に変更されてい

る。そのため、2012 年以前のデータは函単位を kg 単位に換算されているものであり、9.5kg 以下の漁獲はすべて 9.5kg として換算されている（図 2）。

本系群の資源評価の中では、1999 年以前の以西底びき網漁業は漁業規模や、系群・操業範囲を考慮し、農林統計の合計値から除いている。そのため本稿では、以西底びき網の漁獲量が総漁獲量としても資源計算に加わっているかつ、現状と同じ操業状態、および報告体制だと仮定した 2013 年以降の東経 127 度 30 分以東、北緯 31 以北漁区データに絞って CPUE の解析を行った。

以西漁績における標準化の対象は 1 網あたりの漁獲重量（kg/ひき網回数）とした。水深として、漁業データの漁区中央を ETOPO1 global relief model (<https://www.ngdc.noaa.gov/mgg/global/global.html>) から切り出して用いた。使用した年別のデータ数、漁獲量を表 1 に示す。

(2) 統計モデル

本解析に使用する CPUE はゼロキャッチを含む連続値のため（図 3）、ここでは存在/不在を考慮したデルタ型一般化線形モデル（Lo et al. 1992）を使って CPUE（kg/ひき網回数）を標準化した。1 段階目の有漁確率モデルでは、有漁確率を応答変数として、フルモデルの説明変数は、年（year_f, カテゴリカル）、月（month_f, カテゴリカル）、水深（depth_f, 漁区中央の値, カテゴリカル）および、ランダム効果として年と漁労体（corp）の交互作用を用いた。これらの誤差は二項分布に従うと仮定した。2 段階目の有漁 CPUE モデルは、CPUE の自然対数を応答変数とし、誤差は正規分布に従うと仮定した。またフルモデルの説明変数は 1 段階目の有漁確率と同様とした。各モデルのフルモデルは以下である。

有漁確率モデル：

$$\begin{aligned}\varepsilon_{ij} &\sim \text{Bin}(p_{ij}, 1 - p_{ij}) \\ \alpha_i &\sim N(0, \sigma^2_{\text{year-corp}})\end{aligned}$$

$$\text{logit}(p_{ij}) = \text{factor}(\text{year_f}) + \text{factor}(\text{month_f}) + \text{factor}(\text{depth_f}) + \alpha_i + \varepsilon_{ij}$$

ここで、r は応答変数、p は有漁確率、Bin は二項分布、 α は切片を示す。

有漁 CPUE モデル：

$$\begin{aligned}\varepsilon_{ij} &\sim N(0, \sigma^2) \\ \alpha_i &\sim N(0, \sigma^2_{\text{year-corp}})\end{aligned}$$

$$\ln \text{CPUE}_{ij} = \text{factor}(\text{year_f}) + \text{factor}(\text{month_f}) + \text{factor}(\text{depth_f}) + \alpha_i + \varepsilon_{ij}$$

ここで、lnCPUE は日ごとの自然対数変換した CPUE の平均、N は正規分布、 α はランダム効果、 ε は誤差項を示す

(3) 使用データ

ベイズ情報量規準（BIC）を用いた総当たり法により、モデル選択を行った。BIC が最小となるモデル候補をベストモデルとして CPUE 標準化に供した。

(4) モデル診断

有漁確率モデルでは receiver operating characteristic（ROC）曲線下面積（AUC）により有漁か否かの判別性能を、有漁 CPUE モデルでは QQ プロットおよび説明変数に対する残差プロット、クックの距離から残差の正規性・等分散性、外れ値を評価した。

(5) 年トレンドの計算

有漁確率モデル、有漁 CPUE モデルともにベストモデルの推定結果から資源量指数を算出した。まず、各年・各月・各漁労体・各水深のダミーデータ作成し、各変数を均等配置したときの漁獲確率と CPUE の予測値を求めた。次に、各年における漁獲確率と CPUE の予測値を各年で平均し、掛け合わせた値を資源量指標値とした。

(6) 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とベストモデルから標準化 CPUE の計算を 1,000 回繰り返し、各計算結果から 95 %信頼区間を推定した。

以上の解析は、すべて R ver. 4.2.3 上で行い、モデルパラメータの計算では glm、モデル選択では MuMIn パッケージの dredge、AUC の計算では PresenceAbsence パッケージを用いた。

なお、多重線形性に関する検討のため、car パッケージを用いて、VIF（分散拡大係数）をもとめたが、多重共線性は確認されなかった。

3. 結果と考察

BIC の総当たり法により、有漁確率モデル、有漁 CPUE モデルともに、ランダム効果を除くモデルがベストモデルに選ばれた（表 1）。それぞれのモデルにおけるパラメータ推定結果を付表 1 に示した。モデル診断の結果、有漁確率モデルでは有漁・不漁の判別性能が高く（AUC = 0.95; 図 4）、有漁 CPUE モデルでは残差の正規性・等分散性に大きな問題はみられなかった（図 5、6）。また、モデルの逸脱度残差説明度は、有漁確率モデルで 55.7%、有漁 CPUE モデルで 49.2%であった。

推定されたヒラメの標準化 CPUE は 2013 年から増加し、2015 年に最高値となった。2015 年以降は CPUE の増減を伴いながら緩やかに減少傾向となり、2022 年は、2019 年程度となることが示された（図 7）。ノミナルと比較すると、増減傾向が異なり、2013 年から 2018 年は、ノミナル CPUE が標準化 CPUE を下回って推移するが、2019–2022 年は、標準化 CPUE は減少傾向となるため、ノミナル CPUE の方が標準化 CPUE を上回って推移する傾向にあ

った（図 8）。現状の資源状態が過去の資源状態と比較して相対的にどの位置にあるかを把握することは VPA のチューニング指標値として使う場合は重要である。今後の課題として、以西底引き網漁業は操業場所が大きく縮小している傾向にあることをモデルに取り込み（操業場所や船ごとのランダム効果の取り込みや狙い等の変数を追加）、より精度の高いモデル推定が必要であると考えられる。また、2023 年度は、漁船数が減少したため、今後の漁労体の取り扱いに関しては検討する必要がある。

年トレンド以外の変数の推定結果を図 9 に示す。以西底引き網漁業におけるヒラメ漁獲は、浅海域で行われている傾向がみられ、1-3 月を最盛期としている傾向にあった。特に、漁期解禁月の 8 月の CPUE は低い傾向にあった。

4. 引用文献

- 川内陽平・田中寛繁・船本鉄一郎・伊藤正木・服部努・梨田一也・養松郁子 (2018) 我が国における沖合底びき網漁業および以西底びき網漁業の 漁獲量と網数の推移. 水産海洋研究, **82**(1)、1-13.
- Lo, N. C., L. D. Jacobson and J. L. Squire (1992) Indices of relative abundance from fish spotter data based on Delta-lognormal models. Can. J. Fish Aquat. Sci. **49**, 2515-2526.
- Maunder, M. N., and A. E. Punt (2004) Standardizing catch and effort data: a review of recent approaches. Fish. Res., **70**, 141-159.
- 庄野 宏 (2004) CPUE 標準化に用いられる統計学的アプローチに関する総説. 水産海洋研究, **68**, 106-120.

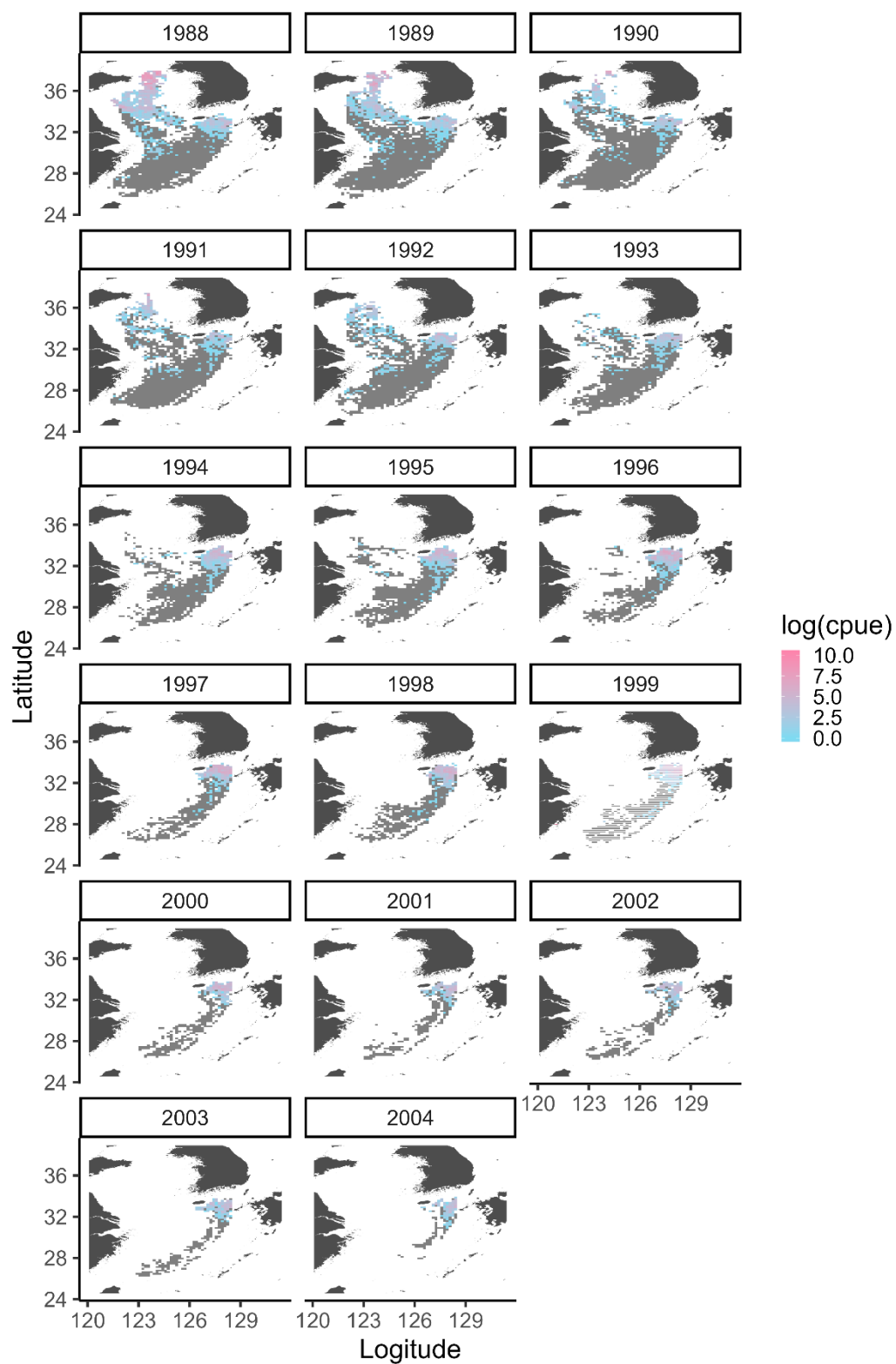


図 1-1.以西底びき網漁獲成績報告書漁区 (1987-2004)

凡例は、CPUE の単純平均値の自然対数変換した値を示し、グレーで塗りつぶされている漁区は、操業はあったがヒラメの漁獲がなかった漁区を示す

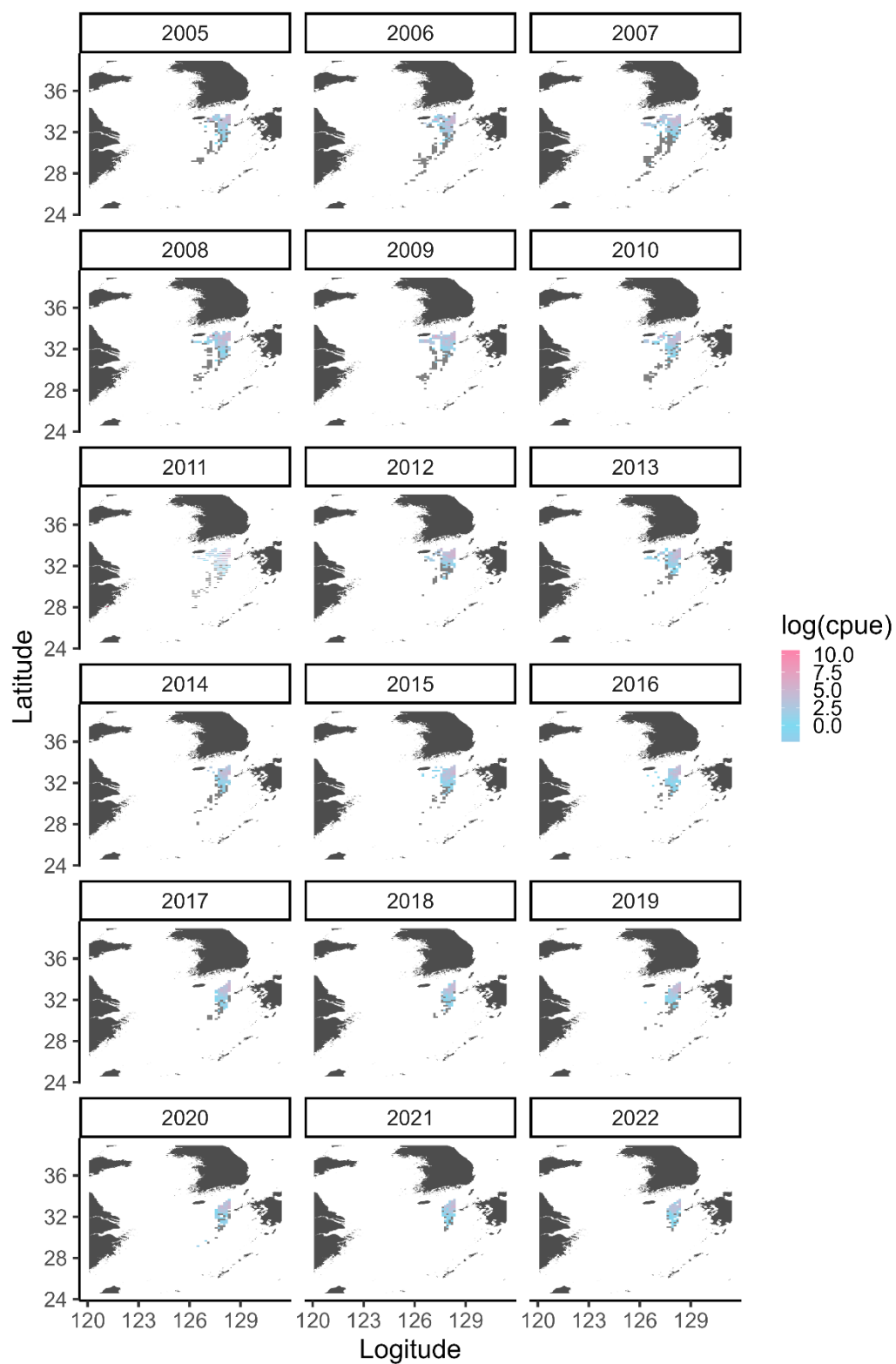


図 1-2.以西底びき網漁獲成績報告書漁区 (2005-2022)

凡例は、CPUE の単純平均値の自然対数変換した値を示し、グレーで塗りつぶされている漁区は、操業はあったがヒラメの漁獲がなかった漁区を示す

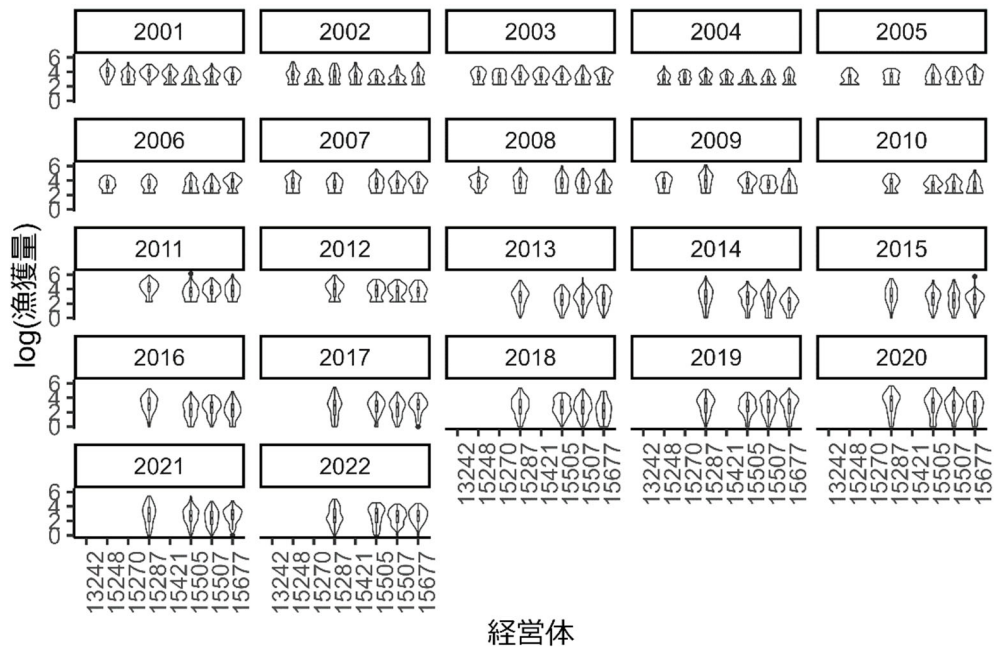


図 3. 2000 年から 2022 年までの以西底びき網による対数変換した漁労体別のヒラメ漁獲量

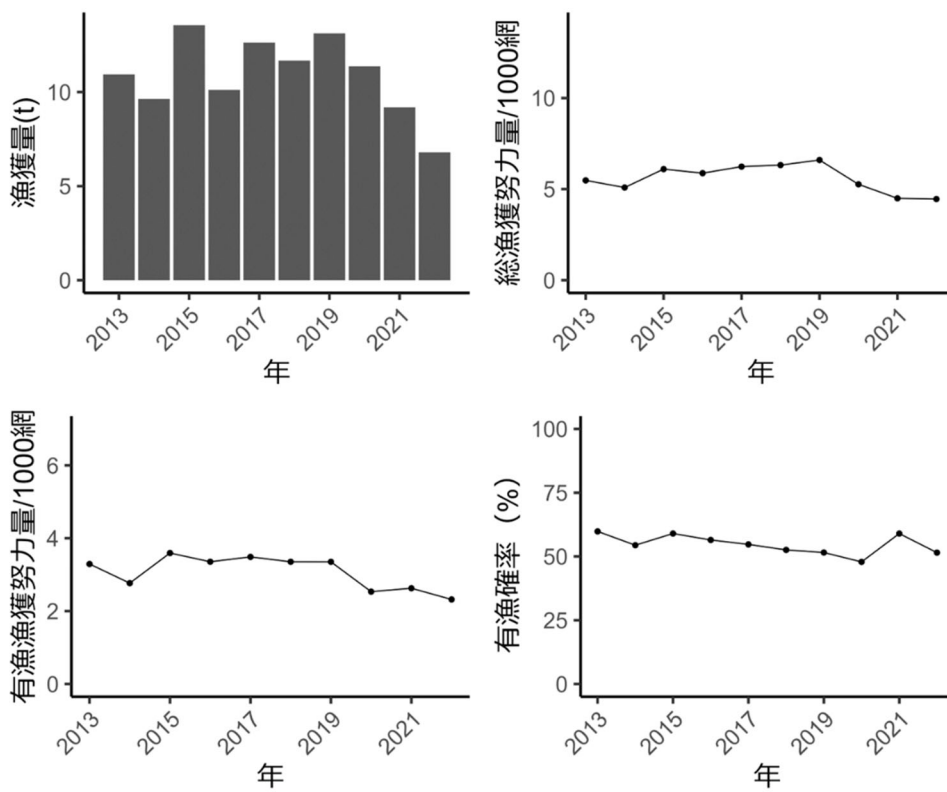


図 3. 以西底びき網によるヒラメ漁獲量 (左上)、ヒラメの有漁努力量 (右上)、以西底びき網の総漁獲努力量 (左下)、ヒラメの有漁獲率 (右下)

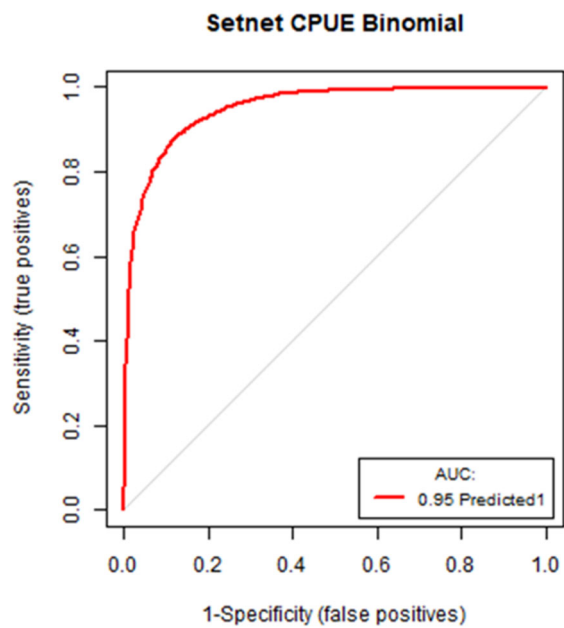


図 4. 有漁確率モデルの ROC 曲線

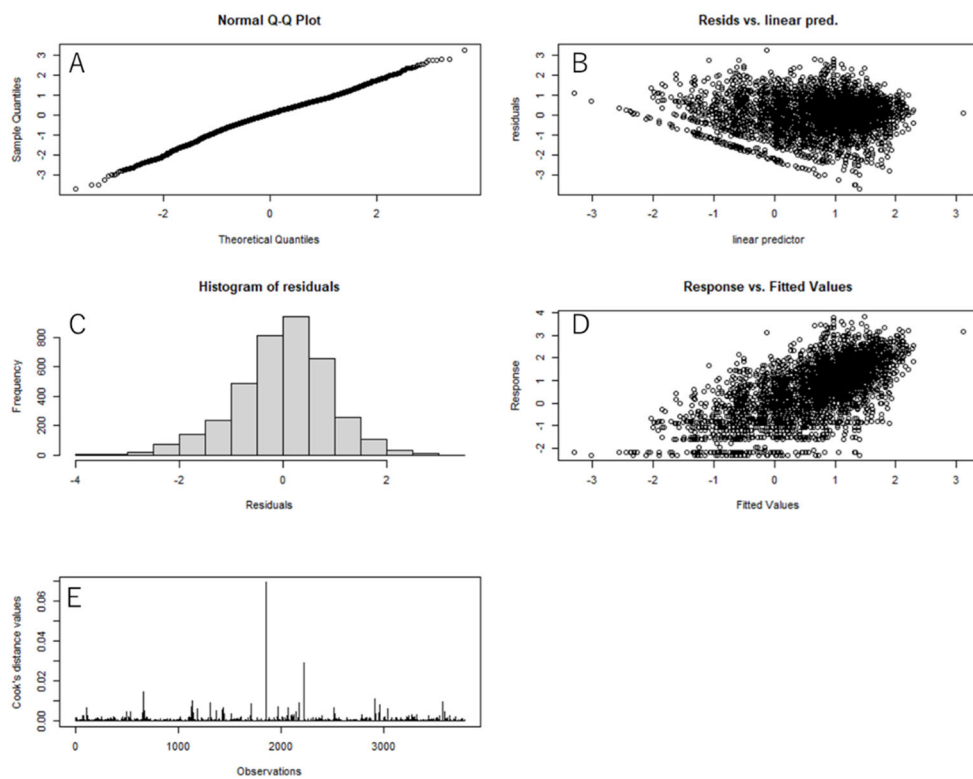


図 5. モデル診断（有漁時 CPUE モデル）の要約図。A 標準化した正規 QQ plot、B 推定値に対する逸脱度残差の分布、C 逸脱度残差の頻度分布、D 推定値に対する標準化残差の

分布、E 観察値に対するクックの距離

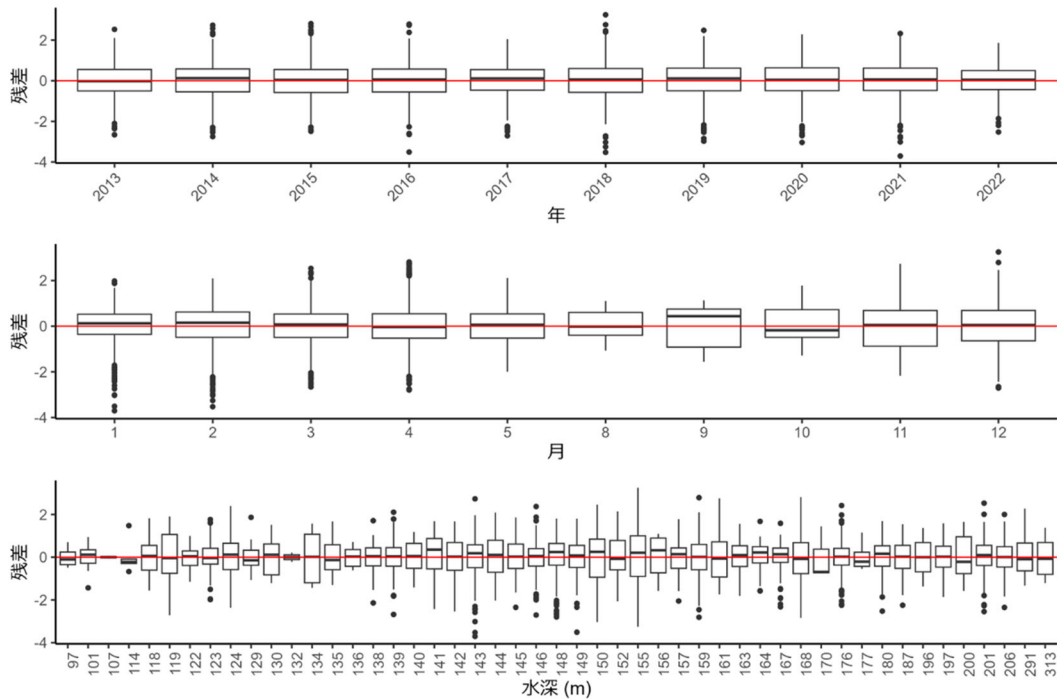


図 6. 各説明変数に対する残差 (有漁 CPUE モデル)

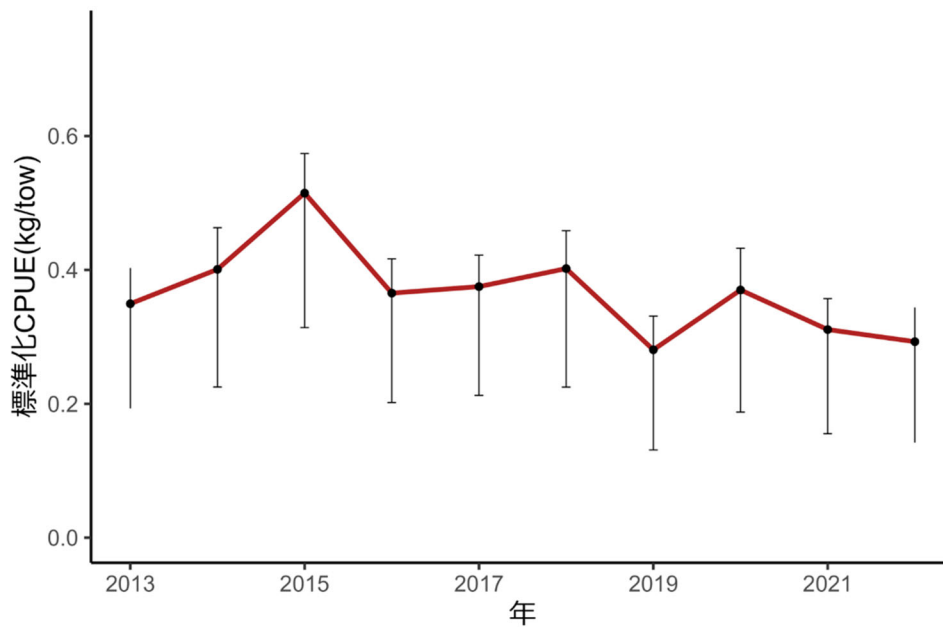


図 7. 95%信頼区間付き標準化 CPUE. 実線が年トレンドを示し、エラーバーが 95%信頼区間を示

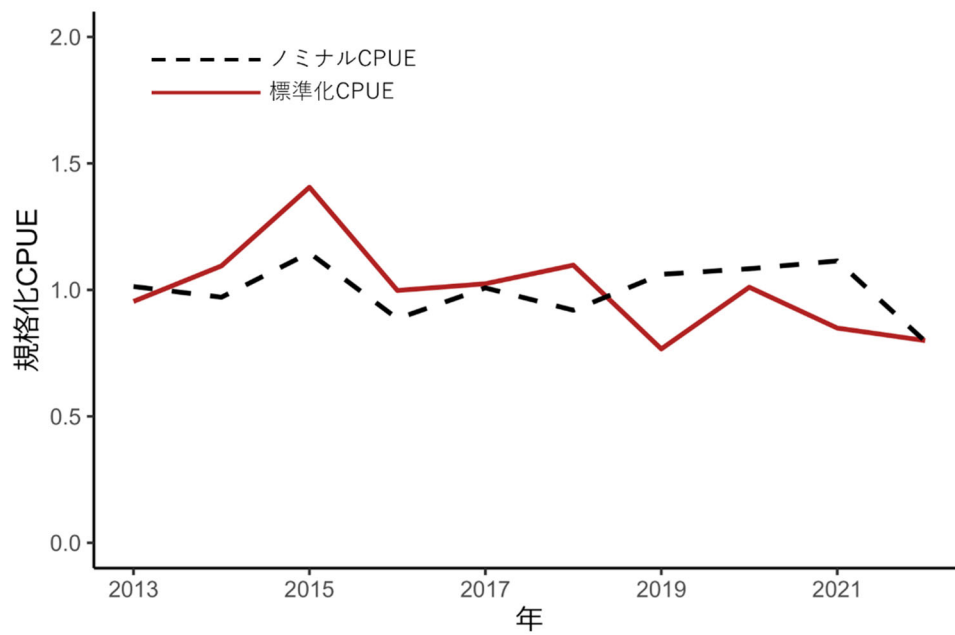


図 8. 標準化 CPUE とノミナル CPUE の比較. 実線が年トレンドを示し、破線がノミナル CPUE を示す

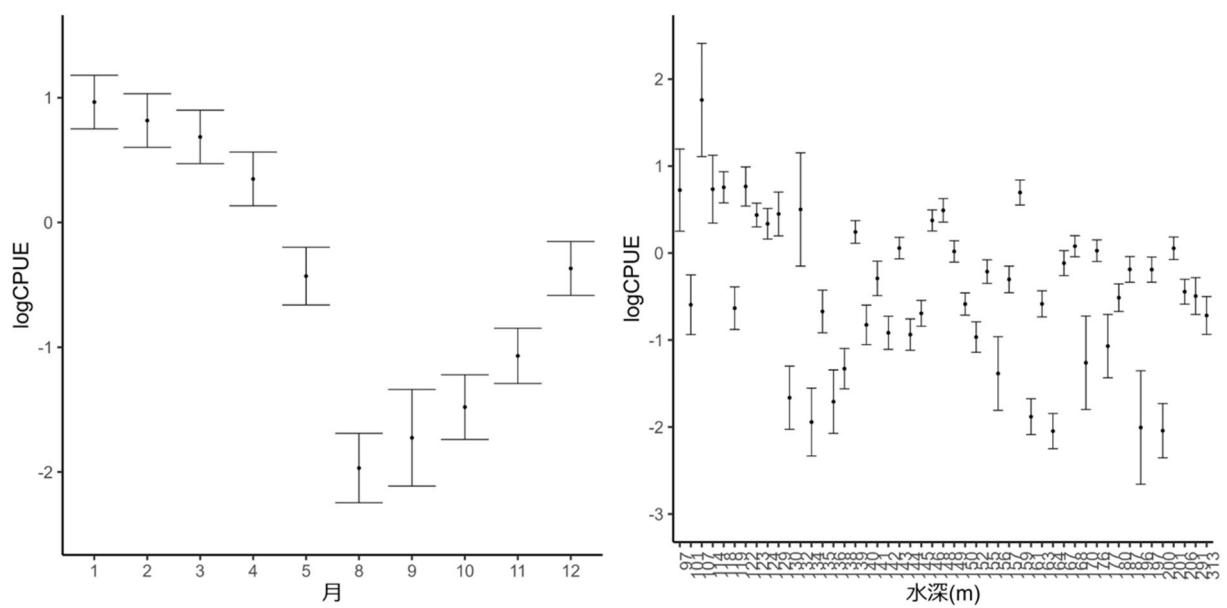


図 9. 年トレンド以外の変数における推定結果

表 1. 年別データ数(n)、ひき網回数、漁獲量(t)、計算されたヒラメの年別標準化 CPUE と CV、規格化 CPUE

年	n	ひき網回数 (回)	漁獲量 (t)	標準化 CPUE (kg/tow)	信頼限界 下限 2.5%	信頼限界 上限 97.5%	CV (%)	規格化 CPUE
2013	687	5,479	11	0.35	0.19	0.40	18.0	0.95
2014	634	5,088	10	0.40	0.23	0.46	17.4	1.09
2015	751	6,099	14	0.51	0.31	0.57	14.9	1.41
2016	742	5,876	10	0.37	0.20	0.42	17.2	1.00
2017	793	6,236	13	0.38	0.21	0.42	17.5	1.02
2018	799	6,320	12	0.40	0.22	0.46	17.4	1.10
2019	807	6,598	13	0.28	0.13	0.33	22.6	0.77
2020	635	5,264	11	0.37	0.19	0.43	20.1	1.01
2021	546	4,496	9	0.31	0.16	0.36	20.9	0.85
2022	532	4,456	7	0.29	0.14	0.34	22.4	0.80

表 2. モデル選択の結果 (BIC による上位 5 モデル)

・有漁確率モデル

(Int)	水深	月	年:経営体("re")	年	df	logLik	BIC	delta	weight
19.2	+	+		+	73	-1963	4581	0	1.0
35.1	+	+	+	+	95	-1919	4684	103	0.0
2.6		+		+	19	-2487	5142	561	0.0
2.6		+	+	+	38	-2449	5239	658	0.0
13.5	+			+	65	-4220	9015	4434	0.0

・有漁 CPUE モデル

(Int)	水深	月	年:経営体("re")	年	df	logLik	BIC	delta	weight
2.1	+	+		+	67	-4940	10439	0	1.0
1.9	+	+	+	+	91	-4878	10508	69	0.0
1.3		+		+	19	-5464	11092	653	0.0
1.3		+	+	+	45	-5367	11104	665	0.0
0.0	+			+	58	-5760	12006	1567	0.0

付表 1. ベストモデルの推定パラメータ

有漁確率モデル

```

Family: binomial
Link function: logit

Formula:
pp ~ depth_f + month_f + year_f + 1

Parametric coefficients:
              Estimate Std. Error z value Pr(>|z|)
(Intercept)  19.2170    376.5956   0.051  0.95930
depth_f99    -0.9013    959.7188  -0.001  0.99925
depth_f101   -17.1709    376.5964  -0.046  0.96363
depth_f107    -3.4058    692.5176  -0.005  0.99608
depth_f114   -13.7367    376.5971  -0.036  0.97090
depth_f118   -14.4090    376.5960  -0.038  0.96948
depth_f119   -17.6893    376.5958  -0.047  0.96254
depth_f120   -17.1925    376.6009  -0.046  0.96359
depth_f122    -1.8045    405.4855  -0.004  0.99645
depth_f123   -14.5963    376.5957  -0.039  0.96908
depth_f124   -13.5798    376.5961  -0.036  0.97124
depth_f126   -26.4885    959.7188  -0.028  0.97798
depth_f129   -12.7078    376.5960  -0.034  0.97308
depth_f130   -19.5374    376.5959  -0.052  0.95863
depth_f131   -31.2715    438.9870  -0.071  0.94321
depth_f132   -13.9680    376.6001  -0.037  0.97041
depth_f133   -19.3332    376.5975  -0.051  0.95906
depth_f134   -17.3728    376.5965  -0.046  0.96321
depth_f135   -15.7579    376.5959  -0.042  0.96662
depth_f136   -17.5502    376.5960  -0.047  0.96283
depth_f138   -16.4188    376.5958  -0.044  0.96522
depth_f139   -14.7191    376.5957  -0.039  0.96882
depth_f140   -16.6423    376.5958  -0.044  0.96475
depth_f141   -17.5158    376.5957  -0.047  0.96290
depth_f142   -16.2780    376.5958  -0.043  0.96552
depth_f143   -15.3549    376.5956  -0.041  0.96748

```

depth_f144	-17.7912	376.5957	-0.047	0.96232	
depth_f145	-16.7355	376.5957	-0.044	0.96455	
depth_f146	-14.8263	376.5957	-0.039	0.96860	
depth_f148	-15.3969	376.5957	-0.041	0.96739	
depth_f149	-15.8653	376.5956	-0.042	0.96640	
depth_f150	-17.2961	376.5956	-0.046	0.96337	
depth_f152	-18.2214	376.5957	-0.048	0.96141	
depth_f155	-15.9987	376.5957	-0.042	0.96611	
depth_f156	-17.9117	376.5964	-0.048	0.96207	
depth_f157	-15.5815	376.5957	-0.041	0.96700	
depth_f159	-13.3678	376.5958	-0.035	0.97168	
depth_f161	-19.2386	376.5957	-0.051	0.95926	
depth_f163	-15.9893	376.5957	-0.042	0.96613	
depth_f164	-19.3989	376.5957	-0.052	0.95892	
depth_f167	-15.6756	376.5957	-0.042	0.96680	
depth_f168	-16.5967	376.5956	-0.044	0.96485	
depth_f170	-19.8490	376.5962	-0.053	0.95797	
depth_f176	-15.7661	376.5956	-0.042	0.96661	
depth_f177	-18.4436	376.5961	-0.049	0.96094	
depth_f180	-16.1825	376.5957	-0.043	0.96573	
depth_f187	-16.6211	376.5957	-0.044	0.96480	
depth_f196	-20.4038	376.5964	-0.054	0.95679	
depth_f197	-16.2883	376.5957	-0.043	0.96550	
depth_f200	-19.7031	376.5958	-0.052	0.95827	
depth_f201	-16.1537	376.5956	-0.043	0.96579	
depth_f206	-16.7610	376.5957	-0.045	0.96450	
depth_f285	-5.1871	959.7188	-0.005	0.99569	
depth_f291	-17.8738	376.5958	-0.047	0.96215	
depth_f313	-17.2026	376.5958	-0.046	0.96357	
depth_f411	-31.8899	584.9989	-0.055	0.95653	
month_f2	-0.4337	0.1980	-2.191	0.02846	*
month_f3	-0.1224	0.2009	-0.609	0.54240	
month_f4	-0.5368	0.1985	-2.705	0.00683	**
month_f5	-1.5374	0.2559	-6.007	1.89e-09	***
month_f8	-6.7896	0.2665	-25.476	< 2e-16	***
month_f9	-7.8308	0.3926	-19.947	< 2e-16	***

```

month_f10    -5.8085    0.2379 -24.411 < 2e-16 ***
month_f11    -3.7497    0.1811 -20.702 < 2e-16 ***
month_f12    -2.0788    0.1775 -11.712 < 2e-16 ***
year_f2014    0.1990    0.1937  1.028  0.30415
year_f2015    0.5362    0.1948  2.753  0.00590 **
year_f2016    0.1896    0.1917  0.989  0.32273
year_f2017    0.1066    0.1895  0.563  0.57368
year_f2018    0.1166    0.1819  0.641  0.52166
year_f2019   -0.5893    0.1823 -3.232  0.00123 **
year_f2020   -0.1801    0.1976 -0.911  0.36216
year_f2021   -0.2875    0.1969 -1.460  0.14430
year_f2022   -0.4149    0.1983 -2.092  0.03646 *
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

R-sq.(adj) =  0.646   Deviance explained = 58.8%
UBRE = -0.41175  Scale est. = 1           n = 6926

```

有漁 CPUE モデル

Family: gaussian

Link function: identity

Formula:

log(hirame/tow) ~ depth_f + month_f + year_f + 1

Parametric coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)	
(Intercept)	2.05247	0.45789	4.482	7.60e-06	***
depth_f101	-1.31790	0.55691	-2.366	0.018011	*
depth_f107	1.03625	0.78442	1.321	0.186567	
depth_f114	0.01047	0.58361	0.018	0.985687	
depth_f118	0.03241	0.47589	0.068	0.945699	
depth_f119	-1.35726	0.50256	-2.701	0.006951	**
depth_f122	0.04190	0.49167	0.085	0.932089	
depth_f123	-0.28645	0.46275	-0.619	0.535938	
depth_f124	-0.38688	0.47431	-0.816	0.414747	
depth_f129	-0.27402	0.50222	-0.546	0.585363	
depth_f130	-2.38662	0.56997	-4.187	2.89e-05	***
depth_f132	-0.22245	0.78449	-0.284	0.776767	
depth_f134	-2.66636	0.58698	-4.542	5.74e-06	***
depth_f135	-1.39516	0.50215	-2.778	0.005490	**
depth_f136	-2.43186	0.56986	-4.267	2.03e-05	***
depth_f138	-2.05274	0.49583	-4.140	3.55e-05	***
depth_f139	-0.48077	0.46122	-1.042	0.297306	
depth_f140	-1.54907	0.49441	-3.133	0.001743	**
depth_f141	-1.01483	0.48275	-2.102	0.035606	*
depth_f142	-1.64035	0.47972	-3.419	0.000634	***
depth_f143	-0.66637	0.45949	-1.450	0.147076	
depth_f144	-1.66068	0.47614	-3.488	0.000493	***
depth_f145	-1.41648	0.46597	-3.040	0.002384	**
depth_f146	-0.34868	0.45925	-0.759	0.447766	
depth_f148	-0.23289	0.46234	-0.504	0.614484	
depth_f149	-0.70503	0.45946	-1.534	0.125000	
depth_f150	-1.30954	0.46046	-2.844	0.004480	**

depth_f152	-1.68949	0.47437	-3.562	0.000373	***
depth_f155	-0.93669	0.46188	-2.028	0.042632	*
depth_f156	-2.10835	0.60898	-3.462	0.000542	***
depth_f157	-1.02644	0.46690	-2.198	0.027979	*
depth_f159	-0.02753	0.46431	-0.059	0.952720	
depth_f161	-2.60457	0.48637	-5.355	9.07e-08	***
depth_f163	-1.30754	0.46634	-2.804	0.005076	**
depth_f164	-2.77039	0.48399	-5.724	1.12e-08	***
depth_f167	-0.83952	0.46463	-1.807	0.070862	.
depth_f168	-0.64476	0.45923	-1.404	0.160402	
depth_f170	-1.98463	0.69341	-2.862	0.004232	**
depth_f176	-0.69652	0.45976	-1.515	0.129867	
depth_f177	-1.79324	0.56976	-3.147	0.001661	**
depth_f180	-1.23654	0.46882	-2.638	0.008385	**
depth_f187	-0.91145	0.46589	-1.956	0.050496	.
depth_f196	-2.72890	0.78545	-3.474	0.000518	***
depth_f197	-0.91361	0.46513	-1.964	0.049582	*
depth_f200	-2.76554	0.53839	-5.137	2.94e-07	***
depth_f201	-0.66881	0.46100	-1.451	0.146926	
depth_f206	-1.16788	0.46459	-2.514	0.011986	*
depth_f291	-1.21769	0.48842	-2.493	0.012705	*
depth_f313	-1.44126	0.49093	-2.936	0.003348	**
month_f2	-0.14811	0.05021	-2.950	0.003196	**
month_f3	-0.27968	0.04765	-5.869	4.75e-09	***
month_f4	-0.61657	0.05132	-12.014	< 2e-16	***
month_f5	-1.39517	0.08764	-15.919	< 2e-16	***
month_f8	-2.93360	0.16497	-17.783	< 2e-16	***
month_f9	-2.69094	0.30579	-8.800	< 2e-16	***
month_f10	-2.44512	0.13801	-17.717	< 2e-16	***
month_f11	-2.03427	0.06752	-30.128	< 2e-16	***
month_f12	-1.33389	0.05236	-25.476	< 2e-16	***
year_f2014	0.05566	0.06704	0.830	0.406495	
year_f2015	0.18851	0.06246	3.018	0.002563	**
year_f2016	-0.03357	0.06360	-0.528	0.597648	
year_f2017	0.02573	0.06332	0.406	0.684536	
year_f2018	0.09106	0.06375	1.428	0.153294	

```
year_f2019  0.08007    0.06356    1.260 0.207837
year_f2020  0.13951    0.06992    1.995 0.046080 *
year_f2021  0.01825    0.06811    0.268 0.788771
year_f2022  0.02475    0.07162    0.346 0.729684
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

R-sq.(adj) =  0.459   Deviance explained = 46.8%
GCV = 0.82581   scale est. = 0.81119   n = 3784
```