

能登半島周辺における定置網で漁獲されるウマヅラハギの CPUE の解析

五味伸太郎¹・酒井 猛¹・四方崇文²

1：国立研究開発法人 水産研究・教育機構、2：石川県水産総合センター

概要

データ	石川県沿岸海域で操業する大型定置網データ(1 日あたりのウマヅラハギ漁獲量)、1993 年～2002 年 FRA-ROMS、2003 年～2022 年 FRA-ROMSII再解析値(10m 深海水温および塩分)
対象	1 日あたり漁獲量(kg/日)
データの利用可能な期間	1996 年～2022 年
標準化に使用した期間	1996 年～2022 年
標準化のためのデータ抽出	なし
統計ソフト・パッケージ	R(4.2.1)および Tidyverse(データ処理)、Stats(モデル作成)、MuMIn(モデル選択)、car(多重共線性確認)、ggplot2(図示)を使用
統計モデル	デルタ型一般化線形モデル(0/1 データに対して二項分布、有漁データに対して対数正規分布を適用)
フルモデルで導入した説明変数	有漁確率モデル:年・月・エリア・10m 深海水温・10m 深塩分(すべてカテゴリ・固定効果) 有漁 CPUE モデル:年・月・エリア・10m 深海水温・10m 深塩分(すべてカテゴリ・固定効果)
最終モデルの選択方法	dredge による総当たり法(選択基準は AIC)
最終モデルで選択された説明変数	有漁確率モデル、有漁 CPUE モデルともにフルモデル
年トレンドの抽出方法	有漁確率モデルの予測値×有漁 CPUE モデルの予測値
信頼区間の計算方法	サンプリング回数を 1,000 回としたブートストラップ法により 95%信頼区間を計算。
その他	石川県以外のデータが得られれば、さらに結果の信頼性が上がると期待される。

1 背景

資源評価において資源量の相対的な変化を表すとされる CPUE (単位努力量当たり漁獲量) の推定は重要である。その CPUE は季節や漁場、海洋環境の影響を受けるため、適切な統計モデルによりそれらの要因を考慮した計算が必要となる。ウマヅラハギについては、昨年度に石川県の大形定置網データを用いて標準化 CPUE の計算がなされた。本報告は昨年度の報告に 2022 年のデータを加えて更新したものである。

定置網漁業は海底地形や水塊によって移動してくる魚介類を待ち受けて漁獲する漁法であり、特に日本海で大きく発展している。石川県では定置網ごとに長年データを収集してきた。現在のところウマヅラハギについて、石川県の定置網データが最も長い期間とられており、このデータを日本海における本種の指標値の一つとして考えた。

2 データと方法

2.1 使用データ

能登半島の石川県にある定置網のデータを用いた (図 1)。石川県内の漁協を 3 つのエリア (西・北・東) に分け、それぞれの一日毎の魚種別漁獲量と操業統数を求めた。また、それぞれのエリアにおける 10m 水深の水温と塩分は FRA-ROMS および FRA-ROMSII (Kuroda et al. 2017) の再解析値を当てはめた。本データにおける標準化の対象は海域別の一日あたりの平均漁獲量 (kg/日) とした。標準化に使用したデータの期間は 1996～2022 年の 1～12 月である。

2.2 統計モデル

本解析に使用する漁獲量は 0 の場合が多くあるので、ここでは存在/不在を考慮したデルタ二段階法による一般化線形モデル (Lo et al. 1992) を使って解析することとした。具体的なモデルは次の通り。

有漁確率モデル: $\text{logit}(P) = \text{Year} + \text{Month} + \text{Area} + \text{Temp10m} + \text{Sal10m} + \text{error}$

有漁 CPUE モデル: $\text{log}(\text{CPUE}) = \text{Year} + \text{Month} + \text{Area} + \text{Temp10m} + \text{Sal10m} + \text{error}$

なお、水温は 1℃ ごと、塩分は 0.1 ごとに整数化して用いた。説明変数の選択は AIC (赤池の情報量規準) を用いて判断した。95%信頼区間はブートストラップ法 (1000 回) で求めた。

3 結果

図 2 に CPUE の対数値と 10m 深水温・塩分および年・月との関係を示した。CPUE の対数値は低水温ほどやや高い傾向が認められた。塩分との関係は不明瞭であった。ウマヅラハギは冬季に CPUE が高い傾向がみられた。

AIC から判断して、有漁確率モデルおよび有漁 CPUE モデルともフルモデルが選択された (表 1・2)。それぞれの一般化線形モデル (GLM) による要約表を表 3 と 4 に示した。

また、有漁確率モデルと有漁 CPUE モデルの要約図をそれぞれ図 3 と 4 に示した。有漁 CPUE モデルの QQ プロットから、残差の正規性について問題はないと判断された。各説明変数に対する残差を図 5 に示した。説明変数ごとに概ね 0 に収束していると判断された。

図 6 に標準化 CPUE の経年変化を示した。表 5 には各年の標準化 CPUE と規格化した標準化 CPUE を示した。標準化 CPUE は 1998 年に高い値を示した後低下した。2003～2009 年は低い値を示す年が多かったが、それ以降は変動しながらも概ね横ばいで推移した。2017、2018 年にやや高い値を示したものの、以降 2 年連続で低下した後、2021 年、2022 年とわずかに上昇した。

引用文献

- Kuroda, H., T. Setou, S. Ito, T. Taneda, T. Azumaya, D. Inagake, Y. Hiroe, K. Morinaga, M. Okazaki, T. Yokota, T. Okunishi, K. Aoki, Y. Shimizu, D. Hasegawa and T. Sakai (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 J. Mar. Sci.*, 7, 62-90.
- Lo, N. C. H., L. D. Jacobson and J. L. Squire (1992) Indices of relative abundance from fish spotter data based on Delta-lognominal models. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 49, 2515-2526.

表 1 StepAIC による有漁確率モデルの AIC の比較

Model Description	AIC	Δ AIC
logit(P) ~ Year + Month + Area + Temp10m + Sal10m	7933.9	0.0
logit(P) ~ Year + Area + Temp10m + Sal10m	8007.2	73.3
logit(P) ~ Year + Month + Area + Sal10m	8040.3	106.4
logit(P) ~ Year + Month + Area + Temp10m	8134.8	200.9
logit(P) ~ Month + Area + Temp10m + Sal10m	8289.9	356.0
logit(P) ~ Year + Month + Temp10m + Sal10m	8547.9	614.0

表 2 StepAIC による有漁 CPUE モデルの AIC の比較

Model Description	AIC	Δ AIC
log(CPUE) ~ Year + Month + Area + Temp10m + Sal10m	64729	0
log(CPUE) ~ Year + Month + Area + Sal10m	64974	245
log(CPUE) ~ Year + Month + Area + Temp10m	65091	362
log(CPUE) ~ Month + Area + Temp10m + Sal10m	65616	887
log(CPUE) ~ Year + Month + Temp10m + Sal10m	66071	1342
log(CPUE) ~ Year + Area + Temp10m + Sal10m	66607	1878

表 3 有漁確率モデルの要約表

Call:

```
glm(formula = uma_pa ~ factor(Area) + factor(Month) + factor(Sal10m_r) +
     factor(Temp10m_r) + factor(Year) + 1, family = binomial,
     data = data)
```

Deviance Residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-3.5284	0.1349	0.2306	0.3682	1.6180

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
(Intercept)	32.39005	1986.93070	0.016	0.986994
factor(Area)N	-0.69361	0.10634	-6.523	6.91e-11 ***
factor(Area)W	-1.97809	0.09358	-21.138	< 2e-16 ***
factor(Month)2	0.77699	0.32535	2.388	0.016934 *
factor(Month)3	0.50188	0.31936	1.572	0.116055
factor(Month)4	1.27838	0.28186	4.536	5.75e-06 ***
factor(Month)5	2.03153	0.32271	6.295	3.07e-10 ***
factor(Month)6	2.42937	0.38364	6.332	2.41e-10 ***
factor(Month)7	3.10467	0.42171	7.362	1.81e-13 ***
factor(Month)8	2.19613	0.44303	4.957	7.16e-07 ***
factor(Month)9	2.11344	0.43669	4.840	1.30e-06 ***
factor(Month)10	2.12133	0.41772	5.078	3.81e-07 ***
factor(Month)11	2.05163	0.40775	5.032	4.87e-07 ***
factor(Month)12	1.65150	0.44642	3.699	0.000216 ***
factor(Sal10m_r)32.5	-0.03747	2650.70507	0.000	0.999989
factor(Sal10m_r)32.6	-18.17555	1978.09006	-0.009	0.992669
factor(Sal10m_r)32.7	-15.61527	1978.09013	-0.008	0.993701
factor(Sal10m_r)32.8	-16.20664	1978.09004	-0.008	0.993463
factor(Sal10m_r)32.9	-16.70676	1978.09001	-0.008	0.993261
factor(Sal10m_r)33	-17.23836	1978.09001	-0.009	0.993047
factor(Sal10m_r)33.1	-16.43370	1978.09001	-0.008	0.993371
factor(Sal10m_r)33.2	-16.42939	1978.09001	-0.008	0.993373
factor(Sal10m_r)33.3	-16.12368	1978.09001	-0.008	0.993496

factor(Sal10m_r)33.4	-16.18931	1978.09001	-0.008	0.993470
factor(Sal10m_r)33.5	-16.57480	1978.09000	-0.008	0.993314
factor(Sal10m_r)33.6	-16.27513	1978.09001	-0.008	0.993435
factor(Sal10m_r)33.7	-16.14339	1978.09001	-0.008	0.993488
factor(Sal10m_r)33.8	-15.83767	1978.09001	-0.008	0.993612
factor(Sal10m_r)33.9	-17.00749	1978.09001	-0.009	0.993140
factor(Sal10m_r)34	-17.86334	1978.09001	-0.009	0.992795
factor(Sal10m_r)34.1	-17.66251	1978.09001	-0.009	0.992876
factor(Sal10m_r)34.2	-17.81515	1978.09001	-0.009	0.992814
factor(Sal10m_r)34.3	-17.30586	1978.09001	-0.009	0.993020
factor(Sal10m_r)34.4	-17.60598	1978.09001	-0.009	0.992899
factor(Sal10m_r)34.5	-17.95420	1978.09003	-0.009	0.992758
factor(Temp10m_r)10	-14.21116	187.22575	-0.076	0.939496
factor(Temp10m_r)11	-14.03127	187.22579	-0.075	0.940260
factor(Temp10m_r)12	-12.86394	187.22588	-0.069	0.945222
factor(Temp10m_r)13	-13.09265	187.22600	-0.070	0.944250
factor(Temp10m_r)14	-13.14894	187.22610	-0.070	0.944010
factor(Temp10m_r)15	-13.72186	187.22615	-0.073	0.941575
factor(Temp10m_r)16	-13.73896	187.22615	-0.073	0.941502
factor(Temp10m_r)17	-14.83459	187.22616	-0.079	0.936847
factor(Temp10m_r)18	-14.86033	187.22621	-0.079	0.936738
factor(Temp10m_r)19	-14.54998	187.22625	-0.078	0.938056
factor(Temp10m_r)20	-14.60187	187.22625	-0.078	0.937836
factor(Temp10m_r)21	-14.98036	187.22627	-0.080	0.936228
factor(Temp10m_r)22	-15.08710	187.22629	-0.081	0.935774
factor(Temp10m_r)23	-15.35025	187.22628	-0.082	0.934656
factor(Temp10m_r)24	-15.24132	187.22630	-0.081	0.935119
factor(Temp10m_r)25	-15.58565	187.22631	-0.083	0.933657
factor(Temp10m_r)26	-15.60162	187.22634	-0.083	0.933589
factor(Temp10m_r)27	-16.03579	187.22642	-0.086	0.931745
factor(Temp10m_r)28	-15.32931	187.22711	-0.082	0.934746
factor(Year)1997	-0.17363	0.18239	-0.952	0.341111
factor(Year)1998	1.23592	0.22174	5.574	2.49e-08 ***
factor(Year)1999	0.16644	0.18753	0.888	0.374796
factor(Year)2000	-0.02611	0.18424	-0.142	0.887292
factor(Year)2001	0.91128	0.20419	4.463	8.08e-06 ***

factor(Year)2002	0.58827	0.20329	2.894	0.003806	**
factor(Year)2003	0.56337	0.19986	2.819	0.004821	**
factor(Year)2004	0.06256	0.17886	0.350	0.726501	
factor(Year)2005	0.21294	0.18217	1.169	0.242433	
factor(Year)2006	0.84946	0.20379	4.168	3.07e-05	***
factor(Year)2007	0.68749	0.19977	3.441	0.000579	***
factor(Year)2008	1.17116	0.20695	5.659	1.52e-08	***
factor(Year)2009	0.72382	0.20957	3.454	0.000553	***
factor(Year)2010	1.07645	0.22328	4.821	1.43e-06	***
factor(Year)2011	1.36849	0.23531	5.816	6.04e-09	***
factor(Year)2012	1.00697	0.22828	4.411	1.03e-05	***
factor(Year)2013	1.69184	0.27358	6.184	6.24e-10	***
factor(Year)2014	0.68425	0.20582	3.324	0.000886	***
factor(Year)2015	1.81617	0.26387	6.883	5.87e-12	***
factor(Year)2016	2.08233	0.28841	7.220	5.20e-13	***
factor(Year)2017	1.90155	0.27859	6.826	8.75e-12	***
factor(Year)2018	1.90539	0.27612	6.901	5.18e-12	***
factor(Year)2019	1.54864	0.25165	6.154	7.56e-10	***
factor(Year)2020	0.67800	0.27194	2.493	0.012660	*
factor(Year)2021	1.61716	0.25950	6.232	4.61e-10	***
factor(Year)2022	1.58287	0.25172	6.288	3.21e-10	***

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

(Dispersion parameter for binomial family taken to be 1)

Null deviance: 9785.4 on 19516 degrees of freedom

Residual deviance: 7773.9 on 19437 degrees of freedom

AIC: 7933.9

Number of Fisher Scoring iterations: 16

表 4 有漁 CPUE モデルの要約表

Call:

```
glm(formula = logcpue_uma ~ factor(Year) + factor(Month) + factor(Area) +
    factor(Temp10m_r) + factor(Sal10m_r), family = gaussian,
    data = data2)
```

Deviance Residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-6.7438	-0.8644	0.0732	0.9517	5.9654

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	7.0756816	0.7364277	9.608	< 2e-16 ***
factor(Year)1997	-0.2105537	0.0834981	-2.522	0.011689 *
factor(Year)1998	0.6780092	0.0814046	8.329	< 2e-16 ***
factor(Year)1999	-0.3037645	0.0827544	-3.671	0.000243 ***
factor(Year)2000	-0.2483521	0.0830331	-2.991	0.002784 **
factor(Year)2001	0.1167417	0.0804549	1.451	0.146792
factor(Year)2002	-0.1092989	0.0812747	-1.345	0.178704
factor(Year)2003	-0.3737363	0.0807549	-4.628	3.72e-06 ***
factor(Year)2004	-0.6937722	0.0815737	-8.505	< 2e-16 ***
factor(Year)2005	-0.3100834	0.0812048	-3.819	0.000135 ***
factor(Year)2006	-0.6345370	0.0807351	-7.859	4.07e-15 ***
factor(Year)2007	-0.8738309	0.0808379	-10.810	< 2e-16 ***
factor(Year)2008	-0.6384850	0.0794445	-8.037	9.78e-16 ***
factor(Year)2009	-0.5328632	0.0813042	-6.554	5.75e-11 ***
factor(Year)2010	0.0005879	0.0823399	0.007	0.994303
factor(Year)2011	0.0987789	0.0801272	1.233	0.217676
factor(Year)2012	-0.3778659	0.0819275	-4.612	4.01e-06 ***
factor(Year)2013	-0.1063565	0.0835927	-1.272	0.203277
factor(Year)2014	-0.2113987	0.0813057	-2.600	0.009329 **
factor(Year)2015	-0.2771183	0.0809999	-3.421	0.000625 ***
factor(Year)2016	-0.4133961	0.0804131	-5.141	2.76e-07 ***
factor(Year)2017	-0.0487205	0.0809400	-0.602	0.547226
factor(Year)2018	-0.0498677	0.0813941	-0.613	0.540103

factor(Year)2019	-0.6319078	0.0815814	-7.746	1.00e-14 ***
factor(Year)2020	-0.7512878	0.0887729	-8.463	< 2e-16 ***
factor(Year)2021	-0.6630695	0.0837618	-7.916	2.59e-15 ***
factor(Year)2022	-0.6260742	0.0823632	-7.601	3.07e-14 ***
factor(Month)2	-0.8776172	0.0907490	-9.671	< 2e-16 ***
factor(Month)3	-2.3915325	0.0996480	-24.000	< 2e-16 ***
factor(Month)4	-2.4785750	0.0764992	-32.400	< 2e-16 ***
factor(Month)5	-1.8910897	0.0705222	-26.816	< 2e-16 ***
factor(Month)6	-2.7369297	0.0980288	-27.920	< 2e-16 ***
factor(Month)7	-2.4802316	0.1153431	-21.503	< 2e-16 ***
factor(Month)8	-2.7443937	0.1277987	-21.474	< 2e-16 ***
factor(Month)9	-2.5950251	0.1257284	-20.640	< 2e-16 ***
factor(Month)10	-2.1210235	0.1185563	-17.890	< 2e-16 ***
factor(Month)11	-1.5690317	0.1114787	-14.075	< 2e-16 ***
factor(Month)12	-0.8269284	0.0936397	-8.831	< 2e-16 ***
factor(Area)N	-0.5315996	0.0302998	-17.545	< 2e-16 ***
factor(Area)W	-1.1918097	0.0319857	-37.261	< 2e-16 ***
factor(Temp10m_r)10	-0.0209557	0.0871446	-0.240	0.809969
factor(Temp10m_r)11	0.5016235	0.0971479	5.164	2.45e-07 ***
factor(Temp10m_r)12	0.8176891	0.1105525	7.396	1.46e-13 ***
factor(Temp10m_r)13	0.4534356	0.1238903	3.660	0.000253 ***
factor(Temp10m_r)14	0.5433126	0.1336170	4.066	4.80e-05 ***
factor(Temp10m_r)15	0.2671014	0.1399001	1.909	0.056248 .
factor(Temp10m_r)16	-0.1475397	0.1420895	-1.038	0.299118
factor(Temp10m_r)17	-0.1377821	0.1481062	-0.930	0.352232
factor(Temp10m_r)18	-0.0040257	0.1539956	-0.026	0.979145
factor(Temp10m_r)19	-0.1126155	0.1563236	-0.720	0.471288
factor(Temp10m_r)20	-0.1569971	0.1575070	-0.997	0.318893
factor(Temp10m_r)21	-0.1316238	0.1611110	-0.817	0.413953
factor(Temp10m_r)22	-0.2196792	0.1618913	-1.357	0.174812
factor(Temp10m_r)23	-0.2160900	0.1609249	-1.343	0.179354
factor(Temp10m_r)24	-0.1812195	0.1632482	-1.110	0.266977
factor(Temp10m_r)25	-0.2215941	0.1660661	-1.334	0.182099
factor(Temp10m_r)26	-0.3110364	0.1697368	-1.832	0.066899 .
factor(Temp10m_r)27	-0.2638904	0.1839636	-1.434	0.151455
factor(Temp10m_r)28	-0.6085094	0.2638381	-2.306	0.021101 *

```

factor(Sal10m_r)32.5 -0.4841376  0.9622615  -0.503 0.614883
factor(Sal10m_r)32.6 -0.7480637  0.8519927  -0.878 0.379946
factor(Sal10m_r)32.7 -0.6211362  0.7686080  -0.808 0.419026
factor(Sal10m_r)32.8 -0.1400828  0.7441615  -0.188 0.850689
factor(Sal10m_r)32.9 -0.2285510  0.7342989  -0.311 0.755614
factor(Sal10m_r)33   -0.4752570  0.7340247  -0.647 0.517338
factor(Sal10m_r)33.1 -0.3659389  0.7277530  -0.503 0.615087
factor(Sal10m_r)33.2 -0.3602674  0.7269345  -0.496 0.620184
factor(Sal10m_r)33.3 -0.3476772  0.7262278  -0.479 0.632127
factor(Sal10m_r)33.4 -0.0896053  0.7254245  -0.124 0.901696
factor(Sal10m_r)33.5 -0.0377663  0.7256453  -0.052 0.958493
factor(Sal10m_r)33.6  0.0984555  0.7256499   0.136 0.892076
factor(Sal10m_r)33.7  0.2857449  0.7258887   0.394 0.693845
factor(Sal10m_r)33.8  0.2278409  0.7262637   0.314 0.753740
factor(Sal10m_r)33.9  0.0941397  0.7269771   0.129 0.896968
factor(Sal10m_r)34   -0.3774477  0.7271655  -0.519 0.603720
factor(Sal10m_r)34.1 -0.5680082  0.7270513  -0.781 0.434666
factor(Sal10m_r)34.2 -0.4141511  0.7273351  -0.569 0.569086
factor(Sal10m_r)34.3 -0.4612336  0.7276392  -0.634 0.526169
factor(Sal10m_r)34.4 -0.3310697  0.7293463  -0.454 0.649887
factor(Sal10m_r)34.5 -0.8259295  0.7462972  -1.107 0.268437

```

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

(Dispersion parameter for gaussian family taken to be 2.053265)

Null deviance: 69824 on 18172 degrees of freedom
Residual deviance: 37150 on 18093 degrees of freedom
AIC: 64729

Number of Fisher Scoring iterations: 2

表 5 計算されたウマヅラハギの年別の標準化 CPUE と規格化した標準化 CPUE

年	CPUE(kg/日)	信頼限界下限	信頼限界上限	scaled CPUE	信頼限界下限	信頼限界上限
1996	73.90	66.30	83.21	1.26	1.13	1.42
1997	59.67	53.43	66.59	1.02	0.91	1.14
1998	147.43	133.01	162.48	2.52	2.27	2.78
1999	54.69	49.25	60.95	0.93	0.84	1.04
2000	57.62	51.52	63.80	0.98	0.88	1.09
2001	83.94	75.19	94.16	1.43	1.28	1.61
2002	66.77	59.37	75.17	1.14	1.01	1.28
2003	51.24	46.13	57.34	0.88	0.79	0.98
2004	36.97	33.03	41.34	0.63	0.56	0.71
2005	54.38	48.68	60.76	0.93	0.83	1.04
2006	39.58	35.57	44.07	0.68	0.61	0.75
2007	31.11	28.22	34.45	0.53	0.48	0.59
2008	39.51	35.45	43.92	0.68	0.61	0.75
2009	43.77	39.85	48.48	0.75	0.68	0.83
2010	74.81	67.40	82.67	1.28	1.15	1.41
2011	82.66	74.58	91.37	1.41	1.27	1.56
2012	51.22	45.73	57.16	0.88	0.78	0.98
2013	67.41	60.19	74.29	1.15	1.03	1.27
2014	60.35	54.73	66.82	1.03	0.94	1.14
2015	56.85	51.61	62.47	0.97	0.88	1.07
2016	49.64	45.03	54.28	0.85	0.77	0.93
2017	71.46	64.92	78.81	1.22	1.11	1.35
2018	71.38	64.38	78.60	1.22	1.10	1.34
2019	39.84	36.15	43.79	0.68	0.62	0.75
2020	35.17	31.51	39.37	0.60	0.54	0.67
2021	38.62	35.28	42.14	0.66	0.60	0.72
2022	40.08	36.48	44.10	0.68	0.62	0.75



図 1. 能登半島と海洋データの抽出点

定置網について、西海域、北海域および東海域の 3 つのエリアに分けて解析を行った。
FRA-ROMS および FRA-ROMSII による 10m 深水温・塩分の代表地点は、West (E136.55, N36.95)、North (E136.95, N37.45)、East (E137.15, N36.95) とした。

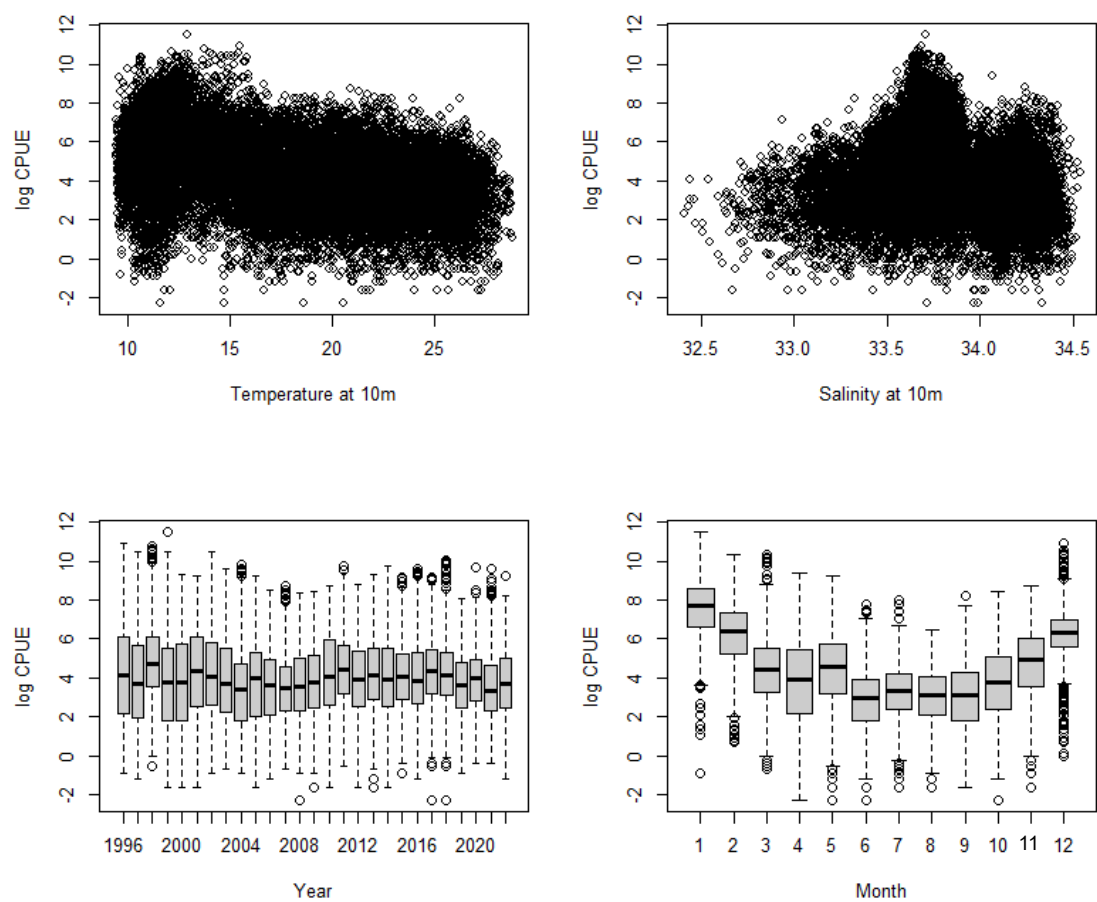


図 2. 対数化した CPUE と 10m 深水温（左上）および塩分（右上）との関係、および年別（左下）と月別（右下）の CPUE の変化

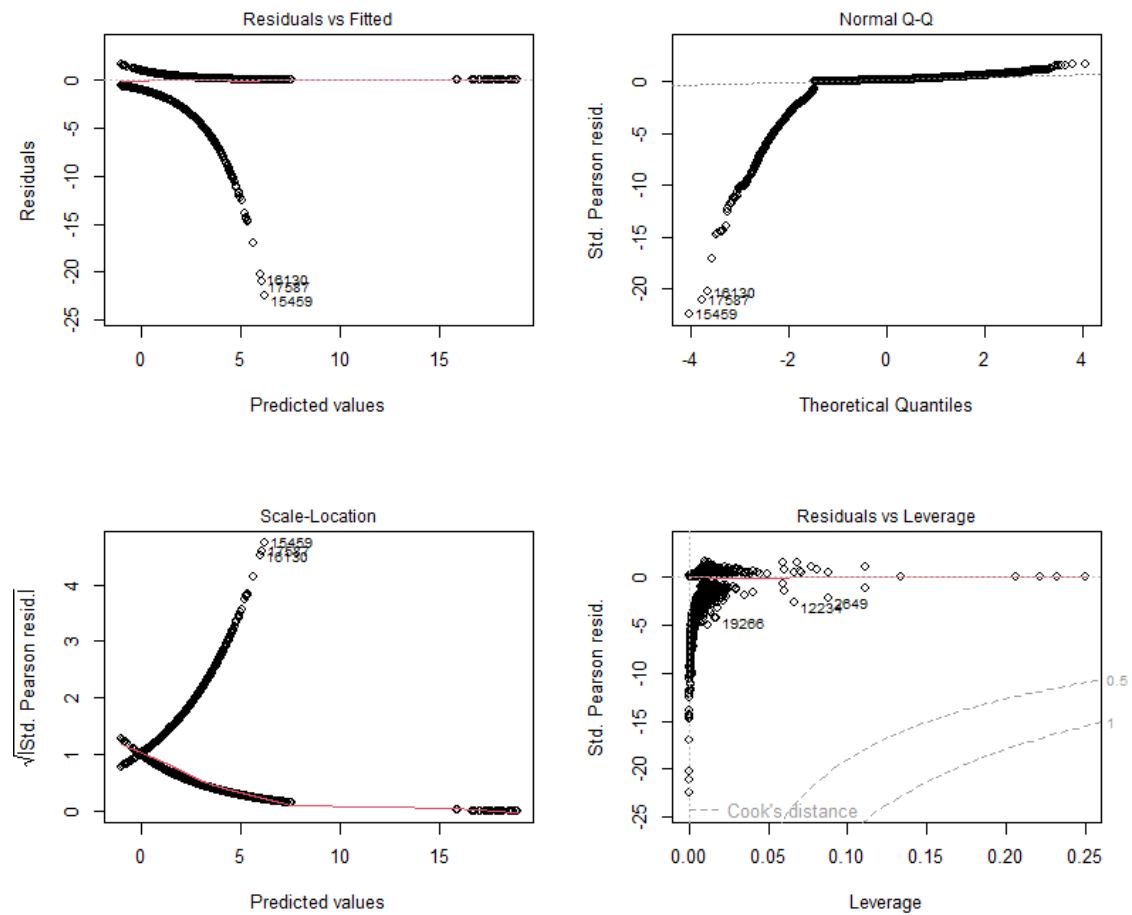


図 3. モデル診断（有漁確率モデル）の要約図

左上：推定値に対する残差の分布、右上：Q-Qプロット、左下：推定値に対する標準化残差の分布、右下：てこ比に対する標準化残差とクックの距離。

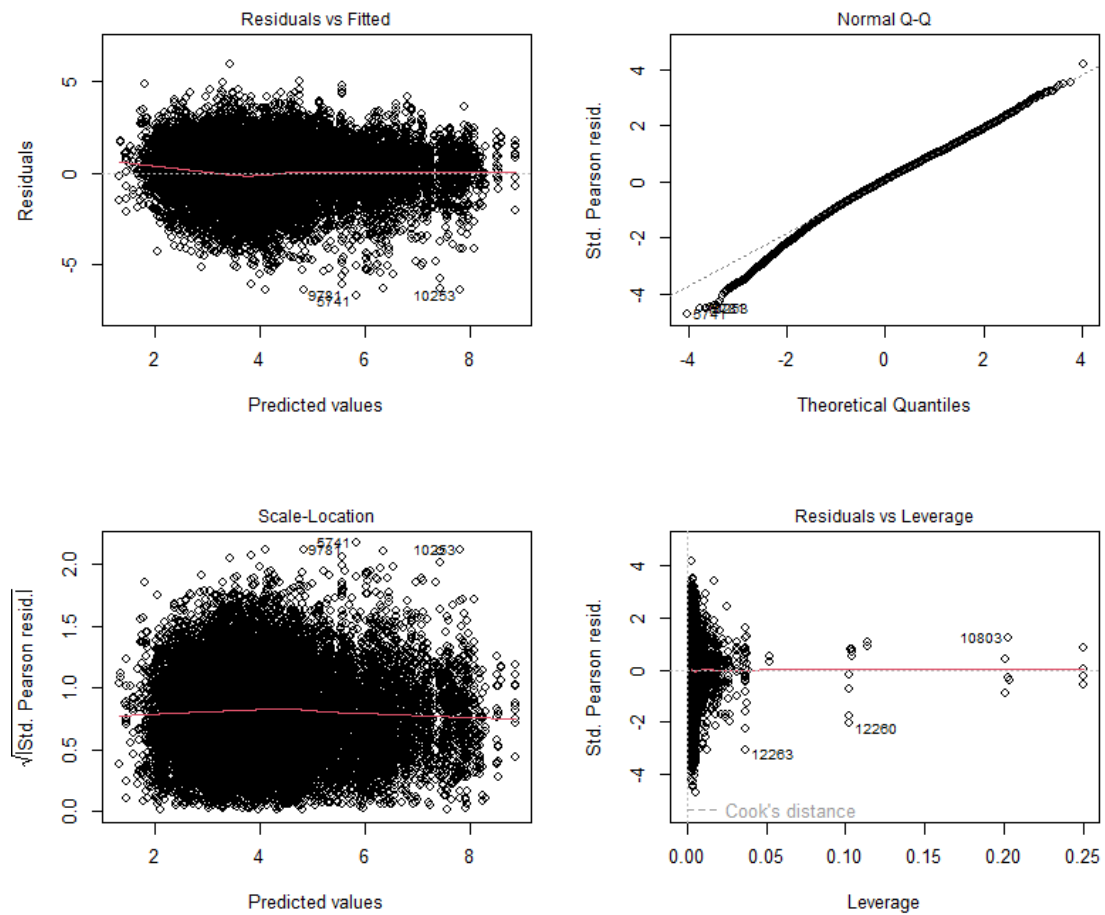


図 4. モデル診断（有漁 CPUE モデル）の要約図

左上：推定値に対する残差の分布、右上：Q-Qプロット、左下：推定値に対する標準化残差の分布、右下：てこ比に対する標準化残差とクックの距離。

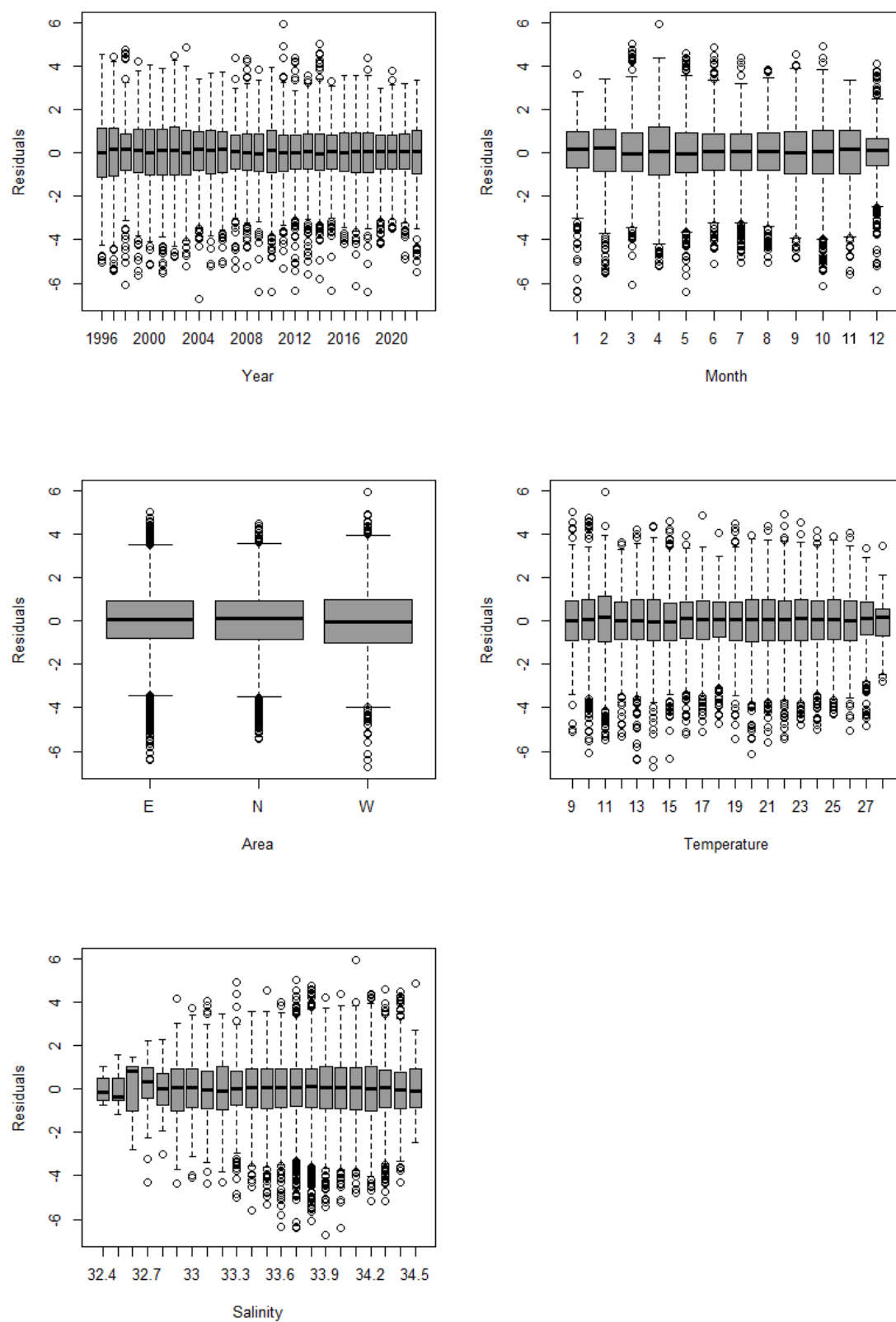


図 5. 各説明変数に対する残差プロット

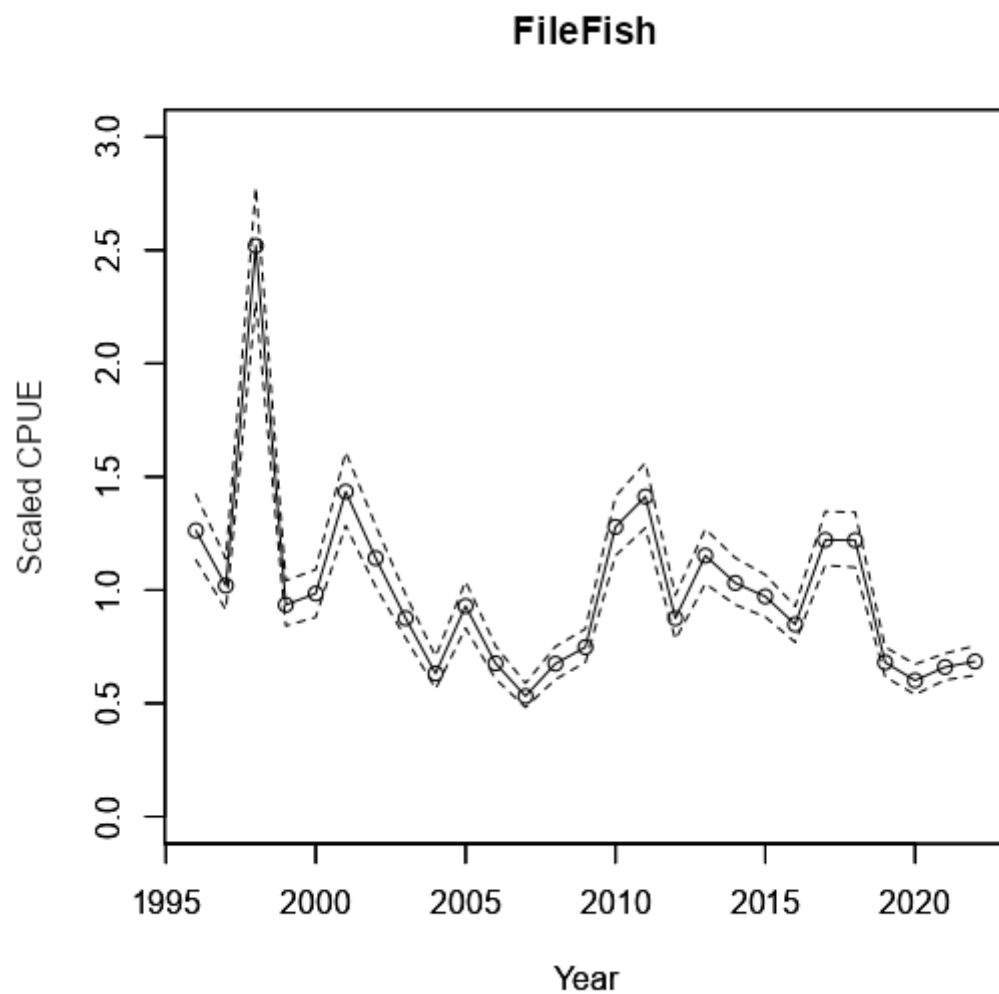


図 6. 平均値で規格化したウマヅラハギの標準化 CPUE（実線）と 95%信頼区間（破線）