

CPUE analysis in intercessional period  
Working Paper for b.1

4 分割した体長階級による標準化 CPUE の初期的解析

Preliminary analysis on standardized CPUE for each quartile length  
 group

3 July, 2009

Tomoyuki Itoh, NRIFSF

[Introduction]

本文書は、年齢ではなく体長階級でミナミマグロのCPUEを区分した場合のCPUE標準化に与える効果を検討するものである。本解析は、SAG9で承認されたCPUEワーキンググループの作業計画 (Attachment5 of SAG9 Report) のb.1に対応するものである。

This working paper examined effects on CPUE standardization by divide SBT into body length classes instead of ages. This analysis is correspond with b.1 of CPUE Working group tasks (Attachment5 of SAG9 Report) which was endorsed at SAG9.

[Method]

漁獲データは、日本、NZ のジョイントベンチャー、豪州のジョイントベンチャーを合わせた shot-by-shot データを用いた。

サイズデータは、CCSBT データベース (2009 年 1 月配布) から CCSBT 事務局 (R. Kennedy) が、SIZE\_DATASET\_CODE =JP\_ADJ、AUSJVLf、NZ\_RLF を選択し、NZ\_RLF からは延縄の NZC のみを選択した。月・緯度 5 度・経度 10 度で以下のサイズ 4 区分で集計した。また、1 区画のサイズデータには 10 個体以上が必要とした。

size1: 50-119 cmFL

size2: 120-139 cmFL

size3: 140-159 cmFL

size4: 160-229 cmFL.

標準化用のデータを 4-9 月、4-9 海区のものに限定した。Base モデル(式 1) (CCSBT-ESC/0809/09) を使用したところ、交互作用の欠損値のために LS-mean が推定されなかった。そこで、主効果のみを含んだモデル (式 2) で標準化した。

$$\log(\text{CPUE}+0.2) = \text{Intercept} + \text{Year} + \text{Month} + \text{Area} + \text{Lat5} + \text{BET\_CPUE} + \text{YFT\_CPUE} + (\text{Month} * \text{Area}) + (\text{Year} * \text{Lat5}) + (\text{Year} * \text{Area}) + \text{Error}; \quad (1)$$

$$\log(\text{CPUE}+0.2) = \text{Intercept} + \text{Year} + \text{Month} + \text{Area} + \text{Lat5} + \text{BET\_CPUE} + \text{YFT\_CPUE} +$$

$$+ Error, \quad (2)$$

ここで  $Error \sim N(0, \sigma^2)$ ,  $Area$  は CCSBT 統計海区、 $Lat5$  は緯度 5 度、 $BET\_CPUE$  はメバチの Nominal CPUE、 $YFT\_CPUE$  はキハダの Nominal CPUE。なお、 $BET\_CPUE$  及び  $YFT\_CPUE$  は連続変数である。

使用した SAS コード例を示す。

```
proc glm data = SSCT ;
class Year Month Area Lat5;
model logCPUEs1=Year Month Area Lat5 BETcpue YFTcpue /ss2 ss3 solution;
means Year Month Area Lat5;
output out=residual student=stdresid ;
lsmeans Year / stderr cl out=estimate ;
```

The dataset of shot-by-shot data including longline of Japan, Australia and NZ were used for catch and effort data.

CCSBT database distributed January 2009 were used for size data. Size data of SIZE\_DATASET\_CODE =JP\_ADJ, AUSJVLF, NZ\_RLF (NZC only) were selected and aggregated by month, 5 degree latitude, 10 degree longitude and four fork length classes as follows.

```
size1: 50-119 cmFL
size2: 120-139 cmFL
size3: 140-159 cmFL
size4: 160-229 cmFL
```

The aggregated size data whose number of fish measured exceeded 10 were applied to catch& effort data and calculated CPUE by size class. The data were selected in months 4-9 and in areas 4-9.

At first, the base model (Eq. 1) (CCSBT-ESC/0809/09) was used for CPUE standardization. But LS-means of year were not determined due to lack of information in interactions. Therefore, another model (Eq. 2) which include main effects of Eq. 1 only was used.

$$\log(CPUE+0.2) = Intercept + Year + Month + Area + Lat5 + BET\_CPUE + YFT\_CPUE + (Month*Area) + (Year*Lat5) + (Year*Area) + Error, \quad (1)$$

$$\log(CPUE+0.2) = Intercept + Year + Month + Area + Lat5 + BET\_CPUE + YFT\_CPUE + Error, \quad (2)$$

where  $Error \sim N(0, \sigma^2)$ ,  $Area$  is the CCSBT statistical area,  $Lat5$  is latitude in five degree

bands, *BET\_CPUE* is the nominal CPUE of bigeye tuna and *YFT\_CPUE* is the nominal CPUE of yellowfin tuna. Note that *BET\_CPUE* and *YFT\_CPUE* were used as continuous variables.

## [Result]

サイズデータの対応は、全ての漁獲データに対してできたわけではない。Table 1 に対応状況を示す。全操業回数に対して、サイズデータを当てはめることができたのは平均 85%であった。4 海区、5 海区、6 海区では対応率が低かった。サイズ別 CPUE の解析を進めるためには、これらのデータに当てはめる適切なサイズデータを選択しなくてはならない。特に、EEZ 内は小型魚が多いと思われることから、EEZ 外の体長データを当てはめるのが適当であるのか、慎重な判断が必要であろう。

使用したデータならびにモデルがこれまでと異なっていることから、まず、4 歳以上魚について CPUE を求めて、2つの CPUE シリーズを比較した (Fig.1)。大まかな CPUE トレンドは変わらないことが確認できる。

次いで、4 サイズの CPUE をそれぞれ求め、合計した CPUE と共に Fig.2 に示す。

サイズ別の CPUE を一枚ずつ、Fig.3 に示す。size1 の CPUE は 4 歳以上魚および全サイズの合計と似たトレンドを示した。ただし、1-3 年、先行している。また 2003 年以降は CPUE が上昇している。size2 の CPUE は size1 の CPUE から 2-3 年遅れの同様のトレンドを示した。size3 の CPUE になると、size1, size2 の CPUE で見られた形は崩れるが、まだ類似性が認められる。size1, size2 の図には反映されていない年級によって、1986-1990 年にかけて CPUE が低下することで、全体の印象は変わって見える。size4 の CPUE では、size3 の CPUE の類似性が 1998 年から 2006 年にかけての緩やかな増加にまだ認められる。1998 年まで低下する CPUE によって、全体の印象が size1, size2 の CPUE と大きく異なって見える。よって、いずれのサイズ階級でも、程度の差はあれ、豊度の異なる年級の時間に伴う推移を矛盾なく表していると言える。

Fig.4 に Q-Q プロットを示す。中間的な CPUE に対しては、交互作用を含むフルモデル、主効果のみのモデルのどちらでも、また age4+ であれ体長別であれ、よくフィットしている。低い CPUE へのフィットは、主効果のみのモデル (b など) よりも交互作用を含むフルモデル (a) が良くなっている。しかし、高 CPUE へのフィットは、どちらのモデルでも問題を抱えている。

Some catch & effort data did not corresponded with size data (Table 1). The proportion in the number of operations which corresponded with size data was 85% in average. The ratios were smaller in Area 4, Area 5 and Area 6. For further analysis, choosing appropriate size data for them is required. It should be noted that if fish within EEZ is smaller than that out of EEZ, size data collected within EEZ should be applied for catch & effort data in EEZ.

Because both the data and model for CPUE standardization was different with previous ones, firstly, standardized CPUE of age4+ were calculated and compared to the previous CPUE (Fig. 1). General agreement of the two CPUE trends is confirmed.

Secondly, standardized CPUE by four size classes and sum of them were calculated (Fig. 2). Each of CPUE by size class is shown in Fig. 3. The CPUE trend of size 1 was similar to that of age 4+ and total of size classes, though went ahead of later by 1-3 years. Increasing CPUE after 2003 is observed in size 1. The trend of CPUE of size 2 was similar to size 1 with 2-3 years lags. In size 3, CPUE lost the shape observed in size 1 and size 2 in some degree, but remains of the shape was still observed. CPUE of size3 was decreasing between 1986 and 1990 in which SBT consist of those year classes were not included in size 1 or size 2. In size 4, CPUE lost the shape further, but remains of the shape was still observed as an increasing trend between 1998 and 2006. Therefore, although the impression given from each panel was different, it was reasonable by considering the progress of year classes along with year.

Fig. 4 shows Q-Q plots of CPUE standardization. For middle range of CPUE, both models with and without interactions, as well as both data of age4+ and data by size class, fitted well. For lower range of CPUE, the fit was better in the model with interactions (Fig.4 a) than in the model without interactions (Fig. 4 b-f). For higher range of CPUE, the fit was not well in both models.

Table 1 The number of operation and proportion corresponded with size data by year and Area.  
 年・海区別操業データ数と、size データと対応したデータの割合。

Number of operation in all data in month4-9 and area 4-9							
Year	Area4	Area5	Area6	Area7	Area8	Area9	Total
1986	1597	1682	1892	1634	7397	12843	27045
1987	1759	2457	1803	2862	6961	10983	26825
1988	2815	1841	1796	1999	4559	11416	24426
1989	3908	896	1619	3230	3615	11837	25105
1990	2965	1221	1452	4748	1844	8614	20844
1991	2019	1882	2270	2890	2153	8694	19908
1992	2461	1367	1570	2620	1516	9850	19384
1993	3681	239	819	2555	735	9090	17119
1994	3302	31	286	2003	1585	6762	13969
1995	3315	37	454	1398	1834	6813	13851
1996	4233	63	0	846	1504	8208	14854
1997	4104	53	342	1815	1422	8965	16701
1998	3795	153	235	2051	2371	8015	16620
1999	2066	260	356	3049	2373	6616	14720
2000	2086	96	258	2206	1455	5909	12010
2001	1657	155	229	3948	1316	6968	14273
2002	2393	13	233	2947	1241	4122	10949
2003	2919	127	269	2026	972	5544	11857
2004	3088	114	336	1061	992	7859	13450
2005	2744	239	161	894	1229	8779	14046
2006	1417	79	166	317	714	6560	9253

Proportion of correspondance with size data							
Year	Area4	Area5	Area6	Area7	Area8	Area9	Total
1986	32%	73%	46%	65%	100%	92%	85%
1987	36%	65%	45%	93%	97%	98%	87%
1988	24%	0%	0%	100%	100%	98%	75%
1989	81%	71%	27%	100%	100%	95%	89%
1990	78%	56%	52%	100%	100%	88%	86%
1991	71%	75%	99%	100%	99%	97%	93%
1992	66%	96%	72%	98%	99%	98%	92%
1993	77%	92%	99%	99%	89%	94%	91%
1994	67%	48%	67%	100%	100%	73%	78%
1995	61%	22%	93%	94%	95%	74%	76%
1996	66%	0%	90%	90%	99%	86%	81%
1997	68%	96%	76%	98%	87%	89%	85%
1998	70%	54%	100%	100%	62%	85%	80%
1999	63%	0%	72%	72%	82%	91%	80%
2000	79%	0%	98%	92%	97%	88%	88%
2001	68%	0%	87%	100%	99%	95%	92%
2002	84%	0%	99%	100%	99%	99%	96%
2003	98%	0%	100%	85%	100%	98%	95%
2004	86%	0%	5%	100%	78%	90%	86%
2005	80%	18%	0%	39%	98%	96%	87%
2006	87%	0%	33%	32%	89%	68%	70%
min	24%	0%	0%	32%	62%	68%	70%
max	98%	96%	100%	100%	100%	99%	96%
mean	69%	36%	64%	88%	94%	90%	85%

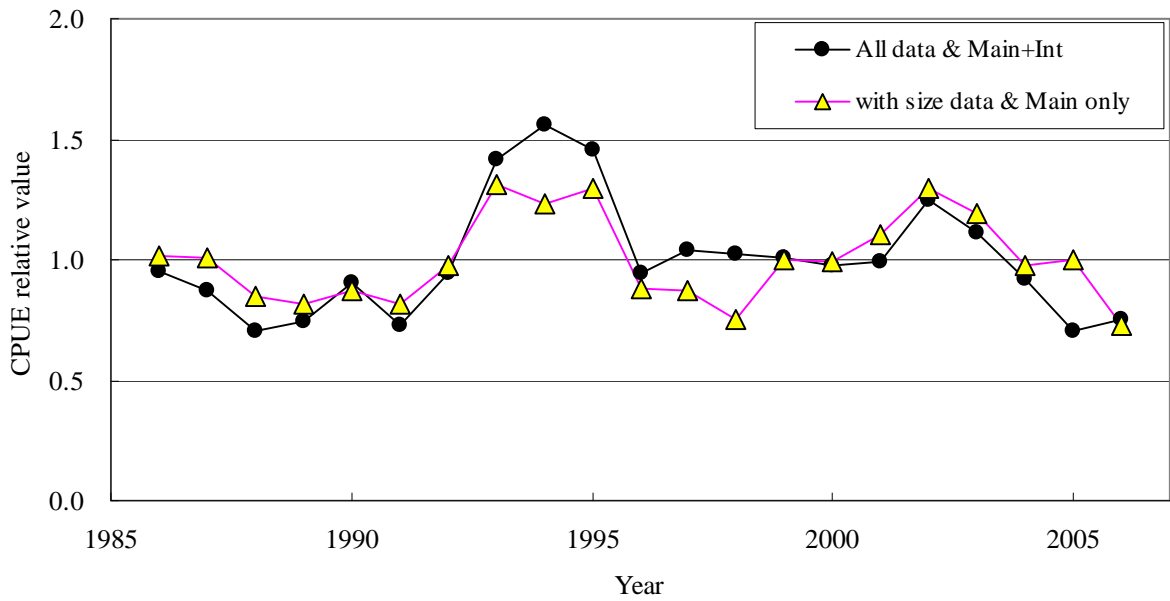


Fig.1 Standardized CPUEs. Triangle is CPUE without area weighting based on the core vessel data and on the model including interactions agreed in ESC13 for OM. Square is CPUE based on data of all vessels but corresponded with size data (85% of whole) and on the model main effects only.  
 標準化した CPUE の 2 シリーズ。三角は、ESC13 で合意された OM 用 CPUE を求めるための重み付けしない CPUE で、データはコア船、モデルは合意された交互作用も含むもの。四角は、全船のデータからサイズデータと対応するデータに限定（全体の 85%）し、モデルを合意されたものの主効果のみを用いた場合。

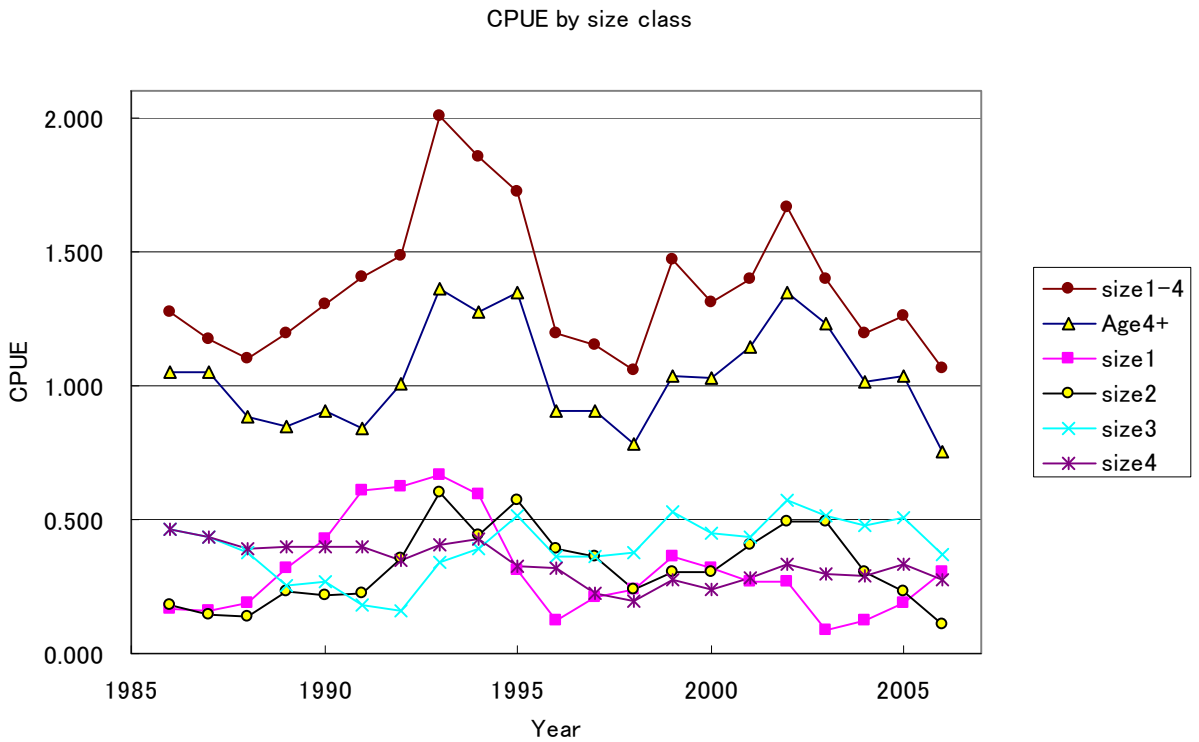


Fig.2 Standardized CPUE by size class. "age4+" is identical to "with size data & Main only" in Fig. 1.

“size1-4” is sum of CPUE of size1, size2, size3 and size4.

サイズ別 CPUE。“age4+”は Fig.1 の”with size data & Main only”と同一。“size1-4”は size1,size2,size3,size4 の CPUE の合計値。

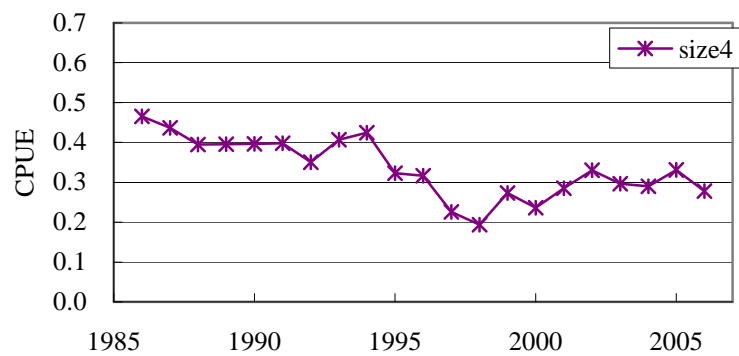
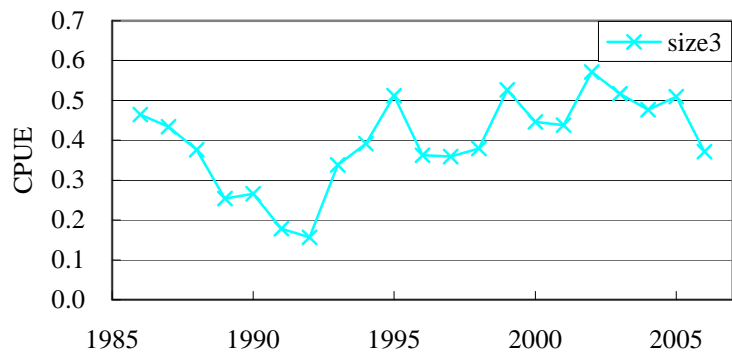
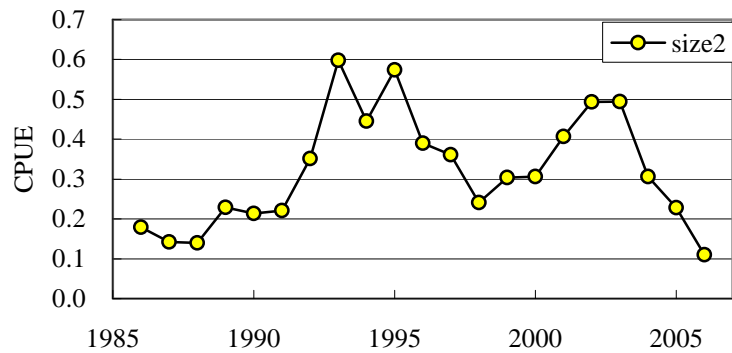
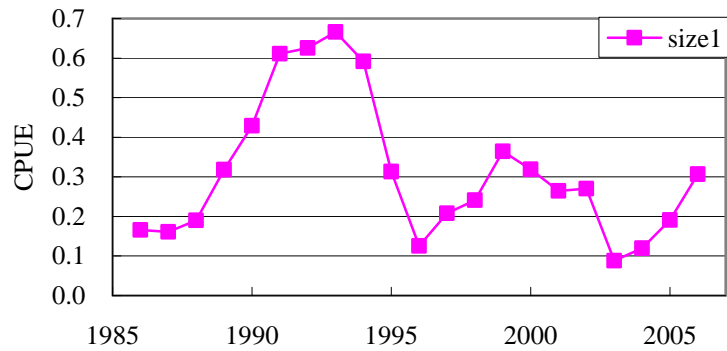


Fig.3 CPUE by size class. size1: 50-119 cmFL. size2: 120-139 cmFL. size3: 140-159 cmFL. size4: 160-229 cmFL.  
サイズ別 CPUE。

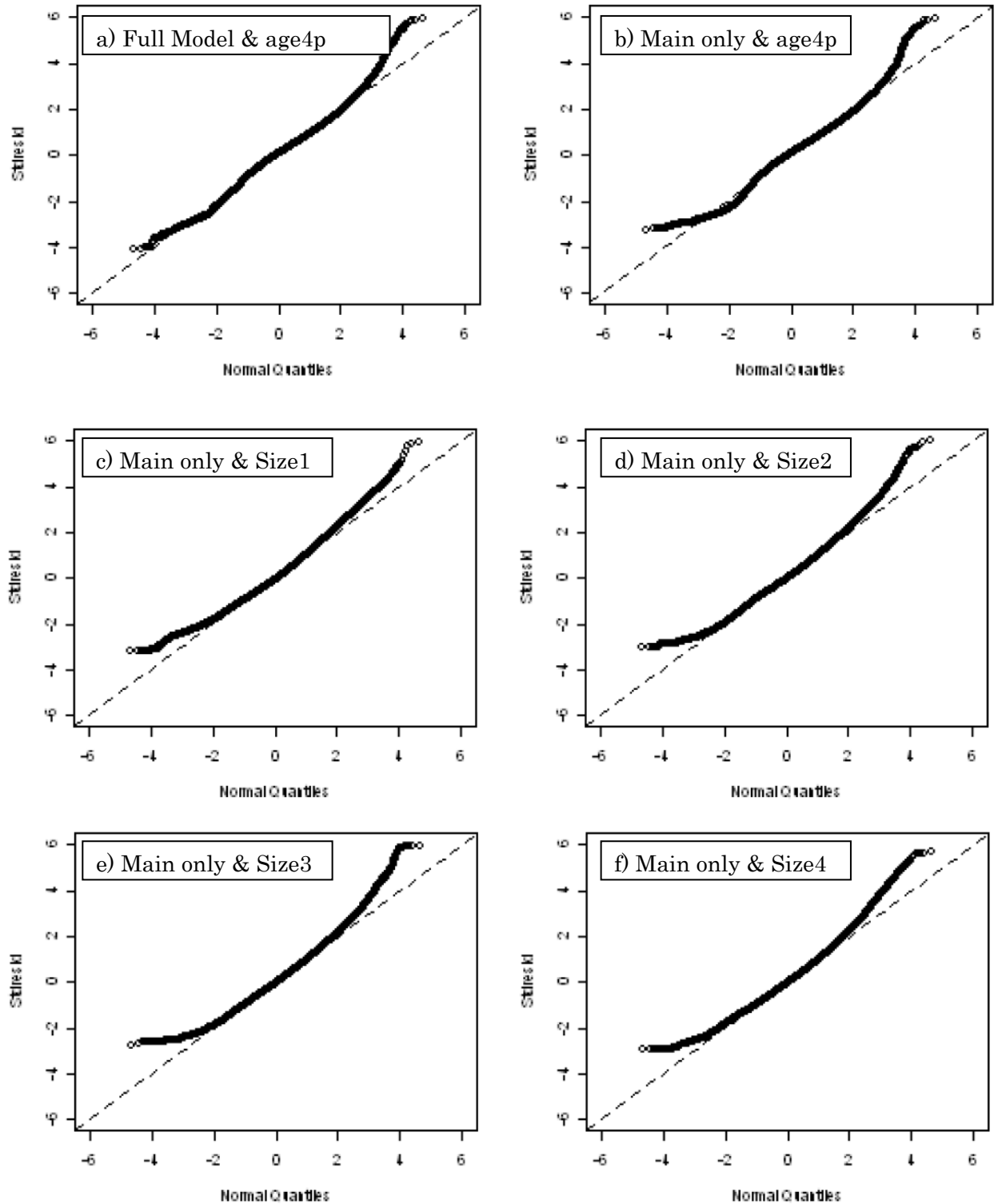


Fig.4 Q-Q plots of residuals. a) the full model of ESC13 was applied to CPUE age 4+. LS-means of year were not estimated due to lack of data in interaction. b) the full model of ESC13 without interaction was applied to CPUE age 4+. c-f) the full model of ESC13



without interaction was applied to CPUE size 1-4.

Q-Q プロット. a) age4+の CPUE に対して、ESC13 の Full model を当てはめた場合。交互作用の欠損値によって年の LS-mean は推定されなかった。 b) age4+の CPUE に対して、ESC13 のモデルの主効果のみを当てはめた場合。 c-f) size 1-4 の CPUE に対して、ESC13 のモデルの主効果のみを当てはめた場合。