

日本のミナミマグロ延縄操業パターンの変化の検証：2012年

## Change in operation pattern of Japanese southern bluefin tuna longliners in 2012.

伊藤智幸

Tomoyuki ITOH

(独) 水産総合研究センター 国際水産資源研究所

National Research Institute of Far Seas Fisheries, Fisheries Research Agency

### 要約

日本延縄船によるミナミマグロの漁獲データは、CCSBTにおけるミナミマグロの資源評価ならびにMPにおいて最も重要なものとして使用される。近年に操業パターンの変化がないかを調べた。漁獲量、隻数、操業のあった時空間、海区別割合、体長組成、操業の集中度を検討した結果、操業パターンの大きな変化は2012年には生じていなかった。この2-3年については、魚の大型化、7海区での操業増加がみられた。今後も日本延縄漁業の操業パターンに変化が生じないかは継続してモニターしていく必要がある。同時に各国それぞれの漁業、調査情報についても詳細に検討し、それらを比較検討することで、操業パターン変化の検出力を高めることが、MPによる新たな時代の頑健な資源管理に役立つだろう。

### Summary

The Japanese longline data is used as the most important scientific data for the stock assessment of southern bluefin tuna (SBT) in the CCSBT. Changes in operation pattern of Japanese SBT longliners in recent years were examined. No remarkable change was found in 2012 operational pattern in catch amount, the number of vessels, time and area operated, proportion by area, length frequency and concentration of operations. In recent couple of years, it was found that fish has become larger and the number of operations in Area 7 has increased. Monitoring of the Japanese longline data should be continued to evaluate whether any change in operational pattern occurred. At the same time, to enhance the monitoring power for the Japanese longline data, fishery data as well as fishery independent information in all Members should be carefully and continuously analyzed, monitored and compared with each other in order to make the stock management of SBT more robust.

## Introduction

CCSBT におけるミナミマグロ *Thunnus maccoyii* の資源評価は漁業情報に大きく依存している。漁獲量や CPUE から資源動向を推定するには、操業パターンに変化がないか、よく、モニタリングする必要がある。

操業パターン変化の検証は、ミナミマグロに関連する全ての漁業について毎年実施する必要がある。中でも日本延縄船によるミナミマグロの漁獲データは、CCSBT におけるミナミマグロの資源評価において最も重要なものとして使用されてきたこと、ならびに 2011 年に運用を開始した管理方策 MP では、航空機目視指数と並んで TAC を決定するインプットデータであることから、注意深いモニタリングが必要である。本文書は、2012 年末までの日本延縄船の操業パターンを分析するものである。

The assessment of southern bluefin tuna *Thunnus maccoyii* (SBT) in CCSBT relies on fishery data. Consistency of fishing operational pattern should be carefully monitored every year to estimate stock status based on fishery catch or CPUE.

Such a careful examination of fishing operational pattern should be applied for all of the fishing fleet groups whose data can be used for stock assessment of SBT in CCSBT. Particularly, such an examination is essential for catch data of Japanese longliners, because it has been used as the most important data for the stock assessment of SBT for a long period of years and it is one of two major input data of the Management Procedure which implemented in 2011. This paper describes the result of analysis of operational pattern of Japanese longliners up to end of 2012.

## Material and method

二つのデータセットを解析した。一つ目のデータセットは 2002 年から 2012 年までの RTMP データである。Logbook が公式統計ではあるが、Logbook データにはミナミマグロを対象としない操業も含まれ、また使用可能となるまでに 2 年程度の遅れがあることから、最近年のデータと同じ条件で比較することができない。なお、RTMP はミナミマグロを対象として出漁する日本延縄船の全てが報告しており、日本が CCSBT 統計海区の 4-9 海区において漁獲するミナミマグロ漁獲尾数全体の 90%以上（2001-2005 年の平均値は 93%）が RTMP に含まれていることから、日本延縄船のミナミマグロ操業を十分に反映している(Sakai et al. CCSBT/0909/FisheriesJapan)。2012 年以前の 10 年間（2002 年-2011 年）を比較対象とした。ある月の緯度 5 度、経度 5 度区画をセルと称し、解析の単位とした。

別データセット（日本タイプ延縄操業別データと称す）も解析に用いた。このデータセットはコア船 CPUE を求めるために作成した、コア船を抽出する前のもので、日本の logbook データを含み（最近年は RTMP 主体）、NZ ジョイントベンチャーや豪州枠の RTMP 船操業も含む shot-by-shot データから構成される (Itoh et al. CCSBT-OMMP/1307/07)。

日本タイプ延縄操業別データを使用してセル数を、全操業並びに SBT（4 歳以上魚）が漁獲さ

れた操業について集計した。また同じデータセットを使用して、5 度区画・月内において操業のあった 1 度区画の数も集計した。これは一種の操業海域の集中を示す情報である。

操業海域の集中の度合いは別途開発したインデックスでも示した (Attachment 1)。この集中指数は Dr. Hillary が計算方法を提供したもので、操業緯経度の平均位置に対する分散を指標化したものである。集中指数は日本タイプ延縄操業別データセットに適用し、4-9 海区、4 月-9 月のデータにおける釣钩数とミナミマグロ尾数 (4 歳以上魚) の両方について求めた。

Two data sets were used for analyses. One dataset used was the RTMP (RealTime Monitoring Program) data between 2002 and 2012. Although logbook data is Japanese official catch-and-effort data, logbook data, including longline operations targeting for other tuna species and being necessary about two years to be available, do not allow to comparison with the most recent year to previous years in same condition. RTMP data represent Japanese SBT longline operation because it include all of longline operations targeting for SBT and include more than 90% of total SBT catch of Japan in CCSBT statistical area (Area) 4-9 (mean of 2001-2005 is 93%) (CCSBT/0909/FisheriesJapan). Data in 2012 was compared to previous 10 years, 2002-2011. Five degree longitude, five degree latitude in a month is defined as one “cell”.

Another dataset (here called Japanese-type longline shot-by-shot dataset) was also used. This dataset was made for the CPUE of core vessels which comprised of Japanese logbook data with mostly RTMP data in the recent year, RTMP data from Australia in the 1990s, and New Zealand charter vessel data (Itoh et al. CCSBT-OMMP/1307/07). Note that data of all vessels, before extract the core vessels, were used for analysis.

The numbers of cells were calculated for the Japanese-type longline shot-by-shot dataset in two cases, all operations and operations with SBT age 4+. In addition, the number of one degree square operated within five degrees square, a kind on indicator of operational concentration, was calculated using this dataset.

Concentration of operation was also calculated as in another index (Attachment 1). The concentration index was derived from variance to the mean latitude and longitude of which method was provided from Dr. Hillary in CSIRO. The index was calculated in two cases, all operations and operations with SBT age 4+ by using the Japanese-type longline shot-by-shot dataset between Area 4 and Area 9 in April-September.

## Result

### 1. 2012 年の漁獲、努力量、サイズの概要 Summary of the catch, effort and size in 2012

図 1 に、CCSBT 統計海区 4-9 海区における、毎年の隻数、使用釣钩数、ミナミマグロ漁獲尾数を、

2002年から2011年までの平均値に対する相対値で示す。隻数及び使用鈎数、尾数のいずれも2006年に急減し、2008年まで継続して減少した。隻数は2009年から2011年にもわずかながら減少したが、2012年にはわずかに増加した。使用鈎数は2010年まで減少し、2011年から2012年は横ばいであった。尾数は2008年からほぼ横ばいである。

図2に、隻数、使用鈎数、ミナミマグロ漁獲尾数の統計海區別組成を示す。2002年から2006年までには、9海区の割合が増加し、4海区、7海区の割合が低下してきた。2007年から2009年は、8海区の割合がやや増加した。2010年から2012年には、9海区、7海区の割合が増加し、8海区の割合が減少した。4海区の割合は、隻数は2010年から2012年に2009年より増加しているものの、使用鈎数、ミナミマグロ尾数では低下している。

図3にミナミマグロの体長組成を示す。2012年の体長組成は135cmFLにピークを持つ単峰形であった。ピークは2010年の約120cmFL、2011年の130cmFLと次第に大型に移行している。

Figure 1 show relative values of the numbers of vessels, hooks used and SBT caught to the mean values between 2002 and 2011 in the Area between 4 and 9. These values decreased largely in 2006 and had been decreasing until 2008. The number of vessels has been decreasing slightly further from 2009 to 2011, but slightly increased in 2012. The number of hooks used was decreased until 2010 and then stable in 2011 and 2012. The number of SBT caught had been stable since 2008.

Figure 2 shows the compositions of numbers of vessels, hooks used and SBT caught by Area. From 2002 to 2006, proportions in Area 9 had been increased and those in Area 4 and Area 7 had been decreased. From 2007 to 2009, the proportion in Area 8 was slightly increased. From 2010 to 2012, proportion of Area 9 and Area 7 were increased and that of Area 8 were decreased. The proportions of Area 4 were increased in the numbers of vessels and hooks used, though, was decreased in the number of SBT caught.

Figure 3 shows fork length frequency of SBT by year. That in 2012 was mono-modal with peak around 135 cmFL. The peak has become larger from 120 cmFL in 2010 and 130 cmFL in 2011.

## 2. 操業時空間の変化 Changes of the time and space operated

図4に、RTMP船データセットにおける4-9海区内の操業のあったセル(5x5度・月単位)数の変化を示す。合計セル数は2002年から増減を繰り返しながら、110から165の範囲で推移した。海區別には、7海区は2002年の26から2012年の7へ減少し、8海区は2004年の46まで増加した後に2012年に22となっている。9海区は2002年の42から2012年には66となっている。

表1に、セル数を年、月、海區別に示す。表2には、その操業回数を示す。過去10年間と比較して2012年の操業時期、海域はほぼ同様であった。詳細を見ると、4海区の5月、7海区の4

月と5月には2012年に操業が多かった。逆に、2012年に操業が少なかったのは4海区の6月、7海区の7月、8海区の10月から12月、9海区の8月と9月であった。各海区の早い時期に操業が多く行われたと言える。

図5にRTMP船データセットにおける1セル当たりの操業回数を示す。日本の総漁獲枠が半分以下に減少し、漁期撤廃に伴ってセル数が増加したことの結果として、1セル当たりの操業回数は2010年に20.7回/セルまで減少した。2012年には30.0回/セルとわずかに増加した。4海区、8海区、9海区のセルあたり操業回数は全体と同様であるが、7海区のセルあたり操業回数は2012年に100回/セルと他の海区と大きく異なった。

図6は日本タイプ延縄操業別データセットを使って求めた4-9月、4-9海区内の操業セル数である。RTMPに基づく図4よりも長期データであるが、RTMPデータが主体となる最近年(2012年)とそれ以前との一貫性には注意が必要である。SBTが漁獲されなかった操業も含めた全操業で見ると、操業セル数は1980年代から次第に減少し、2002年、2003年に低くなった後はほぼ横ばいである(Fig. 6a 上図)。セルの定義を5度区画・月から1度区画・月に変更しても傾向は変わらない(Fig. 6a 中図)。5度区画・月の1セル当たりの操業回数(Fig6の白丸)は1986年から2005年まではほぼ一定であったが、その後は減少し、2007年以降は横ばいである。セル数の減少は特定の海区だけでなく、全ての海区で生じていた。

データをミナミマグロ4歳以上魚が漁獲された操業に限定しても、全操業で見られたものと傾向に違いはなかった(Fig. 6b)。

Figure 4 shows the change of the number of cell (five degree square and month) in Area 4-9. The total number of cell has been fluctuated in the range between 110 and 165. No remarkable year trend was observed in each area. Dare say, it has been decreased from 26 in 2002 to 7 in 2012 in Area 7. It was increased to 46 in 2004 then decreased to 22 in 2012 in Area8. It was increased from 42 in 2002 to 66 in 2012 in Area 9.

Table 1 shows the number of cell by year, month and Area. Table 2 shows the number of operations. Fishing season and area in 2012 were similar to those in previous 10 years. Seeing in detail, the numbers of operations in 2012 were large in April of Area 4, and April and May of Area 7. On the contrary, the numbers of operations in 2012 were small in June of Area 4, July of Area 7, between October and December of Area 8, and August and September of Area 9. Thus, operations were concentrated in earlier period of each area.

Figure 5 shows the number of operations per cell in the RTMP dataset. Because the allocation of TAC to Japan was reduced to less than half and the number of cell operated was increased, the number of operations per cell has decreased to 20.7 per cell in 2010. It was slightly increased to 30.0 per cell in 2012. It was similar to who the area in Area 4, Area 8 and Area 9, but it in Area 7 was large as 100 per cell in 2012 and quite different to other Areas.

Figure 6 shows the number of cells operated in Area 4-9 and month 4-9 in the Japanese-type longline shot-by-shot dataset. While the time series was longer than the RTMP dataset, it should be noted that most of data in the most recent year (2012) was based on RTMP and may have inconsistency to previous years. In all operations including SBT negative catch, the number of cells decreased since the 1980s to 2002 and 2003 followed by stable with little fluctuation (Fig. 6a upper panel). No difference was found in the case that the cell was defined as one degree square and month (Fig. 6a middle panel). The number of operations per cell in five degree shifted slightly lower level in 2006 and then stable (line with open circle in Fig. 6a). Decrease of the number of cells was observed in all Areas.

No difference was found when the data was limited in operations with SBT 4+ only, instead of all operations (Fig. 6b).

### 3. 操業の集中度 Concentration of area operated

ある5度区画内で操業のあった1度区画の数(全数は25)は、1986-2006年の平均値は6.9個、やや低下した2007-2012年の平均値は5.3個であった(Fig. 6a 下図)。データをミナミマグロ4歳以上魚が漁獲された操業に限定しても、全操業で見られたものと傾向に違いはなかった(Fig. 6b 下図)。

集中度指数は海域別に求めた。経年的には8海区、9海区は安定的に推移し、5海区、6海区、7海区は変動が大きかった。2012年に他の年よりも顕著に値が高い(操業海域の拡散)または低い(操業海域の集中)ものはなかった。

The number of one degree square operated within five degree square (total is 25) was 6.9 in the average of 1986-2005 and 5.3 in the average of 2006-2012 (Fig. 6a bottom panel). It was stable up to 2006 and slightly decreased as 5.0-5.4 in 2009-2011. No difference was found when the data was limited in operations with SBT 4+ only, instead of all operations (Fig. 6b).

The concentration index was calculated in each Area. Along the years, it was stable in Area 8 and Area 9 but largely fluctuated in Area 5, Area 6 and Area 7. No remarkable change was observed in 2012 such as higher (less concentrated) or lower (concentrated) values.

### 4. 船の一貫性 Vessel consistency

表3に、2012年のRTMP参加船(かつミナミマグロを漁獲した船)が過去とどれほど共通しているかを示す。2012年の93隻中、82隻は2001-2005年にRTMPにおいてミナミマグロ操業を実施したことがあり、2001-2005年に4年または5年間実施した船が57隻(61%)と大きな

割合を占めた。

Table 3 shows the consistency of the vessels that participated the RTMP in 2012 (and caught any SBT) with those in 2001-2005. Among 93 vessels in 2012, 82 vessels caught SBT in 2001-2005 RTMP and most of them (57 vessels, 61%) caught SBT in four or five years in 2001-2005 RTMP.

## Discussion

漁獲量、隻数、操業のあった時空間、海区別割合、体長組成、操業の集中度を検討した結果、操業パターンの大きな変化は2012年には生じていなかった。この2-3年については、魚の大型化、7海区での操業増加がみられており、今後も注目していくべきである。2012年の延縄漁業のCPUEは従来と同程度に資源を反映したものとみなすことができるだろう。

今後の変化としては、日本の漁獲可能量の変化や魚のサイズ組成の変化が起きる可能性がある。現在日本が実施している個別漁獲割り当て制において、IQ量を増やすのか、または操業隻数を増やすのか、それに対して操業パターンがどう変化するかは注目される。

もしも日本延縄漁業の操業パターンに変化があった場合、その原因や資源評価への影響の大きさは、日本延縄漁獲データを詳細に検討しても分からないかもしれない。それは他の情報との比較検討によって明らかになる。また日本の延縄操業パターンに顕在化しない変化があるとしたら、他の情報との比較で気づく場合もあるだろう。この観点から、航空目視調査、オーストラリアのまき網、台湾の延縄、韓国の延縄、NZの国内延縄、チャーター延縄、インドネシアの産卵場での延縄など、それぞれの情報についても詳細に解析し、継続してモニタリングし、相互に比較検討すべきである。こうした措置によって、MP導入で始まったCCSBTにおける新たな時代のミナマグロの資源管理は頑健なものとなる。

No remarkable change was found in 2012 operational pattern in catch amount, the number of vessels, time and area operated, proportion by area, length frequency and concentration of operations. In recent couple of years, it was found that fish has become larger and the number of operations in Area 7 has increased, which should be kept monitoring in future. It can be said that the longline CPUE in 2012 reflects the change of SBT stock abundance in consistently as same as previous years.

Any changes expect to be occur within a few years from now are change of TAC allocation and change of fish size composition. If TAC allocation was increased, it is interested whether amount of IQ in each vessel increased or the number of vessels engaged in SBT increased with same IQ, either affects on operational pattern.

If any change in the operational pattern of Japanese longline fishing occurred, we need to evaluate the reason and extents of effect on stock assessment by comparing with other sources of stock information. There could be a case that any hidden change in Japanese longline fishing is detected by comparing with other information. In this point of view, it is crucial that all the fishery/ fishery independent information, including Aerial survey,

Australian purse seine, Taiwanese longline, Korean longline, New Zealand's domestic and charter longline, Indonesian longline in the spawning ground, and trolling survey, is carefully and continuously analyzed, monitored and compared with each other. These procedures will make the stock management of SBT more robust in the present new era in CCSBT that implemented Management Procedure.

## References

- Itoh, T., O. Sakai and N. Takahashi 2013. Description of CPUE calculation from the core vessel data for southern bluefin tuna in 2013. CCSBT-OMMP/1307/07.
- Sakai, O., T Itoh and T. Sakamoto. 2009. Review of Japanese SBT Fisheries in 2008. CCSBT-ESC/0909/Fisheries-Japan.



Table 1. Number of 5x5 degree square where longline operations conducted by year, month and area.

Area	Month	Year											
		2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	
4	2									1			
	3							3		2	1	1	
	4			1	2	2		2	4	2	2	3	
	5	2	3	2	2	2	2	3	2	5	3	4	4
	6	3	4	5	5	3	5	5	5	5	6	6	3
	7	6	4	6	6	4	6	5	2			2	
	8			3	1	1	1	1	3	2	2		
	9							1	1	1	2	1	
	10		4					1	2			1	
	11		4										
	12		4										
	5	7			1	1	2	2	2	2	2	1	1
8						3	3	2	2		2		
9							2	2			1		
10								1			1		
12												2	
6	4						2						
	5						2						
	6					1	1						
	7												
7	2							2					
	3									2			
	4									1	2	2	
	5	5	6	2	2		2	2	2	2	2	3	
	6	6	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	
	7	3	2	2	2	2	2						
	9	6	1			1							
	10		2			2							
8	1	3		1			1						
	2						1	2	2	6		1	
	3							2					
	4							2		3	1	1	
	5		1	3	5	1		3		7	4		
	6			4	5					2	2	3	
	7					5	8	6	4	2	1	5	
	8					8	8	6	6	4	5	7	
	9	12	11	13	5	7	6	5	4	2	3	2	
	10	13	13	9	7	8	8	8	8	2	6	2	
	11	13	9	9	8	8	7	7	6	3	4	1	
	12		7	8	4	7	6	4	6	1	1		
9	2									1			
	3							3		7	5	5	
	4						5	7	8	15	8	13	
	5	17	14	19	25	21	16	14	8	20	15	13	
	6	14	17	23	20	18	18	15	10	14	13	12	
	7	11	15	19	19	21	16	16	12	12	11	9	
	8			12	13	15	8	11	9	9	9	6	
	9					11	5	5	3	5	6	4	
	10					7	4	6	1	3	2	3	
	11					4	2	2		2		1	
	12							1	1	1			

Shadow denotes a 2012 value much larger than previous 10 years. Dotted line shows that individual quarter system started in 2006.

Table 2. Number of operations by year, month and area

Area	Month	Year				2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	%10Y	%5Y	2012%
		2002	2003	2004	2005										
4	2									4		0.0%	0.0%	0.0%	
	3						30		33	3	2	0.1%	0.3%	0.1%	
	4		2	23	13		39	45	47	60	30	34	0.3%	0.9%	1.0%
	5	56	347	447	731	530	55	140	203	139	131	149	3.1%	2.8%	4.5%
	6	1017	1015	1179	1122	457	324	147	46	52	74	8	6.0%	2.7%	0.2%
	7	807	911	1110	732	115	75	49	35		72		4.3%	1.0%	0.0%
	8			10	1	3	2	1	3	15	5		0.0%	0.1%	0.0%
	9							12	4	4	35	4	0.1%	0.2%	0.1%
	10		96					2	6			2	0.1%	0.0%	0.0%
	11		120										0.1%	0.0%	0.0%
	12		47										0.1%	0.0%	0.0%
	5	7			2	6	11	22	17	8	25	4	1	0.1%	0.3%
8						27	34	23	11		65		0.2%	0.6%	0.0%
9							17	7			20		0.0%	0.2%	0.0%
10								2			3		0.0%	0.0%	0.0%
12											10		0.0%	0.0%	0.3%
6	4						13						0.0%	0.1%	0.0%
	5						31						0.0%	0.1%	0.0%
	6					1	22						0.0%	0.1%	0.0%
	7												0.0%	0.0%	0.0%
7	2							2					0.0%	0.0%	0.0%
	3								7				0.0%	0.0%	0.0%
	4								33	25	102		0.1%	0.2%	3.1%
	5	842	648	530	603		27	181	189	290	449	547	4.1%	4.8%	16.6%
	6	1731	1032	646	397	180	352	183	64	61	118	48	5.2%	3.3%	1.5%
	7	588	254	2	3	66	92						1.1%	0.4%	0.0%
	9	44	1			46							0.1%	0.0%	0.0%
	10		47			6							0.1%	0.0%	0.0%
8	1	183		13			2						0.2%	0.0%	0.0%
	2						1	2	4	60		2	0.1%	0.3%	0.1%
	3							30					0.0%	0.1%	0.0%
	4							5		34	3	16	0.0%	0.2%	0.5%
	5		1	411	651	12		26		55	26		1.3%	0.5%	0.0%
	6			104	13					88	16	33	0.2%	0.4%	1.0%
	7					76	103	177	33	4	15	55	0.4%	1.4%	1.7%
	8					407	773	921	988	259	197	425	3.9%	13.2%	12.9%
	9	1335	961	489	551	270	630	482	251	13	214	156	5.7%	6.7%	4.7%
	10	755	842	589	687	343	379	131	163	8	68	7	4.4%	3.2%	0.2%
	11	321	825	904	821	518	750	362	357	95	125	16	5.6%	7.1%	0.5%
	12		316	618	488	259	115	177	280	2	39		2.5%	2.6%	0.0%
9	2									1			0.0%	0.0%	0.0%
	3							23		68	44	66	0.1%	0.6%	2.0%
	4						66	111	46	298	155	196	0.7%	2.8%	5.9%
	5	2314	2564	2383	1897	905	160	220	184	473	459	359	12.7%	6.3%	10.9%
	6	2362	2672	2826	2537	1163	575	792	394	443	468	534	15.6%	11.3%	16.2%
	7	325	586	2832	2802	1513	683	1032	436	222	270	351	11.8%	11.1%	10.6%
	8			522	1261	1738	755	623	266	115	86	116	5.9%	7.8%	3.5%
	9					1033	623	224	34	22	121	38	2.3%	4.3%	1.2%
	10					262	183	105	50	22	26	16	0.7%	1.6%	0.5%
	11					24	5	30		35		7	0.1%	0.3%	0.2%
	12							5	1	1			0.0%	0.0%	0.0%
	Total		13049	13288	15646	15316	9965	6911	6323	4097	3041	3368	3298	100.0%	100.0%

“%10Y” and “%5Y” are the proportion of the Area and month to the sum of 10 years (2002-2011) and 5 years (2007-2011), respectively. “2012%” is the proportion of the Area and month to the sum of 2012 data. Shadow and line enclosing denotes 2012% is much larger or lower than %10Y and %5Y, respectively

Table 3. Number of vessels that caught SBT in RTMP between 2006 and 2012 by the number of years participated in RTMP in past years (2001-2005).

	Number of years participate in the RTMP during 2001–2005					
	0 year	1 year	2 year	3 year	4 year	5 year
2006	5	7	15	9	20	67
2007	5	10	16	10	22	74
2008	11	8	16	8	22	61
2009	13	4	13	6	15	49
2010	9	4	12	5	14	42
2011	8	6	12	6	12	39
2012	11	6	13	6	14	43

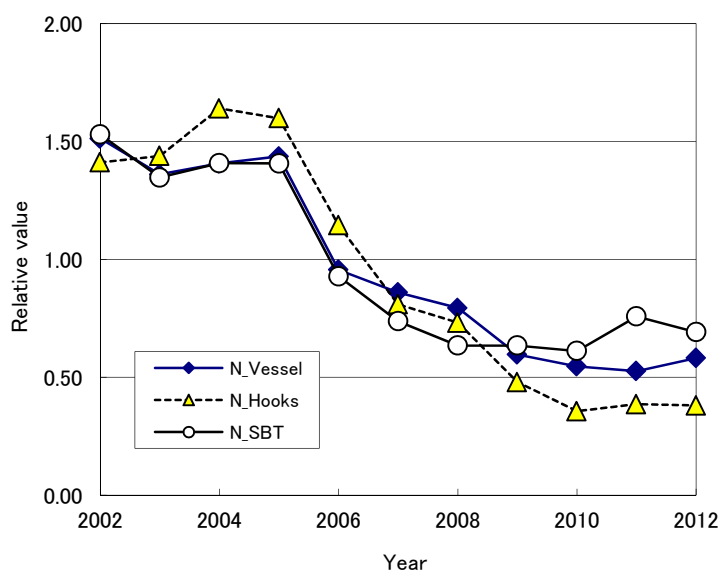


Fig.1. Changes of the number of operation, the number of vessels and the number of SBT caught in Area 4-9 in 2012 and previous 10 years. Y axis is the relative value to the average of previous 10 years (2002-2011).

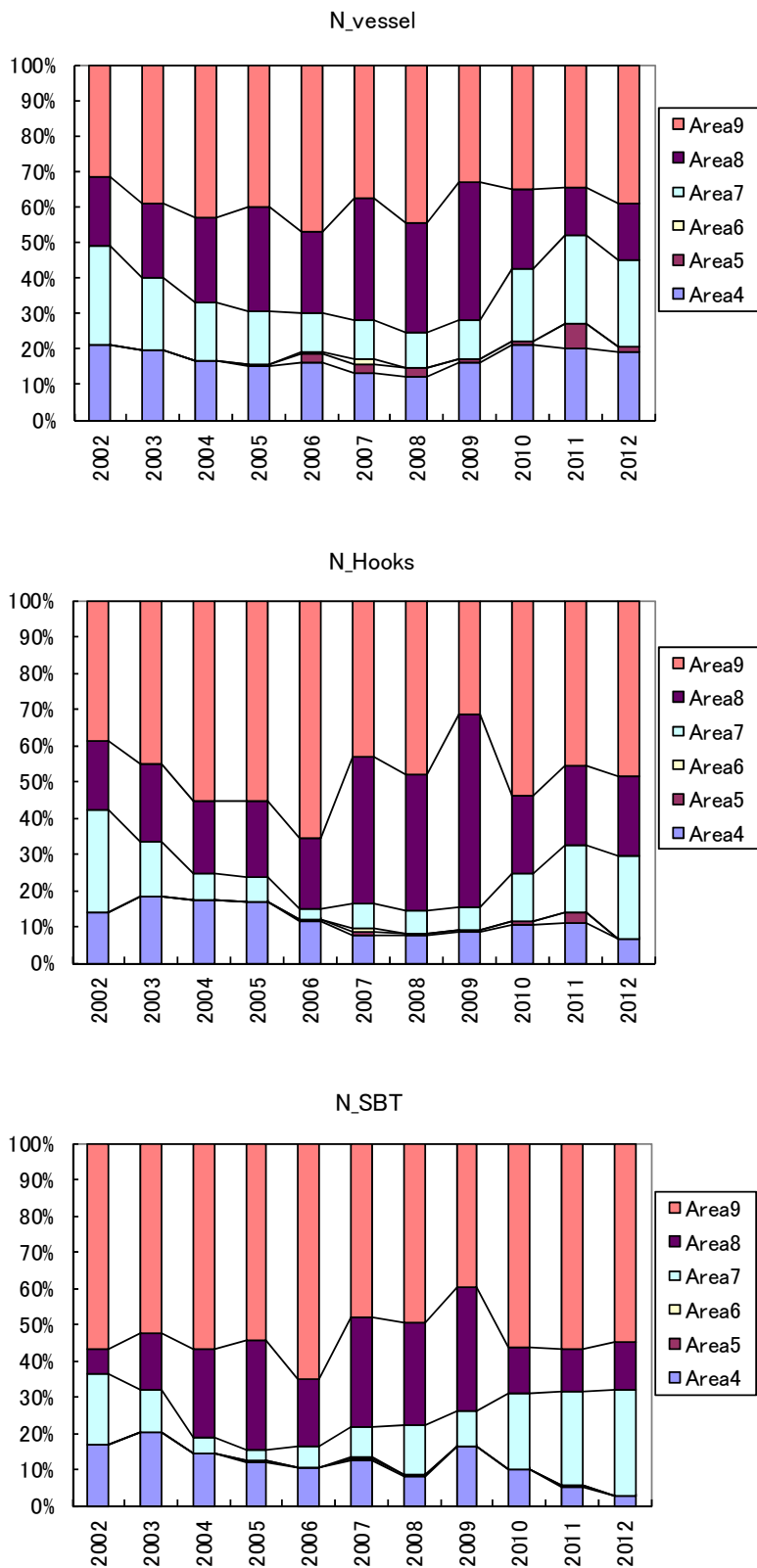


Fig.2. Proportions of Area in the number of vessels, the number of hooks used and the number of SBT caught in 2012 and previous 10 years.

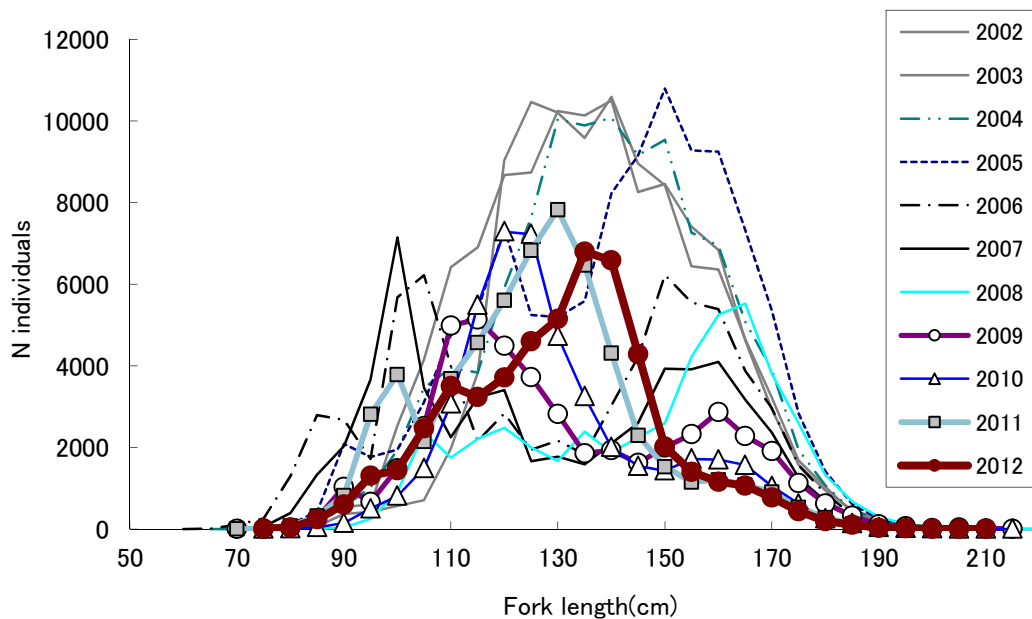


Fig.3. Length frequency distributions of SBT by year in 2012 and previous 10 years.

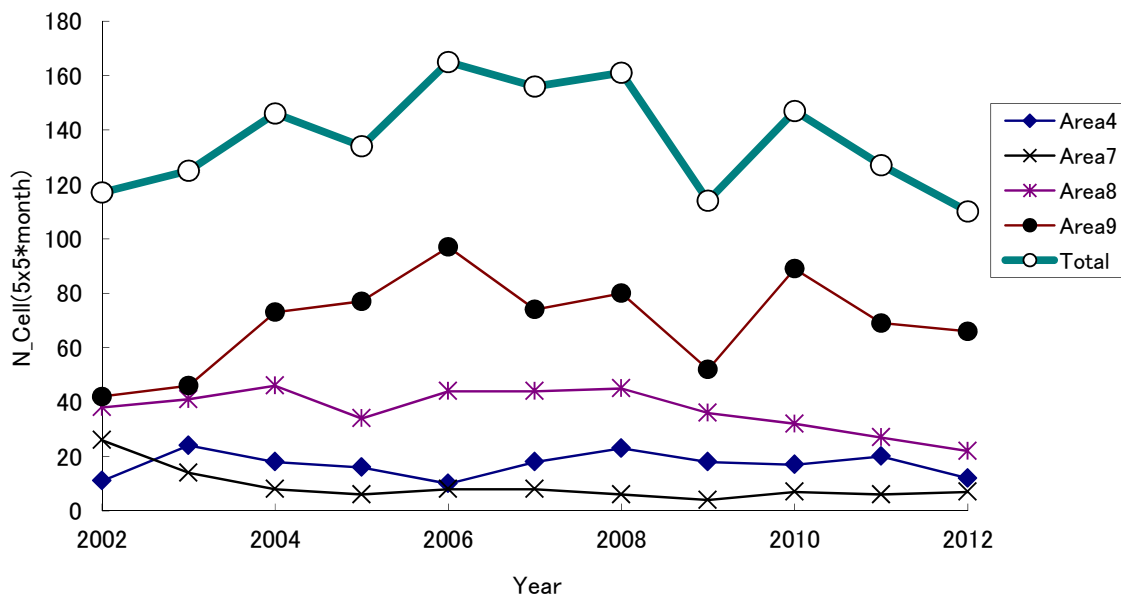


Fig.4. Changes of the number of cells (5 degrees latitude and longitude and month) operated in 2012 and previous 10 years in Area 4-9.

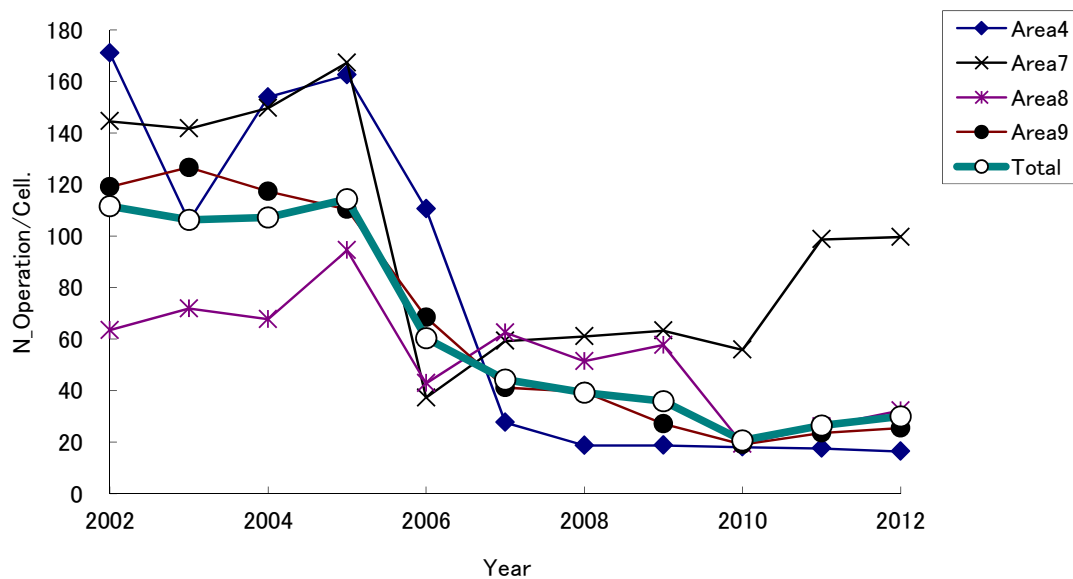


Fig.5. Changes of the number of longline operations per cell (5 degrees latitude and longitude and month) in 2012 and previous 10 years in Area 4-9.

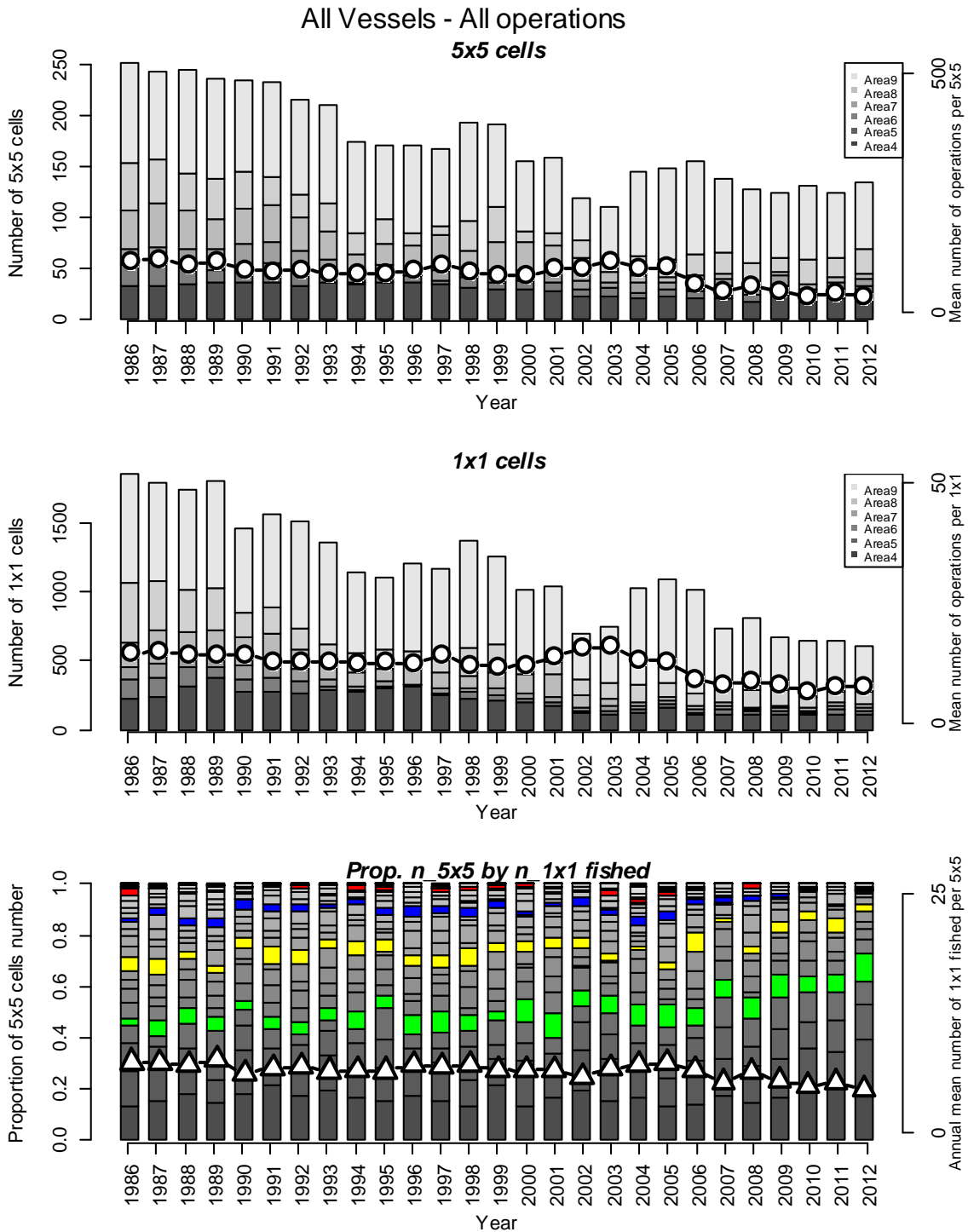


Figure 6a. Number of cells in the Japanese-type longline dataset for all operations.

(Top panel) Bar represents the number of 5x5 degrees square and month (cell) where fishing operated by CCSBT statistical area and refer to left side y-axis. Line with circle plot represents the mean annual number of operations per cell and refer to right side y-axis. (Middle panel) Bar represents the number of 1x1 degree square and month (cell) where fishing operated by CCSBT statistical area and refer to left side y-axis. Line with circle plot represents the mean annual number of operations per cell and refer to right side y-axis. (Bottom panel) Composition of frequency for the number of 1x1 degree square and month cells operated in a 5x5 degree squares and month cell. Refer to left side y-axis. The grey band is one of 25 cells and that at top is 25 of 25 cells, and every five is colored. Line with triangle represents the mean number of 1x1 month cells operated in a 5x5 month cell and refer to right side y-axis.

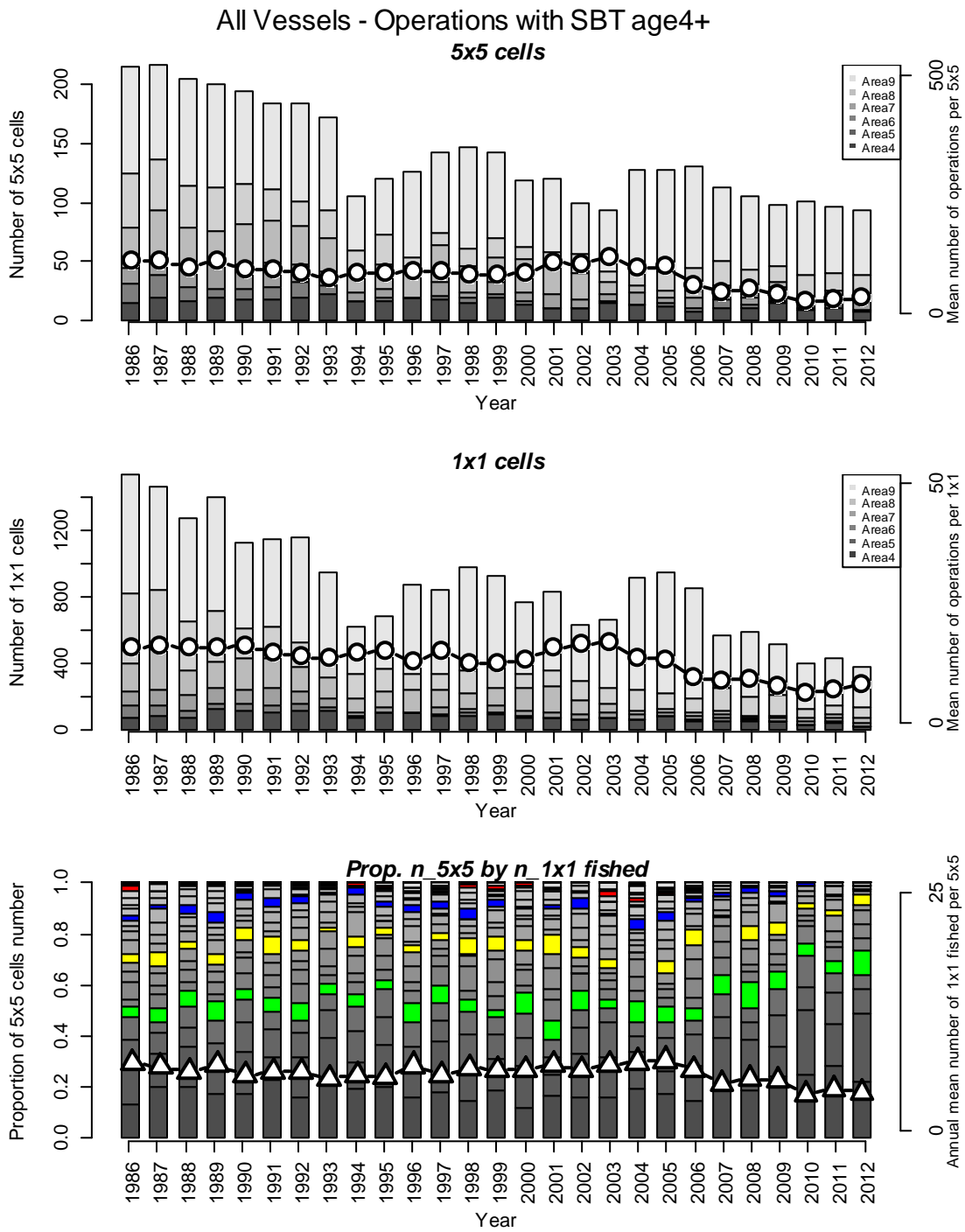


Figure 6b. Number of cells in the Japanese-type longline dataset for operations of SBT 4+ catch positive. See explanation in Fig. 6a.



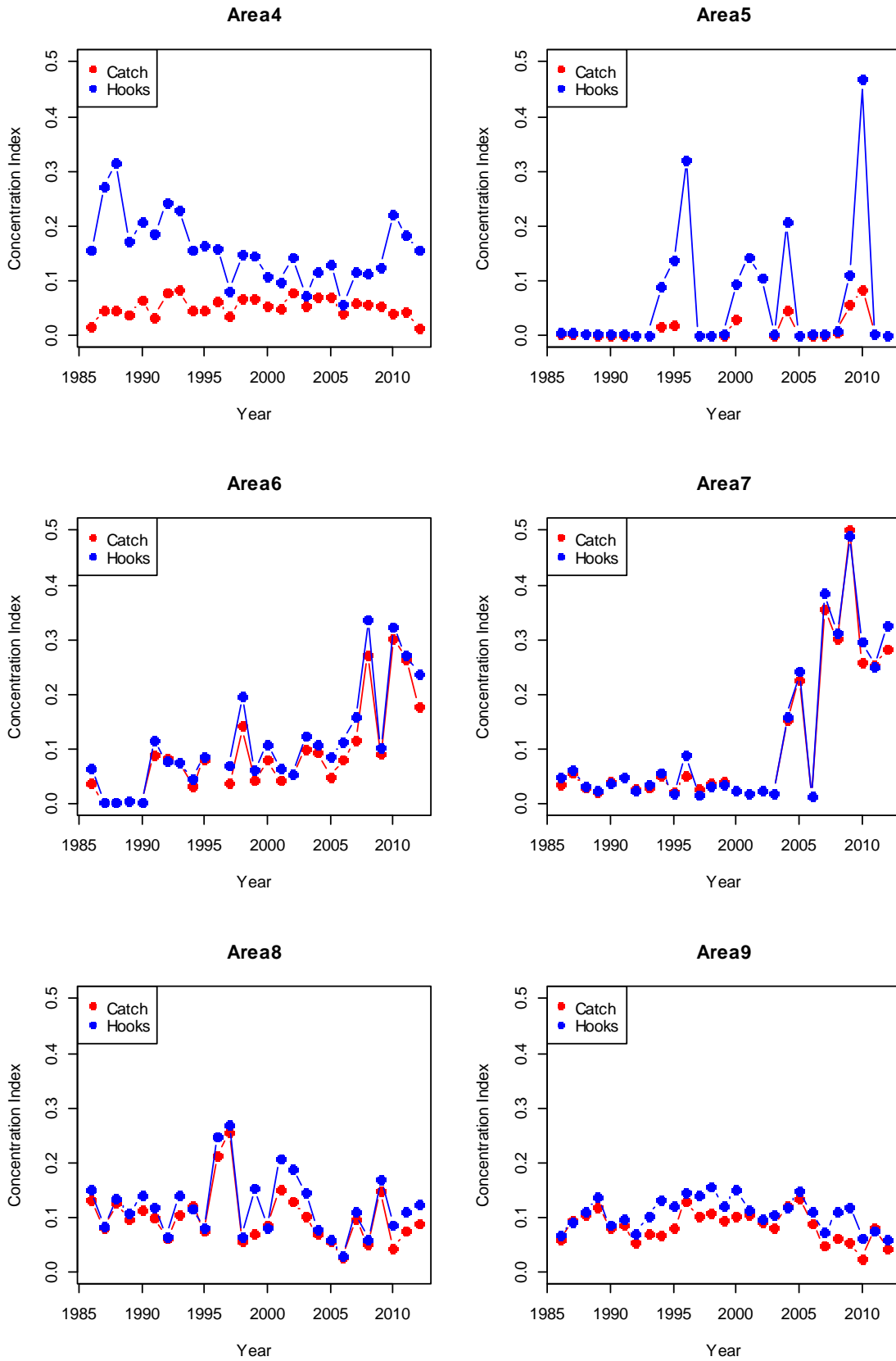


Figure 7. Concentration index in the Japanese-type longline dataset for catch (age 4+) or hooks to years by CCSBT statistical area

## Attachment 1

## SBT exploratory data analysis Idea

In conjunction with usual analyses done for the indicators paper there are some potentially revealing but simple things we can do to be primed for the upcoming assessment of SBT.

## CPUE data

This obviously really refers to the  $LL_1$  CPUE data that will form the basis of the main abundance index in the OM. While that will work with the standardised CPUE there are several things we can look it in the raw data. In terms of a reasonably detailed spatial analysis, by area and  $5 \times 5$  square there are some basic spatial statistics we can look at, henceforth,  $I_{ijk}$  denotes the raw CPUE (over a given length/age range) for year  $i$ , in region  $j$ , in square  $k$ . To look at a rough trend in how the average fishing location as changed in each area over time we can simply compute the centre of mass,  $R_{ij}$  of the CPUE in a given year  $i$  and region  $j$ :

$$R_{ij} = \frac{\sum_{k \in j} \rho_k I_{ijk}}{\sum_{k \in j} I_{ijk}}, \quad (1)$$

where  $\rho_k$  denotes the physical location of square  $k$  in area  $j$  (i.e. lat and long) and then the square center of mass of that region in a given year is the square containing  $R_{ij}$ . A secondary measure is to see how the density of either effort, catch or CPUE changes over time and in each area. This can be calculated by first estimating the discrete mass density of the given quantity of interest,  $X_{ijk}$ , in a given region at a given time:

$$\mu_{ijk} = \frac{X_{ijk}}{\sum_{k \in j} X_{ijk}}, \quad (2)$$

and from this we can estimate the (relative) aggregation,  $\alpha_{ij}$ , of the quantity  $X_{ij}$  fairly easily:

$$\alpha_{ij} = \frac{E^k(\mu_{ijk})^2}{E^k(\mu_{ijk}^2)} \quad (3)$$

where  $\alpha_{ij} \in [N_j^{-2}, 1]$  (where  $N_j$  is the number of squares in region  $j$ ) and smaller/larger values of  $\alpha$  relate to more/less aggregated spatial quantities. Even spread it is equal to 1 and all in one square it is equal to  $N_j^{-2}$ .