

## Update on result of feeding ecology analysis of southern bluefin tuna based on stomach samples collected from offshore longline vessels.

### 外洋域の延縄船から収集した胃標本に基づく ミナミマグロの摂餌生態解析の進捗

Tomoyuki Itoh<sup>1</sup> and Kenichiro Omote<sup>2</sup>

1: National Research Institute of Far Seas Fisheries

2: Marino Research Co., Ltd.

伊藤智幸 (遠洋水産研究所)・表健一郎 (マリノリサーチ)

#### Summary

Feeding ecology on southern bluefin tuna is investigated based on stomach samples collected by scientific observers from Japanese longline vessels. Up to now, stomachs from 1150 individuals, which mainly came from areas 7, 8 and 9 during May to August, were analyzed. Twenty five percent of the stomachs were empty, though the rate may be underestimated. The major components of diet in weight were fish (49%), squid (46%) and crustacea (1%). The predominance of fish and squid was observed in all areas and all sizes of tuna, thus it is the common feature of feeding ecology on southern bluefin tuna in the oceanic area. The number of fish in an individual was usually less than five; however, the numbers of squid or crustacea in an individual exceeded 20 in many individuals. This suggests that feeding behavior is different with prey types. Body lengths of many fish in stomach were more than 20 cm, which was larger than those of squid (less than 4 cm in mantle length) and crustacea (1-2 cm). Since 2003, we start stomach sampling on other fish caught in longline operation (all tunas, billfishes, butterfly tuna, lancetfishes) and detail investigation on squid samples in stomach, to obtain information on distributions of bait species and to compare feeding ecology among large pelagic fishes.

#### 要約

日本延縄船から科学調査員が収集した胃標本に基づいて、ミナミマグロの摂餌生態を研究している。現在までに1150個体の胃を分析し、それらは主に7、8、9海区で5月から8月に収集されたものである。25%の胃は空胃だったが、この割合は過小推定の可能性がある。主要な餌重量組成は、魚類(49%)、頭足類(46%)、甲殻類(1%)だった。魚類と頭足類が優先することは全ての海域ならびにミナミマグロの全体長範囲で見られ、ミナミマグロの外洋域における共通した摂餌生態である。胃一個当たりには出現した魚類は5個体未満が通常であったが、頭足類や甲殻類は20個体以上が多くの個体で出現し、これは餌タイプに対する摂餌行動の違いを示唆している。胃内の餌生物の体長は、魚類の多くは20cm以上で、頭足類(外套長4cm未満)や甲殻類(1-2cm)よりも大きかった。2003年からは、餌環境情報の収集、大型浮魚類間の摂餌生態の比較のために、延縄で漁獲される他魚種(ミナミマグロ以外のまぐろ類、カジキ類、ガストロ、ミズウオ類)の胃の収集、ならびに胃内容物中の頭足類の詳細な解析を開始した。

## はじめに

摂餌は、水温と並んで、ミナミマグロの最重要環境要素である。摂餌生態を解明することは、ミナミマグロの水平・鉛直分布の解明につながり、精度の高い資源評価、効率的な漁業操業に資するものである。これまで、ミナミマグロの摂餌生態は胃内容物解析から明らかにされてきた。Surventy(1956)、Robins(1963)、Talbot and Penrith(1963)、Itoh and Ichii(1995)、Kemps et al.(2003)が胃内容物調査結果を報告し、Young et al.(1995)はさらに沿岸と外洋での胃内容物の違いにまで踏み込んで解析している。しかしいずれの研究でも限られた海域の研究結果であり、それぞれの研究で示された結果がその海域独特のものであるのか、それともミナミマグロの種として共通したものであるのかは明らかでない。

我々は、ミナミマグロ漁場全体に展開している日本延縄漁船に乗船した科学調査員が収集した胃標本から、ミナミマグロの摂餌生態を解明する研究を進めている。結果の一部は ERS4 において報告したが (Itoh 2001)、その後に収集・分析した結果も含めて、アップデートする。また、新たに開始した研究についても記す。

## 方法

ミナミマグロの胃は 1997-2003 年の RTMP、調査漁獲 (EFP) で、商業延縄船に乗船した科学調査員が収集した。一部には、その他の調査航海で収集した胃も含まれる。各科学調査員には 1 航海当たり、胃内容物の多少を考慮せずに任意の 20 個体を上限として胃を収集し、胃は船上で切り開かず、胃ごと冷凍保存するよう指示した。近年の一部標本は未だ船上にあり、未解析である。これまでに、遠洋水研に到着した 66 航海による 1150 個体分のミナミマグロの胃を解析した。

十分に解凍した胃から内容物を取り出し、胃内容物総湿重量を測定し、可能な限り細かな分類群別の個体数、湿重量を測定し、消化の程度を判断した。原形を留めているエサについては個体別の体サイズ (長さ、重さ) を測定した。操業に使用したと思われるエサは除いて解析した。餌の重量等は消化している状態のものであり、原魚換算はしていない。

## 結果

解析した胃は、周年にわたって CCSBT ミナミマグロ統計海区の 1,2,4,7-9 海区で漁獲された魚から採取したものである (Table 1)。このうち、7 海区の 6 月、8 海区の 8 月、9 海区の 6 月の採取が多い。

胃内容物が 1g 未満、頭足類の顎や非生物のみが出現した場合を空胃とすると、289 個体 (25%) が該当した。胃内容物の重量は、最大 2513g、平均 110.5g であった。この平均重量は平均体重 50.2kg の 0.22% に相当する。

出現した餌分類群別の、ミナミマグロ個体数、餌出現個体数、餌湿重量を Table2、Table3、Table4 に示す。出現した餌は、魚類、頭足類、腹足類、甲殻類、サルパ類、その他の動物であり、海藻、プラスチック、ビニールも 27 個体のミナミマグロで出現した (Table 2)。各餌分類群が出現したミナミマグロの個体数は、多い順から、頭足類 (49%)、魚類 (29%)、甲殻類 (12%) であった (Table 3, Fig. 1)。餌分類群別の個体数組成は頭足類 (49%)、甲殻類 (36%)、魚類 (8%) の順であった (Table 3, Fig. 1)。餌分類群別の重量組成は魚類 (49%)、頭足類 (46%)、甲殻類 (1%) の順であった (Table 4, Fig. 1)。

海域別の餌組成を Fig.1 に示す。出現したミナミマグロの胃数と餌の重量で違いは見られなかった。餌の個体数では、7 海区での甲殻類の出現が目立った。これは主に、1999 年 6 月に 1 隻の船によって 40S、130E で漁獲されたミナミマグロ 7 個体において口脚類アリマ期幼生が多数出現したことによる。1,2,4 海区の組成は、少ない個体数から得られたものである点に注意が必要である。

胃を解析したミナミマグロの体長組成を Fig. 2 に示す。延縄で漁獲されるミナミマグロの体長組成をほぼ反映したものとなっている。ミナミマグロの餌は尾叉長に関わらず重量組成はほぼ一定で、魚類と頭足類が主体であった ( Fig. 3 )。

ミナミマグロ 1 個体当たり出現した分類群別餌個体数を Table 5 に示す。魚類は 5 個体以下の場合が多かったが、頭足類、甲殻類では 20 個体以上出現した場合も多く見られ、甲殻類では 100 個体以上が出現した場合があった。これらから、ミナミマグロはパッチ状に分布する甲殻類を食い漁り、一方で、魚類に対しては 1 個体ずつを追いかけて食い、頭足類に対しては群を追いかけながら次々と食べていたと推察される。

餌のサイズを Fig.4 に示す。魚類は標準体長、尾叉長、全長を区別なく用いた。ただし頭長等の体の一部を計測したデータは除いた。頭足類は外套長を用いた。甲殻類は全長を用いた。甲殻類は体長 1-2cm のものがほとんどを占めた。頭足類は外套長 10cm 以下のものが多くを占め、外套長 4cm のものが最も多かった。魚類は体長 20cm 以上が多く、頭足類に比べて大型のものが多かった。

## 考察

オブザーバ調査で胃を収集する場合、オブザーバは胃内容量が多い個体を選択的に収集する傾向がある。Young et al. (1995)の研究では、空胃率が 15%と小さく、サンプリングに偏りがあったと考えられている。本研究によるミナミマグロの空胃率は 25%であった。本研究においても、胃を無選択に収集するよう指示してあったものの、一部の調査員からは胃内容量が多い場合のみを収集したことが報告されている。筆者の一人が、1991 年 10 月に商業延縄船で観察した結果では、8 海区における 100 個体中の 40 個体 (40%) は空胃 (頭足類の口器のみが出現した場合も空胃とみなした) であった。また、全個体から胃を採取した 1999 年 8 月の開発丸の結果では 85 個体中の 30 個体 (35%) が空胃であった。よって、ミナミマグロの空胃率は 35-40%程度が予想され、本研究の空胃率は過小推定の可能性があることが示唆される。

ミナミマグロの主要な餌は、全ての体長、全ての海域で、魚類と頭足類であった。今回の解析では、前回の解析で標本数が少なかった 9 海区の標本数が増加し、7,8,9 海区それぞれで 300 個体以上を解析しており、結果の信頼性はより高くなった。タスマニア島周辺漁場の外洋域における胃内容物重量組成は、頭足類が 54%、魚類が 43%を占めると報告され ( Young et al. 1995 )、本研究結果と一致している。よって、魚類と頭足類がミナミマグロの主要な餌であることは、外洋域におけるミナミマグロの一般的な摂餌特性であると考えられる。

ただし、沿岸域では、タスマニア島周辺漁場では魚類が 86%、頭足類が 14%( Young et al. 1995 )、西オーストラリア州南岸沖の 1 歳魚では魚類が 96% ( Kemps et al. 2003 ) と魚類の割合が高く、外洋域と沿岸域とでは摂餌生態が異なっていると考えられる。具体的に沿岸域と外洋域とでどのような餌環境条件、それに対するミナミマグロの分布、行動が異なるのかは、今後、さらに調べ

る必要がある。

また、日本の延縄漁業者の多くは、かつて（1970-1980年代）はオキアミ類が胃内に多数出現したと言っている。過去と現在で餌生物環境が変わったことでミナミマグロの胃内容物組成、摂餌生態が変化した可能性がある。オキアミ類が多数出現したころの標本や正確な情報は乏しく、現在ではその状況を把握することができない。過去の情報を求めていくと共に、今後、胃内容物組成に変化が生じた時にそれを検出し、餌環境の変化に対するミナミマグロの摂餌生態の適応のメカニズムを解明するために、長期的な胃内容物のモニタリングを実施していく必要がある。

今後、胃内容物の収集ならびに分析を継続すると同時に、他の情報と比較検討することでミナミマグロ摂餌生態研究をさらに発展させる予定である。まず、ミナミマグロの摂餌生態を明らかにするためには、どのような餌生物環境にあるのかを把握しなければならない。胃内容物は、ミナミマグロの鉛直分布や嗜好を反映した結果であり、餌生物環境の直接的な反映とは限らない。しかし、南緯40度海域は海況が悪く、オーストラリアとニュージーランド近海を除いて陸から離れていることなどから調査船調査が困難であり、またミナミマグロ以外の商業漁業がないことなどから、ミナミマグロの胃内に出現する非商業的な生物の分布や資源量の知見は乏しいと思われる。そこで、延縄で漁獲される他魚種（ミナミマグロ以外のまぐろ類、カジキ類、ガストロ、ミズウオ類）の胃の収集を2003年から開始した。これは、これらの種の胃内容物から餌生物の分布情報を集め、また、ミナミマグロを含む大型浮魚類間の餌競合関係、各種の摂餌生態特性を明らかにしようとするものである。既に、319個体（ガストロ109、ピンナガ16、ミズウオ類107、メカジキ37、メバチ27を含む）の胃を収集している。

また、胃内容物自体を標本として、餌生物の生態研究にも役立つ試みを始めている。頭足類標本は、遠洋水産研究所の外洋イカ研究室で、アカイカ類の生活史を通じた分布・生態の研究に用いられている。得られた頭足類の生態の知見をフィードバックすることで、ミナミマグロの摂餌生態解明が進むと期待される。

## 謝辞

胃の収集にあたった調査員、調査にご協力いただいた延縄船の皆様にご感謝いたします。

## 参考文献

Itoh, T and T. Ichii 1998: A record of krill, *Euphausia longirostris*, found in stomach of southern bluefin tuna caught off South Africa. CCSBT-ERS/9806/13. 3pp.

Itoh 2001: Preliminary result of feeding ecology analysis of southern bluefin tuna based on stomach samples collected from offshore longline vessels. CCSBT-ERS/0111/68. 16pp.

H.A. Kemps, J. Totterdell, H.S. Gill, B. Hutchins and S. Tsuji 2003: The diet and feeding ecology of migrating 1-year old southern bluefin tuna (*Thunnus maccoyii*, Castelnau) off southern Western Australia. RMPWS/03/09. 21pp.

Robins, J.P. 1963: Synopsis of the biological data on bluefin tuna *Thunnus thynnus maccoyii* (Castelnau) 1982. FAO Fisheries Report 6 (2) 562-587.

Surventy, D.L. 1956 : The southern bluefin tuna, *Thunnus thynnus maccoyii* (Castelnau), in Australian waters. Aust. J. Mar. Freshw. Res. 7, 1-43.

Talbot, F. H. and M.J. Penrith 1963 : Synopsis of the biological data on species of the genus *Thunnus* (sensu lato) (South Africa). FAO Fisheries Report 6 (2) 608-649.

Young, J.W., T. Lamb, D. Le, R. Bradford and W. Whitelaw 1995: Feeding ecology and interannual variations in diet of southern bluefin tuna (*Thunnus maccoyii*) from coastal and oceanic waters off eastern Tasmania, Australia. CCSBT-ERS/95/47. 37pp.

**Table 1** Number of southern bluefin tuna whose stomach was analyzed by area, year and month.

Year	Area_1 豪北西	Area_2 豪西	Area_4 シドニー沖	Area_7 タスマン沖	Area_8 豪南西	Area_9 ケープ沖	Total
1997	1						1
1998					7		7
1999			1	230	261	8	500
2000		10	19	63	98	100	290
2001	14		2	64	9	164	253
2002	17		2	9		71	99
Total	31	10	24	366	375	343	1150

	Area_1 豪北西	Area_2 豪西	Area_4 シドニー沖	Area_7 タスマン沖	Area_8 豪南西	Area_9 ケープ沖	Total
Jan	17					3	20
Feb	3						3
Mar							0
Apr				53			53
May			4	42		50	96
Jun			17	269		145	431
Jul			3		35	33	71
Aug		10			320		330
Sep				2	5		7
Oct					2		2
Nov					9	38	47
Dec	12				4	74	90
Total	32	10	24	366	375	343	1150

	1997	1998	1999	2000	2001	2002	Total
Jan	1				2	16	19
Feb						4	4
Mar							0
Apr				13	40		53
May			4	81	11		96
Jun			230	74	52	75	431
Jul		3	35	14	15	4	71
Aug		4	228	98			330
Sep			3	3	1		7
Oct					2		2
Nov				3	44		47
Dec				4	86		90
Total	1	7	500	290	253	99	1150

**Table 2** Number of southern bluefin tuna stomach in which each taxon occurred.

Prey individuals supposed to be fishing bait were excluded. *u.i.* is un-identified.

Class	Order	Family	Genus	Species	remark	Number of stomach						Total
						Area1	Area2	Area4	Area7	Area8	Area9	
Cephalopoda	Decapoda	Argonautidae				1		2	128		4	135
					digested beaks						3	3
		<i>u.i.</i>				5	2	9	36	115	130	297
	Octopoda	<i>u.i.</i>				14	2	6	46	301	141	510
		<i>u.i.</i>							2		3	5
						1			37	25	11	74
Gastropoda	Pteropoda	Cavolinidae	Cavolinia							1		1
		Cavolinidae							1			1
		<i>u.i.</i>								1		1
Crustacea	Mysidacea	Lophogastridae	Gnathopausia						5			5
	Euphausiacea	Euphausiidae					1		4	2	2	9
		<i>u.i.</i>							1			1
	Stomatopoda				alima				19			19
	Decapoda (Anomura)	<i>u.i.</i>							1		1	1
	Decapoda (Anomura)				alima				1			1
	Decapoda (Brachyura)				megalopa	1			6		1	8
	Decapoda	Oplophoridae							2			2
		Penaeidae	Funchalia						1		2	3
		<i>u.i.</i>			megalopa	1			1			1
	Amphipoda	Hyperidae					1		5	1	4	11
		Phronimidae				20			5	6	6	43
		Platyscelidae				8		1	1	51	7	68
		Pronoidae							1	4	4	5
		Brachyscelidae						2	4	8	1	15
		Phrosinidae								18	9	27
	Isopoda	<i>u.i.</i>						2	2	10	4	18
	<i>u.i.</i>	<i>u.i.</i>							1			1
Thaliacea	Desmomyaria	<i>u.i.</i>							1	4		5
	Pyrosomida	<i>u.i.</i>							2		1	3
Osteichthyes	Stomiiformes	Sternoptychidae				1						1
		Sternoptychidae								4		4
	Myctophiformes	Paralepididae							2	18	4	24
		Alepisauridae	Alepisaurus	ferox		2	1		6	19	8	36
	Beloniformes	Belonidae						1				1
		Hemiramphidae							3			3
		<i>u.i.</i>							2		1	3
	Syngnathiformes	Macrorhamphosidae								7		7
		Syngnathidae							1			1
	Pegasiformes	Pegasidae				1						1
	Beryciformes	Berycidae									1	1
	Lampriformes	Regalecidae	Regalecus	russellii							1	1
	Perciformes	Mugilidae									7	7
		Carangidae							2		1	3
		Carangidae							1			1
		Bramidae				7	1		1		23	32
		Bramidae								2		2
		Bramidae									1	1
		Bramidae									1	1
		Chiasmodontidae				3					1	3
		Scombridae									1	1
		Scombridae							1			1
		Gempylidae				1			1	3		5
		Tetragonuridae							2			2
		Nomeidae							1	1	14	16
		Nomeidae	Cubiceps	caeruleus						5	3	8
		Uranoscopidae						1				1
		<i>u.i.</i>				1						1
	Tetraodontiformes	Triacanthodidae									1	1
		<i>u.i.</i>							1			1
	<i>u.i.</i>					11	5	9	117	139	149	430
Unidentified					digested					1		1
other						1		3	20	37	73	134
						4			6		9	19
					jelly fish				1		6	7
					liver?						1	1
					bird's feather						1	1
					bird?				1			1
									1	3		4
Macroalgae									3		1	4
Marine debris									2			2
									4	3	7	14
<b>Total</b>						<b>83</b>	<b>11</b>	<b>39</b>	<b>494</b>	<b>799</b>	<b>654</b>	<b>2080</b>

Class	Area1	Area2	Area4	Area7	Area8	Area9	Total
Osteichthyes (魚類)	27 (33%)	6 (5%)	13 (33%)	146 (30%)	198 (25%)	216 (33%)	606 (29%)
Cephalopoda (頭足類)	21 (25%)	4 (36%)	17 (44%)	249 (50%)	441 (55%)	292 (45%)	1024 (49%)
Gastropoda (腹足類)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	1 (0%)	2 (0%)	0 (0%)	3 (0%)
Crustacea (甲殼類)	30 (36%)	1 (9%)	6 (15%)	57 (12%)	110 (14%)	47 (7%)	251 (12%)
other	4 (5%)	0 (0%)	0 (0%)	10 (2%)	4 (1%)	16 (2%)	34 (2%)
unidentified	1 (1%)	0 (0%)	3 (8%)	20 (4%)	38 (5%)	73 (11%)	135 (6%)
non-animal	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	11 (2%)	6 (1%)	10 (2%)	27 (1%)
<b>Total</b>	<b>83</b>	<b>11</b>	<b>39</b>	<b>494</b>	<b>799</b>	<b>654</b>	<b>2080</b>

**Table 3** Total number of prey individuals per taxon in southern bluefin tuna stomach.

Prey individuals supposed to be fishing bait were excluded. *u.i.* is un-identified.

Class	Order	Family	Genus	Species	remark	Number of prey individuals					Total	
						Area1	Area2	Area4	Area7	Area8		Area9
Cephalopoda	Decapoda	Argonautidae				1		2	252		4	259
					digested beaks						3	3
		<i>u.i.</i>				5	5	34	106	1,271	821	2,242
	Octopoda	<i>u.i.</i>				15	2	6	53	1,181	157	1,414
		<i>u.i.</i>							2		3	5
						1			97	332	8	438
Gastropoda	Pteropoda	Cavolinidae	Cavolinia							2		2
		Cavolinidae							16			16
		<i>u.i.</i>								3		3
Crustacea	Mysidacea	Lophogastridae	Gnathopausia						5			5
	Euphausiacea	Euphausiidae					273		80	13	30	396
		<i>u.i.</i>										0
	Stomatopoda				alima				1,401			1,401
	Decapoda (Anomura)	<i>u.i.</i>								1		1
	Decapoda (Anomura)				alima				1			1
	Decapoda (Brachyura)				megalopa	1			258		1	260
	Decapoda	Oplophoridae							2			2
		Penaeidae	Funchalia						20		43	63
		<i>u.i.</i>			megalopa	1						1
	Amphipoda	Hyperiididae						1	107	1	5	114
		Phronimidae				120			13	20	9	156
		Platyscelidae				95		17	35	182	15	344
		Pronoidae							2	25	1	23
		Brachyscelidae							94	50	1	144
		Phrosinidae							8	5	45	59
	Isopoda	<i>u.i.</i>								2		2
	<i>u.i.</i>										1	3
Thaliacea	Desmomyaria	<i>u.i.</i>							298	4		302
	Pyrosomida	<i>u.i.</i>							2		1	3
Osteichthyes	Stomiiformes	Sternoptychidae				1						1
		Sternoptychidae								6		6
	Myctophiformes	Paralepididae							3	44	5	52
		Alepisauridae	Alepisaurus	ferox		2	1		6	19	10	38
	Beloniformes	Belonidae						2				2
		Hemiramphidae							3			3
		<i>u.i.</i>							2		1	3
	Syngnathiformes	Macrorhamphosidae								12		12
		Syngnathidae							1			1
	Pegasiformes	Pegasidae				1						1
	Beryciformes	Berycidae									3	3
	Lampriformes	Regalecidae	Regalecus	russellii							1	1
	Perciformes	Mugilidae									7	7
		Carangidae							1		2	3
		Carangidae							1			1
		Bramidae				10	1		1		49	61
		Bramidae								2		2
		Bramidae									1	1
		Bramidae									1	1
		Chiasmodontidae				3						3
		Scombridae									1	1
		Scombridae							1			1
		Gempylidae				1				5		7
		Tetragonuridae							2			2
		Nomeidae							2	1	57	60
		Nomeidae	Cubiceps	caeruleus						10	3	13
		Uranoscopidae						2				2
		<i>u.i.</i>				1						1
	Tetraodontiformes	Triacanthodidae									1	1
		<i>u.i.</i>				7	12	11	109	202	106	447
Unidentified					digested					1		1
other						46		3	9	34	7	53
					jelly fish						6	6
					liver?						1	1
					bird's feather						1	1
					bird?							0
	Macroalgae								1	3		4
	Marine debris										1	4
									2			2
									3	3		6
<b>Total</b>						<b>311</b>	<b>293</b>	<b>90</b>	<b>3,100</b>	<b>3,659</b>	<b>1,448</b>	<b>8,901</b>

Class	Area1	Area2	Area4	Area7	Area8	Area9	Total
Osteichthyes (魚類)	26 (8%)	13 (4%)	17 (19%)	142 (5%)	301 (8%)	248 (17%)	747 (8%)
Cephalopoda (頭足類)	22 (7%)	7 (2%)	42 (47%)	510 (16%)	2784 (76%)	996 (69%)	4361 (49%)
Gastropoda (腹足類)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	16 (1%)	5 (0%)	0 (0%)	21 (0%)
Crustacea (甲殼類)	217 (70%)	273 (93%)	28 (31%)	1954 (63%)	524 (14%)	181 (13%)	3177 (36%)
other	46 (15%)	0 (0%)	0 (0%)	460 (15%)	4 (0%)	13 (1%)	523 (6%)
unidentified	0 (0%)	0 (0%)	3 (3%)	9 (0%)	35 (1%)	7 (0%)	54 (1%)
non-animal	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	9 (0%)	6 (0%)	3 (0%)	18 (0%)
<b>Total</b>	<b>311</b>	<b>293</b>	<b>90</b>	<b>3,100</b>	<b>3,659</b>	<b>1,448</b>	<b>8,901</b>



**Table 4** Total wet weight (g) of prey per taxon in southern bluefin tuna stomach.

Prey individuals supposed to be fishing bait were excluded. *u.i.* is un-identified.

Class	Order	Family	Genus	Species	remark	wet weight (g)						Total
						Area1	Area2	Area4	Area7	Area8	Area9	
Cephalopoda	Decapoda	Argonautidae				7		76	6,986		204	7,273
					digested						203	203
					beaks	1	0	3	31	78	244	357
	Octopoda	<i>u.i.</i>				1,026	316	489	7,976	14,664	23,356	47,828
		<i>u.i.</i>							11		261	272
						2			162	2,407	113	2,685
Gastropoda	Pteropoda	Cavolinidae	Cavolinia							1		1
		Cavolinidae									8	8
		<i>u.i.</i>								1		1
Crustacea	Mysidacea	Lophogastridae	Gnathophausia						49			49
	Euphausiacea	Euphausiidae					28		7	1	3	40
		<i>u.i.</i>							4			4
	Stomatopoda				alima				270			270
	Decapoda (Anomura)	<i>u.i.</i>									0	0
	Decapoda (Anomura)				alima						0	0
	Decapoda (Brachyura)				megalopa	1			36		0	37
	Decapoda	Oplophoridae									21	21
		Penaeidae	Funchalia								37	131
					megalopa	1						1
	Amphipoda	<i>u.i.</i>						6	299	2	446	754
		Hyperidae								14		14
		Phronimidae				64			55	21	14	153
		Platyscelidae				47		2	7	44	2	102
		Pronoidae								0	2	3
		Brachyscelidae						0	3	25	0	29
		Phrosinidae								43	50	93
	Isopoda	<i>u.i.</i>						2	2	22	61	87
	<i>u.i.</i>	<i>u.i.</i>							1			1
Thaliacea	Desmomyaria	<i>u.i.</i>							42	45		86
	Pyrosomida	<i>u.i.</i>							32		115	147
Osteichthyes	Stomiiformes	Sternoptychidae				6						6
		Sternoptychidae								15		15
	Myctophiformes	Paralepididae							343	2,906	607	3,856
		Aleplosauridae	Alepisaurus	ferox		73		72	517	2,852	538	4,052
	Beloniformes	Belonidae						321				321
		Hemiramphidae								153		153
		<i>u.i.</i>								161		209
	Syngnathiformes	Macrorhamphosidae								375		375
		Syngnathidae							3			3
	Pegasiformes	Pegasidae				0						0
	Beryciformes	Berycidae									92	92
	Lampriformes	Regalecidae	Regalecus	russellii							1,029	1,029
	Perciformes	Mugilidae									913	913
		Carangidae							327		89	416
		Carangidae							133			133
		Bramidae				52	436		334		4,281	5,103
		Bramidae								940		940
		Bramidae									2,513	2,513
		Bramidae									1,425	1,425
		Chiasmodontidae				2						2
		Scombridae									1,032	1,032
		Scombridae							918			918
		Gempylidae				103			367	1,837		2,306
		Tetragonuridae							1,083			1,083
		Nomeidae							183	135	5,056	5,373
		Nomeidae	Cubiceps	caeruleus						1,394	365	1,758
		Uranoscopidae						17				17
		<i>u.i.</i>				11						11
	Tetraodontiformes	Triacanthodidae									30	30
		<i>u.i.</i>										595
Unidentified					digested	50	510	180	8,382	7,596	10,328	27,045
other						2		12	299	622	2,938	3,873
					jelly fish						90	90
					liver?						97	97
					bird's feather						94	94
					bird?						0	0
									21			21
									4	298		302
Macroalgae											19	19
Marine debris											10	10
											7	7
<b>Total</b>						1,461	1,291	1,224	29,911	36,422	56,803	127,111

Class	Area1	Area2	Area4	Area7	Area8	Area9	Total
Osteichthyes (魚類)	295 (20%)	947 (73%)	633 (52%)	13452 (45%)	18049 (50%)	28345 (50%)	61722 (49%)
Cephalopoda (頭足類)	1037 (71%)	317 (25%)	568 (46%)	15166 (51%)	17150 (47%)	24381 (43%)	58617 (46%)
Gastropoda (腹足類)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	8 (0%)	1.3 (0%)	0 (0%)	9.3 (0%)
Crustacea (甲殼類)	112.8 (8%)	27.6 (2%)	10.8 (1%)	792.6 (3%)	178.4 (0%)	723.8 (1%)	1846 (1%)
other	14.5 (1%)	0 (0%)	0 (0%)	131.8 (0%)	44.5 (0%)	301.6 (1%)	492.4 (0%)
unidentified	2.3 (0%)	0 (0%)	12 (1%)	298.7 (1%)	680 (2%)	2938 (5%)	3931 (3%)
non-animal	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	61.6 (0%)	318.8 (1%)	113.3 (0%)	493.7 (0%)
<b>Total</b>	1,461	1,291	1,224	29,911	36,422	56,803	127,111

**Table 5** Frequency of southern bluefin tuna stomachs by the number of prey of three major categories.

No. of prey per stomach	Osteichthyes (魚類)	Crustacea (甲殼類)	Cephalopoda (頭足類)
1	263	42	213
2	62	9	85
3	17	8	75
4	23	3	37
5	6	5	33
6	8	6	25
7	3	6	18
8	2	1	22
9	4	2	16
10	4	1	12
11-20	2	19	66
21-30		10	27
-40		1	11
-50		1	5
-60		2	3
-70		1	1
-80		2	1
-90			
-100			
-150		4	1
-200		3	
>200		2 <sup>1)</sup>	

1) The numbers are 273 and 627.

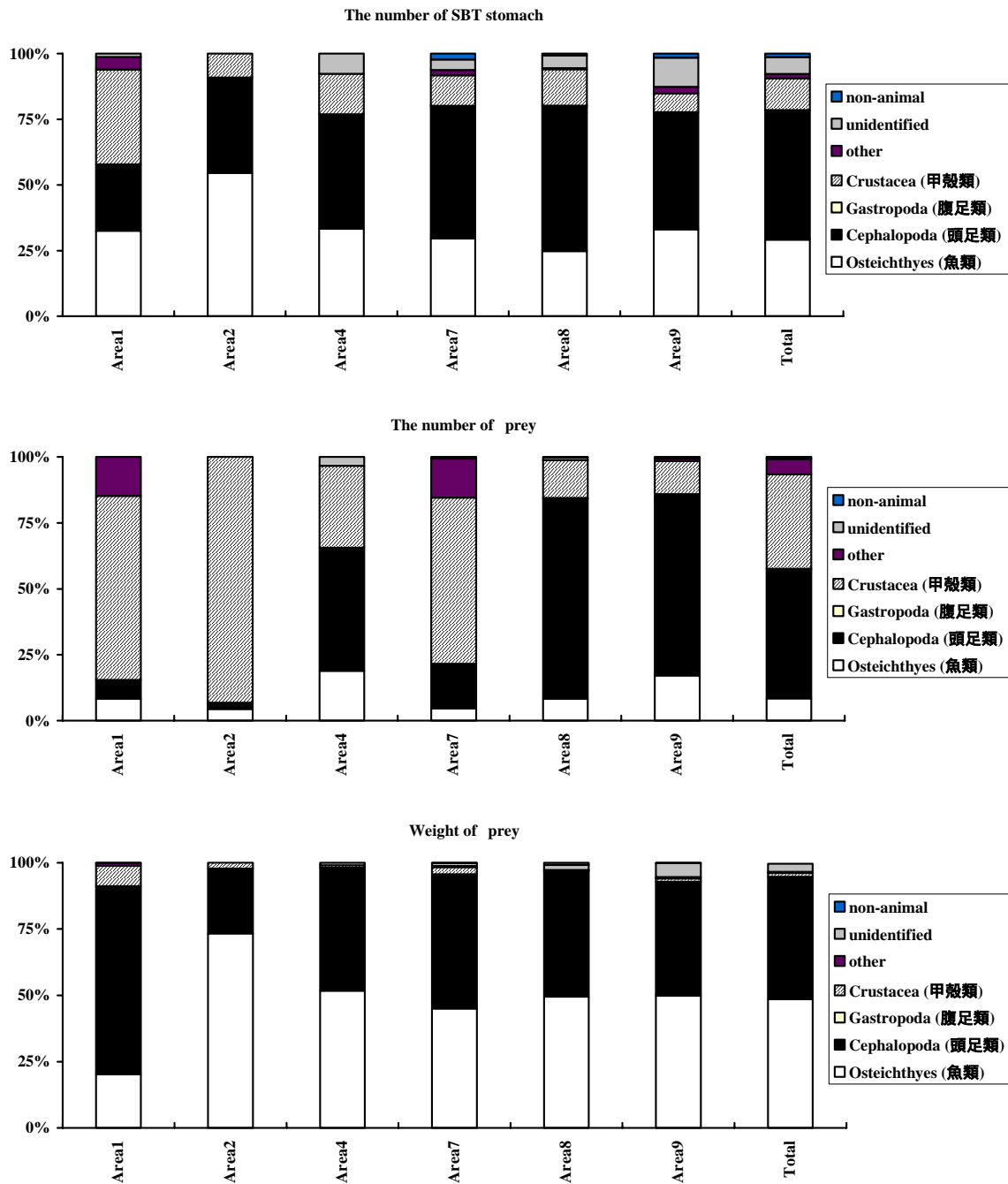


Fig. 1. Prey occurred in southern bluefin tuna stomach by area.

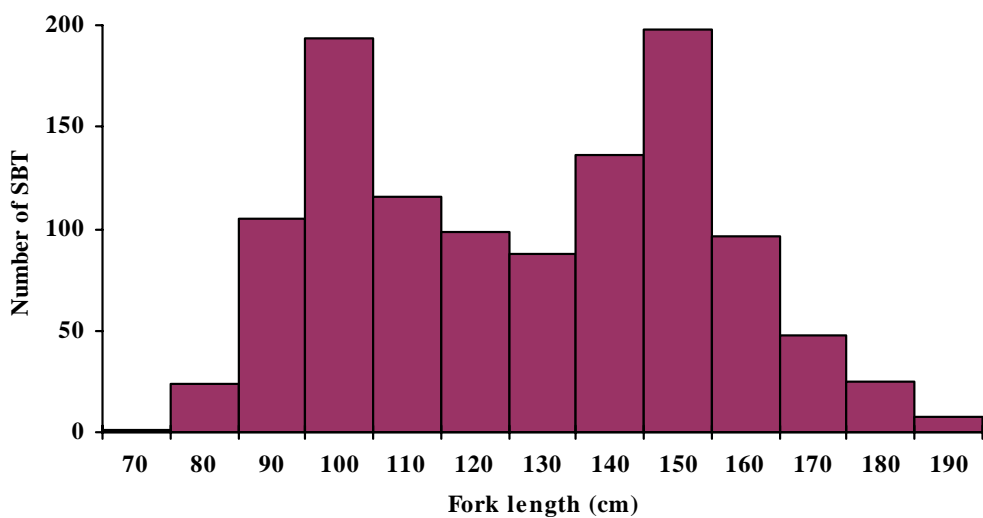


Fig. 2. Length frequency distribution of southern bluefin tuna whose stomachs are analyzed..

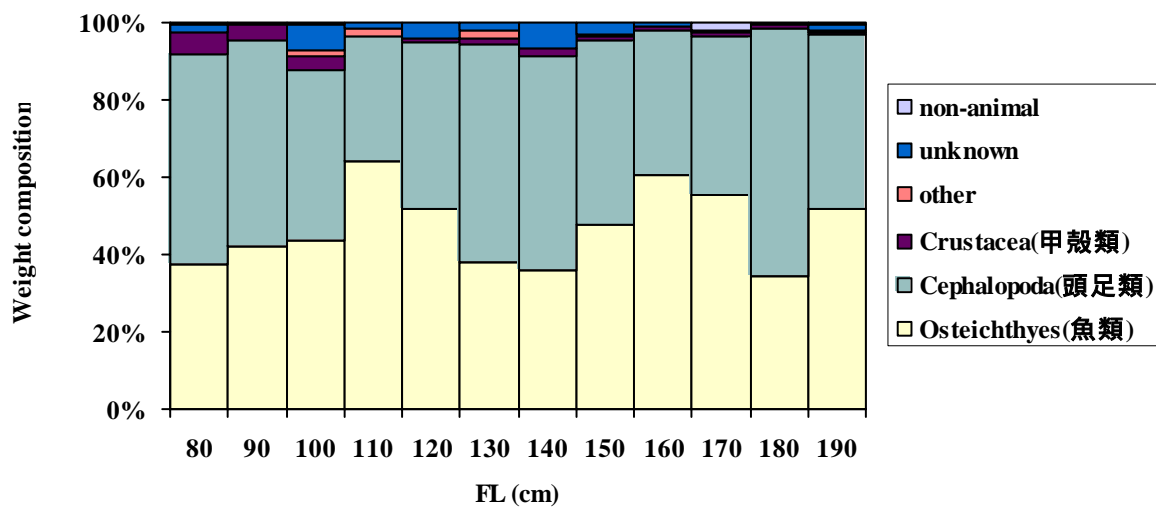


Fig. 3. Weight composition of prey categories in stomach of southern bluefin tuna for each 10 cm fork length class.

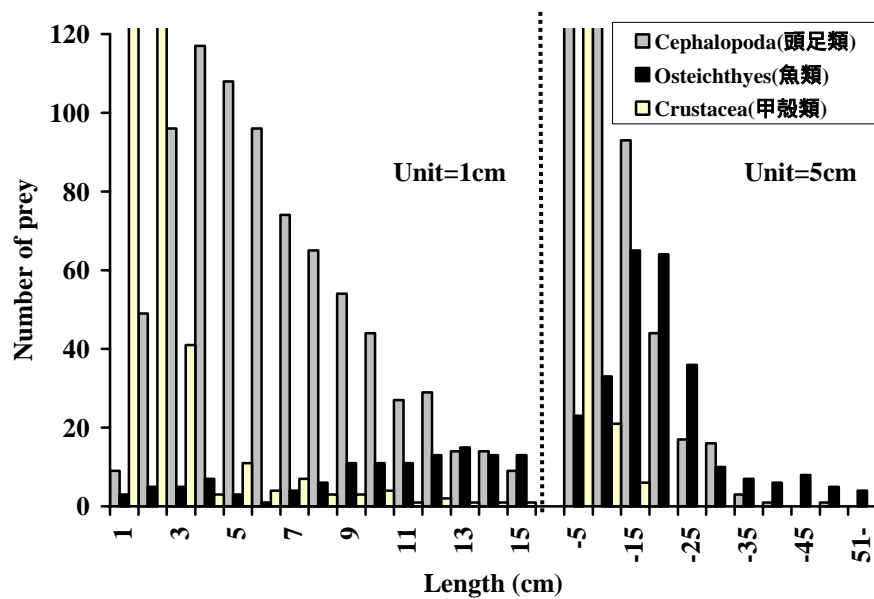


Fig. 4. Frequency distribution of prey size in stomachs of southern bluefin tuna.

Lengths measured are standard body length, fork length or total length for fish, mantle length for squid, and total length for crustacea. The numbers of crustacea are 317 at 1 cm and 293 at 2 cm, respectively.

Appendix table Name of prey taxa in Japanese. 餌生物種の日本語表記

Class	Order	Family	Genus	Species	remark	綱	目	科	属	種	補足
Cephalopoda	Decapoda	Argonautidae			digested beaks	頭足類	十腕目	アオイガイ科			消化物 大顎
		<i>u.i.</i>						不明			
	Octopoda	<i>u.i.</i>					八腕目	不明			
Gastropoda	Pteropoda	Cavolinidae	Cavolinia			腹足類	翼足類	カカイ科	カカイ属		
		Cavolinidae						カカイ科			
		<i>u.i.</i>						不明			
Crustacea	Mysidacea	Lophogastridae	Gnathopausia			甲殻類	アミ目	ロフォスター科	オハニアミ属		
	Euphausiacea	Euphausiidae					オキアミ目	オキアミ科			
		<i>u.i.</i>						不明			
	Stomatopoda				alima		口脚目				アリマ期幼生
	Decapoda (Anomura)	<i>u.i.</i>					十脚目(異尾類)	不明			アリマ期幼生
	Decapoda (Anomura)				alima megalopa		十脚目(短尾類)	ヒドシエビ科			メカロハ期幼生
	Decapoda (Brachyura)	Oplophoridae					十脚目	クルマエビ科	ウキエビ属		メカロハ期幼生
	Decapoda	Penaeidae	Funchalia		megalopa			不明			
	Amphipoda	<i>u.i.</i>					端脚目	不明			
		Hyperiididae						クラゲミ科			
		Phronimidae						クルマワシ科			
		Platyscelidae						テングウミミ科			
		Pronoidae						ネコセウミミ科			
		Brachyscelidae						ノコウミミ科			
		Phrosinidae						マルウミミ科			
		<i>u.i.</i>						不明			
	Isopoda	<i>u.i.</i>					等脚目	不明			
		<i>u.i.</i>					不明甲殻類				
Thaliacea	Desmomyaria	<i>u.i.</i>				被囊類	サルハ目	不明			
	Pyrosomida	<i>u.i.</i>					ヒカリホヤ目	不明			
Osteichthyes	Stomiiformes	Sternoptychidae				硬骨魚類	ワコトガキ目	ムネエソ科			
		Sternoptychidae						ムネエソ科	ムネエソ属		
	Myctophiformes	Paralepididae					ハダカウツ目	ハダカウツ科			
		Alepisauridae	Alepisaurus	ferox				ミスウオ科			ミスウオ
	Beloniformes	Belonidae					ダツ目	ダツ科			
		Hemiramphidae						サヨリ科			
		<i>u.i.</i>						不明			
	Syngnathiformes	Macrorhamphosidae					ヨウジウオ目	サキフエ科			
		Syngnathidae						ヨウジウオ科	タツノオトシゴ属		
	Pegasiformes	Pegasidae					ウミテング目	ウミテング科			
	Beryciformes	Berycidae					キンメダイ目	キンメダイ科	キンメダイ属		
	Lampriformes	Regalecidae	Regalecus	russellii			アカマンボウ目	リュウウツカイ科			リュウウツカイ
	Perciformes	Mugilidae					ススキ目	ホラ科			
		Carangidae						アジ科			
		Carangidae						アジ科	ムロアジ属		
		Bramidae						シマカツオ科			
		Bramidae						シマカツオ科			リュウウツカイ
		Bramidae						シマカツオ科	シマカツオ属		
		Bramidae						シマカツオ科	シマカツオ属		シマカツオ
		Chiasmodontidae						クロホウスギス科			
		Scombridae						サハ科			
		Scombridae						サハ科	マグロ類?		
		Gempylidae						クロタチカマス科			
		Tetragonuridae						トクロロコイホダイ科			
		Nomeidae						エホシダイ科			
		Nomeidae	Cubiceps	caeruleus				エホシダイ科			オキメダイ
		Uranoscopidae						シマオコセ科			
		<i>u.i.</i>						不明			サハ垂目
	Tetraodontiformes	Triacanthodidae					フグ目	ヘニカラムキ科			ヘニカラムキ
		<i>u.i.</i>						不明			
Unidentified						不明	不明				消化物
other					jelly fish liver? bird's feather bird?	その他					寒天質 クラゲ類 肝臓? 鳥羽 鳥類?
Macroalgae						海藻類					ビニール類
Marine debris						陸上ごみ					プラスチック片
<b>Total</b>						<b>合計</b>					