

## 日本海におけるスルメイカの外套背長の経年変化

Fluctuations in body size of Japanese common squid (*Todarodes pacificus*) in the Sea of Japan

木所英昭 (日本海区水産研究所)

Hideaki KIDOKORO (Japan Sea National Fisheries Research Institute, FRA)

### はじめに

日本海のスルメイカ資源水準は主に試験船による分布調査および稚仔調査の結果をもとにモニタリングされ、経年変動が把握されている。その結果、1970 年代までは資源水準が高かったが、1970 年代後半から資源量が減少し、1980 年代は低水準で推移していたこと、および 1980 年代後半より資源量が増加し始め、1990 年代は高水準で推移していたことが明らかになっている（笠原 1987；木所・後藤 1999 Goto et al. 2002）。

一方、大規模な資源変動をおこすマイワシをはじめとする小型浮魚類では、資源の変動とともに成長や成熟をはじめとする生物特性が変化することが明らかにされ、変動要因として海洋環境の変化が示唆されている（和田 1988；黒田 1991；Koizumi et al. 1993；川崎 2001）。そして資源変動に伴う成長や成熟特性の変化を明らかにすることは、資源変動機構を解明する上で重要な要素と位置付けられている。しかしながらスルメイカに関しては、資源変動は調査結果をもとに把握されてきているものの、資源変動に伴う成長や成熟特性の変化については整理されてなく、資源変動にともなう変化、およびその背後に想定される生息環境の変化については検討されてこなかった。

そこで、スルメイカの資源変動と生物特性の変化の関係を把握し、資源変動機構を解明するための基礎知見の集積を目的として、これまでに蓄積された調査結果をもとにスルメイカの外套背長の経年変化を整理した。そして、外套背長の経年変動と資源水準の変動の関係を比較検討するとともに、その背後に影響を与えていたと想定される海洋環境の変化との関係について考察した。

### 資料と方法

資料には、1973 年から 2000 年に日本海で試験船によって実施されたイカ釣りによる分布調査結果を用いた。日本海におけるスルメイカの分布調査は、200 海里体制となった 1978 年以降も日本周辺海域ばかりではなく、ロシアの EEZ 内を含む日本海のほぼ全域に渡って実施してきた（図 1）。イカ釣りによる分布調査の結果は、釣獲試験結果票として取りまとめられており、結果票には採集個体数をもとにした魚群の分布状況に加えて、魚体の大きさを示す値として、外套背長組成が階級幅 1cm で記載されている。本研究では釣獲試験結果票に記載されている外套背長組成から各釣獲試験で採集されたスルメイカの平均外套背長を求めた。なお、平均外套背長は外套背長組成の各階級の中央値と組成比より算出した。そして調査が多く実施されてきた 5～10 月の各年、各月ごとに平均外套背長の平均値を求め、経年的変化を整理した。用いた資料における各月の調査数は表 1 の通りである。

スルメイカの資源量については平成 13 年度資源評価票を資料として用いた。平成 13 年度資源評価票では、スルメイカは秋季発生群と冬季発生群に系群分けされて資源量が推定されているが、日本海では主に秋季に発生した群が漁獲対象となることから秋季発生群の資源量の推定結果を日本海の資源量として用いた。資源評価票におけるスルメイカの資源量は、調査船による分布調査結果をもとに算出された分布密度を指標値として個体数を推定し、平均体重から資源量を推定している。したがってスルメイカの資源評価票に於ける資源量の変動は個体数の分布密度の変動を示していると解釈される。

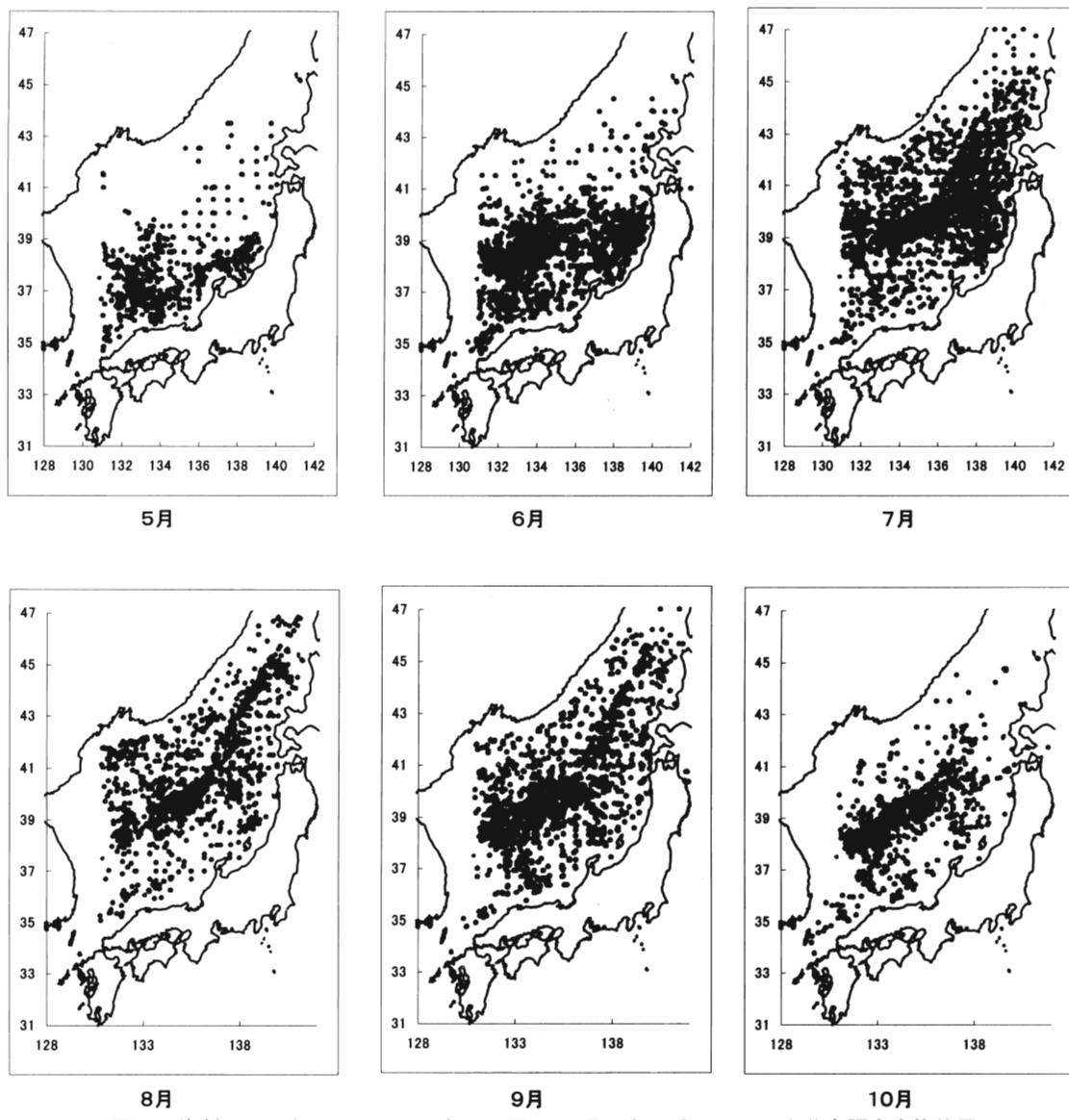


図1. 資料に用いた1973~2000年の5月~10月におけるスルメイカ分布調査実施位置

表1. 資料として用いた各年月の調査数

	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986
5月	3	21	4	14	29	15	27	23	5	19	15	37	38	14
6月	49	56	57	69	57	88	80	80	67	81	75	65	70	71
7月	59	126	76	98	88	66	97	94	103	97	80	112	101	105
8月	81	76	47	86	42	46	59	60	43	27	47	67	31	45
9月	85	88	75	51	40	69	85	55	59	54	75	113	79	96
10月	50	61	33	49	34	47	44	47	12	55	33	26	20	32
	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
5月	13	19	35	48	26	23	27	16	16	18	18	19	10	24
6月	97	70	47	69	64	81	58	61	86	67	69	63	36	61
7月	113	83	104	89	64	72	58	57	86	101	78	53	39	49
8月	38	44	31	45	35	33	29	36	22	23	21	22	31	35
9月	108	85	67	42	64	54	53	44	29	39	32	22	34	41
10月	45	30	26	31	29	36	24	21	18	18	11	4	2	18

## 結果

### 外套背長の経年変化

スルメイカの成長期にあたる5～7月は、月の経過とともに平均外套背長が大きくなつており、この間、スルメイカの成長の様子が示されていた（図2）。しかし、年による平均外套背長の変化が大きく、各月で共通な経年的変動傾向は認められなかつた。一方、8～10月は日本海で多くのスルメイカが成体に達する時期であるが、平均外套背長の経年的変化には共通の変動傾向が見られた。1973～1976年は各月とも約24～25cmであったが、1977～1986年は主に22～23cmの範囲であり、1973～1976年と比較して小型になつた。その後、1987年以降になると再び大型化し、主に23～24cmの範囲になつてゐた（図3）。なお、この時期の平均外套背長は5～7月と異なり、月による大きさの変化はほとんど無く、この期間はほとんど成長しないと考えられた。

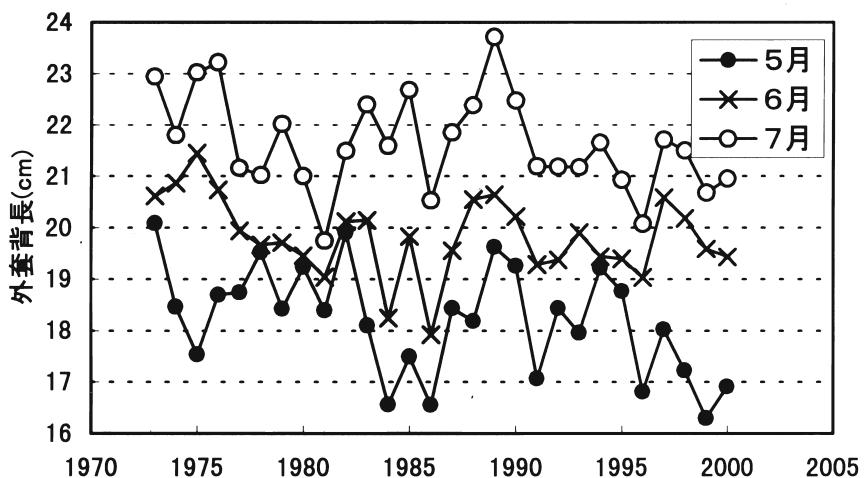


図2. 1973年～2000年の日本海におけるスルメイカの平均外套背長の変化（5～7月）。

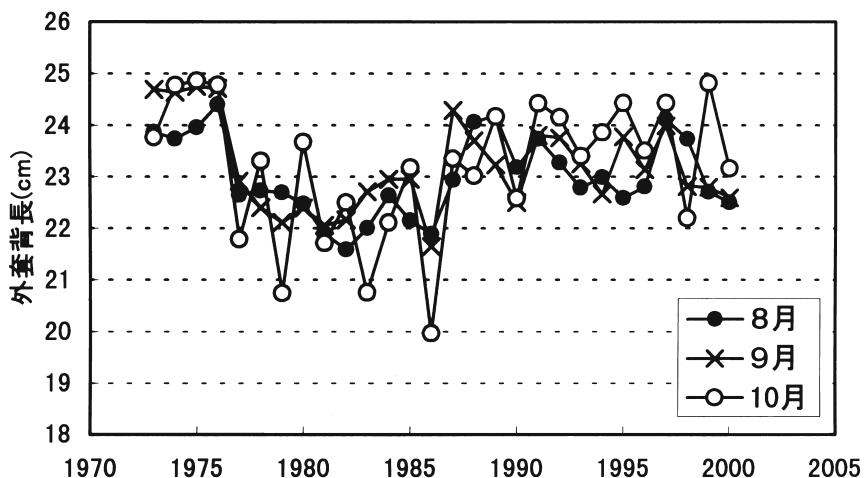


図3. 1973年～2000年の日本海におけるスルメイカの平均外套背長の変化（8～10月）。

以上のように5～7月の平均外套背長には共通の経年的変動傾向が認められなかったが、8～10月では平均外套背長には共通の経年的変動傾向が認められた。日本海に分布するスルメイカは主に秋季に発生するため、5～7月は秋季に発生したスルメイカの孵化後6～8ヶ月の時期にあたる。この時期はスルメイカの成長が最も活発な時期であるため、1ヶ月間に外套背長が2～5cm成長する（木所ほか 1998）。そのため、5～7月の平均外套背長は、分布の中心となる個体の発生時期がわずかに異なることによっても大きく変化することが予想される。今回の結果において8～10月と異なり、5～7月の平均外套背長に共通の経年的変動傾向が見られなかった背景には年による中心となる発生時期のバラツキが影響していたと考える。

一方、8～10月では秋季に発生した個体は孵化後9ヶ月以上となり、成長速度は急激に小さくなる。このことは、本研究で整理した8～10月のスルメイカの外套背長が月によって殆ど変化していないことからも示される。したがって本研究の結果で得られた8～10月の平均外套背長はその年のスルメイカの最大外套背長を示しており、8～10月の平均外套背長でみられた共通の経年的変動はスルメイカの各年の最大外套背長の経年的変動を示していると判断することができる。

#### 外套背長と資源水準の関係

スルメイカの各年の最大外套背長の経年的変動を示していると判断される8～10月のスルメイカの平均外套背長の変化とスルメイカの資源量の変動について比較し、資源水準の変動とスルメイカの大きさの関係について検討した（図4）。なお、平均外套背長は8～10月の調査結果の平均値を用いた。1970年代後半から1980年代はスルメイカの資源量が減少し、低水準になった時期であったが、この時期、スルメイカの外套背長は小型化していた。また、1980年代後半から1990年代は、スルメイカの資源水準が増加に転じるとともに高水準になった時期であったが、この時期、スルメイカの魚体は再び大型化した。この様に、スルメイカの資源水準（個体数）の変動と魚体の大きさの変化は、ほぼ同様な変化を示していた。次にスルメイカの推定資源量と8～10月の平均外套背長の関係を図5に示す。スルメイカの平均外套背長と推定資源量との間には有意な正の相関があり( $r=0.49, p<0.01$ )、スルメイカは資源量が高い時期に魚体も大きくなる傾向が認められた。つまり、スルメイカの資源水準と魚体の大きさの間には正の相関関係があり、1970年代以降の日本海においてスルメイカは資源水準の低下と共に魚体も小型化したが、資源水準が回復すると魚体も大型化していた。

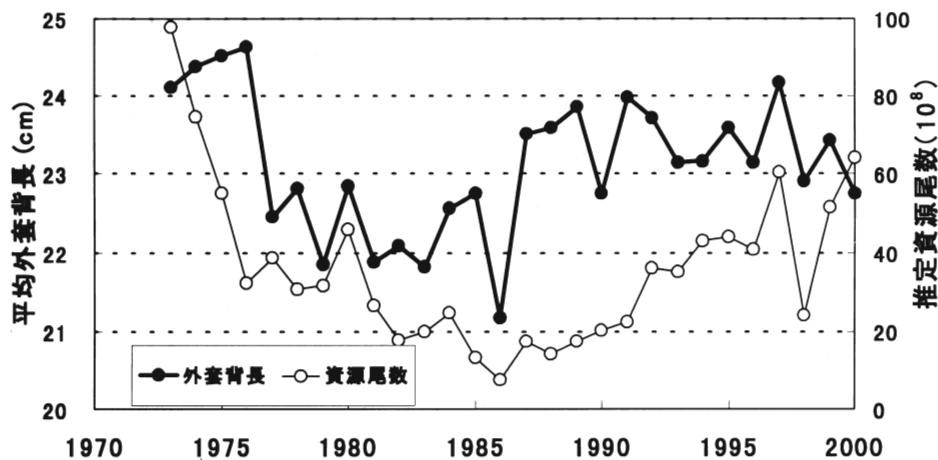


図4. スルメイカの平均外套背長（8～10月の平均値）の経年変化と推定資源尾数の経年変化。

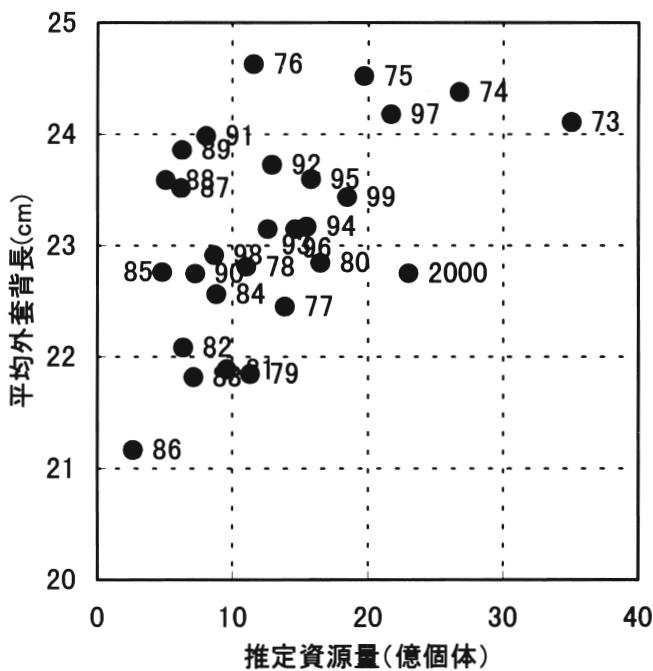


図5. スルメイカの平均外套背長（8～10月の平均値）と推定資源尾数の関係.

## 考 察

生物の分布密度と個体の大きさの関係には密度依存的関係が多くの種類で観察されており、一般に、一定の環境下において個体の大きさは、個体数の密度が高い場合に小型化し、個体数の密度が低い場合に大型化する密度依存的な変化を示す（伊藤ほか 1992）。ところが今回の研究結果では、スルメイカの魚体の大きさは資源量が増加し、資源水準が高い（＝密度が高い）時期には魚体も大きく、逆に資源量が減少し、水準が低い（＝密度が低い）時期には魚体も小さくなっていた。つまり、日本海におけるスルメイカには一般に観察されている密度依存的な分布密度と個体の大きさの関係とは反対の関係となっていたことが分かる。このことは日本海において、スルメイカを取り巻く環境が一定であるのではなく、年代によって大きく変化し、生息環境の好適、または不適がスルメイカの環境収容力を大きく変化させ、外套背長や資源水準に影響を与えていることを示唆している。想定として、1970年代後半から1980年代半ばにかけてはスルメイカを取り巻く環境が不適となり、環境収容力が減少したことにより、スルメイカの魚体は小さく、また資源量も減少するとともに低水準になったが、1980年代後半から1990年代にかけてはスルメイカを取り巻く環境が好適となり、環境収容力が増大したことによってスルメイカの魚体は大きく、また資源量が増加するとともに高水準になったと推察する。

海洋環境の経年的変化が与えるスルメイカおよびその近縁種の資源変動への影響については、産卵場形成や初期生活史を焦点に研究が進められており、様々な仮説が提唱されている（Sakurai et al 2000; Dawe et al 2000; Waluda et al 2001; Goto et al 2002）。しかし、海洋環境の変化とスルメイカの資源変動について、環境収容力の変化を介しての研究事例は無く、その影響の大きさ、および影響を与える過程についてはほとんど明らかにされていない。今後、スルメイカの資源変動機構を海洋環境変動をもとに解明していくには、これまで多くの研究事例がある初期生活期と海洋環境の関係ばかりでなく、成体期における環境収容力の変化の影響、および初期生活期と成体期の相互関係も含めて研究を推進していく必要がある。

海洋生物の環境収容力に大きな影響を及ぼす海洋環境は、地球規模の気候変動によって十年以上のスケールの周期で変動していると言われている (Tanimoto et al. 1993; 見延 2001)。表面水温を基にした解析結果では、日本海を含む北西太平洋では 1976 年を境に寒冷化し、1980 年代後半を境に温暖化したと報告され、特に 1976 年の変化は急激であったとされている (見延 2001)。そして、このような北太平洋の表面水温の変化は、同時に複数種の資源変動に影響を及ぼすと考えられている (Kawasaki 1983; Beamish et al. 2000)。本研究で見られたスルメイカの外套背長の変化、およびスルメイカの資源量の変動は 1970 年代前半および 1980 年代後半を変曲点としており、海洋環境が変化した時期と同調している。このことは、海洋環境の変化がスルメイカの生息環境に影響を与えることによって魚体の大きさ、およびスルメイカの資源変動を引き起こしたと考えることができる。

海洋環境によるスルメイカ資源への影響には水温などの直接的な生息環境への影響の他、他の魚種を介しての間接的な影響も想定される。日本海を含む北西太平洋のマイワシは大規模な資源変動を行うことが知られている (伊東 1961)。近年ではマイワシの資源量は、1970 年代後半から 1980 年代半ばにかけて増加し高水準となっていたが、1990 年代には減少に転じ、現在は低水準にある (Hiyama et al. 1995; Wada et al. 1995)。そしてマイワシ資源の変動には海洋環境の変動が関与していることが示されており (黒田 1991; Wada and Jacobson 1998; Yasuda et al. 1999)，特に海洋環境の変動によつてもたらされる稚仔期から漁獲加入期までの死亡率の上昇が資源の崩壊を引き起こすと考えられている (Watanabe et al. 1995; 錢谷 2001)。

前述したようにスルメイカの資源量は、1970 年代後半から 1980 年代半ばにかけて減少して低水準となつたが、1980 年代後半から 1990 年代にかけて増加し、現在は高水準にある。一方、マイワシの資源量は、1970 年代後半から 1980 年代半ばにかけて増加し高水準となつたが、1990 年代には減少に転じ、現在は低水準にある。また、スルメイカが大半を占めると考えられるイカ類の漁獲量は 1930 年代に減少しているが、同時期にマイワシが大半を占めると考えられるイワシ類の漁獲量は大きく増加している。このようにマイワシとスルメイカの資源変動パターンは逆位相の変化傾向を示してきたことが分かる。資源増大期におけるマイワシの分布回遊域範囲は、日本海の全域、および太平洋側では道東沖まで拡大し (伊東 1961; 和田 1988)，ほとんどスルメイカの分布回遊範囲と同じになる。さらに、マイワシは植物プランクトンに加えて動物プランクトンも捕食しているが、スルメイカは沖合域では動物プランクトン食の傾向が強くなることが知られており (沖山 1965)，スルメイカとマイワシの間では餌料を介しての種間競争が想定される。特にマイワシの資源量の増減は著しく、さらに資源の増加期には餌料が制限要因と考えられる密度依存低な成長速度の低下も観察されていることから (Koizumi et al. 1993; Hiyama et al. 1995; Wada et al. 1995)，マイワシ資源の増減がスルメイカの資源量や成長に与える影響は大きいと考える。つまり、海洋環境の中長期的な変動に伴つてマイワシ資源が大きく増減し、種間関係を介しての影響として、スルメイカの資源量や魚体の大きさの変動として観測されたと考えることも出来る。

以上のように日本海においてスルメイカは、資源量の増大と共に魚体が大きくなり、反対に資源量が減少すると魚体も小型化する現象が本研究で観察されている。そしてこの様な変動は 10 年くらいの周期で変動していると推察される。この様な変動特性をもとにするとスルメイカの資源変動には海洋環境の中長期的な変動が関与していると考えられ、さらにその過程には海洋環境の変動による直接的な影響と言うより、むしろ他魚種との競合関係が介在している用にもみえる。したがつてスルメイカの資源変動機構を解明するには海洋環境との直接的な関係を検討するに加え、他魚種との競合関係も含めた群集レベルでの検討が必要と考える。

## 謝 辞

これまで長年に渡り、日本海のスルメイカ資源調査に関わって頂いた各道府県の試験研究機関の方々に感謝申し上げる。

## 参考文献

- Beamish R.J., McFarlane G.A. and King J.R. (2000) Fisheries climatology: Understanding decadal scale processes that naturally regulate British Columbia fish populations. In *Fisheries Oceanography*, eds. Harrison P.H. and Parsons T.R. Blackwell Science 91-130.
- Dawe E.G., Colbourne E.B. and Drinkwater K.F. (2000) Environmental effects on recruitment of short-finned squid (*Illex illecebrosus*). *ICES J. Mar. Sci.*, (57), 1002-1013.
- Goto T., Kidokoro H. and Kasahara S. (2002) Changes in the distribution and abundance of *Todarodes pacificus* (Cephalopoda, Ommastrephidae) paralarvae in the southwest Sea of Japan with changing stock levels. *in press*.
- 伊東祐方 (1691) 日本近海におけるマイワシの漁業生物学的研究. 日水研報告, (9), 1-227.
- 伊藤義嘉昭・山村則男・嶋田正和 (1992) 動物生態学. 507pp. 蒼授書房, 東京.
- 笠原昭吾 (1987) 日本海スルメイカの資源評価と漁況予測. 昭和 60 年度イカ類資源漁海況検討会議報告, 29-42.
- Kawasaki T. (1983) Why do some pelagic fishes have wide fluctuations in their numbers?. *FAO Fish. Rep.*, (291), 1065-1080.
- 川崎 健 (2001) レジームシフト - 気候, 海洋, 海洋生態系に見られる数十年スケールの変動-. 海洋号外, (24), 202-211.
- 木所英昭・後藤常夫 (1998) 1998 年の日本海におけるスルメイカの減少と今後の動向について. 平成 10 年度イカ類資源研究会議報告, 1-8.
- 木所英昭・和田洋藏・四方崇文・佐野勝男・氏良介 (1999) 平衡石の日周輪解析をもとにした 1996 年の日本海におけるスルメイカの成長. 日水研報告, (49), 129-135.
- Koizumi N., Watsumiya Y. and Wada T. (1993) Statistical studies on biological indices of Japanese sardine. *Nippon Suisan Gakkaishi*, (59), 753-763.
- 黒田一紀 (1991) マイワシの初期生活期を中心とする再生産過程に関する研究. 中央水研報告, (3), 25-278.
- 見延庄土郎 (2001) 同期した 50 年変動と 20 年変動がもたらす気候レジームシフト. 月刊海洋号外, (24), 42-49.
- 沖山宗雄 (1965) 日本海沖合におけるスルメイカ *Todarodes pacificus* STEENSTRUP の食性. 日水研報告, (14)31-42.
- Sakurai Y., Kiyofuji H., Saitoh S., Goto T., Hiyama Y. (2000) Changes in inferred spawning areas of *Todarodes pacificus* (Cephalopoda: Ommastrephidae) due to changing environmental conditions. *ICES J. Mar. Sci.*, (57), 24-30.
- Tanimoto Y., Iwasaka N., Hanawa K. and Toba Y. (1993) Characteristic variation of sea surface temperature with multipole time scale in the North Pacific. *J. Climate*, (6), 1153-1160.
- 和田時夫 (1988) 道東海域におけるまき網対象マイワシ資源の来遊動態に関する研究. 北水研報告, (52), 1-138.
- Wada T. and Jacobson (1998) Regimes and stock-recruitment relationships in Japanese sardine (*Sardinops melanosticus*), 1951-1995. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, (55), 2455-2463.

- Waluda C.M., Rodhouse P.G., Podesta G.P., Trathan P.N. and Pierce G.J. (2001) Surface oceanography of the inferred hatching grounds of *Illex argentinus* (Cephalopoda: Ommastrephidae) and influence on recruitment variability. *Marine Biology*, (139), 671-679.
- Watanabe Y., Zenitani H. and Kimura R. (1995) Population decline of the Japanese sardine *Sardinops melanosticus* owing to recruitment failures. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, (52), 1609-1616.
- Yasuda I., Sugisaki H., Watanabe Y., Minobe S. and Oozeki Y. (1999) Interdecadal variations in Japanese sardine and ocean/climate. *Fish. Oceanogr.*, (8), 18-24.
- 銭谷 弘 (2001) 太平洋岸域におけるマイワシの資源変動に関連した初期生態に関する研究. 濑戸内水研報告, (3), 1-45.