

日本中部の太平洋側沿岸の2つの閉鎖性内湾域における 底生水産資源の変動にみられる類似性

日比野学^{1†}, 水野知巳², 田島良博³, 中村元彦⁴

Synchronous fluctuation of marine benthic resources in Ise-Mikawa and Tokyo Bays, two major enclosed bays in central Japan

Manabu HIBINO¹, Tomomi MIZUNO², Yoshihiro TAJIMA³ and Motohiko NAKAMURA⁴

We compared the long-term fluctuations in fisheries catch of benthic marine resources between two typical enclosed bays, Ise-Mikawa and Tokyo Bays, which face the Pacific Ocean in central Japan. The catch of the Manila clam *Ruditapes philippinarum* has decreased since the 1970s, when artificial reclamation was massively conducted in both bays. However, the Manila clam catch in Mikawa Bay has increased since the 2000s with improvement in reproductive network due to transplant release of juvenile clams by local fisherman. The fluctuation in the catch of five of eight major species of small bottom trawl fisheries target positively correlated between Ise and Tokyo Bays despite the considerable distance separating the bays. The catches of flounder (Pleuronctidae), Japanese tiger prawn, *Marsupenaeus japonicus*, and mantis shrimp, *Oratosquilla oratoria*, have decreased, whereas those of Japanese temperate bass, *Lateolabrax japonicus*, and cuttle squid, *Sepia esculenta*, increased in synchrony. Fluctuations in major water quality parameters such as temperature, nutrients, and dissolved oxygen concentration were similar in both bays. These changes in the environment of both bays and climate will affect the drastic and synchronous fluctuations in benthic marine resources among these two separate enclosed bays.

Key words: fisheries catch, Ise-Mikawa Bay, Tokyo Bay, marine benthic resources

はじめに

内湾は高い生物生産力を持ち、港から近い収益性の高い漁場として機能していた。さらに河口から湾口にいたる環境勾配の中で多様な水産資源が生まれ、それらを漁獲対象として小型底びき網漁業を中心に多くの漁業種類が発展した海域でもある。本州中部の太平洋沿岸には、伊勢・三河湾、

浜名湖、駿河湾、相模湾、東京湾といった地理的特徴で区別される湾がある (Fig. 1)。これらのうち、浜名湖は汽水湖であり、駿河湾と相模湾は外海に開放的な湾の形状を持っている。一方で、伊勢・三河湾と東京湾は、直線距離で約300km離れているが、ほぼ同緯度に位置し、いずれも湾口が狭く水平規模が大きい我が国を代表する閉鎖的内湾である。特に、伊勢・三河湾と東京湾では、干潟が多く波浪の影響が小さいことから、物流・工業の拠点としての港湾整備がいずれも1960年代から大規模に行われてきた。

両湾では、港湾整備に伴う干潟・浅海域の埋め立てによって、濾過食者である二枚貝類による水質浄化機能が低下したと言われる (Suzuki, 2004; 鈴木ほか, 2011)。水質浄化機能の低下は、植物プランクトンを中心とする粒状有機物の増加・沈降を助長し、内湾底層の貧酸素化を招き、とりわけ底生生態系の劣化や底生水産資源に対し大きな影響を与えたと考えられている (Suzuki, 2004; 鈴木ほか, 2011)。また、両湾とも1978年から実施された水質総量規制の対象海域であり、特に2001年に定められた第5次総量規制から全窒素及び全リンが汚濁防止に係る指定項目に追

2013年4月1日受付, 2013年8月20日受理

¹ 愛知県水産試験場漁業生産研究所

Marine Resources Research Center, Aichi Fisheries Research Institute, Minami-chita, Chita-gun, Aichi 470-3412, Japan

² 三重県水産研究所鈴鹿研究室

Suzuka Fisheries Laboratory, Mie Prefecture Fisheries Research Institute, Shioko, Suzuka, Mie 510-0243, Japan

³ 神奈川県水産技術センター

Kanagawa Prefectural Fisheries Technology Center, Miasaki, Miura, Kanagawa 238-0237, Japan

⁴ 愛知県農林水産部水産課

Fisheries Administration Division, Department of Agriculture, Forestry, and Fisheries, Aichi Prefectural Governmental Office, Nagoya, Aichi 460-8501, Japan

† E-mail: manabu_hibino@pref.aichi.lg.jp

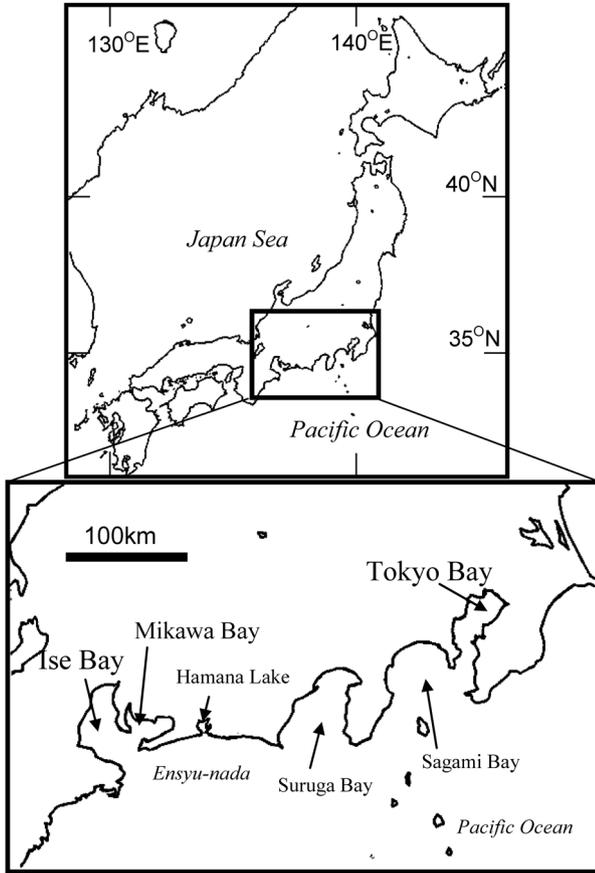


Figure 1. Location of major bays facing the Pacific Ocean in central Japan.

加された。この総量規制が実施されて以降、達成率の高い瀬戸内海では海域の貧栄養化が指摘されており（原田ほか, 2009; 和西ほか, 2009), また、それまで達成率の低かった伊勢・三河湾（水野ほか, 2009; 大橋ほか, 2009) や東京湾（石井ほか, 2008) でも栄養塩類の減少が報告されている。一方、気候変動のレジームシフトによって、浮魚類で指摘されるような魚種交代現象（Yasuda et al., 1999) が、底生水産資源においても報告されている（二平, 2007)。以上のように、内湾をとりまく環境変動は、人為的改変から気候変動に至る複雑な要因に起因することが推測される。これらの環境変動と底生水産資源の変動の間には、なんらかの因果関係が存在することが想起されるが、それぞれの要因の変動に対する定量的評価は困難なのが実状である。しかしながら、定着性の比較的強い内湾の底生水産資源の変動を把握することは、環境変動の表現型の一つとして重要な示唆を与えるだけでなく、底びき網漁業において多魚種資源管理を実践する上で管理目標とするキーストーン種の選定にもつながる（白木原, 2005)。

また、これまでの研究においては、主要魚種の資源変動は海域ごとに検討される場合が多かった（秋元, 2013; 日

比野・中村, 2012)。海域間の資源変動の比較については、浮魚類を対象とした研究例はあるが（例えば Yasuda et al., 1999 など), 底生水産資源に関する研究は極めて少ない。底生水産資源の変動における要因の特定や海域ごとの問題を検討する上で、海域間比較は有効なアプローチである。

本研究では、ほぼ同緯度に位置し距離的に離れた伊勢・三河湾と東京湾を主な対象海域として、それぞれの海域間での集団交流が少ないと推定される主要な底生水産資源の漁獲量の経年変化を比較することで、環境変動が資源変動に与える影響を考察するための基礎的知見を得ることを目的とした。

材料と方法

アサリ *Ruditapes philippinarum* は、伊勢湾、三河湾および東京湾の海域別について検討を行った。伊勢湾のアサリ漁獲量は、1966年から2009年までの漁業・養殖業生産統計年報のあさり類漁獲量を用い、三重県の漁獲量と愛知県の漁業地区別漁獲統計の伊勢湾側地区漁協の合計値とした。三河湾のアサリ漁獲量は、三河湾側地区漁協の合計値とした。東京湾のアサリ漁獲量は、1956年から2009年までの漁業・養殖業生産統計年報を用い、神奈川県、東京都、千葉県をあさり類漁獲量の合計値とした。アサリ以外の対象種は、両湾において比較的漁獲量が多かつ主要な漁獲対象であるカレイ類、マアナゴ *Conger myriaster*, スズキ *Lateolabrax japonicus*, シヤコ *Oratosquilla oratoria*, クルマエビ *Marsupenaeus japonicus*, ガザミ *Portunus trituberculatus*, コウイカ *Sepia esculenta*, マダコ *Octopus vulgaris* の8種とした。伊勢湾の変動として、伊勢湾で周年操業する愛知県の小型底びき網（板びき網）漁船の約半数が所属する豊浜漁業協同組合の1973年から2011年における伊勢湾小型底びき網の魚種別漁獲統計を用いた。東京湾の変動として、1977年から2006年の神奈川県の漁業地区別漁獲統計における東京内湾地区漁協の魚種別漁獲量を用いた。ただし、東京湾の漁獲量には小型底びき網以外の漁業種類（例えばあなご筒や釣り等）が含まれる。

伊勢湾と東京湾の間での変動の類似性を検討するために、種ごとの漁獲量の相関の有意性について検討した。また、種間での変動の類似性を検討するために、同じ海域における2魚種間において相関係数を求めた。

結果

海域ごとの漁獲量変動

アサリの漁獲量の経年変化について Fig. 2 に示す。東京湾におけるアサリの漁獲量は千葉県や東京都を主体として、1960年代にピーク（78,894トン：1966年）を示した後、70年代に顕著な減少傾向が認められ、最近では2005年以降さらに減少した。伊勢湾でも70年代前半は減少傾向にあったが、80年代に入ると急激に増加した。1982年から

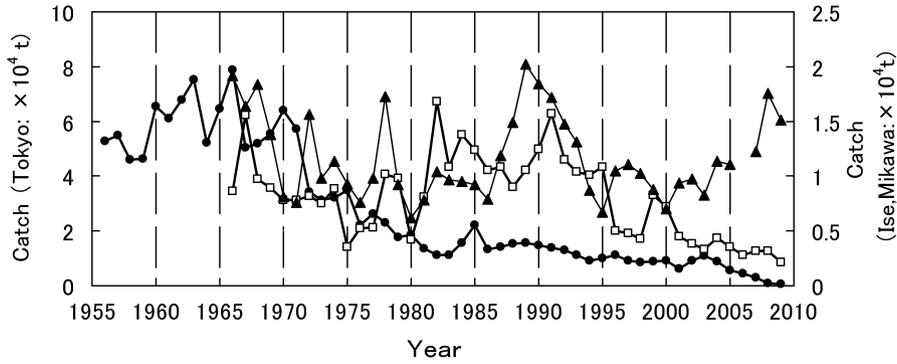


Figure 2. Fluctuations in the annual catch of Manila clam, *Ruditapes philippinarum*. Black circle (●), white square (□), and black triangle (▲) represent the catch in Tokyo, Ise, and Mikawa Bays, respectively.

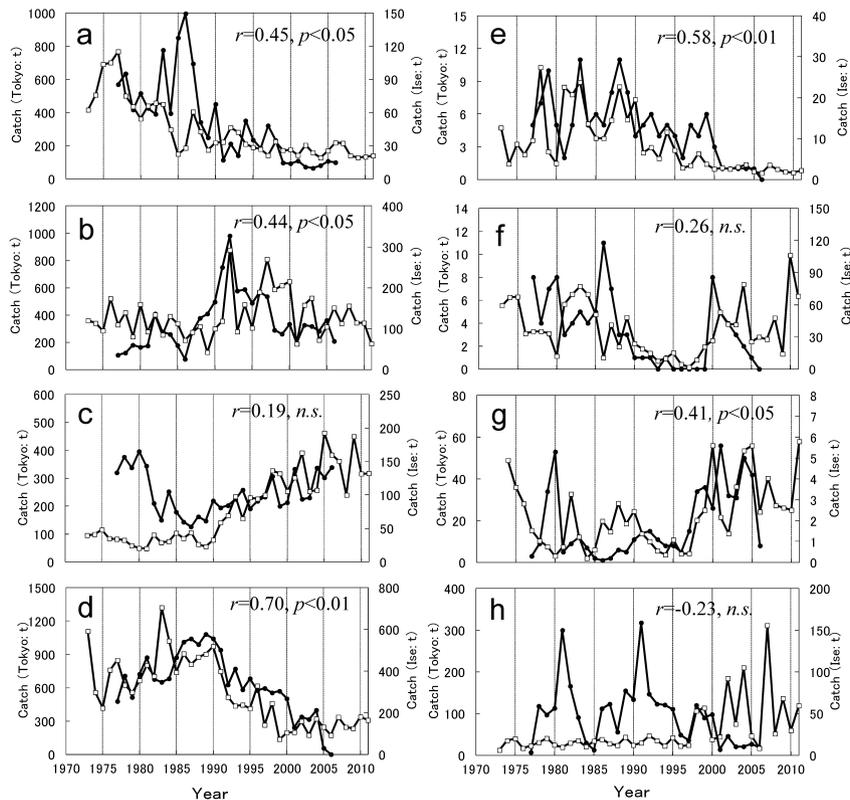


Figure 3. Fluctuations in the annual catch of flounder (Pleuronctidae) (a), Conger eel, *Conger myriaster* (b), Japanese temperate bass, *Lateolabrax japonicus* (c), mantis shrimp, *Oratosquilla oratoria* (d), Japanese tiger prawn, *Marsupenaeus japonicus* (e), swimming crab, *Portunus trituberculatus* (f), cuttle squid, *Sepia esculenta* (g), and common octopus, *Octopus vulgaris* (h) in Tokyo Bay (●) and Ise Bay (□).

1995年には1万トンを超える水準で安定し、1996年に急激に減少して以降、2～3千トン程度で推移した。一方、三河湾でも、他海域と同様に70年代は漸減傾向にあり、1980年に6,166トンと最低となったが、それ以降は増加傾向に転じ、特に1989年に2万トンを超え最大となった。その後いったん減少したが、2000年代に再び顕著に増加した。浜名湖では、80年代前半に漁獲量が増大し、以降比

較的安定して推移し、特に2000年代以降は漸増傾向にあった。なお、各湾のデータがある1966年以降の変動を比較したが、3海域間のいずれにおいても有意な相関はみられなかった。

カレイ類の漁獲量 (Fig. 3a) は、伊勢湾では70年代に100トン前後の漁獲量がみられたが、その後減少傾向が続いた。東京湾では、1985年からの3年間に非常に漁獲量

が多くなったが, 長期的には70年代以降2000年代まで減少傾向にあるとみられた. 1977年から2006年の間における両湾の漁獲量変動には, 有意な正の相関がみられた ($r=0.45, p<0.05$).

マアナゴの漁獲量 (Fig. 3b) は, 伊勢湾では70年代から80年代にかけては100トン前後で推移したが, 90年代に入ると急激に増加し, 年変動はあるものの200トン前後で推移し, その後2000年代には減少し70年代と同じ水準となった. 東京湾では, 増加に転じたタイミングは伊勢湾より3年早いものの, おおむね80年代末期から90年代前半に顕著な増加傾向がみられた. また, 90年代末期に劇的に減少したが, この減少開始も伊勢湾より3年早かった. 1977年から2006年の間における両湾の漁獲量変動には, 有意な正の相関がみられた ($r=0.44, p<0.05$).

ズキの漁獲量 (Fig. 3c) は, 伊勢湾では80年代まで30トン前後で横ばいであったが, 90年代から増加傾向が継続した. 東京湾では70年代末期に300トンを超える漁獲量であったが, いったん顕著に減少し1987年に最低となつて以降, 90年代を中心に再び増加した. 特に漁獲量が増大した90年代以降において短期的に変動をみると, ピークが伊勢湾より1年早くみられた. 1977年から2006年の間における両湾の漁獲量変動には, 有意な相関はみられなかった ($r=0.16, n.s.$) が, 漁獲量が増加に転じた1990年以降では有意な正の相関がみられた ($r=0.51, p<0.05$).

シャコの漁獲量 (Fig. 3d) は, 伊勢湾では70年代後半から80年代末期まで増加したが, 1990年以降急激に減少し, 2000年代は200トン未満で推移した. 東京湾では, 伊勢湾と同様に80年代末期までは増加傾向を示し, 90年代には劇的に減少した. 2000年代に入りいったんは増加に転じたものの, 2005年には顕著に減少した. なお, 東京湾では2006年以降, シャコ漁の休漁が続いている. 1977年から2006年の間における両湾の漁獲量変動には, 高い正の相関がみられた ($r=0.70, p<0.01$).

クルマエビの漁獲量 (Fig. 3e) は, 伊勢湾では1990年以降顕著に減少し以降2000年代を通じ低い水準となった. 東京湾では, 伊勢湾と同様に90年代前半を中心に減少し, 2000年代は伊勢湾と同様に低い水準となった. 1977年から2006年の間における両湾の漁獲量変動には, 高い正の相関がみられた ($r=0.58, p<0.01$).

ガザミの漁獲量 (Fig. 3f) は, 伊勢湾では70年代から80年代前半には数十トンレベルの漁獲量がみられたが, 90年代は低い水準が続いた. しかし, 2000年代に再び90年代以前の水準に急増した. 東京湾では, 伊勢湾と同様に70年代から80年代前半にかけて漁獲量が多かったが, 80年代後半以降に急激に減少し, 90年代は極めて低い水準で推移した. 再び2000年に漁獲量が急激に増加したが, それ以降は減少した. 1977年から2006年の間における両湾の漁獲量変動には, 有意な相関はみられなかった ($r=0.26, n.s.$) が, 共通して90年代に極めて低い水準であった.

コウイカの漁獲量 (Fig. 3g) は, 伊勢湾では70年代に減少し, 80年代後半にいったん増加したものの90年代には低い水準となった. しかし, 90年代末から再び顕著に増加した. 東京湾では80年代から90年代前半には10トン前後で推移したが, 90年代末から顕著に増加し, 2000年代は50トン前後となった. 1977年から2006年の間における両湾の漁獲量変動には, 有意な正の相関がみられた ($r=0.41, p<0.05$).

マダコの漁獲量 (Fig. 3h) は, 伊勢湾では90年代前半まで10トン前後で推移したが, 90年代後半から増加し, 2000年代にはしばしば100トンを超える卓越年がみられるようになった. 一方, 東京湾では1981年, 1991年に300トン前後のピークがみられるが, 2000年以降は100トン以下となった. 1977年から2006年の間における両湾の漁獲量変動には, 有意な相関はみられなかった ($r=-0.23, n.s.$)

種間での類似性

伊勢湾および東京湾における2魚種間での漁獲量変動の相

Table 1. Correlation coefficients for the fluctuations in catch between two species (lower left) in Ise Bay; asterisks represent the level of significance (upper right).

	P.	C.m.	L.j.	O.o	M.j.	P.t.	S.e.	O.v.	R.p.
Pleuronectidae	—	ns	**	**	**	ns	ns	ns	ns
<i>Conger myriaster</i>	-0.158	—	ns	*	ns	**	ns	ns	ns
<i>Lateolabrax japonicus</i>	-0.539	0.313	—	**	**	ns	*	**	**
<i>Oratosquilla oratoria</i>	0.488	-0.433	-0.812	—	**	ns	*	*	**
<i>Marsupenaeus japonicus</i>	0.521	-0.331	-0.709	0.736	—	ns	ns	ns	**
<i>Portunus trituberculatus</i>	0.234	-0.466	-0.215	0.302	0.379	—	ns	ns	ns
<i>Sepia esculenta</i>	-0.276	-0.069	0.448	-0.381	-0.205	0.220	—	*	ns
<i>Octopus vulgaris</i>	-0.325	0.036	0.486	-0.405	-0.352	0.238	0.384	—	*
<i>Ruditapes philippinarum</i>	0.207	-0.211	-0.619	0.589	0.576	0.180	-0.279	-0.372	—

* $p<0.05$, ** $p<0.01$, ns; not significant.

Table 2. Correlation coefficients for the fluctuations in catch between two species (lower left) in Tokyo Bay; asterisks represent the level of significance (upper right).

	P.	C.m.	L.j.	O.o	M.j.	P.t.	S.e.	O.v.	R.p.
Pleuronectidae	—	*	ns	**	**	**	**	ns	**
<i>Conger myriaster</i>	-0.425	—	*	ns	ns	**	ns	*	ns
<i>Lateolabrax japonicus</i>	-0.196	-0.371	—	**	*	ns	**	ns	ns
<i>Oratosquilla oratoria</i>	0.543	0.131	-0.526	—	**	ns	**	**	**
<i>Marsupenaeus japonicus</i>	0.545	-0.001	-0.394	0.597	—	ns	ns	ns	**
<i>Portunus trituberculatus</i>	0.612	-0.601	-0.001	0.199	0.273	—	ns	ns	**
<i>Sepia esculenta</i>	-0.476	-0.164	0.512	-0.552	-0.351	0.009	—	ns	*
<i>Octopus vulgaris</i>	0.057	0.335	-0.122	0.559	0.188	-0.084	-0.257	—	ns
<i>Ruditapes philippinarum</i>	0.619	-0.273	0.062	0.513	0.512	0.483	-0.370	0.091	—

* $p<0.05$, ** $p<0.01$, ns; not significant.

関係数を Table 1 と Table 2 に示した。比較した種間の組み合わせ計 36 通り中、11 通りにおいて両湾で有意な相関を示し、うちシャコとマダコの組み合わせ 1 例のみ両湾で相関係数の符号が異なった。両湾で共通して有意であったのは、カレイ類とシャコおよびクルマエビにおける正の相関、マアナゴとガザミにおける負の相関、スズキとコウイカにおける正の相関、スズキとシャコおよびクルマエビにおける負の相関、シャコとクルマエビおよびアサリにおける正の相関、シャコとコウイカにおける負の相関、クルマエビとアサリにおける正の相関であった。また、11 通りにおいて、両湾で共通して有意な相関が認められなかった。また 1 海域のみであるが高い相関 ($p<0.01$) がみられた組み合わせは、伊勢湾では、カレイ類とスズキ (負)、スズキとマダコ (正)、スズキとアサリ (負)、東京湾では、カレイ類とガザミおよびアサリ (正)、カレイ類とコウイカ (負) であった。

考 察

伊勢・三河湾と東京湾において、60年代から70年代にかけてアサリの減少がみられた。この時期は、伊勢・三河湾と東京湾では、湾奥部を中心に急速に埋め立て等の港湾整備が進んだ年代であり、干潟や浅場の埋め立てにより、アサリを始めとする二枚貝類の生息場や漁場の喪失の影響が大きいと考えられる (松川ほか, 2008)。現在アサリの漁獲量が安定している三河湾でも、60年代には湾奥漁場のみで県内漁獲量の70%以上を占めていたが、現在では湾奥部漁場の漁獲量はわずかであり、湾中央部に位置する一色干潟が約40%と主力漁場になっている (岡本, 2009)。伊勢・三河湾では80年代から90年代に漁獲量の回復がみられたが、東京湾では減少が続いていた。この年代の三河湾では、アサリの餌となる珪藻の赤潮の発生頻度が高く (大橋ほか, 2009)、伊勢湾でもクロロフィル濃度が高い (鈴木ほか, 2011; 水野ほか, 2009) など、餌条件が好適な

年代であった可能性が考えられる。加えて、小型底びき網の一種である水流噴射式桁網といった高効率漁具の普及によって、増えた資源や潮下帯漁場の利用率が向上した点が指摘されている (水野ほか, 2009; 岡本, 2009)。対照的に東京湾では、この時期に透明度が上昇し、珪藻によるものは不明ではあるが赤潮の発生件数は1986年から3年間を除き非常に少なかったことが報告されており (石井ほか, 2008)、加えて現在でも干潟漁場における採貝によるアサリ漁業が主体である。これらのことは、80年代から90年代における餌環境や漁法が両湾で異なった可能性を示唆している。またいったん増加した伊勢湾のアサリも1996年以降減少し現在では低い水準が続いている。対照的に、2000年代以降に三河湾では漁獲量の増大が認められた。水野ほか (2009) は、伊勢湾におけるアサリの浮遊幼生密度や着底稚貝密度は、三河湾と比較して著しく低い点を指摘している。三河湾では1999年以降、特別採捕許可を受けた漁業者が、湾奥部に残された豊川河口干潟 (六条潟) において大量に発生する稚貝を毎年採捕し、県内各漁場へ移植放流している。この稚貝の移植分散は、漁場形成のみならず、人為的に多様な幼生供給源を創出することになり、安定した資源形成に寄与している可能性が示唆される。

本研究で対象とした貝類以外の主要水産資源8種のうち、スズキ、ガザミ及びマダコを除く5種の漁獲量変動には、伊勢湾と東京湾の間で有意な正の相関がみられた (Fig. 4)。また、スズキについては1990年以降の増加傾向には有意な正の相関がみられ、ガザミについても有意ではないが、90年代の低水準や2000年前後での急増等、両湾で変動の共通点が見られた。さらに、伊勢湾の板びき網漁業者への聞き取りによれば、近年アカエイ *Dasyatis akajei* やシロザメ *Mustelus griseus* を主体とする小型板鰓類が増加したという意見が多く、この点も東京湾における研究事例 (Kodama et al., 2010) と類似している。以上の点は、地理的に

離れた海域にもかかわらず、複数の主要な底生水産資源の漁獲量変動が類似していることを示している。これらの種のうちマアナゴについては、沖ノ鳥島南方海域に産卵場があり (Kurogi et al., 2012)、産卵場からの輸送過程によって来遊量の変動が広域的に共通する可能性は想定できる。しかし、シャコやスズキ、カレイ類は内湾に依存した生活史をおくる内湾種であり、両湾の資源が共通の母集団に由来するとは考えにくい。本研究でみられた変動の類似性の多くは、同じ集団に由来するためではなく、再生産過程や生残など、環境変動に対する資源形成過程での成否が共通した結果と推定される。

また、種間での変動様式を検討した結果、カレイ類とシャコ及びクルマエビ、さらにアサリとの間には正の相関がみられ、いずれも減少傾向にあった。詳しく見ると、シャコとクルマエビの減少期はよく類似するが、カレイの減少期はそれらよりやや早い傾向がみられる。底びき網のような多魚種を対象とした資源管理方策においては、現状の多種資源モデルや生態系モデルの不確実性が高いため、管理対象資源を選定し単一種フィードバック方式の管理が現実的であるとされる (白木原, 2005)。この考えに基づけば、当面の管理方策として、同調して減少傾向にあるこれらの種のいずれかに対して、回復に向けた漁獲努力量の制限を行うことが妥当と考えられる。一方で、スズキとコウイカの変動には正の相関がみられ、2000年代から増加している点が共通した。また、伊勢湾のみであるが、マダコも増加傾向にあった。大別すると、カレイ類、小型甲殻類及びアサリが減少し、スズキや頭足類さらに前述の板鰓類といった、より上位の栄養段階を構成する種が近年増加していると考えられた。この傾向は、内湾の生物生産過程において、上位種への転換効率が共通して高くなっている可能性を示唆しており、生態系構造の共変動という点においても興味深い現象と考えられる。

これらの底生水産資源の変動においては、内湾における水質環境の変化が影響する可能性が考えられる。特に貧酸素水塊は内湾に特有な環境問題の一つであり、底生水産資源との関連が指摘されている (秋元, 2013; 田島, 2008; 中村・黒田, 2005)。貧酸素水塊の発生規模を伊勢湾と東京湾で比較すると、伊勢湾における貧酸素水塊 (溶存酸素飽和度30%以下) の最大面積は、長期的には漸増傾向にある (黒田・藤田, 2006)。東京湾では鉛直縦断面方向の貧酸素水塊面積が評価されており、80年代後半から90年代前半にやや小さくなったものの、2000年代には再度大きくなったことが報告されている (石井ほか, 2008)。

透明度は、伊勢湾では湾奥部の埋め立てが進んだ1970年前後に最低となり、それ以降には上昇傾向がみられる (藤田ほか, 2009)。東京湾でも60年代後半に最も低く、70年代以降には上昇傾向がみられる (石井ほか, 2008)。以上より、両湾において透明度は長期的に上昇傾向にある

が、貧酸素水塊規模は依然として拡大傾向にある点で類似している。漁獲量の変動と合わせて考えると、カレイ類、シャコ、クルマエビで見られた減少傾向、またはスズキ、コウイカ、マダコで見られた増加傾向に関与している可能性が示唆されるが、因果関係についてはより具体的な検証が必要である。

栄養塩レベルに対する漁獲量変動の応答が魚種によって異なることが示唆されている (樽谷・中嶋, 2011)。伊勢湾では溶存態リンは長期的に減少しており、溶存態窒素も90年以降に顕著な減少傾向を示し、2000年代も低い水準で推移している (鈴木ほか, 2011; 水野ほか, 2009; 大橋, 2009)。東京湾では、溶存態窒素は70年代前半にピークに達し、80年代から90年代は横ばいであったが、1997年以降急減している (石井ほか, 2008)。また溶存態リンも70年代のピーク以降は長期的に減少している (石井ほか, 2008)。以上より、栄養塩濃度の長期的な変動も両湾でよく類似していると考えられ、顕著な減少が見られた90年代には、シャコの減少やマダコの増加が見られており、この傾向は大阪湾と共通している (樽谷・中嶋, 2011)。また、東京湾の底生生物相や構成種の重量CPUEで評価した群集構造は、90年代と2001年以降で顕著に異なることが報告されており (田島, 2010)、このタイミングは全窒素及び全リンの削減が始まった第5次総量規制の実施開始年 (2001年) と一致している。今後、伊勢湾でも栄養塩と底生水産資源や混獲物等の現存量との関係を詳しく検討する必要がある。

マアナゴとガザミの漁獲量には両湾で共通して負の相関がみられ、減少と増加のタイミングは同期していた。マアナゴは、葉形仔魚期に外海から来遊し、内湾における資源変動は来遊過程における海洋環境が主に影響していると推定される。一方、ガザミは内湾域を中心に生活史を送っており、マアナゴとは生活史の様式が異なる。両種の逆の変動様式の意味については、初期生活史を含め今後の研究が必要である。

内湾域の水深は浅く、混合期を中心として底層水温は気温等の気候変動の影響を受けやすい (久野ほか, 2002)。両湾の水温変動は類似し、長期的に上昇傾向が見られ、近年秋の水温降下開始時期が遅延している (石井ほか, 2008)。また、80年代後半から90年代前半において、冬季の水温または気温の顕著な温暖化が指摘されている (田島, 2008; 日比野・中村, 2012)。伊勢湾のシャコでは、冬季温暖化は出漁可能日数の増大を引き起こし、資源減少の間接的要因となった可能性が推定されている (日比野・中村, 2012)。また、カレイ類の産卵期は低水温期であり、高水温化との関連が示唆される。気候変動の範囲は広域に及ぶので、漁獲量変動の類似性が生じる要因として説明しやすいが、一部の浮魚類で示されているような気候変動に対する生物応答や生態系変化に至る過程はほとんど明らか

になっていない(高須賀, 2007). さらには, 気候変動に伴う漁業の変化についても今後の詳細な検証が必要である.

以上のように, 伊勢湾と東京湾では, 港湾整備や環境施策, そして主要な水質変動の歴史がおおむね一致しており, それらが漁獲量変動の類似性に寄与している可能性が示唆された. 内湾環境の保全や変動を水産資源との関連で検討するためには, 今後も継続した魚種別漁獲量の把握や底生生物および水質モニタリングを継続することが重要である. 一方で, 各種の漁獲量変動に対して, どの環境要因が強く関与するかについては, 多くの水質項目で変動傾向が似た両湾の比較ではほとんど明らかにできなかった. 資源変動に影響を与える環境要因の推定には, より広域かつ異なる環境変動の履歴をもつ内湾の共通資源を対象として, 資源変動と環境要因を比較分析する必要がある. また, 単一種の変動だけでなく, 種間関係や被捕食関係を考慮しながら, 生態系構造といった包括的な変動も併せて評価していく必要があると考えられる.

謝辞

本報告は, 水産海洋学会創立50周年記念シンポジウムにおいて「中部太平洋の内湾域における底生水産資源の変動」と題して発表した内容の一部を改変したものである. 記念すべきシンポジウムで発表する貴重な機会を与えて頂いたコンビナー各氏, 特に本報告の取り纏めを助けていただいた東京大学大学院新領域創成科学研究科/大気海洋研究所の木村伸吾教授と東京大学大気海洋研究所の伊藤幸彦准教授に心よりお礼申し上げる.

引用文献

秋元清治 (2013) 東京内湾の漁獲変動の特徴について. 東京湾の漁業と環境, **4**, 23-31.
 藤田弘一・水野知巳・久野正博・中村元彦 (2009) 伊勢湾における中・長期的な透明度の変動と漁業. 水産海洋研究, **73**, 217-218.
 原田和弘・堀 豊・西川哲也・藤原建紀 (2009) 播磨灘の栄養塩環境とノリ養殖. 海洋と生物, **181**, 146-149.
 日比野学・中村元彦 (2012) 伊勢湾の小型底びき網漁業対象資源の長期変動とシャコの冬季水揚げ制限. 黒潮の資源海洋研究, **13**, 49-55.
 石井光廣・長谷川健一・柿野 純 (2008) 千葉県データセットから見た東京湾における水質の長期変動. 水産海洋研究, **72**, 189-199.
 Kodama K, M. Oyama, J. H. Lee, G. Kume, A. Yamaguchi, Y. Shibata, H.

Shiraishi, M. Morita, M. Shimizu and T. Horiguchi (2010) Drastic and synchronous changes in megabenthic community structure concurrent with environmental variations in a eutrophic coastal bay. *Prog. Oceanogr.*, **87**, 157-167.
 久野正博・藤田弘一・西村昭史・山田浩且・山田二久次・関口秀夫 (2002) 伊勢湾の海況とプランクトン量の変動. 日本プランクトン学会報, **49**, 122-127.
 黒田伸郎・藤田弘一 (2006) 伊勢湾と三河湾の貧酸素水塊の短期変動及び長期変動の比較. 愛知水試研報, **12**, 5-12.
 Kurogi, H., N. Mochioka, M. Okazaki, M. Takahashi, M. J. Miller, K. Tsukamoto, D. Ambe, S. Katayama and S. Chow (2012) Discovery of a spawning area of the common Japanese conger *Conger myriaster* along the Kyushu-Palau Ridge in the western North Pacific. *Fish. Sci.*, **78**, 525-532.
 松川康夫・張 成年・片山知史・神尾光一郎 (2008) 我が国のアサリ漁獲量激減の要因について. 日水誌, **74**, 137-143.
 水野知巳・丸山拓也・日向野純也 (2009) 三重県における伊勢湾のアサリ漁業の変遷と展望. 三重水研報, **17**, 1-21.
 中村元彦・黒田伸郎 (2005) 伊勢・三河湾における漁業の推移. 愛知大学総合郷土研究所紀要, **50**, 239-252.
 二平 章 (2007) レジームシフトと底魚資源. 「レジームシフト—気候変動と生物資源管理—」川崎 健・花輪公雄・谷口 旭・二平 章編, 成山堂書店, 東京, 101-111.
 大橋昭彦 (2009) 伊勢・三河湾における植物プランクトン, 栄養塩などの漁場環境. 水産海洋研究, **73**, 103-104.
 大橋昭彦・荒川哲也・岡田 元・石田基雄・鈴木輝明 (2009) 三河湾の栄養塩環境とノリ養殖. 海洋と生物, **181**, 154-157.
 岡本俊治 (2009) 三河湾のアサリ資源の現状と課題. 「アサリと流域圏環境—伊勢湾・三河湾での事例を中心として」生田和正・日向野純也・桑原久実・辻本哲郎編, 水産学シリーズ161, 26-35.
 白木原国雄 (2005) 多魚種資源管理の諸問題. 月刊海洋, **37**, 179-185.
 Suzuki, T. (2004) Large-scale restoration of tidal flats and shallows to suppress the development of oxygen deficient water masses in Mikawa Bay. *Bull. Fish. Res. Agency*, **1**, 111-121.
 鈴木輝明・大橋昭彦・和久光靖 (2011) 内湾の水質環境の現状と課題—伊勢・三河湾を例として—. 海洋と生物, **193**, 117-126.
 田島良博 (2008) 東京湾のシャコ資源. 黒潮の資源海洋研究, **9**, 15-18.
 田島良博 (2010) 東京湾生物相モニタリング調査—1. 底生生物相の経年変動. 神水七研報, **4**, 21-30.
 高須賀明典 (2007) 気候変動からマイワシ資源変動に至る生物過程. 日水誌, **73**, 758-762.
 樽谷賢治・中嶋昌紀 (2011) 閉鎖性内湾域における貧酸素化と水産資源. 水環境学会誌, **34**, 47-55.
 和西昭仁・小柳隆文・畑間俊弘 (2009) 周防灘における栄養塩の減少とノリ養殖の衰退. 海洋と生物, **181**, 150-153.
 Yasuda, I., H. Sugisaki, Y. Watanabe, S. Minobe and Y. Oozeki (1999) Interdecadal variations in Japanese sardine and ocean/climate. *Fish. Oceanogr.*, **8**, 18-24.