

第3章6節

里海の利用と生態系サービス

小倉 久子^a・宮嶋 義行^b・北澤 哲弥^c

a 千葉県環境研究センター b 千葉県農林水産部水産局水産課 c 千葉県生物多様性センター

1. はじめに

千葉県は、太平洋を北上する黒潮と北方海域から南下する親潮が交わる日本列島の中央部に位置し、県土の三方を海に囲まれている。総延長 534km に及ぶ海岸線（千葉県勢要覧 平成 21 年版）は、九十九里（砂浜）、外房・内房（磯）、内湾（干潟）といういろいろなタイプに分類され、それぞれの後背地の地形や条件によって異なる「里海」が生まれている。

「里海」とは、人に利用されながらも自然豊かな「里山」という言葉を、人との関わり合いの深い沿岸・海域に対して同様にあてはめた言葉である（柳, 1998）。その後、柳（2006）は、里海を「人手が加わることにより、生物生産性と生物多様性が高くなった沿岸海域」とした。本節では中村ほか（2010）に従って、千葉県の里海を干潟里海（干潟や浅海域と海付の集落及びその周辺域）、砂浜里海（砂浜海岸と海付の集落及びその周辺域）、磯里海（磯や岩礁と海付の集落及びその周辺）の 3 タイプに細分し、それぞれの生態系及び生態系サービスの現状と課題を抽出する。

2. 千葉県の里海の概要

1) 東京湾内湾（干潟里海）

かつての東京湾では、富津岬以北の千葉県側の海岸すべてと東京湾西側の多摩川・鶴見川河口まで、前浜干潟と河口干潟の遠浅の海が広がっていた。内湾部には荒川、江戸川（旧利根川）、多摩川などの大きな河川が流入し、干潟に土砂を供給した。また、珪酸や窒素・リンなどの栄養塩類を供給したり、淡水供給によって

汽水域を形成したりすることによって、豊かな干潟里海（里海の生物多様性）が維持されていたのである。

内湾干潟では、潮汐に伴う干出状況の違いとともに、河川からの淡水の流入や泥・砂など底質の変化、藻場やヨシ原といった植生の有無などによって多様な環境が生み出される。後背湿地にはヨシ原が形成され、砂が堆積した小高い場所ではハマヒルガオやハマニンニクなど、塩性湿地にはシオクグやハママツナなどからなる海岸植物群落が発達する。後背湿地に続く干潟では、ゴカイやアサリ、チゴガニといった多様な底生生物やハゼ、カレイなどの魚類などが、底質や地形（滞筋、クリークなど）に応じてすみ分けている。また、これらの底生生物を餌とするシギ・チドリ類、カモ類、サギ類をはじめ、ヨシ原ではオオヨシキリやオオジュリンのほか、チョウゲンボウやオオタカなどの猛禽類など、鳥類も多様である。干潟浅海域のコアマモやアマモの群落には豊かなアマモ場生態系が形成される。

東京湾では、首都圏への人口や産業の過度な集中による土地面積の不足から、沿岸汀線のほとんどが埋立等によって改変された。そのため、かつてはなだらかな岸辺と干潟によって海面とつながっていた陸域と海域との境界には人工的な垂直護岸が築造されて、沿岸域の生物生態系は大きく変化した。現在の東京湾内湾に残っている自然の干潟地形は、盤洲干潟と富津干潟だけである。

2) 内房・外房海岸（磯里海）

東京湾外湾（浦賀水道沖）及び太平洋に面しており、沖合には日本海溝に続く海底谷が迫る。

房総丘陵と海が接して形作られる海岸線は、小さな浜を持つ入り江と岬が交互に配置された岩礁性海岸である。海岸は波浪や風などによって侵食を受け、潮汐とあいまって潮だまりや転石などの多様な地形を生み出し、磯の生物に多様な生息・生育環境を提供している。磯に続く海岸崖地にはマルバグミやマサキなどの低木林や、イソギクやツブブキなどの群落が見られ、崖下の岩場ではハマボスやタイトゴメなどが岩の隙間を埋めるように生え、水中を嫌う巻貝のタマキビ類などが見られる。潮間帯に近づくにつれて、イワフジツボやクロフジツボ、潮だまりのカイメン類やハゼ類など、多様な地形に応じた動植物が見られ、それに続く海中にはカジメやアラメといった褐藻類や紅藻類の群落が形成され、アワビやサザエ、イセエビなどの水産重要対象種が生息している。また、東京湾湾口の館山湾や鋸南では、太平洋側の北限域となるイシサンゴ類の群落がある。

磯里海は、海と丘陵地が接しているような地形で平地がほとんどないため、大きな集落ができにくい。人為的な地形改変は漁港整備などに限られているが、近年は過疎高齢化が進んでいる。

3) 九十九里海岸（砂浜里海）

古生代の岩盤を持つ銚子・犬吠埼と房総丘陵の間を結ぶ砂浜で、長く大きな弧を描くことから九十九里海岸と名付けられている。海岸段丘が発達し、それに沿って集落が形成されている。

砂浜環境は、干潟や磯里海と比較すると生物の生息・生育環境の多様性は低い。陸域では、コウボウムギやハマヒルガオなどからなる海浜植生が見られる。砂浜ではスナガニやトビムシ類などが見られるほか、ミユビシギなどの鳥類も見られる。浅海域にかけては、ダンベイキサゴ（ナガラミ）やチョウセンハマグリなどの底生生物を中心に、比較的多様な生物が見られる。九十九里海岸はアカウミガメが定常的に産卵する場所としては北限にあたる（秋山，2000）。

後背地は広い平野（九十九里平野）で、人々はもともと半農半漁の生活をしてきたが、江戸

時代に新田開発が行われ、さらに第二次世界大戦後に利根川から農業用水（両総用水）を引くことによって、人々の生業は次第に農業（米作）に重点がおかれるようになった。

利根川（以前は鬼怒川）によって運ばれてきた土砂と九十九里海岸の北側に位置する屏風ヶ浦の浸食により維持されてきた砂浜は、前者は上流部にダムを建設したため、後者は屏風ヶ浦の浸食防止工事を施したため、土砂の供給が断たれ、海岸の浸食が著しい。

3. 里海の生態系サービスの現状と傾向

1) 里海の生態系の現状

(1) 在来生物にかかる変化

①東京湾（干潟里海）

・ゆたかな里海の時代の東京湾

明治期（1908年）に作られた「東京湾漁場図」には、内湾部の広大な干潟・浅場で得られるアサリ、ハマグリ、アカガイ、シオフキ、サルボウなどの貝類が示され、また、湾奥部ではサワラ、サメ、ダツの網漁が行われ、また、桁網・打瀬網漁法によってエビ、カタクチイワシ、マアナゴ、カマス、マアジ、クロダイ、アカハゼ、マハゼなどが漁獲されていた。現在の東京湾奥部の環境では生育が困難なアマモ、コアマモなどの藻場が各所に記されているのも、大きな違いである（『東京湾漁場図』を読み解き、東京湾のいまを考える勉強会テキスト，2009）。

西上総地区（木更津・君津・袖ヶ浦）における漁民（明治37年生まれ～昭和14年生まれの32名）に対する聞き書き調査（坂井，1995）から、東京湾で獲れた魚貝類を表1のように漁法別に整理した。工夫された漁法により、人々がさまざまな海のめぐみを享受していた様子が目に浮かぶ。

・近年の東京湾

水質悪化に敏感であるといわれる甲殻類については、1954年には77種が記録された十脚甲殻類が1970年代からの地形改変と環境悪化によって、1984年には25種に減少した（朝倉，

表1 東京湾の干潟里海で獲れた魚介類（坂井，1995）から作成）

手繰り網(打瀬網)漁	クルマエビ、アナゴ、アイナメ、アカエイ、ゴンズイ、ツバクロエイ、ネズッポ、ヒイラギ、ヒラメ、フグ類(ショウサイフグ、ヒガンフグ、クサフグ)、ワタリガニ、イシガニ、シヤコ、(たまに)クロダイ、スズキ
刺し網漁	キス、カレイ、ボラ、スズキ、ワタリガニ、スミイカ、マイワシ、ウルメイワシ、カタクチイワシ
鵜縄漁	イナ、ボラ
延縄漁	クロダイ、セイゴ、カレイ、コチ、スズキ、シロギス、ネズッポ、アイナメ
小釣り	アイナメ、アジ、アナゴ、イイダコ、カレイ類(イシガレイ、マコガレイなど)、コチ、サバ、シロギス、スズキ、スミイカ、ショウサイフグ、マダコ
観光釣り(脚立釣り)	アオギス
簀立て漁	アカエイ、アジ、アナゴ、イシガニ、イナ、イボダイ、ウナギ、ウミタナゴ、オニオコゼ、カイズ、カレイ、クサフグ、クルマエビ、クロダイ、ゴンズイ、スミイカ、コチ、コノシロ、コハダ、サヨリ、ショウサイフグ、シロギス、スズキ、セイゴ、ダツ、ヒイラギ、ヒガンフグ、ヒラメ、ボラ、マハゼ、マイワシ、ワタリガニ、など

1992)

最近の東京湾の魚類相については、東京海洋大学魚類学研究室(2006)によれば、湾表層域の仔稚魚相調査では57科115種以上など比較的多様な魚種が得られている。東京湾の沿岸域が100年前に比べて極端な変貌を遂げたとはいえ、未だ河口部・干潟・洲・岩礁などの多様な環境が残っていることから、少なくとも魚類については、その発育段階に応じた海洋環境がかろうじて存在しているといえる。

干潟に生息する貝類は沿岸域の地形変化、特に埋立の影響を強く受けた。生息場が大きく減少した結果、東京湾の在来貝類は個体数が激減したばかりでなく、種数も1950年代から1970年代にかけて大きく減少し、その後2000年にかけてさらに漸減したとされる(黒住・岡本, 1997)。

かつての東京湾では、アサリよりもハマグリが漁獲の対象種として重要であったが、ハマグリは生育に必要なといわれている、干潟と連続した後背の塩性湿地(ヨシ原、淡水流入)が消失したことで水質環境悪化のためか、1970年代半ばには斃死が頻発して資源量が激減し(尾上, 2010)、1992年以降は漁獲されておらず、絶滅した可能性が高い(千葉県レッドデータブック改訂委員会, 2011)。また、広く干潟に生息していたイボウミニナが、県内では絶滅している。イボキサゴは盤洲干潟では現在も生息しているものの、三番瀬においては絶滅したといわれている。

湾内の赤潮発生回数は、1900年代初頭には年2回程度が記録されていたが、1950年代には年5回、リンや窒素の負荷が増加した1960

年代には10回、1970～1990年代には14-19回となり、基礎生産者の種組成の変化をともなった遷移が進行した(野村, 1998; Tanimura et al., 2001)。また、1900年代初頭には東京湾内のミズクラゲは今日ほど出現しておらず、埋立による幼生期の付着基盤が増加したことと富栄養化によるエサ生物の増加が、ミズクラゲ増加の主因と考えられている(野村・石丸, 1998)。このようにプランクトンでは、人工基盤の増加と人為的富栄養化の進行の影響が、食物網の基礎生産者から高次捕食者にまで波及している。

干潟や浅海域の減少は鳥類にも影響を与えている。市川市新浜において1966年から1990年にかけて確認された水鳥は、種数は58種から43種に減少したが、平均個体数は3361羽から29,494羽に、密度も1.42羽/haから7.46羽/haに増加した。個体数が減少したシロチドリやハマシギについては、干潟や浅海域の面積の激減が原因と考えられ、個体数が増加したスズガモやセグロカモメ、ユリカモメでは、スズガモは浅海域の減少による集中化、カモメ類はゴミの増加が個体数増加の一因であると考えられた(嶋田, 2000)。

② 磯里海

岩礁海岸では、大規模な地形改変は少ないものの、陸域のリゾートマンション、観光ホテルなどの建設や港湾の開発、防波堤建設などにより、局所的に海岸の人工化が進んでいる。磯への立ち入りやゴミの漂着なども、海岸生物の生息に影響を与えている。また、アワビなどの磯根資源が減少しており、乱獲の影響などが可能

性としてあげられる（清水・田中，2001）。

③ 砂浜里海

砂浜海岸では、内湾干潟に見られるような埋立などの大規模な地形改変は少ない。しかし、陸域の造成や港湾の開発、防波堤建設、植林といった改変が行われている。こうした土地の改変に加えて、九十九里海岸では周辺の護岸工事によって土砂が供給されなくなり砂浜が後退しているほか、海水浴客や車の浜への入り込みなどによって海浜植生が減少している。また、流域河川から流出した流竹木が浜に打ち上げられ、アカウミガメの産卵の支障となるといった問題も生じている。

（2）外来生物の問題

貝類や甲殻類などをはじめ、ここ数十年の間に海域に生育・生息する外来生物は急激に増加し、特に大都市に面する東京湾では外来生物の定着が著しい（柳ほか，2011）。

東京湾では、1954年に採集された十脚甲殻類の全てが在来種であったが、1984年になると、採集個体のうち55.2%が外来種であった（朝倉，1992）。現在の東京湾では、外来性ホヤ類やムラサキイガイ、ミドリイガイなど、人工的につくられた基盤を利用して生息する生物や、耐性や産卵生態によって無酸素海域に対応できるイッカクモガニ、チチュウカイミドリガニ、ホンビノスガイなどが目立つようになっている（風呂田・木下，2004；日本プランクトン学会・日本ベントス学会，2009）。

侵入した外来生物は、埋立造成に伴う護岸等の人工基盤の増加、環境変化に伴う在来生物の減少とそれに伴う競争関係の緩和、富栄養化・有機汚濁や貧酸素化の進行、発電所などからの温排水など、海域の生息環境の変化を背景に定着が促進されている（朝倉，1992，風呂田，2004a）。また、近年では、ゴカイやイソメなど釣り餌として使われる多毛類などの定着も懸念されている。

サキグロタマツメタはアサリ等の二枚貝の殻に穴をあけて中身だけを食べてしまう肉食性巻貝で、在来種といわれているが、現在全国の干

潟で被害を及ぼしているのは中国から輸入されたアサリと一緒に日本に移入してきた個体群である。千葉県では盤洲干潟で確認されたが（千葉県，2002）、三番瀬で確認されたという報告はない。

ムラサキイガイ、タテジマフジツボ、マンハッタンボヤなどは、取・排水管への付着による効率悪化などの被害が生じている。一方、ホンビノスガイのように水産資源として活用され始めたものもある。

これらの生物は、船のバラスト水や放流用アサリなどの種苗に混入したり、ペットや釣りエサとして海外から生きてきたまま持ち込まれたとされる。また最近では水温上昇や温暖化の影響と推定される、熱帯・亜熱帯原産および地中海沿岸産の魚類や海藻の移入・侵入も確認されている。

2）水産業（供給サービス）の現状と課題

（1）千葉県の漁業の現状

千葉県は黒潮と親潮がぶつかる日本列島の中央部に位置し、また、多様な海岸線を持つため、多種類の魚介類の好漁場を有している。2008年の海面漁業・養殖業の総生産量は195,133トンで全国第8位（金額では第17位）で、全国的に見ても有数の水産県である。

魚種別の漁獲量をみると、全国1位ではカタクチイワシ、スズキ類、イセエビ、その他にも、マイワシ、ブリ類、アサリ・ハマグリ類、ヒジキ、サバ類、サンマ、アワビ類の漁業も盛んである（千葉県，2009，農林水産統計年報，2010）。

養殖は、東京湾内湾部から外湾部において行われているノリのほか、東京湾外湾部ではハマチ、マダイなども行われている。

直接の供給サービスとしての漁業とともに、それを加工する水産加工業も千葉県の里海の重要な生業である。水産加工品は、2008年には全国第3位の28万トンを製造している。品目別では、冷凍水産物（主にイワシ類）、塩干品（イワシ、サバ）、塩蔵品（主にサバ類）の順になり、これら3品目の生産量が全体の82%を占めている（千葉県，2008；農林水産省，2009）。

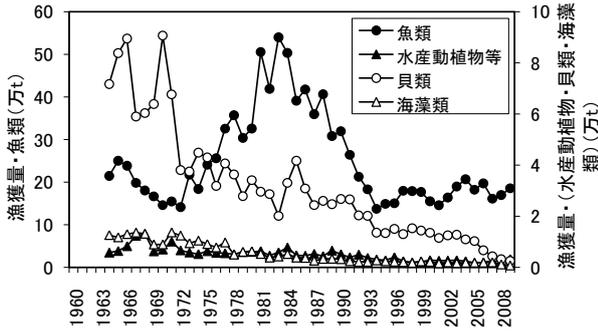


図1 千葉県の海面漁業の総漁獲量の推移

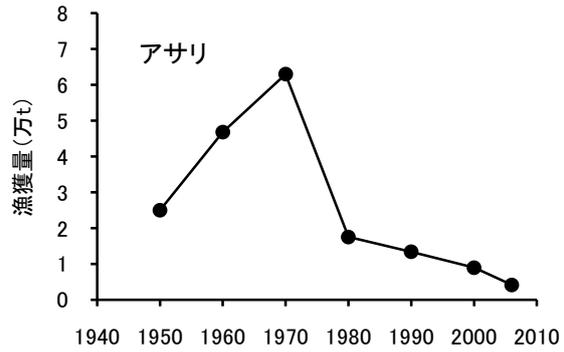


図2 干潟里海におけるアサリの漁獲量の推移
(資料：千葉県農林水産統計)

(2) 千葉県における漁業の推移

千葉県の海面漁業・養殖業生産量は、マイワシの豊漁だった1983年に58.5万トンを記録したが、その後は減少傾向にあり、1994年以降は20万トン前後で推移している(図1)。生産量が大幅に減少した要因としては、マイワシに代表される多獲性魚類の地球規模での資源変動の波及などが挙げられる。

生産金額は1986年の586億円をピークに減少に転じ、1992年度以降は300億～450億円で推移している(千葉県, 2007a; b)。

① 干潟里海の漁業

・アサリ

東京湾の干潟里海では貝類生産量が減少し、アサリ類は1970年代をピークに減少する傾向がみられた。アサリの漁獲量は1970年までは需要の増加に加え、適度な富栄養化により資源量も豊富であったが、1970年以降は埋立によって漁場面積が激減し、それに伴い漁業者も減少したため、漁獲量も激減したと考えられている(図2)。

・ハマグリ

ハマグリは、日本全国では1940～1960年ごろまでは平均15,000～20,000トン程度の漁獲があり、1947年には45,000トン近い記録が残っているが、現在では1,000トン前後に減少している(図3)。東京湾のハマグリ漁獲量は千葉県が多く、1950年ごろには14,000トンもの漁獲量があったが、1965年代以降に斃死が頻発した。最大の漁場であった江戸川河

口では、1958年の黒い水事件で大きなダメージを受け、徐々に生産力が落ち、1960年代後半にはほとんど水揚げされない状況になった。現在、ハマグリはすでに東京湾では絶滅した可能性が高い(尾上, 2010; 千葉県レッドデータブック改訂委員会, 2011)。

・ノリ

東京湾では、主に千葉県沿岸でノリ養殖が行われ、年間4億枚前後の乾ノリが作られている。生産枚数は全国比でわずか4パーセント程度であるが、平均単価は常に全国第1位を争う高価格であり、良質なノリが生産されている。生産量は年により好不漁があるものの比較的安定している。これは、漁場(養殖場)を沖合に移動してノリ養殖をおこなうベタ流し法の導入、主流のノリ種付け方式の「野外採苗(海での種付け)」から「人工採苗」への転換、ノリの刈り取り器械の開発などの技術開発や新規漁場の開拓の効果である。

千葉県沿岸では、1940年代までは浦安市から館山市までの東京湾全域でノリ養殖が行われていたが、埋立や海況の変化によって漁場が消失し、現在は千葉北部地区(三番瀬)、木更津地区(盤洲干潟)、富津地区の3カ所のみとなっている。漁場は減少したものの、それぞれの漁場では、豊富な栄養特性や地先で育つアオノリの活用など、特色を活かしたノリ作りが行われている。

しかしながら、近年のノリ生産量は減少傾向で品質も低下傾向にあり、この原因は東京湾の水質改善および外洋水貫入増加によりリン濃度

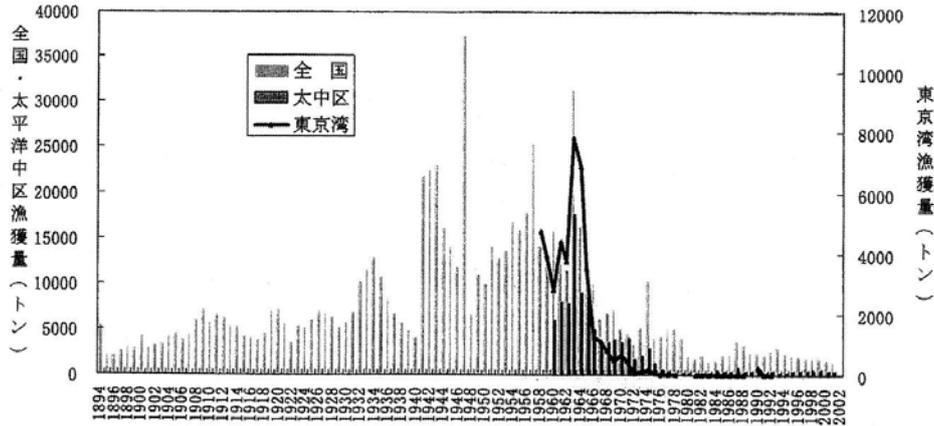


図3 全国・太平洋中区および東京湾のハマグリ漁獲量経年変化 (尾上, 2010)

が減少したことや、海水温の上昇であるといわれている。

② 磯里海の漁業

南房総の磯里海では、アワビ類生産量は、1960年代から1980年代にかけて増加したが、その後2000年代にかけては著しく減少した。サザエ、テングサ類も1970～80年代をピークに減少した。(図4)

イセエビ生産量は、1960年代から1980年代にかけて横ばいだったが、その後2000年代

にかけては増加した。イセエビ漁獲量の増加は、資源量(稚エビ来遊量)の増加が要因であると考えられている。

この地方では海藻も重要な産品であり、ワカメ、ヒジキ、テングサ類などのほか、時化の後に海岸に打ち上げられたカジメ、アラメなども、肥料やアルギン酸などの工業製品原材料として需要が大きかった。

磯里海における資源量の減少は、乱獲の他、海水温などの海況変動や干潟里海よりも少ないものの開発による海岸の改変等の環境要因も影

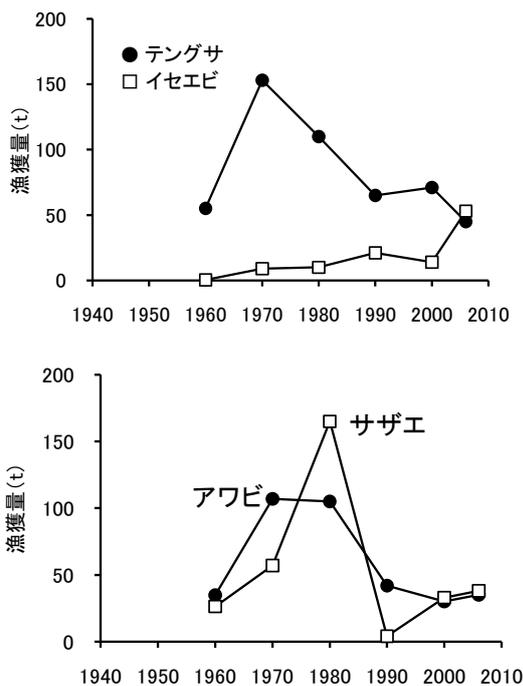


図4 磯里海における漁獲量の推移 (資料: 千葉県農林水産統計)

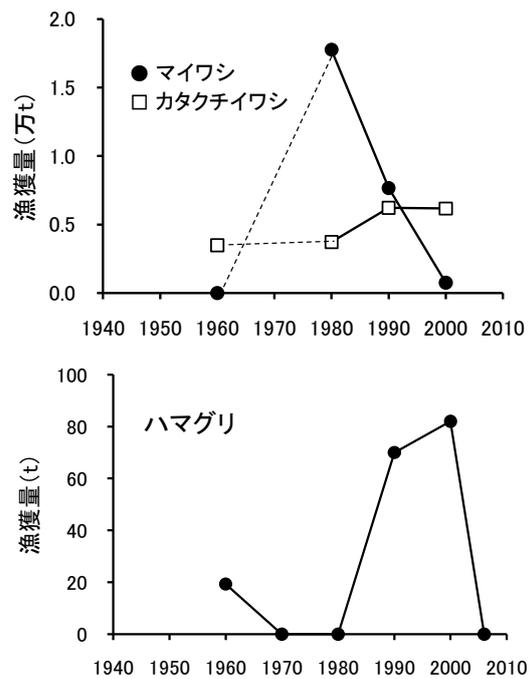


図5 砂浜里海における漁獲量の推移 (資料: 千葉県農林水産統計)

響している可能性がある。

③ 砂浜里海および沖海域の漁業

九十九里の砂浜里海では、マイワシが1980年前後をピークに減少し、その後カタクチイワシの漁獲量が増えてきた。イワシ類は生食用とともに、煮干し、丸干し、目刺、味噌干しなどの加工品として出荷されることも多く、養殖魚の餌料としても使われている。また、九十九里浜では、東京湾の干潟里海で絶滅したとも言われているハマグリとは別種のチョウセンハマグリが獲られている(図5)。

沖海域(銚子漁港の値を使用)では、マイワシが1980～90年代をピークに減少し、その後2000年代にかけては著しく減少した。サバの漁獲量は、1960年代から1980年代にかけては横ばいであったが、その後2000年代にかけて大きく減少した。その大きな流れのなかでも、1960年代、1980年代、2000年代にはピークがみられた(図6)。

これらの多獲性魚類の漁獲量によって魚類全体の漁獲量が左右されている。特にイワシ類の資源量は地球規模で変動(レジームシフト)するため(Chavez et al. 2003)、漁獲技術の進歩や漁業者数の変動を超えて資源量の変動が支配的に影響すると考えられる。

江戸時代においては、九十九里のイワシは食糧としてだけではなく、干鰯(ほしか:肥料)として全国的に重要な産品であった。現在漁獲量の多いカタクチイワシは、約7割がハマチなどの養殖魚の餌料向けと推計されている。

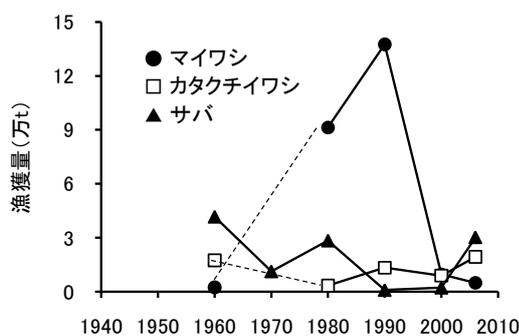


図6 沖海域における漁獲量の推移
(資料:千葉県農林水産統計)

(3) 食料以外の供給サービス

食料だけでなく、次のようなさまざまな海のめぐみを得て、人々は生活していた。

イワシ(干鰯:ほしか)、キサゴ(イボキサゴなど)、ホトトギスガイ、ウミニナ類、アオサ、アマモは肥料として使われた。特に九十九里の干鰯は江戸時代に全国で人気が高かったといわれている。そのほか、カキ殻を焼いた貝灰(胡粉)、釣り餌(イソメ、ゴカイ、イソギンチャク)、ウミホオズキ、貝細工なども干潟里海のめぐみである。

東京湾では縄文の時代から製塩土器が出土しており、江戸時代をピークに明治後期まで製塩業がさかんであった。

干潟の後背湿地ではヨシ(海苔簀)、カヤ(海苔干し場の「台簀」、「すだれ」、萱屋根の葺き替え)、クグ(のれん、みの、クグ縄)などの陸性植物も活用された。

3) 東京湾の調整サービス

調整サービスは、生態系機能のうち人間にとって便益となる環境調整機能である。供給サービスとは異なり、目に見えにくく、金銭的な価値として表しにくいいため、「めぐみ」を享受しているという意識がないことが多いが、非常に重要な機能である。

(1) 東京湾の温度調整サービス

① 海水温上昇

近年の東京湾の水温は、夏季の低温下と冬季の昇温が顕著である(安藤ほか, 2003)。東京湾では本来の集水域が拡大し、系外からの淡水導入により東京湾に流入する淡水量が増加し、鉛直循環流が強化されていることが指摘されている(野村, 1995)。実際、東京湾への淡水流入量は増加しており(松村・石丸, 2004)、夏季には温度が低く冬季に高い外洋系水が湾内底層に導かれることを使って、湾全体の水温変化が説明されている(八木ほか, 2004)。

それとは別に、東京湾湾奥部において冬季の水温上昇も生じている(木内, 2003)。これは、都市のヒートアイランド化により、地中の水道

管が温められて、上水の温度が上がっていること、家庭での風呂等の給湯設備や商業施設の厨房で温められた下水が、冬季においても安定して湾奥部に供給されていることが原因であるとされる(木内, 2003; 2004)。

冬季の湾の水温上昇は淡水流入量増と共に起こっている。このことは、湾の成層を強化して鉛直混合を弱めることで底層への酸素供給を弱めると共に、植物プランクトン、主として珪藻の光条件を好転させて冬季ブルームを強化する方向に働くと考えられる(野村・吉田, 1997)。

このように系外からの淡水導入は、東京湾の生態系サービスを根底から変質させる要因となっている。

② 気温上昇の緩和作用

東京湾は、京浜区域内の極端な都市化を起因とするヒートアイランド現象に対して、海風が都心に吹き込むことによって、気温上昇を抑制する効果を持っている。しかし、現在では沿岸部の埋立地に超高層ビル群が建設され(特に新橋・汐留地区は「東京・ウォール」と呼ばれている)、これらのビル群が海風を遮るため、新橋の気温上昇は、夏季には熱大気汚染に加え、海風の減衰も影響している。

(2) 東京湾の水質調整サービス

① 東京湾に流入する汚濁負荷量と水質の変化

東京湾に流入する汚濁負荷量は1970年代の半分に減少し(図7)、その結果、表層水質や透明度はわずかながら回復し始めてきた(図8,9)。しかし、図10にみるように、夏場の海底に広がる無酸素水の状態は一向に改善されていない(千葉県環境研究センター, 2011)。これは、東京湾に流入する淡水量や排熱量が増加するとともに、湾内のほとんどの護岸を人工的に改変した結果、潮汐の力が弱くなり、海水が上下混合しにくくなったことが原因であると考えられている(宇野木・小西, 1998)。すなわち、汚濁物を流入させているだけでなく、埋立によって都市が海を狭めたこ

とが東京湾の環境を悪化させているのである。

② 二枚貝等による浄化能の劣化

東京湾では前述のように、水辺の護岸化や埋立により治水機能(波浪・防潮)は向上したが(人工的な調整機能)、水中の懸濁有機物を濾過摂食する底生生物、特にアサリの減少は著しく、このことが水の浄化に関する調整サービス(二枚貝による水質浄化作用)を低下させている。この水質浄化作用は污水处理施設など人工的なサービスに代替が進み、汚濁物質(特に有毒物質)の排出については規制等の施策効果が表れ、水質・底質の汚濁の改善が進んだ。しかしながら、栄養塩類の高次処理能力はまだ不十分であるため、特に窒素濃度が依然として高く、頻繁に赤潮(異常増殖したプランクトン)が頻発している。

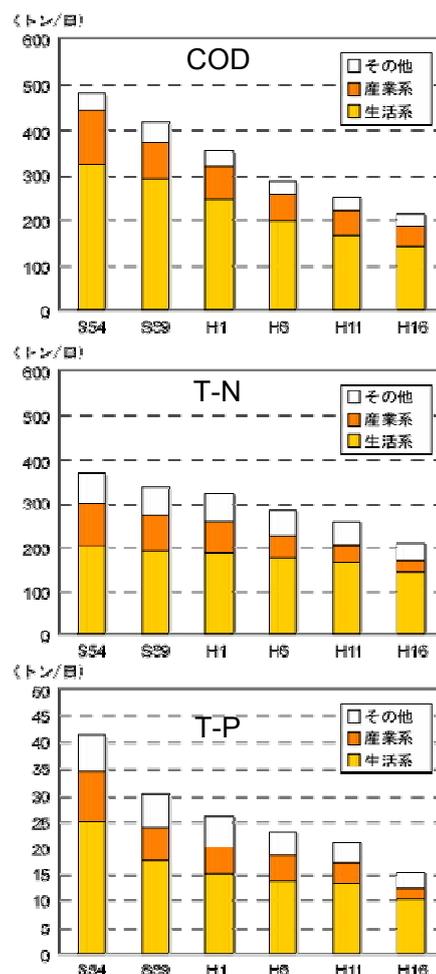


図7 東京湾流域における発生汚濁負荷量の推移 (1979～2004年度)

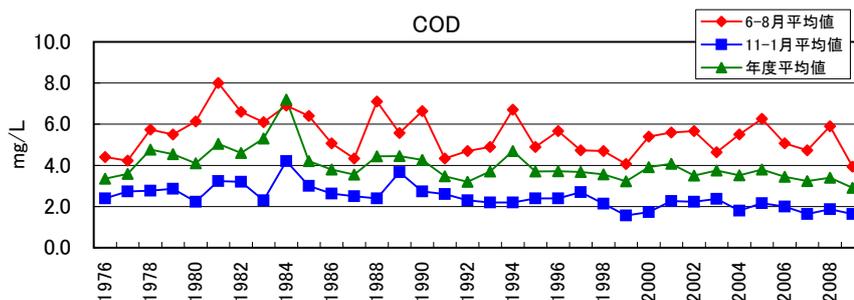


図8 東京湾中央部の上層 COD の経年変化(1976 年度～ 2009 年度)

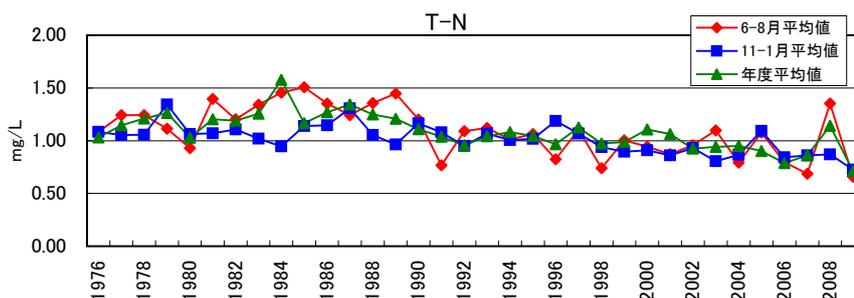


図9 東京湾中央部の上層全窒素の経年変化(1976 年度～ 2009 年度)

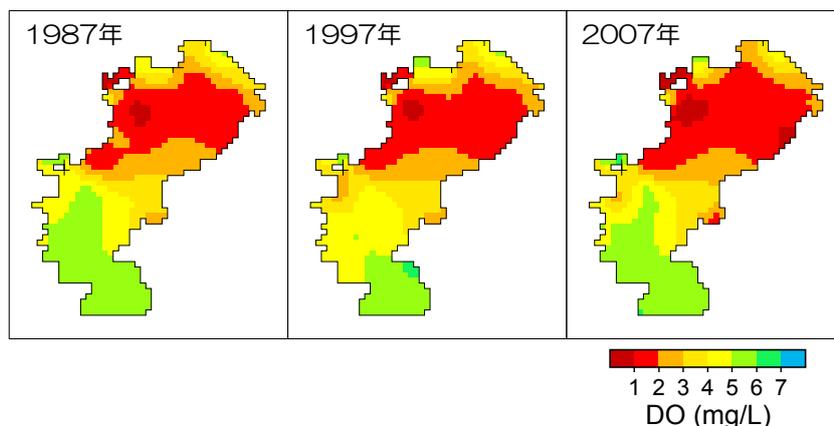


図10 東京湾下層 DO 平面分布の長期変動
(1987 年, 1997 年, 2007 年の各 9 月) (安藤, 2009)

二枚貝等自浄作用が減少したことに加えて、汀線がコンクリート護岸で固められたことにより、波打ち際の酸素供給という調整サービスも期待できなくなった。さらに、淡水流入量増加・水温上昇・潮位差の減少のために夏季の密度成層が強まっていること全てが、東京湾の水質浄化能という調整サービスを劣化させている。その結果、夏季を中心に長い期間、海底に無酸素状態が生じている。生物生産の高い夏季における貧酸素水塊の形成は、東京湾全体の生態系

サービスにとって大きな障害となっている。

③ 東京湾の干潟・浅海域の浄化能の算定

干潟の消失は豊富に生息していた底生生物の大幅な消失を意味し、その消失量は干潟だけでも約 12.6 万 t に及び、浅瀬や前置斜面なども含めればさらに大きな数値になると推定される(風呂田, 2004b)。こうした底生生物の大量消失は海域の物質循環にも影響し、富栄養化やそこから派生した青潮などの一つの要因となっ

て、さらなる生物の減少を招いている。

いわゆる「三番瀬補足調査」現況編（千葉県土木部・千葉県企業庁，1999）において三番瀬の干潟・浅海域における浄化機能を計算しており，CODについては $392.6\text{kg}/\text{km}^2 \cdot \text{日}$ の浄化能力を持つと算定した。後述のとおり，東京湾の干潟面積は 136km^2 （1936年）から 10km^2 （1990年）に減少したが，これらが三番瀬と同じ浄化能力を有していたと仮定すると，東京湾は干潟の埋立によって， $45.9\text{ton}/\text{日}$ の浄化能力を失ったことになる，東京湾流域で発生する汚濁負荷量は2004年度の実績で $\text{COD}211\text{ton}/\text{日}$ （東京湾再生推進会議HP）であることと考え合わせると，我々が干潟の埋立によっていかに大きな調整サービスを失ったのかが良くわかる。

なお，窒素・リンの流入負荷量が減少しているのは下水処理等で人為的に削減している結果である。窒素が東京湾流域内でよく循環していた「昔」（1935年）と，系外から大量に導入した窒素（食糧・肥料・飼料）を循環せずすべて東京湾に排出してしまう「いま」（1990年）を比較すると，東京湾に流入する窒素の量は5倍に増加しているという算定結果もあり（川島，1993），自浄能の減少に流域の都市化が重なって，重篤な水質悪化を引き起こしていることが明らかである。

④ 底層環境の悪化

青潮発生とともに，東京湾では底層水の貧酸素化が深刻な問題である。この原因は赤潮などの有機汚濁負荷増加だけでなく，干潟を埋め立て人工的な護岸にしたため潮位振幅が減少したこと，淡水流入量の増加や都市排熱増加による海水の密度差増加など複雑にからんでいるが，これらの原因はいずれも都市化・人口増である。さらに，埋立地造成のための海底土砂採取跡の窪地に貧酸素水が蓄積されやすいことも，東京湾底層水貧酸素化及び青潮発生に関与している。青潮も都市化によって引き起こされるのである。

4) 里海の文化サービス

(1) 「みち」としての海役割

房総半島沖を流れる黒潮の「上流部」である紀伊半島とは古代から人的交流があり，白浜，勝浦というような地名からも交流の盛んだったことがうかがえる（和田，2009）。また，土佐（高知県），伊豆諸島の人々との交流も行われていたほか，東北地方三陸沖との交流の足跡をみることもできる。陸上交通，特に大量輸送が非常に困難であった時代は，舟運が輸送のメインであり，海は物資の「みち」であったと同時に，漁法・漁具をはじめとするさまざまな「文化」の伝播路として非常に重要な役目を負っていた。

(2) 漁具・漁法

南房総市白浜町根本の森精吉郎は，1878年（明治11年），工事用の他給気式潜水器を日本で始めてアワビ漁に利用し，その後，この漁法は根本村出身者によって県内外に広められ，「房州潜り」と呼ばれるようになった。また，1885年（明治18年）にはアワビ潜水器船の潜水夫により，大原沖に日本最大のアワビ好漁場が発見された。この新鮑礁は，潜水器械を積んだ船が多数集まってアワビを競捕したことから「器械根」と呼ばれている。

このほか，九十九里で行われているイワシ地曳網漁，八手網やマカセ網など当時の最新鋭の漁法による操業が展開されたが，いずれも関西漁民からもたらされ，千葉で改良を加えて完成させた漁法である（和田，2009）。

(3) 神事・仏事等の信仰・行事

船を新造したときには，フナオロシ（船卸し）の前にフナガミサマ（フナダマサマ）を祀った（坂井，1995）。船の守護神・魂で，小さな箱に，サイコロ・髪の毛・吹流しのようなものをセットでいれ，船のオオバシラ（大柱）の下に祀る場所を作った。

フナオロシ（進水式）では，まず竿をさしながら船を3回まわし，そのあと親戚や関係者の間で「ゆさぶりっこ」や「落としっこ」をし

たという。時化で荒れること、船から海に落ちることなど、悪いことをまず疑似体験させてしまう、という意味で、船主が一番先に海に落とされたということである。

そのほか、海という危険をはらんだ自然の中で生きるために、日常生活の端々に自然に対する畏敬の念が表れている。

万祝は大漁（ダイボ）だったときに、船主や網主が乗子に配る祝着で、九十九里地域で始まった江戸時代からの習俗である。万祝の習俗は房総半島にとどまらず、東日本の太平洋沿岸に広まった。大漁時のほか、正月、祭礼、宮参り、船の乗り初め、惣領息子の誕生祝いには万祝が着られた。つまり、万祝を着ることは「良い」漁師であることを示すもので、漁村の反映の象徴的な存在であったといえよう。また、漁師たちが集まりそろうときには全員で着たといわれ、仲間内の連帯感・団結感を高めることができた（和田，2009）。

（4）食べ物・料理法

17世紀から始められたという千葉県組織的捕鯨は、ツチクジラを対象として突き取り式の捕鯨であった。ツチクジラ捕鯨は他の地域ではほとんど例がなく、クジラのタレ（鯨肉の味つき干物）の生産等、磯里海において独自のクジラ食文化圏を形成している。

カツオ節は、カツオの保存食・調味素材として紀州で考案されたものが、18世紀半ばに安房国の朝夷村に伝えられ、「房州節」として発展したものである（和田，2009）。

「江戸前」というのは、本来は、江戸の地先の海で獲れたウナギに対する言い方であったというが、アサリ、ハマグリ等の二枚貝やハゼ、アナゴ、カレイ、クルマエビ等の魚類も、「江戸前」というブランドで江戸という消費地に送り込まれていった。そのほか、シラウオ、カキ、ノリも忘れてはならない『江戸前』である。

また、豊かな江戸前の魚介類を使用して、握りずしや天ぷらという料理法が生まれた。当時は高級料理というよりも、ファストフードとして、屋台などで売られていた庶民の食文化であ

る。

佃煮の名前の佃島というのは、摂津佃村の漁民たちが将軍家康の命を受けて江戸に移り住み、将軍家の魚の御用をつとめることになったことに由来する（斗鬼，1993）。佃煮は江戸の佃島で作られたという説と摂津の佃村起源の説があるが、いずれにしても江戸前のシラウオなどの保存食として広まっていった。

（5）里海の女性たち

磯里海で海に潜ってサザエやアワビを獲るのは、海女（あま）の仕事であった。千葉県の磯においても房州白浜の海女は有名で、観光にも大きな役割を持っていた。最近では、地域全体の過疎・高齢化とあいまって、現役の海女の高齢化、減少が目立つ。

海で魚やアサリを獲ってくるのは男たちであるが、貝のむき身を作ったり、魚の干物を作るのは女たちの役目である。そもそも漁というのは天候や魚群など非常に不確定要素が多いので、漁だけで生計を立てることは非常にリスクが大きい。そこで、少しでも安定な生活を営もうと、里海の女性たちは水揚げされたアサリ、ハマグリ、カキなどのむき身を作ったり（干潟里海）、イワシの目刺、味醂干し、干物などの水産加工製品の製造（砂浜里海）に精を出している。腕の良いむき手にとっては、家計を支えるための貴重な現金収入であった。

通常、これらの作業は数人（数十人）が集まる作業場で行われ、社交場や情報交換の場、若い女性がさまざまなアドバイスをもらう場ともなっていた。これも里海の一つの文化ともいえよう。

ムジン（無尽）というのは、地区の女性たちが積立し、順番に積立金を貸し出す制度で、毎月持ち回りで会合をひらいた。毎月の会合が楽しみであったと同時に、積立金の貸出や順番でまとまった額のお金をもらえるなど、実質的に重要な役割を担っていた。

千葉県和田町では地区の自治組織の総会においても女性の発言力が大きかった。また、ジミョウ（地分または地名。隣組のような地縁組織）

で行われる葬式も女性たちが実質の仕事を行った。墓掘りの仕事までも女性によって行われ、漁に出て男性不在のために行われていた女性による互助の仕組みであった(和田, 2009)。

(6) ウミホオズキ

植物のホオズキとともに、昔はウミホオズキも子供のおもちゃとして親しまれ、縁日の夜店などの人気者であった、オカメホオズキはテングニシ、ナギナタホオズキはアカニシの卵囊であり、干潟里海で、海苔が終わった晩春から盛夏の、漁師の副業としてホオズキ採りが行われていた(坂井, 1995)。

(7) 釣り

食糧調達のための釣りは、江戸時代には遊びとしての要素が含まれるようになった。特に、アオギスを対象とした「脚立釣り」は、魚を食べるためというよりも強いひきを楽しんだものといわれて、純粋に観光釣りであった。寛文の頃(1661～1672年)に鉄砲洲でキス釣りが行われたのが始まりとされ、釣りの秘伝書とされる「何羨録(かせんろく)」(1723)には詳しく記述されている。当初は高下駄をはいて干潟を歩き回りながら釣る「立ち込み釣り」が主流であったとされる(尾上, 2010)。東京湾奥部の浦安などで盛んであったが、昭和初期(1930年頃)から君津の人見浦でも始められ、湾奥部の環境が「黒い水事件」(1958年)などで悪化したため、釣り場が五井・姉ヶ崎・木更津・青堀方面に移動し、君津では1970年頃まで行われていたという(坂井, 1995; 尾上, 2010)。

現在の千葉県の年間延べ遊漁者数は、合計1,141千人で、全国第2位である。その内訳を見ると、船釣りが538千人(全国第2位)、その他の釣り2千人、潮干狩り601千人(全国第1位)となっており(平成15年第11次漁業センサス)、船釣りで全国第1位の神奈川県とともに、首都圏に住む人々にとって貴重な文化サービスを提供している。

また、かつては漁師の生業として行っていた簀立て(盤洲干潟)や地引網(九十九里浜)も、

今は観光のイベントとして、都会の子供たちなどの自然体験の場となっている。

(8) 海水浴・潮干狩り

外房の一宮町は明治中期から昭和初期にかけて「東の大磯」と称される別荘の町であり、100軒以上の別荘が立ち並んでいた。また、千葉市の登戸海岸や稲毛も別荘地として栄えた。

千葉県の遠浅の海での海水浴や潮干狩りは、東京の市民にとって手近な日帰り圏内であるため、非常ににぎわった。しかしながら、水質悪化や埋立てによって内湾の海水浴場や潮干狩り場が閉鎖されたため、どちらも客数が大きく減少した(本田, 2010)。

(9) 新しい水辺の文化サービス

かつての遠浅の海岸線を埋め立ててしまった代償として、千葉市に稲毛の浜、検見川の浜、幕張の浜という人工海浜が造成された。これらは大規模住宅団地と隣接していることもあって、休日には家族連れでにぎわっており、若者たちのウィンドサーフィンやヨットを楽しむ場ともなっている。東京のお台場も新しい時代のウォーターフロントとして、ショッピングセンター、レジャーランドと海を組み合わせた娯楽施設として、若者に人気が高い。

どちらも、かつての里海の持っていた供給サービス(漁業)の機能は期待されず、文化サービスとしての機能を発揮している。

4. 里海の生態系サービスの変化と要因

1) ゆたかな里海だった時代

房総半島では、30～10万年前の洪積世の地層から貝類の化石が発見されており、また沖積世(約1万年前)の貝殻も発掘されている。縄文時代の関東平野はその多くが広大な干潟となっており、魚貝類など豊富な海産物を糧にして多くの人々が暮らし、その結果、多数の貝塚がつくられた。東京湾岸の貝塚密度は世界一といわれている。

江戸時代になるまでの千葉の里海では、基本的にはめぐみの量（環境容量）に比して享受する量が少なかったことから、採集漁業が引き続き行われていた。それまでも、海のめぐみを採取することが結果的には生態系の持続的発展に寄与していたことが多かったと思われるが、それは無意識のうちに行われていた。

しかしながら人口がしだいに集中してきた18世紀後半の東京湾では、積極的に里海に働きかけることも必要となってきた。漁獲量増大のための漁具、漁法の開発と並行して、乱獲を防ぐための管理的漁業も行われるようになった。また、ノリをはじめとする養殖も始まった。このように、東京湾では江戸時代になってから漁業などの人の営みが活発になり、里海が形づくられてきたといえよう。

明治期に入り、東京湾には横浜等の近代的な港湾が築造され、首都東京にはそれまで以上に人口が集中し続けたが、東京湾の里海としての役割は基本的には変わらなかった。

湾奥の港湾築造や佃島等の埋立ては東京湾全体としてみれば局所的なもので、東京湾内湾においても浦安から富津岬までの千葉県側には豊かな干潟里海が残り、引き続き健全な漁業が営まれていた。湾奥から排出される有機汚濁負荷は、里海の生産性を上げるために寄与していたとも考えられる。

2) 変化の要因

(1) 間接要因

① 首都圏への人口集中

東京湾の環境が大きく劣化したのは1950年代後半から始まった高度経済成長期である。1964年の東京オリンピック開催のための首都圏インフラ整備が国を挙げて最優先で行われたため、労働力が首都圏へ集中した。これらの人口増加は里山をつぶして造成されたニュータウンとともに、干潟里海を埋め立てて作られた海浜ニュータウンが受け皿となり、これらの人々の生活排水や工場での生産活動に伴う排水は、すべて東京湾に吐き出されていった。

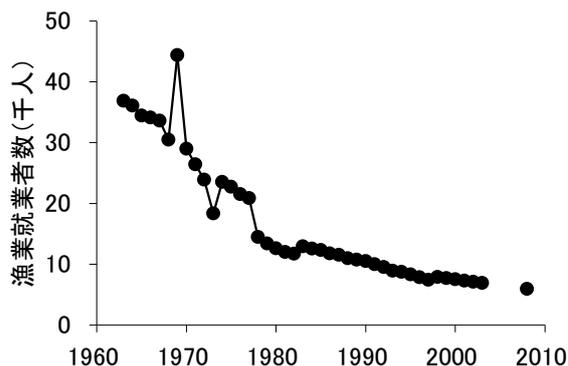


図11 千葉県における漁業就業者数の推移

② 漁業者の減少・高齢化

我が国の第一次産業人口は大きく減少しているが、千葉県においても漁業に関わる人々が減少を続けている（図11）。経営体数で見ると、1983年は6,258経営体であったものが、2008年には3,118経営体になった。部門別では沿岸漁業部門、すなわち最も里海らしい漁業の減少が顕著である。漁業就業者数は、1983年の12,932人から2008年の5,916人へと、半減に近い。このうち60歳以上が59%を占め、40歳未満は12%と、高齢化が著しい（農林水産省2009）。

漁業就業者の高齢化と後継者不足は、今後の漁業生産や漁村地域の活力に影響を及ぼすことが懸念されている。

③ 漁業政策の変化

終戦後（1945年）に設定された操業区域制限（マッカーサーライン）が1952年に廃止されると、日本の漁業はこれまでの沿岸漁業から、沖合・遠洋漁業へと広がり始めた。漁船の大型化・近代化と漁労技術の高度化・機械化が進んだ時期でもあった。

1977年までは食料増産の使命を帯びて沖合・遠洋漁業が躍進をつづけるとともに、漁業法および水産業協同組合法の改正により主要制度が確立するなど、国内漁業対策が充実した。

1978年に「200海里の時代」に入ると、沖合・遠洋から沿岸への回帰が始まった。しかしながら、すでに沿岸の水環境が悪化しているところも多かった。

④ 流通システムの巨大化，複雑化

高度経済成長期ころまでは，地元の港に上がった魚が街の魚屋に並べられたり，リヤカーや自転車で魚屋が売りに来ることも多かった。現在は，港に水揚げされた魚が市場を経由してスーパーの店頭で並べられるのが主な流通経路である。また，産地とスーパー等との直接取引も増えている。

水産加工業は，もともとは地元港に水揚げされた魚を加工して保存性を高める目的であったが，冷凍や運搬技術の進歩により，原料魚の水揚げ港に依存する必要がなくなり，自由に加工場を作るようになった。そのため，山の中に水産加工場ができたり，港の近くの加工場であっても，地元の魚ではなく外国からの輸入魚の加工を行うことが珍しくなくなっている。

⑤ 食生活の欧米化

かつては，肉よりも魚が毎日の食卓に並ぶことが多かったが，現代は特に若い世代に魚離れが進んでいる。また，刺身や切り身の焼き魚など，料理の簡単な魚料理が好まれる傾向にある。

⑥ 科学技術の発展

漁業に関する技術革新は，漁業の振興に大きく寄与した。第二次世界大戦後から 1960 年代における漁獲量の増加は，需要の増大とともに漁業関連技術の進歩に大きく起因する。マッカーサーライン（操業区域制限）が 1952 年に廃止されると，漁船の大型化・近代化と漁労技術の高度化・機械化が進み，千葉県においても海水動力漁船がこの時期に急増した。

その後も漁船，漁具・漁法に関する様々な技術革新が図られるとともに，冷蔵・冷凍技術を含む流通の発達やマイワシ資源量の増加等と相俟って 1980 年代まで漁獲量が増加した。

(2) 直接要因

① 地形の改変

・干潟の埋立による漁場喪失

東京湾では表 2 に示すように 1936 年に 136km² あった干潟を 10km² にまで埋め立て

た。埋め立てられた干潟・浅海域はアサリやハマグリ等二枚貝やノリ養殖の好漁場であったため，漁場面積の激減とともにそれらの漁獲量も激減した。

・埋立，港湾造成による護岸改変と潮位振幅減少

埋立や港湾造成による護岸改変のため，東京湾では潮位振幅が減少している（宇野木・小西，1998）。2004 年度に実施された「全国閉鎖性海湾の『海の健康診断』調査」によれば，東京湾では過去 30 年間の間に潮位振幅変化量（過去 30 年間の朔望平均満潮潮位と干潮潮位の線形回帰より求めた傾き（G）× 30（年）） $T=0.053 > 0.05$ となり，「C：悪化」という診断結果を得ている。すなわち，自然の汀線がコンクリートの垂直護岸に改変されたため，潮位変動が少なくなり，海水交換がしにくくなったのである（シップ・アンド・オーシャン財団海洋政策研究所，2005）。

東京湾内には，埋立のほか，東京湾アクアライン（横断道路）や羽田空港の滑走路という人工構築物も増えた。埋立も含めて，それぞれの開発行為のアセスメントでは，すべて「影響は軽微である」という結論を得て工事が行われているが，実際には漁業者たちは口をそろえて，「東京湾は流れがなくなった。そのため水が動かなくなって環境が悪くなった」と言っている。

・埋立地造成と浚渫くぼ地

埋立地の造成はサンドポンプ法（海底の土砂を海水とともにポンプで吸い上げ，造成予定地に吹き出す。水は海に戻り，土砂だけが取り残されて陸地が形作られる）で行われたため，埋立地前面の海底には巨大な窪地が造られ，その窪地に停滞した水が無酸素化して，それが湾中央部の無酸素水塊とともに青潮の原因となった。

・人と水辺の関係の希薄化

埋立およびその前面がコンクリートの護岸や港湾になったため，人々は簡単に汀線におりら

表2 東京湾の過去と現在の姿（鎌谷，1993を改変）

	過去(1936年)	現在(1990年)
内湾面積(km ²)	1186	960
干潟面積(km ²)	136	19
浅瀬面積(km ²)		
0～10 m	381	188
10～20 m	371	473
流域人口(万人)	900	2600

れなくなった。また、この時代には都内の中小河川の多くが暗渠化もしくはコンクリート化され、人々と水辺の関係はますます遠いものとなった。

② 水質汚濁

・工場排水による水質汚濁

日本の水環境行政において、1958年（昭和33年）というの大きな節目の年といわれている。12月にいわゆる「水質二法」と呼ばれる「水質保全法」・「工場排水規制法」という2つの法律が公布されたのである。そしてそのきっかけとなったのが、その年の6月の本州製紙江戸川工場悪水放流事件（通称「黒い水事件」）であった（浦安聞き書き隊，2009）。「黒い水事件」というのは、高汚濁排水を流し続ける工場に対し、漁民が抗議行動を起こしたもので、その結果、法律は制定されたものの、ハマグリやシラウオの好漁場として知られていた浦安の海は壊滅的な打撃を受け、生産量が激減した。このことが浦安地区以外の他地域の漁民に対しても、漁業の将来展望を失わせることとなった。

ちなみに、同じ1958年に千葉県は「京葉工業地帯造成計画」を策定し、翌1959年には浦安町が県に対して「浦安町地先海面総合開発促進要請書」を提出して、埋立促進を陳情している。

・都市化による水質汚濁

表2に示したように、東京湾流域の人口が50年間で約3倍に増加した。それに伴い、東

京湾に排出される汚濁負荷も大幅に増加した。人口だけでなく人々のライフスタイルが変化し、東京湾に排出される窒素の汚濁負荷量は5倍に増加した。

湾奥の水質・底質悪化は、漁獲総量の減少というより、漁獲物組成を大きく変化させることに作用した。1958年と1968年の千葉県の内湾部漁獲量を比較すると、環境劣化の影響を受けやすいタコ、クルマエビの漁獲量は10年間でそれぞれ100%、75%の減少率であったが、ヒラメ・カレイが43%、ボラ・スズキは45%増加した。また、二枚貝ではハマグリが87%も減少したのに対し、アサリは35%の増加であった（長谷川，1979）。漁獲量の増加は、汚濁に比較的強い魚種がいたことと、漁獲技術の進歩による努力量の増加の結果と考えることができる。

しかしながら、窒素およびリンの排出については規制がなかったため、湾内において富栄養化による二次汚濁はその後悪化し、特に底層の貧酸素化が強まった。このことは湾奥の、特に千葉県側海域における青潮発生の原因となり、内湾部に残された貴重な浅海域である三番瀬にアサリ大量へい死の被害をもたらすようになった。

・化学物質による水質汚濁

産業排水や生活排水による有機汚濁や富栄養化のほか、高度経済成長期には、ハード型合成洗剤、PCB、ダイオキシン、船舶塗料に含まれた有機スズ、などのさまざまな化学物質が東京湾に流入した。これらの物質の環境中の濃度変化と東京湾に生息する生物への定量的な影響の調査例は少ないが、単独汚濁だけでなく複合的汚染の影響のおそれがある。また、生物に対する急性毒性はさほど問題にならなくても、PCBなどのような蓄積性・難分解性の化学物質の場合、水中濃度がごく低濃度であっても、最終的に生物濃縮により数千万倍に濃縮されるため、東京湾の魚類の汚染が問題になった。

また、「公害の時代」の汚濁が深刻であった時期には、水産物に石油系の臭いが付着して品

質を低下させるという被害も発生した。

・底層の貧酸素化

夏季の東京湾底層に広がる貧酸素・無酸素の水塊は生息する生物に大きなダメージを与えている。生活史のなかで夏季に湾奥の底層で生活する生物にとって、特に致命的である。さらに、夏季にこの無酸素水が湧昇して青潮が発生すると、浅瀬・干潟のアサリ等の生物が斃死する事故が発生する。

底層の貧酸素化は、陸域から流入する有機汚濁物質及び富栄養化による赤潮（有機物質の内部生産）によって海中の溶存酸素が消費されてしまうことによって生じるが、成層によって海水の混合が起こらない夏季に発生する。したがって、潮流が弱くなることは底層の貧酸素化を助長することになり、東京湾のように護岸の改変により潮流を弱めてしまった海域では、流入汚濁負荷量を削減しても、潮流という物理条件が改善されないため、貧酸素化はかえって悪

化傾向にある。

③ 乱獲

磯里海においては、需要の高まりや漁網の発達、潜水技術の進歩などによりアワビやサザエなどの漁獲量が飛躍的に増加し、結果として乱獲を招いてしまった。アワビ資源においては、成貝の減少による再生産効率が低下したため、資源回復が困難な状況にあると考えられている。

(3) 要因間の関連

以上にあげた間接要因及び直接要因は、図12のように関連しながら里海の生態系サービスの低下につながっていった。これをみると、現在の里海における、水産物の供給サービス、水質浄化などの調整サービス、さらには様々な文化サービスのいずれもが低下している状況は、生態系における2つの変化、漁業における2つの変化によるところが大きい。

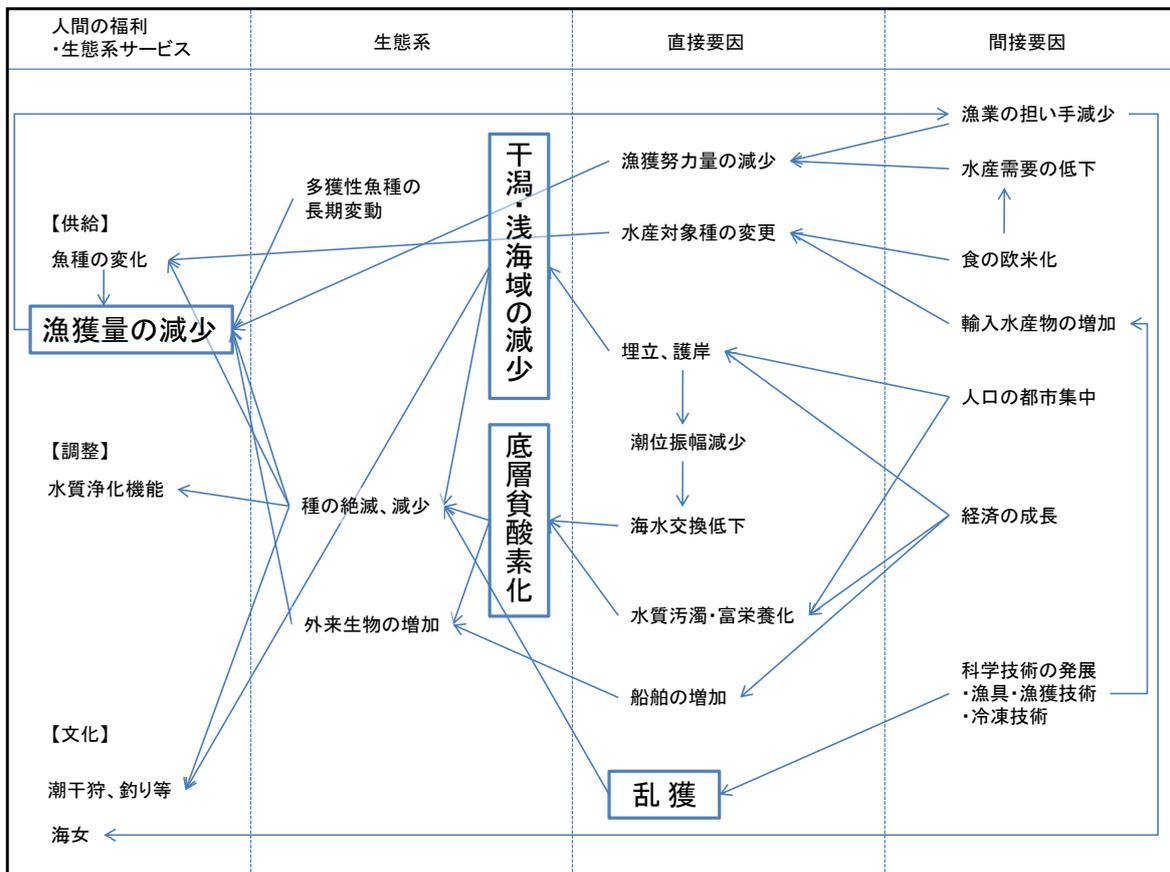


図12 里海における生態系サービスと変化の要因間の関連

生態系における大きな変化の1つは、干潟・浅海域の減少である。これは生態系そのものを消失させてしまうため、全ての生態系サービスの低下につながることは明らかである。2つ目の変化は、底層の貧酸素化である。夏期の東京湾奥底層には恒常的に貧（無）酸素水塊が広がり、生物にとって非常に過酷な環境となっている。また、この無酸素水塊が湧昇して起こる青潮の発生によって、干潟・浅海域が減少しても生き延びている生物に大きなダメージを与えている。

漁業における変化の1つは、漁獲量の減少である。上記のような生態系の変化により、漁獲対象種も変化したことや、魚価の低迷や食生活の欧米化による需要の変化などを受けて、漁業者数が減少している。その結果、さらに漁獲量の減少が生じている。漁業における変化の2つ目は、特に磯里海における磯根資源において懸念される乱獲である。

これらの4つの大きな要因と、それに付随する様々な要因により、本県の里海の生態系サービスの変化が引き起こされてきたと言える。

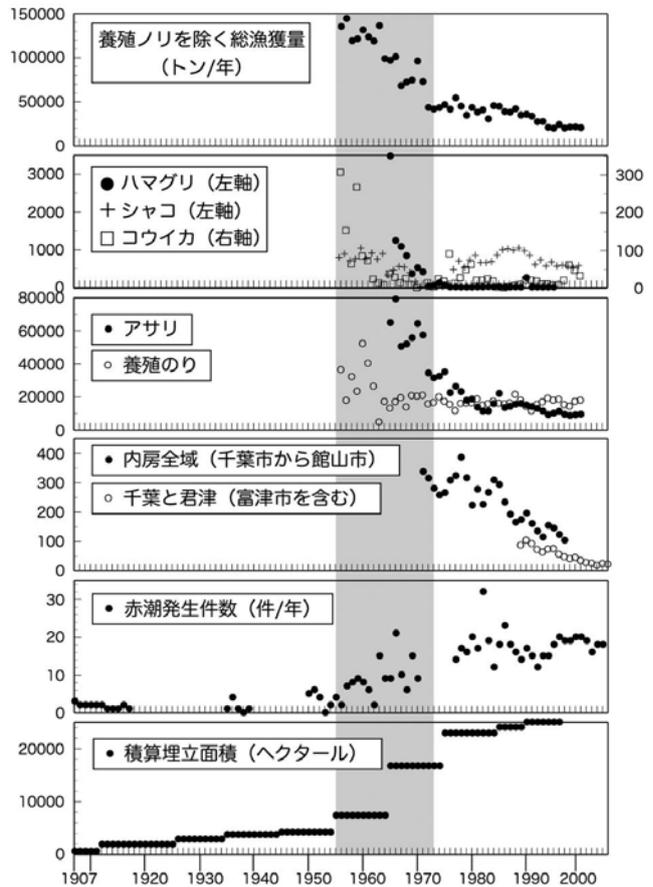
4) トレードオフの関係

上述の変化の要因には、「得られたもの」とそれによって「失われたもの」という裏返しの関係が見られる。

一例を図13に示した。積算埋立面積、赤潮発生件数、海水浴客数、アサリ、ノリなどの漁獲量の変化のグラフを、横軸を同じ時間軸で表して重ねたものである。灰色の網かけ部分は高度経済成長期にあたる。この図から、埋立地を造成して「土地」を得たこと（積算埋立面積）と対応して、赤潮発生件数増加・海水浴客の減少・アサリをはじめとした水産物の漁獲量の減少が生じている。埋立地を「得た」と引き換えに、供給サービス（漁獲量）や調整サービス（赤潮発生：水質浄化機能）を「失った」のである。

5. 里海の課題と対応

持続可能な社会を目指すうえで、里海の生態系サービスの利活用を進めていくことは必要不可欠の課題である。そのためには、生態系サービスの低下を招いてきた、干潟・浅海域の減少、底層の貧酸素化、担い手の減少、乱獲といった諸要因への対応が必要となってくる。ここでは、供給サービスの向上を主な目的とする対応を、1) 魚介類の安定的供給体制づくりと、2) 水産資源の持続可能な利用、調整サービスの回復を主眼に置いた取り組みを、3) 水環境の改



* 上から、「総漁獲量（養殖ノリを除く）」、「ハマグリ・シャコ・コウイカの漁獲量」、「アサリ・養殖ノリの漁獲量」、「内房域全域および千葉と君津における海水浴客数（万人/年）」、「赤潮発生件数」、「期間別埋立面積の経年的推移」

* 漁獲量データは東京大学名誉教授清水誠博士からの提供、海水浴客数データは野村・風間（2011）、赤潮発生件数は野村（1988）から作図、埋立面積は東京湾環境情報センターホームページから作図

* 影の部分は日本の高度経済成長期を示す。

図13 東京湾の諸統計量の経年変化（日本の里山・里海評価—関東中部クラスター，2010より改変）

BOX 《流域のつながり 東京湾とその流域のインターリンケージ》

里海生態系サービスの変化を考えると、その要因は海と接する都市だけとは限らず、いくつかのプロセスを経てつながってくる要因も多い。里海生態系再生を抜本的に行うためには、その流域、さらに系外にまで考えを巡らせることが必要である。

東京湾と流域の相互関連として、重要な要素は次の3点である。

- (1) 沿岸埋立による干潟・浅場の消失
- (2) ダム・堰の建設による水・土砂輸送の変化
- (3) 流域からの流入元素比の変化（窒素・リン供給過剰、シリカ欠損）

これらは、図13のようにつながって、東京湾の生態系サービスを劣化させる。

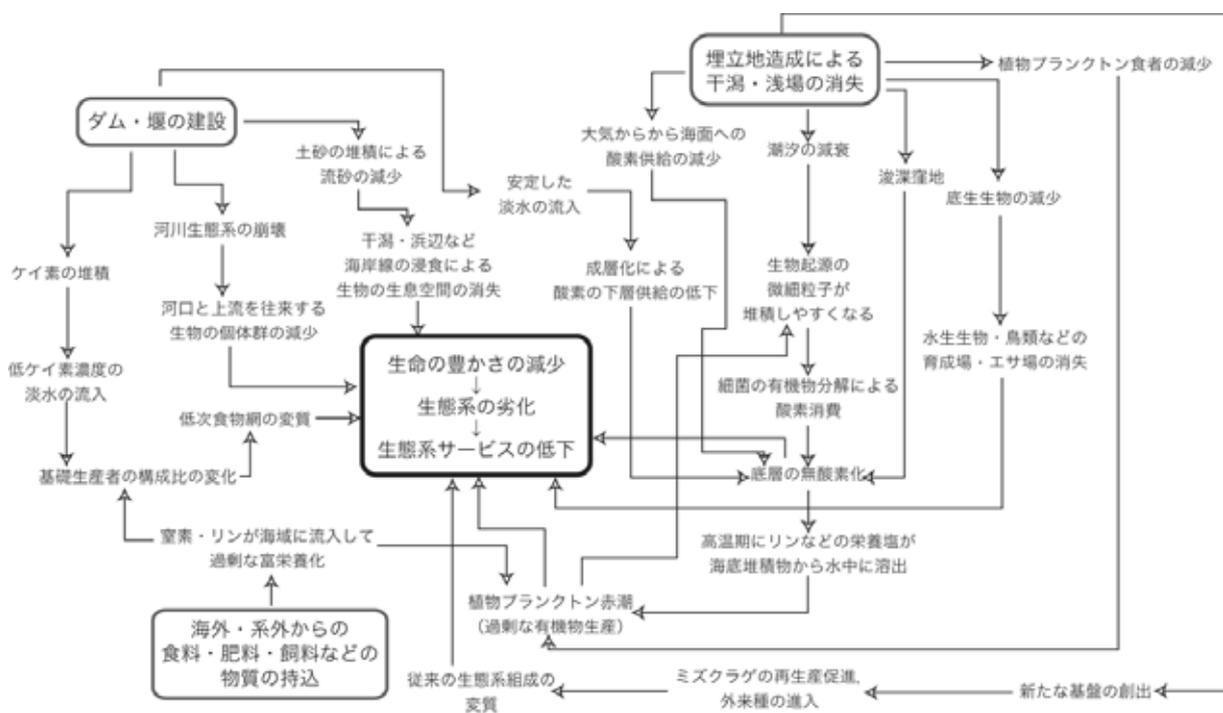


図14 東京湾とその流域のインターリンケージ
(日本の里山・里海評価一関東中部クラスター, 2010)

善にまとめ、それらを支える社会基盤および文化サービスへの対応を、4) 漁村地域の活性化、自然の基盤への対応を、5) 干潟・浅海域の保全・再生として、これまでに行われてきた対応と課題について整理した。

1) 魚介類の安定供給体制づくり

2011年3月に策定された水産振興計画（千葉県総合計画「輝け！ちば元気プラン」の部門別計画）では、①水産資源の維持・増大による豊かな海づくり、②漁業生産基盤と漁業経営の

強化や担い手の確保・育成によるたくましい漁業づくり、③水産物の販売促進や水産加工業の生産性向上、④河川・湖沼での特色ある水産業の展開、⑤漁村の活性化という5つの基本的方向を定め、水産の振興を図ることとしている(千葉県, 2011)。ここで、里海における魚介類の安定供給については、特に②と③が大きく関わってくる。

(1) 担い手の確保

担い手が減少している現在、安定供給を図る

上で、その確保は非常に大きな課題である。漁業者が減少した大きな要因に漁業所得の減少があり、本県では、水産物流通対策や漁協の経営体質強化などを重点対策とし、担い手の確保を目指している。しかし、特に東京湾などにおいては、埋立や青潮等の要因によって漁業資源が減少し、獲れないから漁をやめたケースも多い。それゆえ、担い手の減少を食い止め、根本的な対策を進めるためには、自然再生を含めた水産資源の回復が不可欠である。

(2) 販路の確保

地元産品を地元で消費することは、フードマイレージという視点だけでなく、地域の漁業を支え、魚介類の安定的供給体制を支える上でも重要である。千葉県では「地産地消」を「千産千消」と言い換え、里海の持つ観光資源(文化サービス)という観点を組み合わせて、県を挙げたキャンペーンを繰り広げている。

2) 水産資源の持続可能な利用

(1) 持続的漁業のための制度

里海のめぐみを大いに享受していた江戸時代であったが、その一方ではきちんと資源管理が行われていた。1816年(文化13年)6月に、相模・武蔵・上総の3国の44の浦・村の名主や漁師総代が神奈川宿に会し、江戸前においての魚貝採捕は38漁具漁法に限定することを議定した。このような話し合いは何回も開催されていた記録があり、江戸前が豊かな浦であることに甘えず、資源量の管理をきちんと意識していたことがわかる。ちなみにこの38職の取り決めは1891年(明治24年)まで継承された(高橋, 1993)。

里山の入会と同様に、漁業についても、江戸時代以来の慣行を明治34年「漁業法」で制度化された共同漁業権という制度がある。共同漁業権は、漁業だけではなく、漁村社会の基盤となっており、地域的な資源管理システムとして評価も得ている。また、海には「入浜慣行」という考え方もある。日常的に海浜で行ってきた採集などが含まれる。

(2) 信仰と一体になった資源保護

外房の小湊には「鯛の浦」と呼ばれる観光地がある。小湊は日蓮上人の誕生の地であり、誕生寺という寺の地先の海をタイの禁漁区としている。船上からタイの群れるのを見せる観光資源となっているが、同時に資源保護の重要な役割を果たしている。

(3) 資源管理型漁業

水産資源を持続的に利用していくためには、資源量の動向を把握するとともに、どの程度の漁獲であれば資源の再生産が可能であるかを見極めることが必要である。また、乱獲などによって資源の枯渇が生じないような漁業のやり方を工夫する必要がある。そのために、下記のような取り組みが進められている。

沖海域の水産資源であるマイワシ、サバ、サンマ等、広域に回遊する魚種については、県が国と連携して資源動向の評価を行うとともに、TAC(漁獲可能量)制度による持続可能な資源管理に取り組んでいる。

内房から外房の磯里海ではアワビ類などの磯根資源が減少しており、その要因として人為的要因(乱獲)の可能性があげられる(清水・田中, 2001)。アワビについては、持続可能な利用を図るために、漁獲の法的・自主的規制を行うとともに、漁獲する場所をローテーションさせる「輪採漁場」による漁場管理、稚貝放流といった取り組みを行い(小宮, 2010)、自立的な再生産を目指している。

(4) 水産資源の維持・増大

ノリの養殖においては、粗朶ひびを立てて流れてくる胞子を付着させる天然採苗から人工的にノリ糸状体を網に植え付ける陸上採苗法に、養殖する品種をアサクサノリからスサビノリに替え、養殖方法も地先の支柱柵方式だけでなく沖合のベタ流し法の導入や新規漁場を開拓するなど、技術の発展により労働生産性を向上させてきた。また、本県では、秋季の高水温下での水温停滞に耐性があり、従来品種よりも生長に優れ収量性の高い品種を開発するなどの品種改

良も進められた。

盤洲干潟や三番瀬等の干潟浅海域では、二枚貝の浮遊幼生の着底を良くするために、漁業者グループ等による漁場の耕うんが行われているほか、ヒトデやツメタガイ等の害敵生物の駆除などが実施されるなど、漁場の生産力の向上が図られている。

また、効果的な栽培漁業を目指し、マダイ、ヒラメ、クロダイ、マコガレイ、アワビ、クルマエビ、アユ（内水面）の7魚種で種苗放流が行われている。また遊漁の分野では、潮干狩りのためのアサリの放流なども行われている。

こうした種苗放流は生産を維持するうえで必要とされる一方、外来種問題を引き起こすことがある。本県における外来動物のうち20%以上が農林水産業などに随伴した個体の拡散によって侵入しており（柳ほか、2011）、地域間での種苗の移動を伴う放流は外来生物の主な移入経路の一つとなっている。定着した外来生物は競争や捕食などの関係を通して在来種に影響を及ぼすため、長期的にみると地域の水産資源にとってもマイナスとなる可能性がある。このような、供給サービスと生物多様性及びその他の生態系サービスとの間のトレードオフを、どのように回避するかはこれからの社会の課題となる。

例えば、かつての東京湾の干潟里海では三番瀬などの湾奥においてアサリの浮遊幼生が大量に湧き、その幼生が他地域へと拡散着底していたため、人手をかけて放流する必要はなかった。このように、干潟・浅海域の再生によって生態系の再生産力を活かし、人手をかけずに水産資源の維持・増大を可能にする取り組みを推進することが、トレードオフを根本から解消するために求められる。

しかしながら、現実にはすでに劣化してしまった生態系を元に戻すためには、必要最低限の人手をかける必要があり、それをいかに行うかが里海再生（里海創生）のカギとなる。

（5）消費者の理解・協力の促進

持続可能な水産資源の利用を促進していくた

めには、消費者の理解や行動が欠かせない。近年、MSC（Marine Stewardship Council、海洋管理協議会）など、持続可能な漁業の基準を順守した水産物に対して認証を与える制度が成立している。こうした商品をより広く普及し、消費者に認証商品を選択してもらうことによって、水産資源の持続的利用を推進することが必要である。

3）水環境の改善：流入負荷量の削減

東京湾の水質改善のために、さまざまな規制が行われている。公害対策基本法（1967年施行）や水質汚濁防止法（1971年施行）で工場・事業場の排水の濃度規制を行ってきた。1979年には、濃度規制だけでなく汚濁負荷の総量の規制が、東京湾、伊勢湾、瀬戸内海において始まった。生活系の汚濁負荷についても生活排水重点対策地域が定められて、重点的に生活排水対策に取り組むこととされた。これらの施策により、東京湾流域に発生する汚濁負荷量は着実に減少してきた。

こうした排水規制に対応するために、事業者には排水処理が義務付けられている。さらに、生活系排水対策の根幹をなすものとして下水道整備が行われている。東京湾流域では、東京都と神奈川県は100%近い普及率で、千葉、埼玉県が70～80%となっている。閉鎖性水域においては窒素・リン対策が重要であり、三次処理施設を備える処理設備に、順次切り替えている。また、東京都の下水道は合流式のため、雨天時には汚濁負荷が海域に排出される可能性があり、改善の必要性がいわれている。また、産業排水に対しても、排出水の濃度規制のほか、濃度とともに排水量も加味した総量負荷削減規制も実施しており、その効果が表れている。

こうした取り組みが進行したにもかかわらず、水質の改善は大きく改善されてはならず、赤潮や青潮等の被害は続いている。これらのことから、東京湾の水環境を改善するためには汚濁負荷を減らすだけでは不十分であることが分かってきた。

干潟は砕波帯において空気中の酸素を含ませ

る作用をもつ。また、干潟に生息するアサリ等の二枚貝が、付着珪藻や浮遊性植物プランクトンをこし取ることによって、海水が浄化される。東京湾内湾の干潟の9割以上を埋めてしまったため、この浄化機能が大きく劣化し、その結果、赤潮が恒常的に発生するようになった。現在は、干潟の浄化機能を下水処理施設などによって人工的に補う状況になっている。こうした施設の維持には、多大なエネルギーと資源が使われているが、それでも東京湾の水質をかつてのレベルに回復させるには至っていない。

4) 漁業地域の活性化

(1) 漁業の第六次産業化

第一次産業としての漁業は就業者数、生産額ともに最盛期と比較して減少し、斜陽産業ともいわれているが、生産物に付加価値をつけて産業全体として盛り上げようという動きがある。ただ獲る（第一次産業）だけではなく、水揚げした魚介類を加工・調理し（第二次産業）、さらにそれを売ったり食べさせる（第三次産業）ところまで一連の事業として行うという、漁業の第六次産業化である。すでに、県内でもいくつかの漁港に隣接したシーフードレストラン、直売場などが設けられている。また次節で述べるブルー・ツーリズムと合わせて行うと効果も大きいと期待される。

(2) ブルー・ツーリズム

里海から得られる水産物の利用が減少するとともに、普段の生活の中やレクリエーションなどで海と接する機会が少なくなっている現在、市民の海や漁業に対する関心が弱まっている。水産物の地産地消や持続可能な漁業、また水質改善などの取り組みを進めていくためには、社会全体の理解や協力が必要であり、そのためには、これまで無関心だった人々に地域の海や漁業の現状を知ってもらうことも非常に重要である。海と人々との接点となり、さらに漁業者の生活する場でもある漁村地域を活性化することは、上述の課題への対応を支えるための重要な社会的基盤を維持・再生することにつながる。

漁村の持つ魅力の一つとして、海其自然や漁業体験、漁村文化などがある。地域固有のこうした魅力を活かしたブルー・ツーリズムが、各地で進められている。国では特に子どもたちを対象に、2008年より農林水産省・文部科学省・総務省が連携して「子ども農山漁村交流プロジェクト」を実施している。本県でも、漁家民宿や、すだて・地曳網といった漁業体験などの紹介、さらには海況や天気など、さまざまな情報発信を通して、都市住民の漁村地域への来訪を促進している。

また、こうした取り組みを進めるためには、誰もが安心して訪れ、暮らすことのできる漁村づくりが必要であり、本県では、安全安心の施設整備や、釣り等が安全にできる機能を備えた防波堤などの整備を進めている。

5) 干潟・浅海域の保全・再生

里海、特に東京湾の干潟里海において、上記の課題を根本的に解決するためには、干潟・浅海域の保全・再生が必要である。豊かな水産資源を生み出してきた場であり、その豊かな生物によって水質が浄化されてきた干潟・浅海域の生態系の再生を進めていかない限り、どんな対応策も事後的な対応になってしまう。人口減少社会に突入する現在、これまでの人工的土地利用への偏重から、生態系の機能を活かした都市づくりが求められている（日本の里山・里海評価一関東中部クラスター、2010）。ここでは、これまでに、本県の海域において行われてきた保全・再生のための取り組みを下記に示す。

(1) 三番瀬の再生・保全

かつては「御菜浦」と呼ばれた江戸の重要な食料供給の場であった三番瀬は、東京湾の最奥に残る干潟である。2002年に埋立白紙撤回が決まったのち、その再生・保全を目指して、三番瀬再生計画検討会議（通称円卓会議）が設置され、2004年に三番瀬再生計画案が県に提出された。千葉県は、知事の諮問機関として発足させた三番瀬再生会議での協議結果等を踏まえ、自然環境の再生・保全と地域住民が親しめ

る海の再生を目指した千葉県三番瀬再生計画を2006年に策定した。2007年からは同計画に基づいて千葉県三番瀬再生事業が開始され、また2011年度からの3カ年については新事業計画（2011年3月策定）に基づいて事業が実施されることとなっている。

(2) 人工海浜の造成

千葉県及び千葉市は埋立地の全面地先に人工的に砂浜を造成し、「いなげの浜」(1976年)、「まくはりの浜」(1979年)、及び「けみがわの浜」(1988年)という海浜公園とした。これらの人工海浜には夏場を中心に多くの市民が集い、海を楽しんでいる。年によって、アサリやバカガイなどが大発生することもあるが、安定した生態系が形成されにくく、現状では供給サービスを受けるといふより、水遊びやウインド・サーフィン、ヨットなどのマリンスポーツを楽しむ場となっている。

しかし、砂浜は造成できても干潟生態系の再生には至らず、場所によっては毎年のように養浜のための砂を補充したり、大発生するアオサの除去に追われたりして、本来の干潟に近づくまでには至っていない。また、時にはバカガイなどの大発生があるものの、人工海浜の底生生物相は自然の干潟と比較して脆弱であるという調査報告がある(小倉ほか, 1999)。

人工干潟から受けるサービスとしては、元々の自然干潟のような豊かな供給サービスは望めず、マリンスポーツや海水浴などの文化サービスに変化している。

(3) アマモ場の再生

近年、アマモ場の産卵場や稚魚のゆりかごとしての機能が注目され、市民等によるアマモ場再生活動が各地で行われている。本県では、三番瀬において、市民団体がアマモを植栽している。しかしながら、夏季の高水温と透明度の低さから、安定した藻場形成には至らず、三番瀬内で数本の株が2, 3確認される程度である。現在は、水質浄化や漁業に寄与する藻場造成というよりも、アマモの種子から苗を育てて植栽

することによって、里海的环境を考えるとという環境教育的な意味合いが強い。

(4) 九十九里海岸の砂流亡防止

全国でも有数の長い海岸線を誇る九十九里浜は、北側の屏風ヶ浦と南側の太東崎の海食崖が主な土砂供給源となって、砂浜を維持していた。しかしながら、特に屏風ヶ浦の浸食が進んで浸食防止工事を行ったために土砂供給が断たれ、九十九里浜の汀線が最大100mも後退してしまった。砂浜がなくなったため、貝類の生息場、アカウミガメの産卵場がなくなった。また、海水浴、地引網という文化サービスにも支障をきたしている。

これを食い止めるため、ヘッドランドを築造したり、漁港や河口の浚渫土砂を投入する養浜工事を実施しているが、現在の技術では砂の流出を抑えるだけで、定常的な砂の供給ができないので、砂浜を維持していくのは困難である。

6. 持続可能な里海に向けて

里海における漁業は里山における農業とは異なり、狩猟採集の要素が強い。それゆえ、農業よりも強く生態系サービスに依存した産業といえる。それゆえ、生産性の高い干潟・浅海域が激減し、さらに水質等の影響を受けて生態系の機能が低下している現在、生態系の健全性を取り戻すことは漁業振興を図るために必要不可欠の課題である。また、水質環境を向上させるうえでも、環境負荷量の抑制と人工技術による水質浄化の限界が示唆され、生態系の調整サービスの活用が求められる状況にある。将来を見据え、水産物や水質浄化、さらには漁村文化といった里海からの生態系サービスを、長期的に受け続けていくためには、里海本来の生態系を取り戻すことなくしては不可能であるといえよう。

東京湾内湾の里海では、かつては広大な干潟とそれに連なる多様な水辺環境(浅海域～湿地、汽水域など)があった。生物が個々の環境に適応して生息・生育することを通して、豊かな生物多様性がつくりだされ、そこから人々は様々

な恵みを得てきた。漁業の対象となっている魚類の多くは、里海の異なる環境を複数利用してその生活史を全うしている。たとえば、マコガレイは浮遊期を経て湾奥の浅海域、泥場、アマモ場に着底したのち、成長後に沖合へ移動する(南, 1981)。東京湾が漁獲量日本一であるスズキも同様に、稚魚幼魚時代は浅海域を利用し、成魚になって沖合に移動する(田中・木下, 2002)。

また内房の岩礁域に生息するマダイも異なる環境を利用しており、浮遊生活の後、藻場などに着底して数カ月生活したのち、岩礁域へ移動する(漁業情報サービスセンター, 2005)。このように、生活史の各ステージにおいて異なる環境を必要とする生物は多く、水産資源の増大を考えるうえで、多様な環境を連続的に保全・再生することが重要であることがわかる。

こうした多様な水辺環境を持つエリアをセットにして一体型の保全を図ることは、その他のさまざまな生物の保全にもつながり(東京海洋大学魚類学研究室, 2006)、結果として豊かな生物多様性を保全することになり、水質浄化機能なども向上されるであろう。

本報告では、解析の都合上、供給、調整、文化と別々に記載をしてきたが、これらのサービスの源となる生態系は一つであり、これらのサービスは、本来、別々に考えるべきものではない。例えば、アサリという供給サービスを享受することが、そのまま水質浄化という調整サービスを機能させ、それが潮干狩りなどの文化サービスにもなっているのである。

これまで私たちは、目に見えてわかりやすい供給サービスばかり考えていた。しかし単に供給サービスを得ることだけを考えると、グローバル経済の下で経済性が優先されるようになり、外国からの輸入や、生態系の再生産を無視した乱獲などの問題が生じてしまう。その結果、生態系が劣化して供給サービスが低下してしまうことに加え、調整サービスも低下して、エネルギーを大量に投入する下水処理などの人工技術では補えないくらいに水環境が悪化してきた。こうしたさまざまな課題を根本的に解決し

ていくためには、上述した「5つの課題と対応」を統合的に進め、全ての生態系サービスの基盤となる里海生態系の保全・再生が達成されるとともに、海と人とのかかわりが再生されることも求められている。これこそが柳のいう「人手を加えてより豊かな生態系を育てる里海」ということができよう。

このような課題解決のためには、漁業者など海にかかわる人だけではなく、消費者など社会全体として、海や漁業の持つ多面的機能、すなわち生態系サービスについて理解を深め、その維持・向上に向けた取り組みを推進していくことも重要である。例えば、農業においては、農地の持つ生態系サービスに対する「環境支払い」が提案されている。農地が持っている水質浄化機能、水田のダム機能、景観などの多面的機能の価値を評価し、農地管理によってそれらの機能を維持してくれる農業者に社会として対価を支払うという考え方である。このように、海域や漁業の持つ様々な生態系サービスが広く社会の利益になっていることを、行政や企業を含めた社会全体が理解し、その保全にかかわる状況を作り上げることが、これからの里海を考えていく上で重要である。

7. 謝辞

本報告の執筆にあたり、東京大学大気海洋研究所の野村英明特別研究員には、原稿作成への適切なお助言を頂いたほか、関東中部クラスターの里海グループにおける議論や、後述のシンポジウムなどを通して、多大なお助力をいただきました。

また、関東中部クラスターの里海グループ(井上祥一郎：伊勢・三河湾流域ネットワーク、林しん治：NPO 法人海辺づくり研究会・人間総合科学大学)の各氏のご指導、ご助言ならびにデータのご提供をいただきました。

また、九州大学応用力学研究所柳哲雄所長、千葉県立中央博物館海の博物館宮田昌彦分館長、千葉県水産総合研究センター東京湾漁業研究所林俊裕研究員、同センター資源研究室小宮

朋之研究員，千葉県県土整備部河川環境課吉田正彦河川環境室長には，平成22年度ちばの里山里海サブグローバル評価シンポジウム「里海一人と自然がつむぎだす豊饒の海」においてご講演いただき，有益な情報・意見交換をさせていただきました。

さらに，千葉県生物多様性センター尾崎真澄副主幹および柳研介副主査には，終始有益なご議論とご助言をいただきました。

皆様方に深く感謝いたします。

8. 引用文献

- 秋山章男. 2000. 九十九里浜. In 千葉県史料研究財団 (編). 千葉県の自然誌 本編7 千葉県の動物2 海の動物. p.76-90. 千葉県.
- 安藤晴夫・柏木宣久・二宮勝幸・小倉久子・山崎正夫. 2003. 東京湾における水温の長期変動傾向について. 海の研究 12: 407-413.
- 安藤晴夫. 2009. 東京湾の水環境問題について. 東京都環境科学研究所第15回公開研究発表会資料.
- 朝倉彰. 1992. 東京湾の帰化動物—都市生態系における侵入の過程と定着成功の要因に関する考察—. 千葉県立中央博物館自然誌研究報告 2(1): 1-14.
- Chavez, F.P.; J. Ryan; S.E. Lluch-Cota; M. Niquen. 2003. From anchovies to sardines and back: multidecadal change in the Pacific Ocean. *Science*. 299: 217-221.
- 千葉県. 2002. 第1回三番瀬「海域小委員会(平成14年4月26日) 会議資料.
- 千葉県. 2007a. 千葉県水産業振興方針—たくましい千葉県水産業—(平成19年8月)
- 千葉県. 2007b. 千葉県水産業振興方針—たくましい千葉県水産業—(平成19年8月)(資料編)
- 千葉県. 2008. 千葉県水産統計.
- 千葉県. 2009. 農林水産統計年報 2010.
- 千葉県. 2011. 千葉県農林水産業部門別振興計画.
- 千葉県土木部・千葉県企業庁. 1999. 市川二期地区・京葉港二期地区計画に係る補足調査結果報告書 現況編I (物質循環と浄化機能) 千葉県環境研究センター. 2011. 目で見る東京湾の水環境.
- 千葉県レッドデータブック改訂委員会 (編). 2011. 千葉県の保護上重要な野生生物 - 千葉県レッドデータブック - 動物編. 千葉県環境生活部自然保護課.
- 風呂田利夫. 2004a. 東京湾の外来種. In 千葉県資料研究財団 (編). 千葉県の自然誌 8 変わりゆく千葉の自然. p. 538-546.
- 風呂田利夫. 2004b. 海岸の生物. In 千葉県資料研究財団 (編). 千葉県の自然誌 8 変わりゆく千葉の自然. p. 627-641.
- 風呂田利夫・木下今日子. 2004. 東京湾における移入種イッカククモガニとチチュウカイミドリガニの生活史と有機汚濁による季節的貧酸素環境での適応性. 日本ベントス学会誌. 59: 96-104.
- 漁業情報サービスセンター. 2005. 平成16年度 資源評価調査委託事業報告書 浅海資源生態知見整理調査 東京湾水産資源生態調査「東京湾の漁業と資源 その今と昔」.
- 長谷川彰. 1979. 東京湾漁業の興亡. In 日本科学者会議 (編). 東京湾. 大月書店.
- 本田裕子. 2010. 里山里海の文化と生態系サービスの変遷. 千葉県生物多様性センター研究報告 2: 39-53.
- 鎌谷明善. 1993. 東京湾の姿 過去と現在. In 小倉紀雄 (編). 東京湾—100年の環境変遷. p. 11-27. 恒星社厚生閣.
- 川島博之. 1993. 流域と湾内での窒素の動き. In 小倉紀雄 (編). 東京湾—100年の環境変遷. p.123-138. 恒星社厚生閣.
- 木内豪. 2003. 都市の水利用が公共用水域に及ぼす熱的影響の長期的変化 - 東京都区部下水道と東京湾を事例として -. 水工学論文集 47: 25-30.
- 木内豪. 2004. 都市の水・エネルギー利用が水域に及ぼす熱影響のモデル化と東京都区部下水道への適用. 水文水資源学会誌 17: 13-21.

- 小宮朋之. 2010. 外房の漁業：アワビの資源管理型漁業. 平成 22 年度ちばの里山里海サブグローバル評価シンポジウム「里海一人と自然がつむぎだす豊饒の海」資料集. P.14-15.
- 黒住耐二・岡本正豊. 1997. 湾岸都市千葉市における貝類相の変遷. In 沼田真 (監). 湾岸都市の生態系と自然保護. pp. 623-691. 信山社サイテック.
- 松村剛・石丸隆. 2004. 東京湾への淡水流入量と窒素・リンの流入負荷量 (1997, 98 年度). 海の研究 13: 25-36.
- 南卓志. 1981. マコガレイの初期生活史. 日本水産学会誌 47(11): 1411-1419.
- 中村俊彦・北澤哲弥・本田裕子. 2010. 里山里海の構造と機能. 千葉県生物多様性センター研究報告 4: 21-30.
- 日本の里山・里海評価一関東中部クラスター. 2010. 里山・里海：日本の社会生態学的生産ランドスケープ 関東中部の経験と教訓ー里山里海と大都市, その将来に向けてー. 国際連合大学. 東京.
- 日本プランクトン学会・日本ベントス学会(編). 2009. 海の外来生物ー人間によって攪乱された地球の海. 東海大学出版会.
- 野村英明. 1995. 東京湾における水域環境構成要素の経年変化. *La mer* 33: 107-118.
- 野村英明・吉田誠. 1997. 東京湾における近年の植物プランクトンの出現状況. *La mer* 35: 107-121.
- 野村英明. 1998. 1900 年代における東京湾の赤潮と植物プランクトン群集の変遷. 海の研究 7: 159-178.
- 野村英明・石丸隆. 1998. 東京湾におけるクラゲ類 (刺胞動物及び有櫛動物) の最近 15 年間の出現状況. 海の研究 7: 99-104.
- 野村英明・風間真理. 2011. 2.4.2 水辺の行楽. In 東京湾海洋環境研究委員会 (編). 東京湾ー人と自然のかかわりの再生ー. p.177-185, 恒星社厚生閣.
- 小倉久子・内山佐智子・熊谷宏尚・三島京子. 1999. 底生生物による水質浄化能の評価ー東京湾の干潟・浅海域を例としてー, 第 2 回日本水環境学会シンポジウム講演要旨集: 93-94.
- 尾上一明. 2010. 江戸前漁業小史・消えゆく江戸前の魚たち. 小松正之・尾上一明・望月賢二 (著). 東京湾再生計画ーよみがえれ江戸前の魚たちー. 雄山閣.
- 坂井昭. 1995. 干潟の民族誌ー東京湾に面した西上総地方の漁業と暮らしー, 254pp. (自主出版)
- 嶋田哲郎. 2000. 千葉県新浜における越冬期の水鳥類の 30 年の変化. In 桑原和之・箕輪義隆・石黒夏美・嶋田哲郎 (編). 東京湾の鳥類ー多摩川・三番瀬・小櫃川の鳥たちー. pp. 529-538.
- 清水利厚・田中種雄. 2001. 千葉県におけるアワビ資源の減少要因の考察. 千葉県水産試験場研究報告 57: 229-235.
- シップ・アンド・オーシャン財団海洋政策研究所. 2005. 平成 16 年度 全国閉鎖性海湾の「海の健康診断」調査報告書. pp.128-131.
- 高橋在久. 1993. 江戸前の地理と景観, 東京湾の歴史, 築地書館
- 田中克・木下泉. 2002. スズキと生物多様性ー水産資源生物学の新展開. In 日本水産学会 (監). 155p. 恒星社厚生閣. 東京
- Tanimura, Y., M. Kato, C. Shimada & E. Matsumoto. 2001. Distribution of planktonic and tychopelagic diatom species in surface sediment of Tokyo Bay. *Memoirs of the National Science Museum, Tokyo*, No. 37, 35-51.
- 東京海洋大学魚類学研究室. 2006. 東京湾 魚の自然誌. In 河野博 (監). 253p. 平凡社. 東京.
- 東京湾再生推進会議 東京湾の環境について汚濁負荷量 http://www1.kaiho.mlit.go.jp/KANKYO/TB_Renaissance/AboutEnv/PollutionLoad.htm
- 「東京湾漁場図」を読み解き, 東京湾のいまを考える会 (編). 2009. 明治 41 年「東京湾漁場図」を読む.

- 斗鬼正一. 1993. 佃島の地名—江戸, 東京ウォーターフロントの事例—. In 高橋在久 (編). 東京湾の歴史. pp. 148-157. 築地書館.
- 宇野木早苗・小西達夫. 1998. 埋め立てに伴う潮汐・潮流の減少とそれが物質分布に及ぼす影響. 海の研究 7: 1-9.
- 浦安・聞き書き隊 (編纂). 2009. 浦安市郷土博物館調査報告第5集「ハマん記憶を明日へ」, 聞き書き報告書 I <漁業者・水産関係者編> ~「黒い水事件」から50年~.
- 和田健. 2009. 海の暮らしと房総の民族, 房総の歴史と文化—2. pp.75. 千葉日報社. 千葉.
- 八木宏・石田大暁・山口肇・木内豪・樋田史郎・石井光廣. 2004. 東京湾及び周辺水域の長期水温変動特性. 海岸工学論文集 51: 1236-1240.
- 柳研介. 2010. 人間活動が里海の生物多様性に与える影響, In 平成22年度ちばの里山里海サブグローバル評価シンポジウム「里海—人と自然がつむぎだす豊饒の海—」資料集 p.22.
- 柳研介・浅田正彦・北澤哲弥. 2011. 千葉県における野生生物の現状. 千葉県生物多様性センター研究報告 4: 53-69.
- 柳哲雄. 1998. 沿岸海域の里海化. 水環境学会誌 21(11): 703.
- 柳哲雄. 2006. 里海論. 102pp. 恒星社厚生閣, 東京.

著者: 小倉久子 〒261-0005 千葉市美浜区稲毛海岸 3-5-1 千葉県環境研究センター水質地質部 h.ogr3@pref.chiba.lg.jp; 宮嶋義行 〒260-8667 千葉市中央区市場町 1-1 千葉県農林水産部水産局水産課 y.myjm@pref.chiba.lg.jp; 北澤哲弥 〒260-8682 千葉市中央区青葉町 955-2 千葉県立中央博物館内 千葉県環境生活部自然保護課生物多様性戦略推進室生物多様性センター t.ktzw2@pref.chiba.lg.jp

“Changes in ecosystem services of SATOUMI in chiba prefecture.” Hisako Ogura, Chiba Prefectural Environmental Research Center, 3-5-1 Inagekaigan, Mihana-ku, Chiba 261-0005, Japan. E-mail: h.ogr3@pref.chiba.lg.jp; Yoshiyuki Miyajima, Marine Industries Promotion Division, Bureau of Marine Industries, Agriculture, Forestry and Fisheries Department, Chiba Prefecture, 1-1 Ichibacho, Chuo-ku, Chiba, 260-8667, E-mail: y.myjm@pref.chiba.lg.jp; Tetsuya Kitazawa, Chiba Biodiversity Center, 955-2 Aoba-cho, Chuo-ku, Chiba 260-8682, Japan. E-mail: t.ktzw2@pref.chiba.lg.jp