

漁獲量の推移及び変化の要因に係るこれまでの知見について

きれいで豊かな海の確保に向けた検討に当たり、水環境等と水産資源の状況について、データ等に基づき各種観点から分析・評価を行う必要がある。このため、魚種ごと及び府県ごとに漁獲量の推移について整理を行うとともに、今後の検討に当たって、分析の参考となるよう、魚種ごとの漁獲量の変化の要因について指摘している知見等の整理を行った。

| | |
|-----------------------------|----|
| 1. 漁獲量の推移 | 1 |
| 1.1 漁獲量と栄養塩類の推移 | 1 |
| 1.2 魚種ごとの漁獲量の推移 | 2 |
| 1.3 府県ごとの漁獲量の推移 | 11 |
| 2. 魚種ごとの漁獲量の変化の要因に係るこれまでの知見 | 22 |
| (1) マイワシ | 23 |
| (2) カタクチイワシ・シラス | 29 |
| (3) イカナゴ | 35 |
| (4) サワラ | 43 |
| (5) タチウオ | 46 |
| (6) アサリ | 54 |
| 3. 今後の検討方針 | 62 |

1. 漁獲量の推移

1.1 漁獲量と栄養塩類の推移

改正瀬戸内海環境保全特別措置法の附則に「政府は、瀬戸内海における栄養塩類の減少、偏在等の実態の調査、それが水産資源に与える影響に関する研究努める」と規定されている。

瀬戸内海における総漁獲量及び全窒素濃度の推移についてみると図 1のとおりとなっている。「瀬戸内海における今後の目指すべき将来像と環境保全・再生の在り方について(答申)」においては、瀬戸内海における漁業生産量は、昭和40年から徐々に上昇し、昭和60年にかけてピークに達した後、減少傾向となっている。他方、窒素濃度については昭和51年から昭和56年にかけて減少傾向を示し、その後増加した後、平成8年から減少傾向となっているとされている。

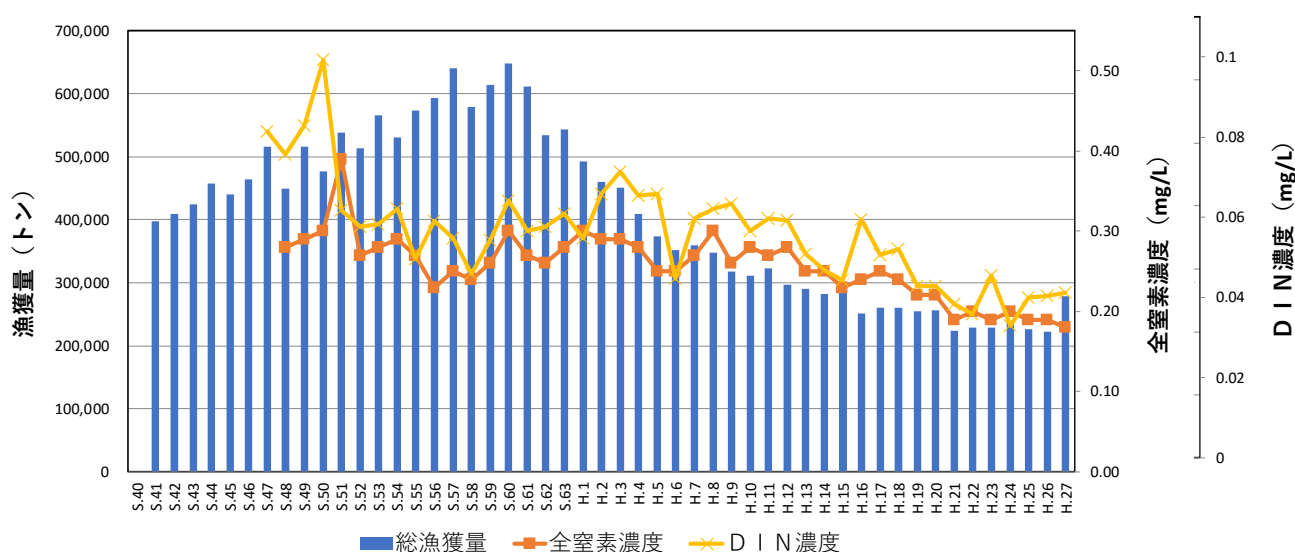


図 1 瀬戸内海の漁獲量の推移(注1、注2)

※注1)海面漁業の漁獲量のみ

※注2)農林水産省の「海面漁業生産統計調査」では瀬戸内海において、クロマグロ、ミナミマグロ、ビンナガ、メバチ、キハダ、マカジキ、メカジキ、クロカジキ類、カツオ、ソウダガツオ類、サメ類、サケ類、マス類、ニシン、サンマ、マダラ、スケトウダラ、ホッケ、メスケ類、キチジ、ハタハタ、ニギス類、キグチ及びウバガイ(ホッキ)の漁獲が確認できるが、これらの種については瀬戸内海外で漁獲された可能性があることから、総漁獲量の集計対象外としている。

注)全窒素濃度のデータは、昭和55年度までは18灘の平均値を単純平均したもの、昭和56年度以降は測定点ごとの年平均値を平均したものである。(広域総合水質調査(環境省))

注)DIN濃度は、測定点ごとの年平均値を平均したものである。(平成26年度まで:広域総合水質調査(環境省)及び浅海定線水質調査の結果、平成27年度:広域総合水質調査(環境省)の結果のみ)

1.2 魚種ごとの漁獲量の推移

魚種によって生活史や食性等が異なり、分布する海域によっても変動要因が異なることも考えられることから、瀬戸内海の魚種について生息層、食性類型、生活圏ごとに魚種を分類するとともに、まずは漁獲量が多い主な魚種ごとの漁獲量の推移、府県ごとの漁獲量の推移を整理した。

表 1 類型ごとの漁獲量が多い魚種

| 生息層分類 | 食性類型 | 生活圏類型 | 魚種 | |
|-------|----------|-------|-------------|------|
| 浮魚 | プランクトン食型 | 交流型 | マイワシ | |
| | | | カタクチイワシ、シラス | |
| | | | サバ類 | |
| | | | マアジ | |
| | 魚食型 | 交流型 | イカナゴ | |
| | | | サワラ類 ブリ類 | |
| 底魚 | プランクトン食型 | 交流型 | イボダイ | |
| | 魚食型 | | タチウオ | |
| | | | エソ類 | |
| | | | ヒラメ | |
| | ベントス食型 | 交流型 | スズキ類 | |
| | | | アナゴ類 | |
| | | | ハモ マダイ | |
| | | 内海型 | カレイ類 | |
| | | | 内海型 | アサリ類 |
| | | | | エビ類 |
| タコ類 | | | | |

※出典)瀬戸内海漁場適正栄養レベル検討業務報告書(1994, 日本水産資源保護協会)、新版 魚類学(下)(1986, 落合明・田中克)、他をもとにして作成

※海面漁業の漁獲量のみ

交流型:生活史の一部を瀬戸内海外に依存している(系群が主である)魚種

内海型:生活史が瀬戸内海で完結している(系群が主である)魚種

1) まいわし

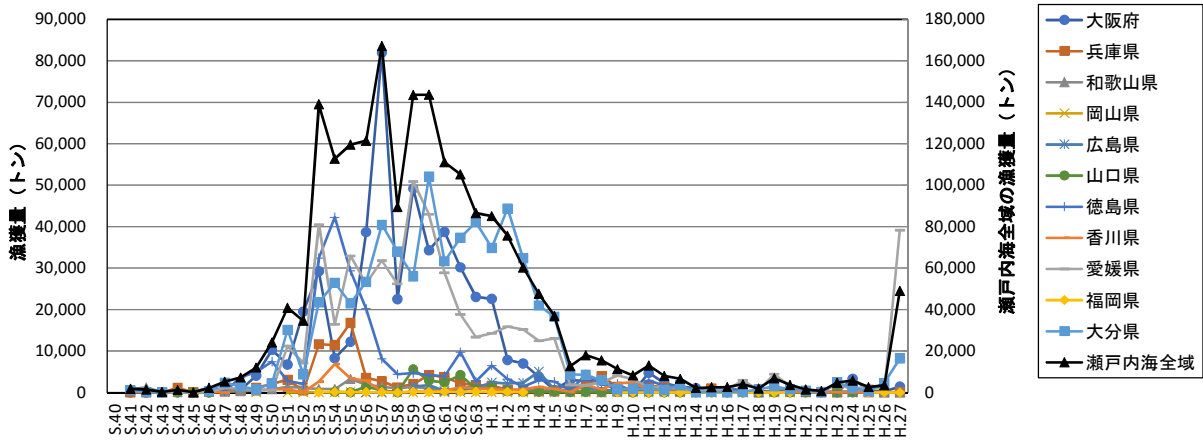


図 2 まいわしの漁獲量の推移

2) かたくちいわし・しらす

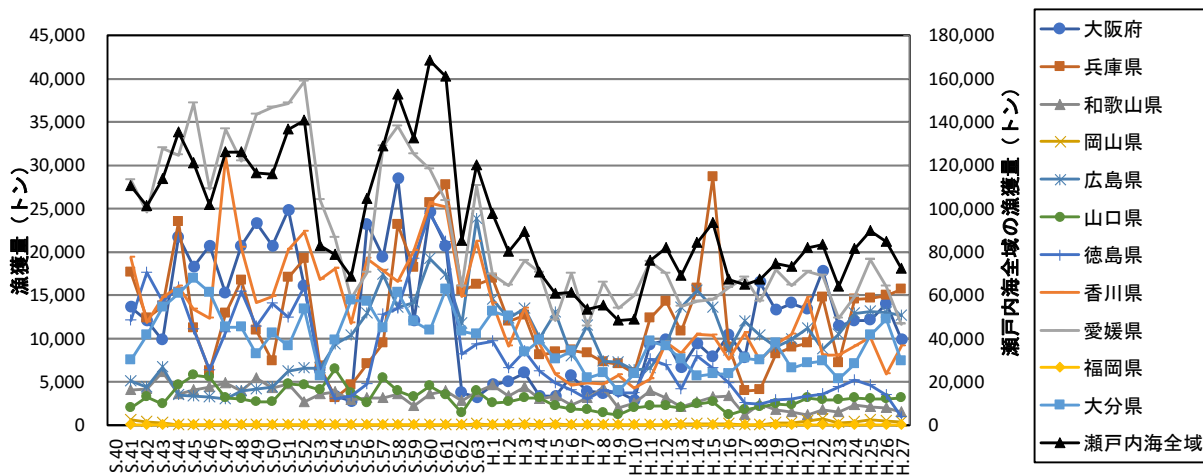


図 3 かたくちいわし・しらすの漁獲量の推移

3) さば類

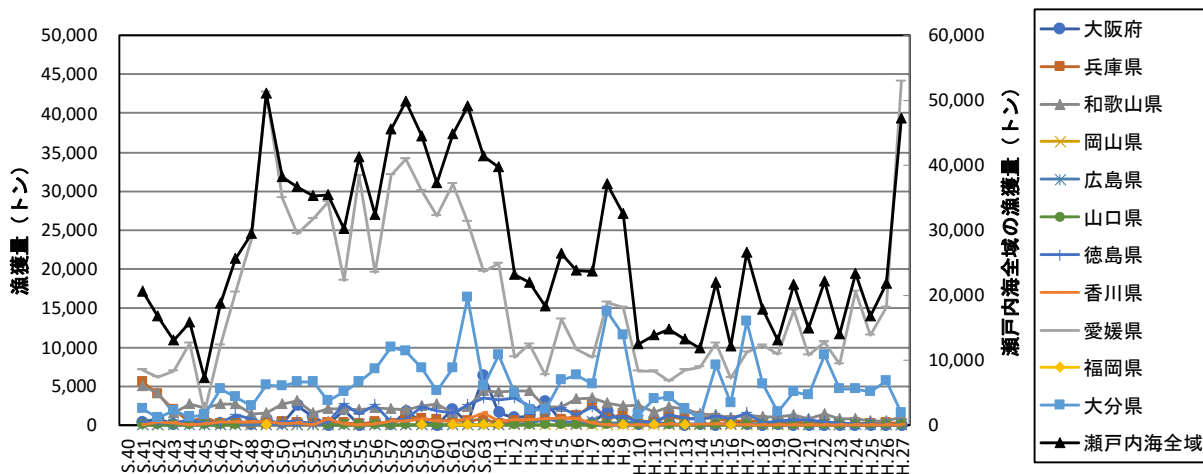


図 4 さば類の漁獲量の推移

4) まあじ

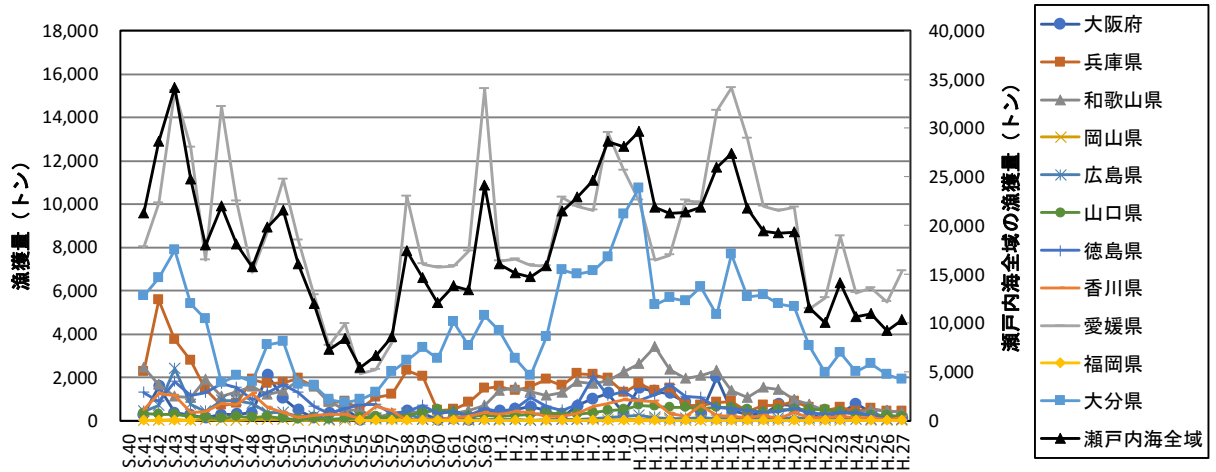


図 5 まあじの漁獲量の推移

5) いかなご

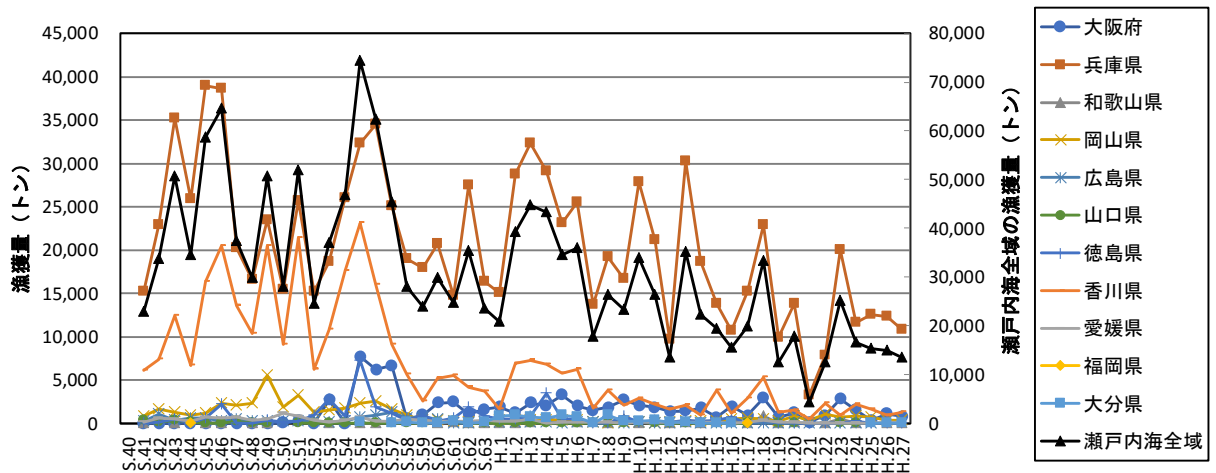


図 6 いかなごの漁獲量の推移

6) さわら類

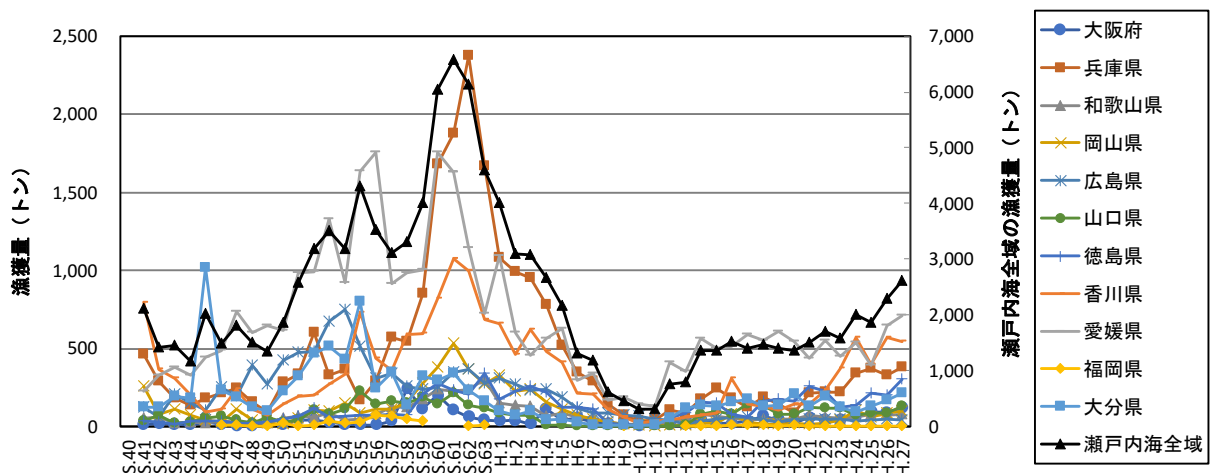


図 7 さわら類の漁獲量の推移

7) ぶり類

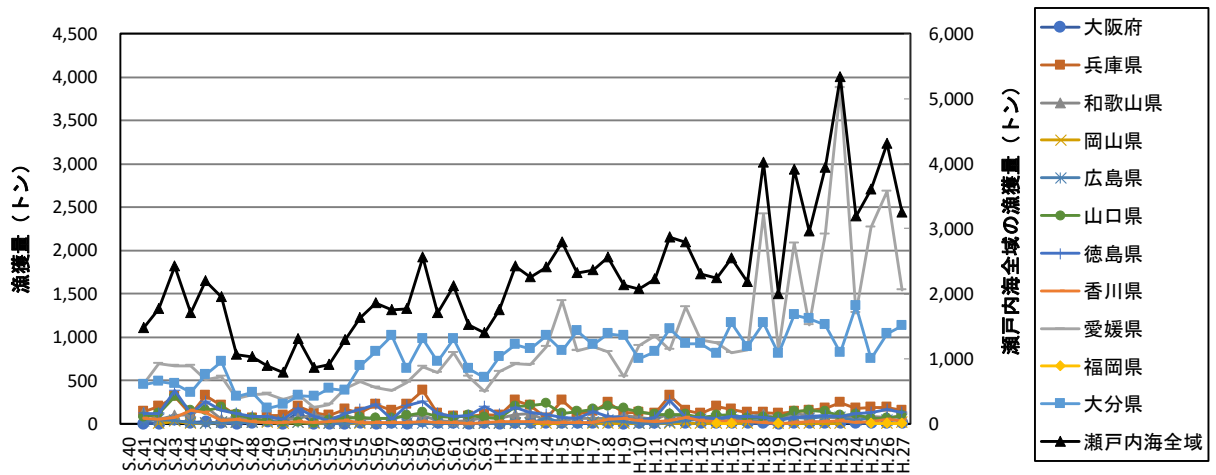


図 8 ぶり類の漁獲量の推移

8) いぼだい

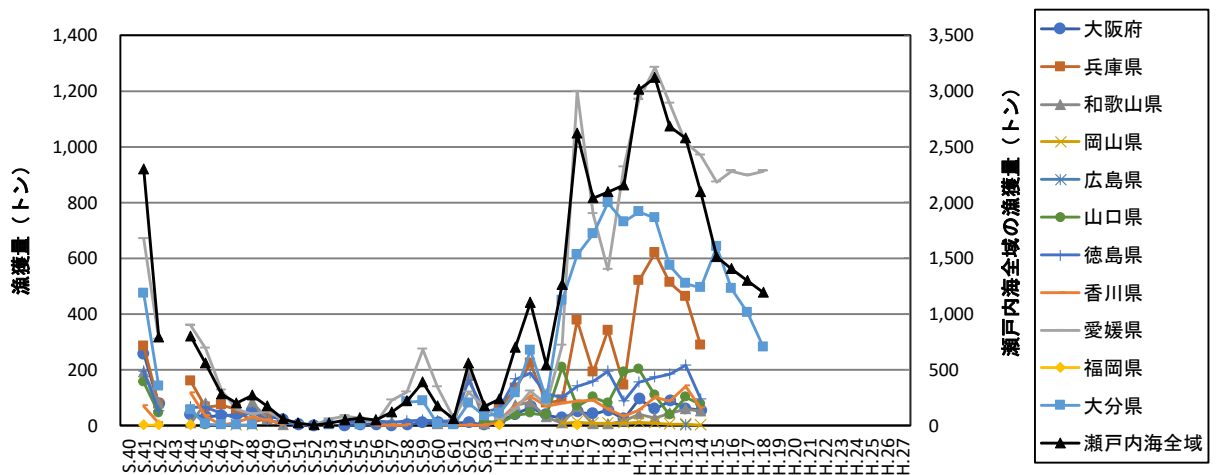


図 9 いぼだいの漁獲量の推移

9) たちうお

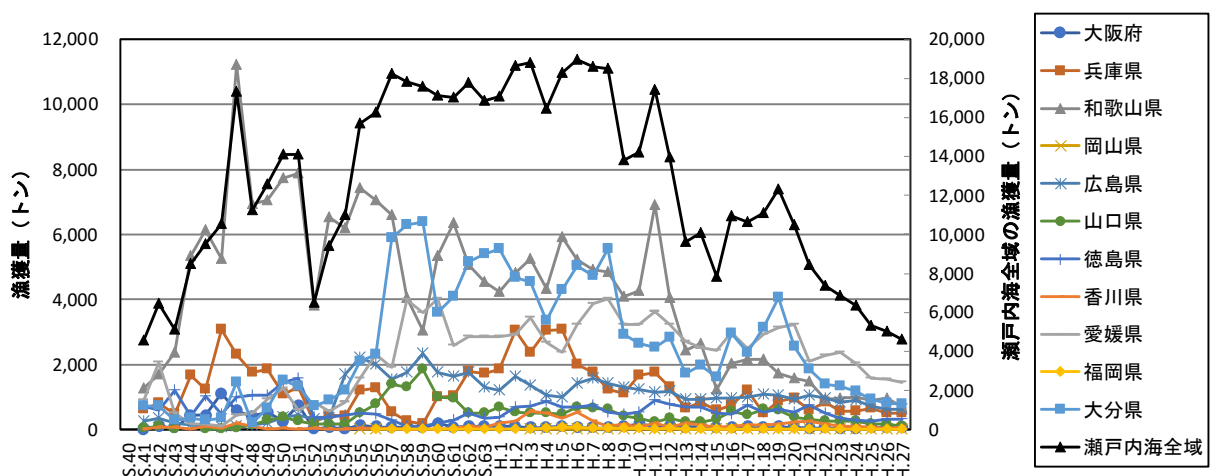


図 10 たちうおの漁獲量の推移

10) えそ類

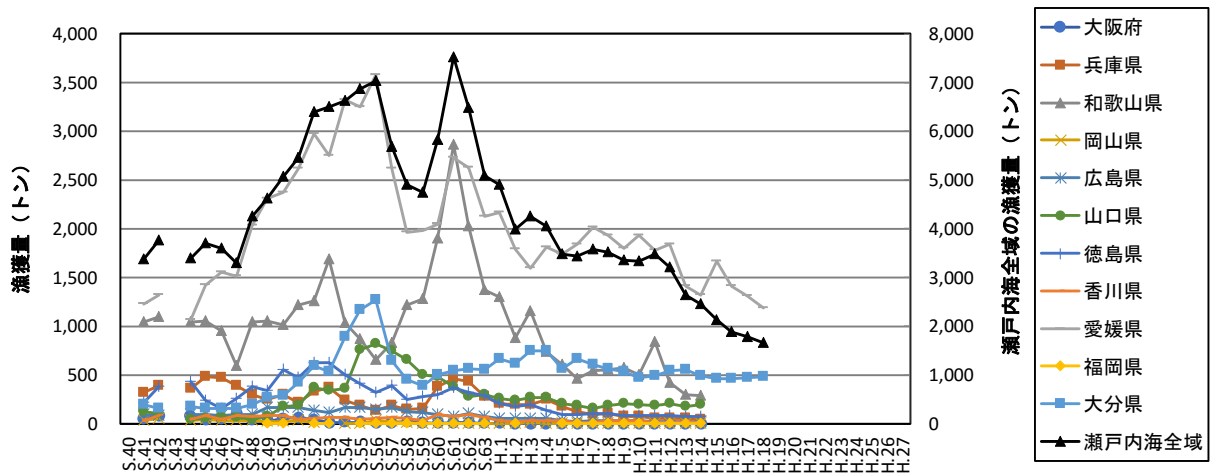


図 11 えそ類の漁獲量の推移

11) ひらめ

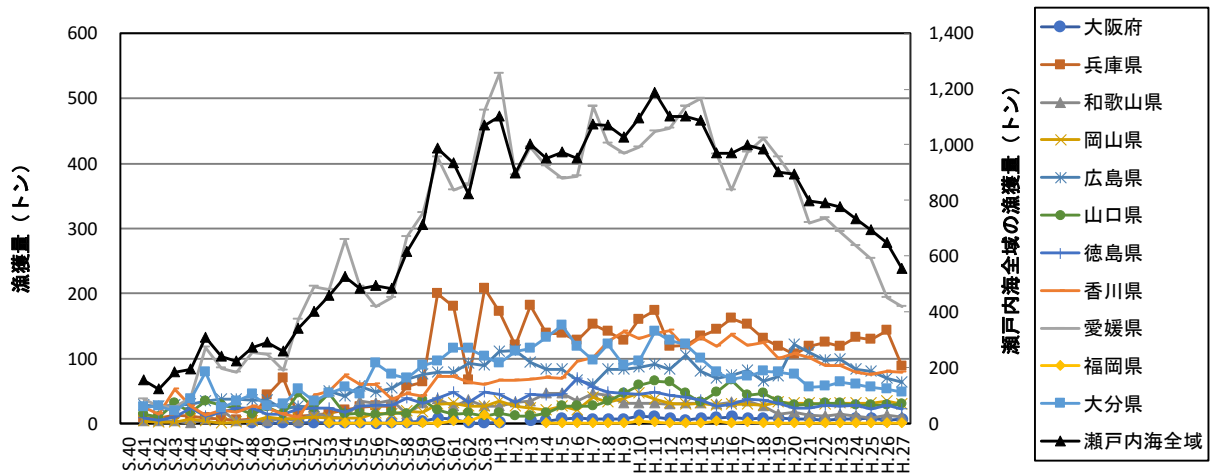


図 12 ひらめの漁獲量の推移

12) すずき類

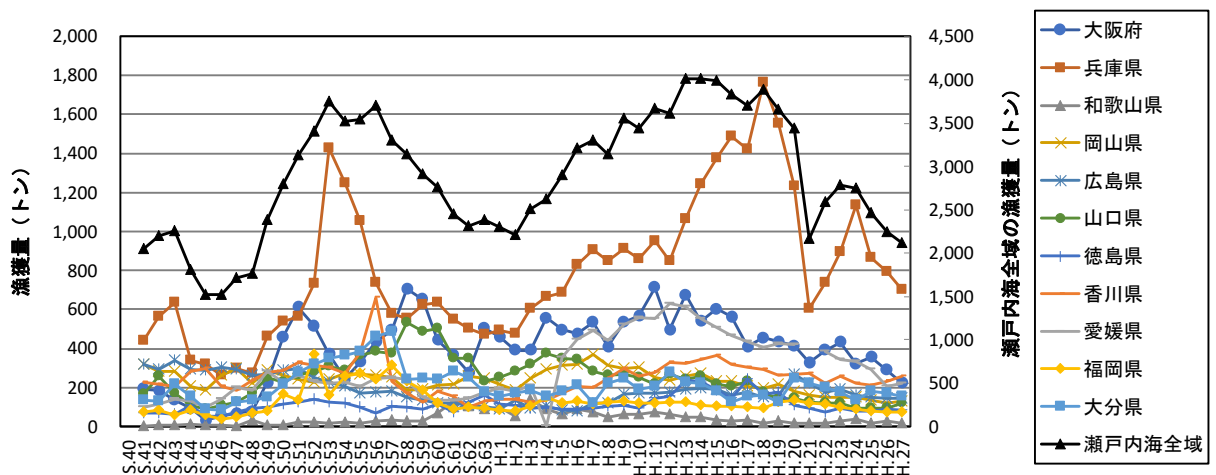


図 13 すずき類の漁獲量の推移

13) あなご類

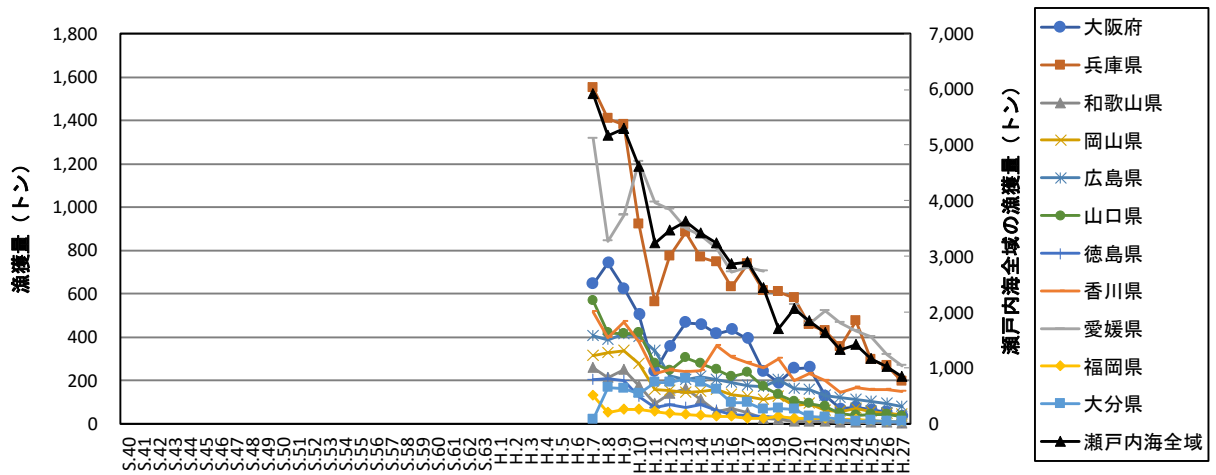


図 14 あなごの漁獲量の推移

14) はも

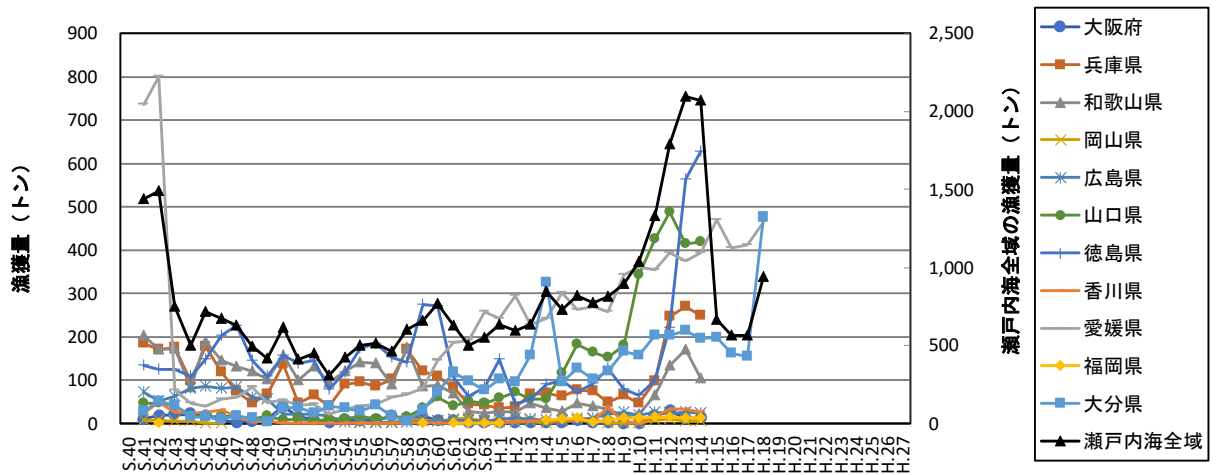


図 15 はもの漁獲量の推移

15) まだい

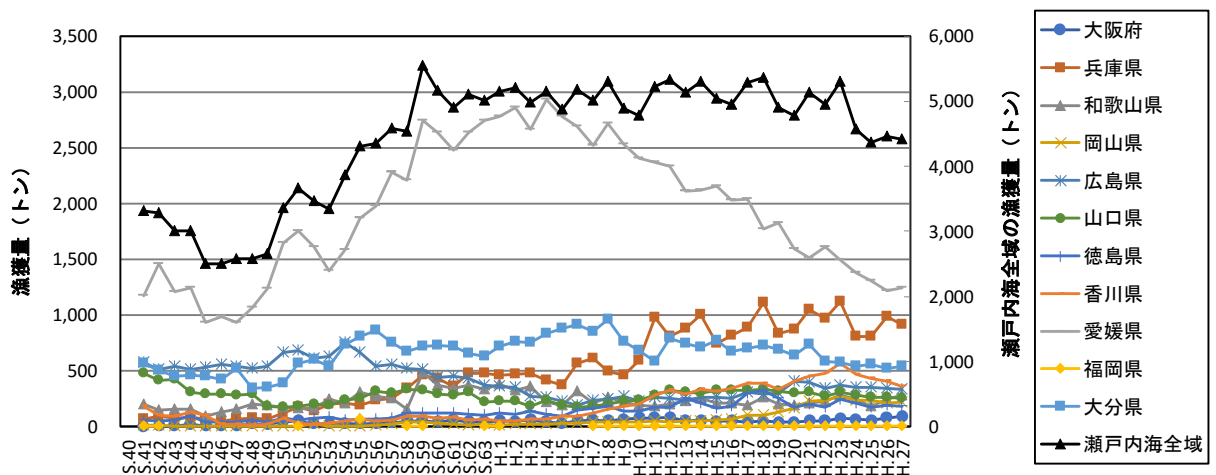


図 16 まだいの漁獲量の推移

16) かれい類

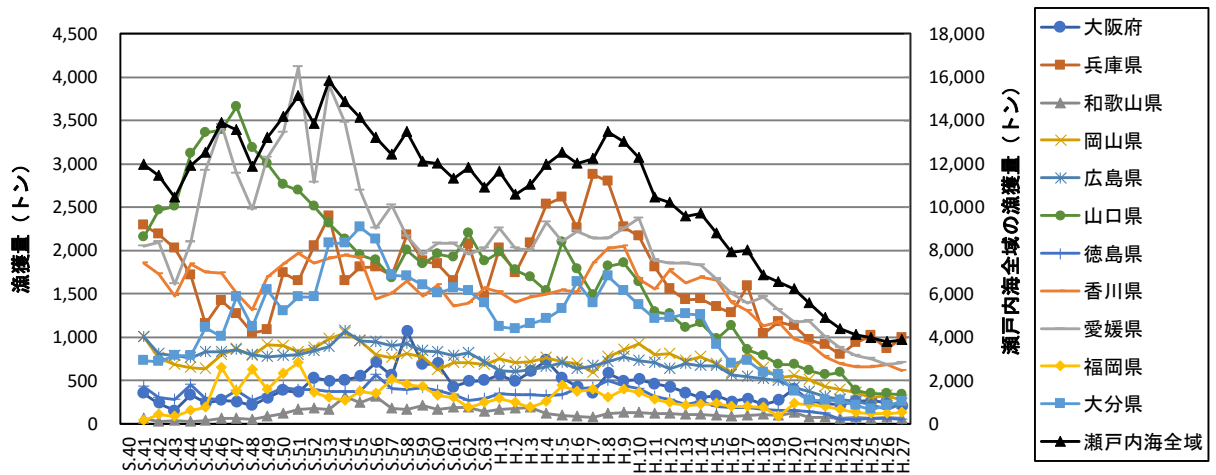


図 17 かれいの漁獲量の推移

17) あさり類

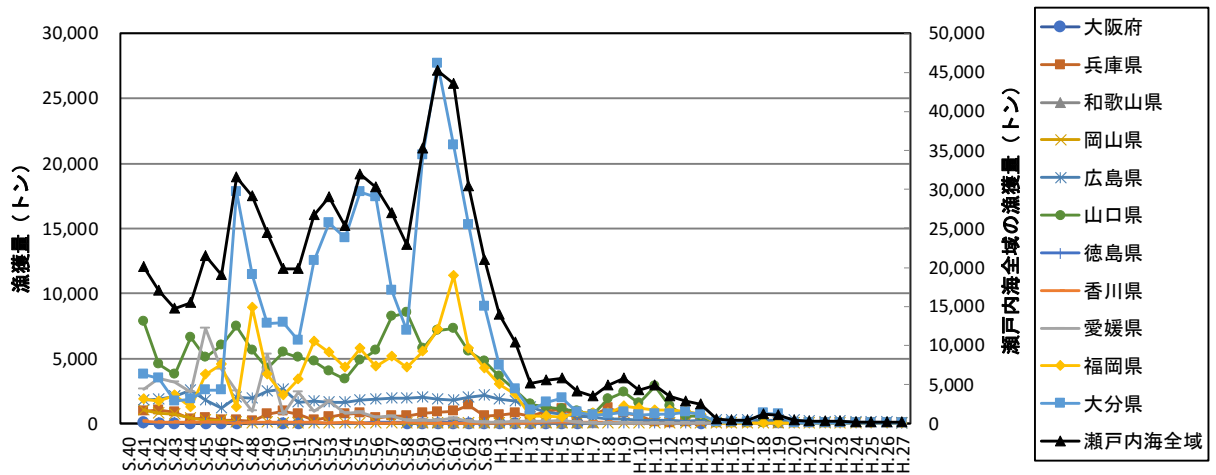


図 18 あさり類の漁獲量の推移

18) えび類

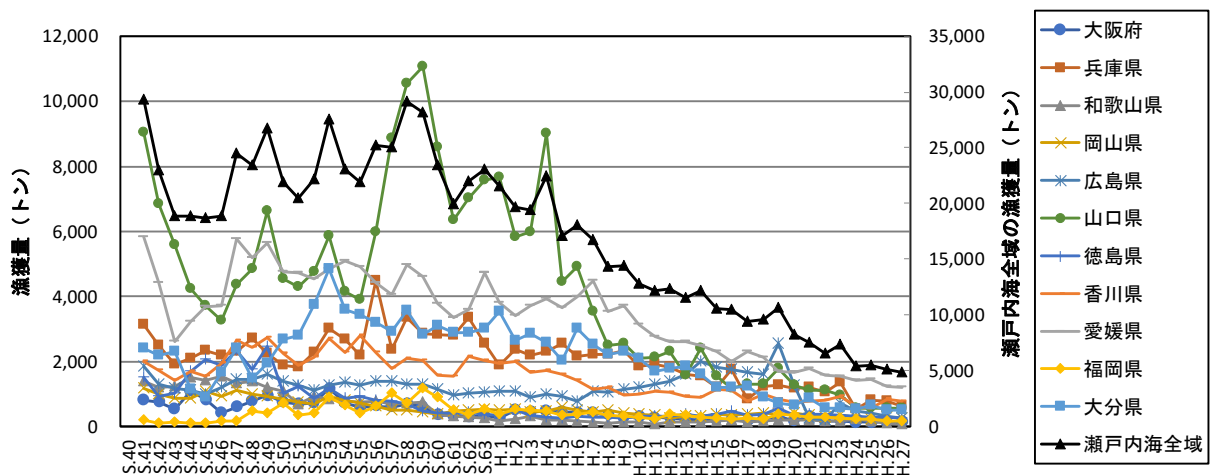


図 19 えび類の漁獲量の推移

1.3 府県ごとの漁獲量の推移状況

1) 大阪府

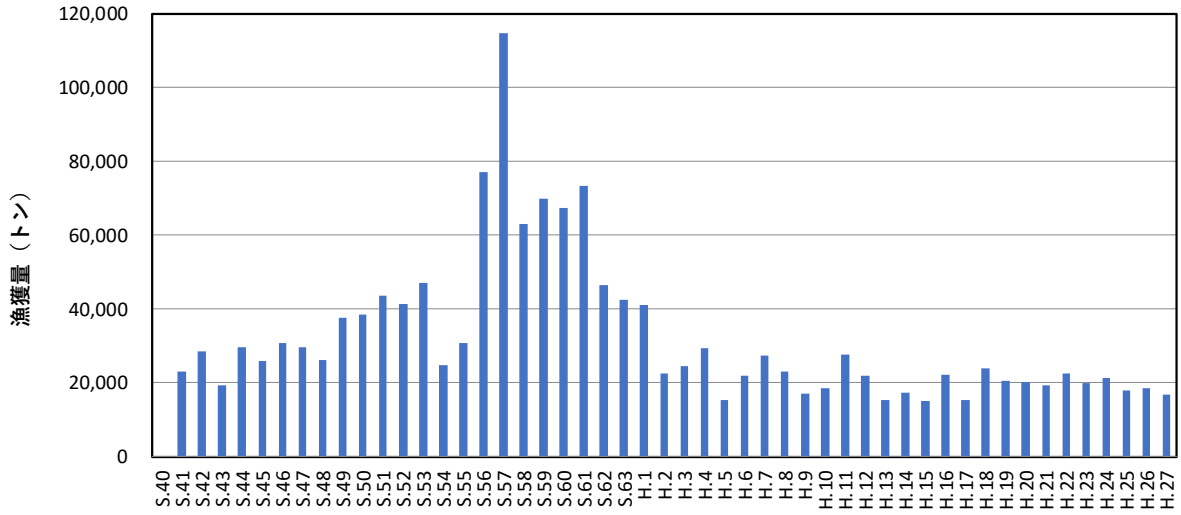


図 21 大阪府の総漁獲量の推移

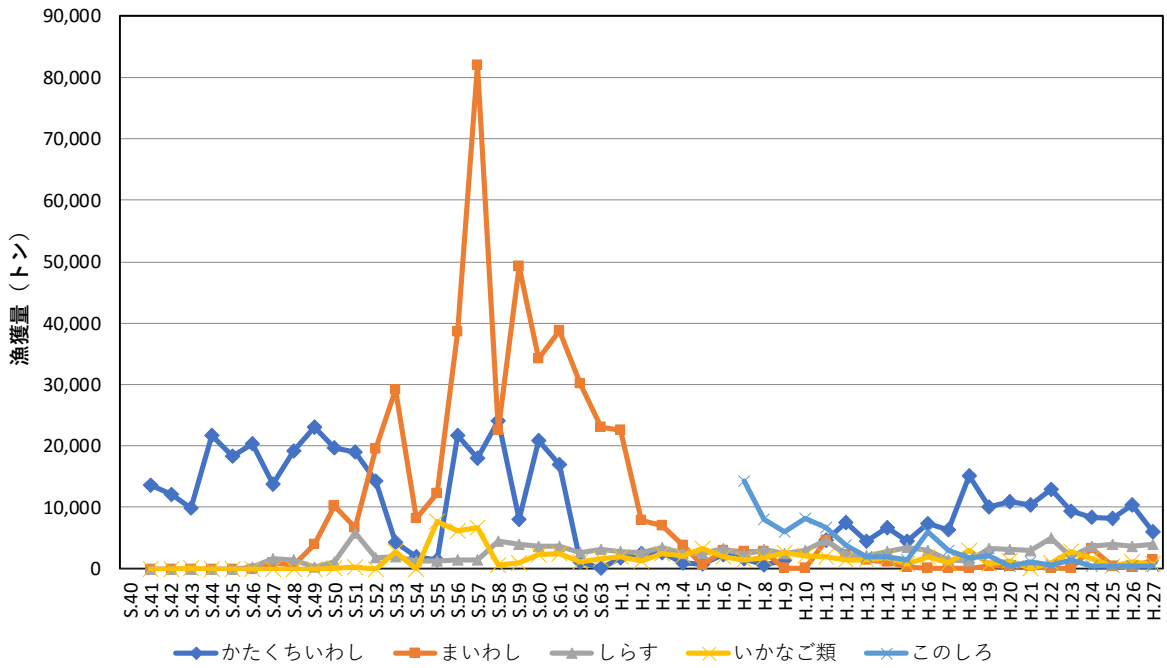


図 22 大阪府の上位5種の漁獲量の推移

※上位5種とは昭和41年から平成27年までの間の漁獲量の合計が多い順に5種

2) 兵庫県

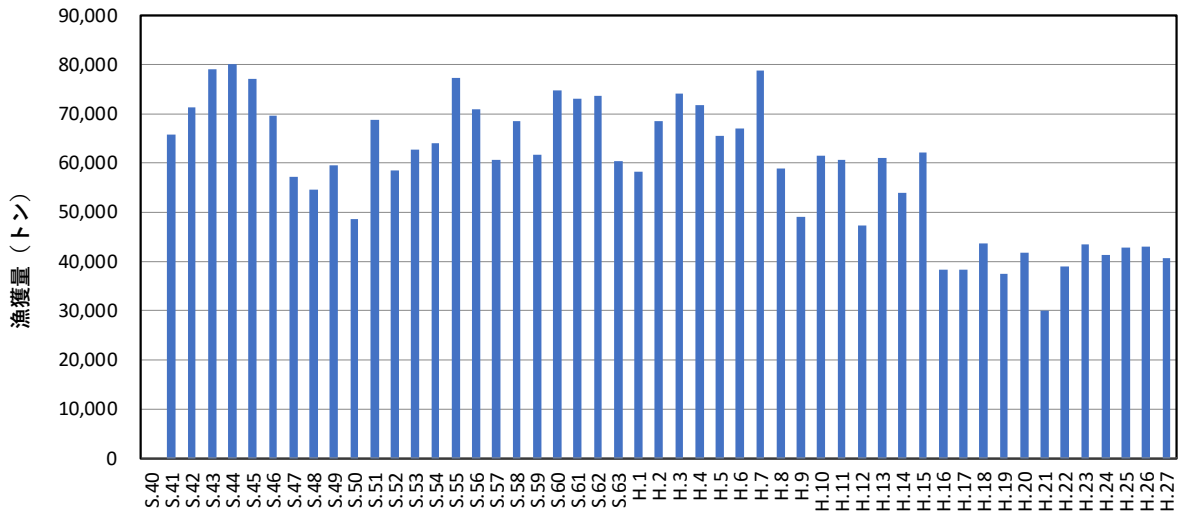


図 23 兵庫県の総漁獲量の推移

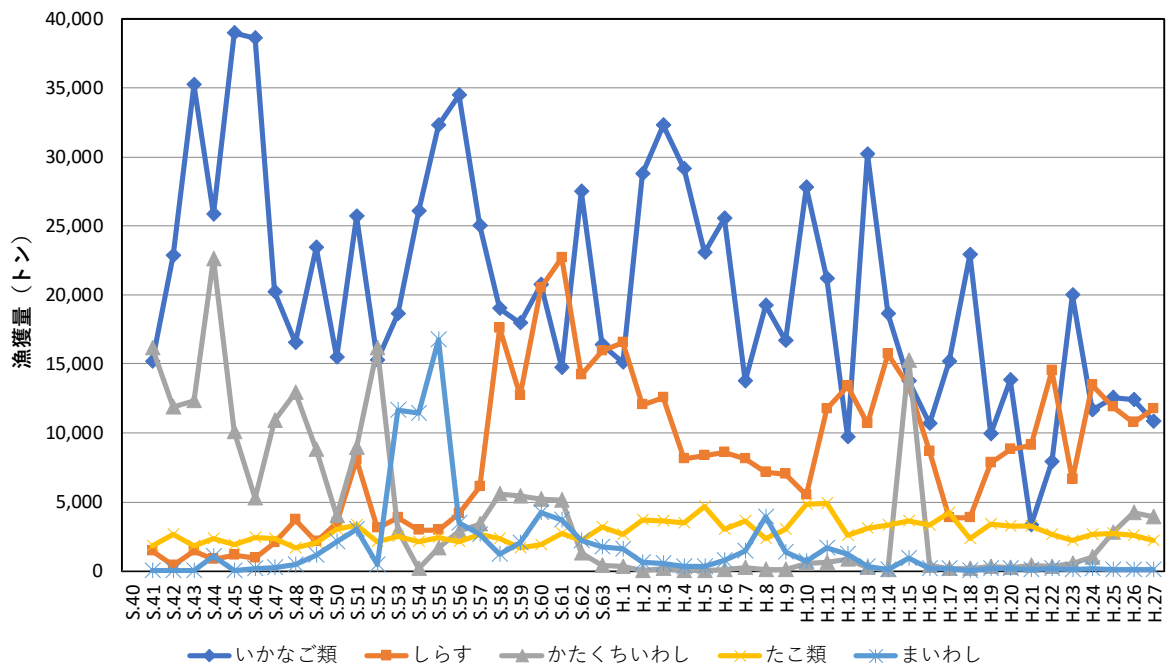


図 24 兵庫県の上位5種の漁獲量の推移

3) 和歌山県

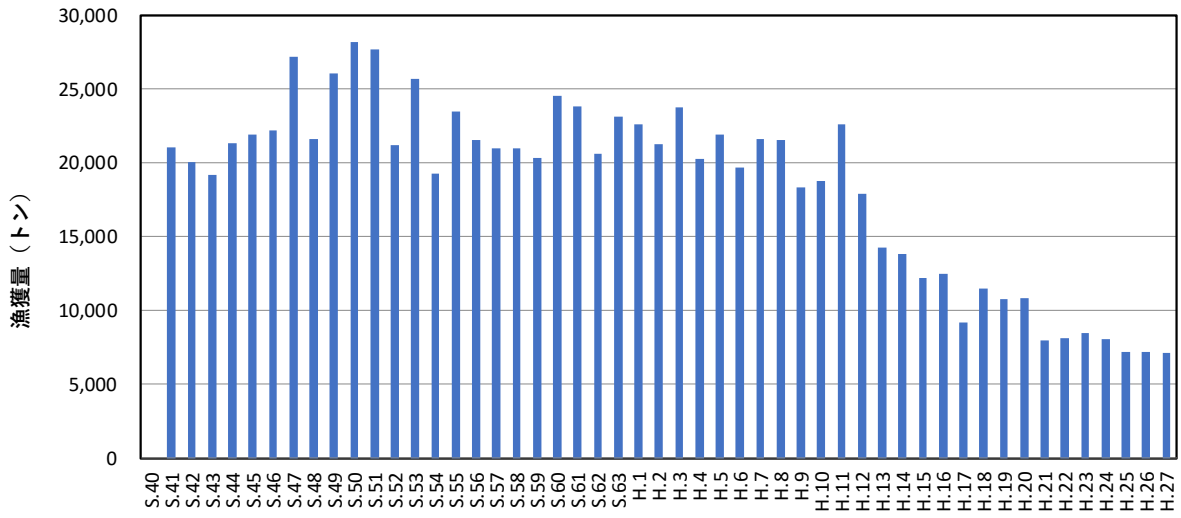


図 25 和歌山県の総漁獲量の推移

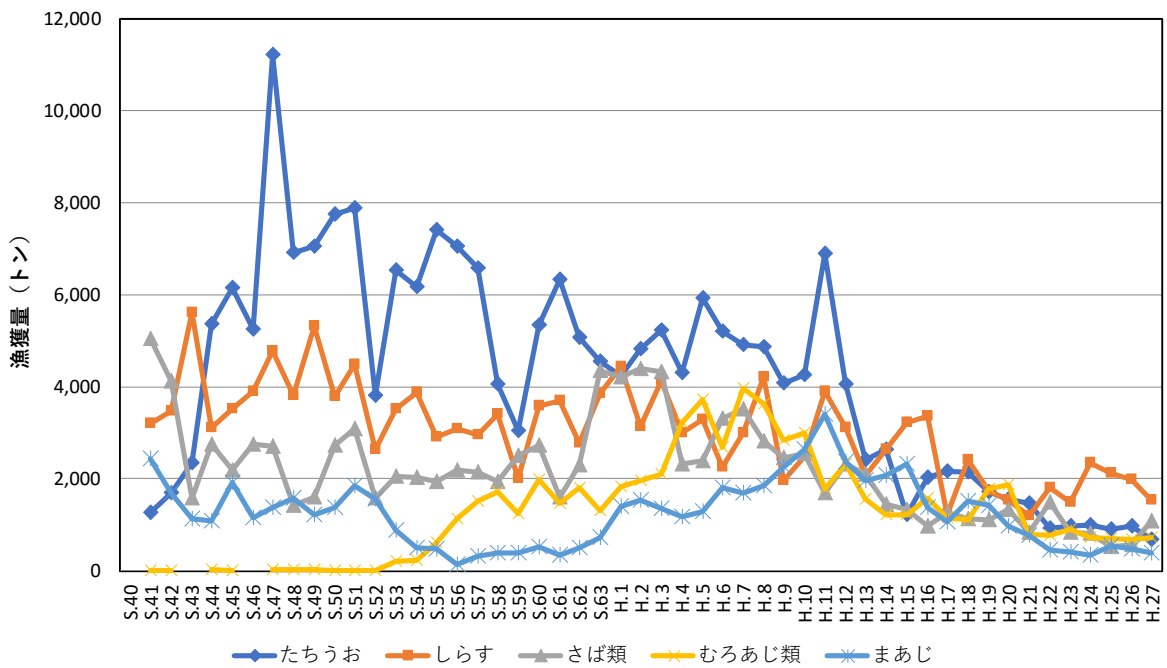


図 26 和歌山県の上位5種の漁獲量の推移

4) 岡山県

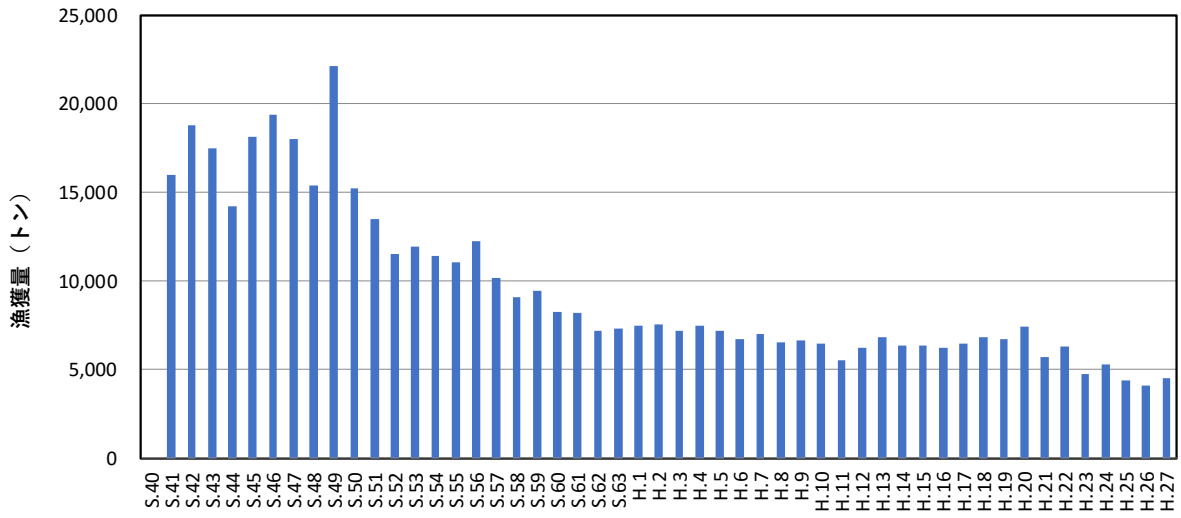


図 27 岡山県の総漁獲量の推移

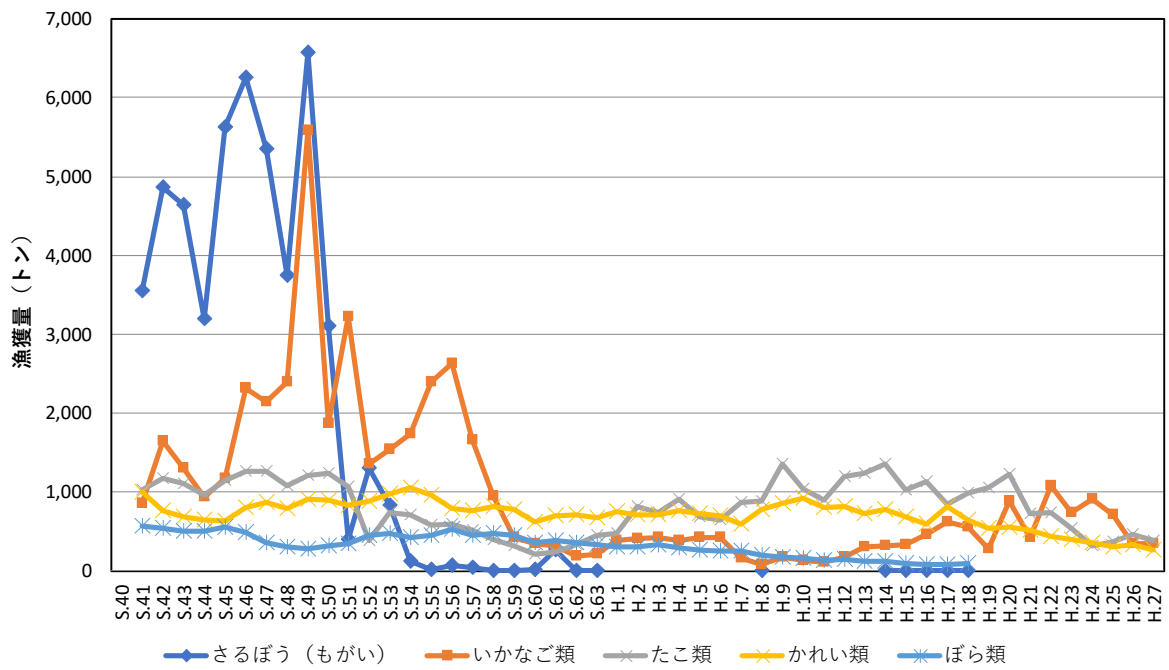


図 28 岡山県の上位5種の漁獲量の推移

5) 広島県

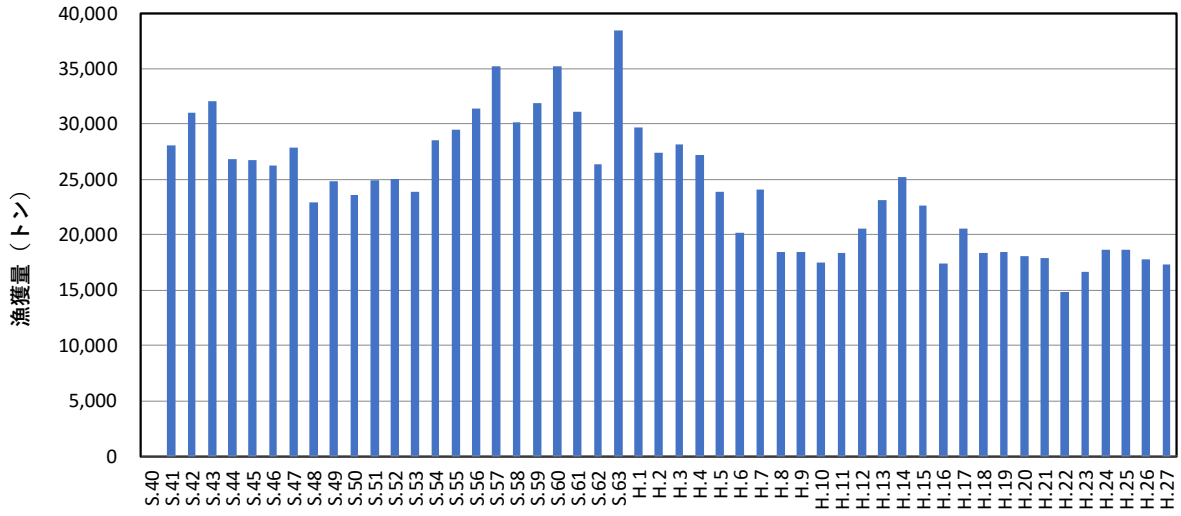


図 29 広島県の総漁獲量の推移

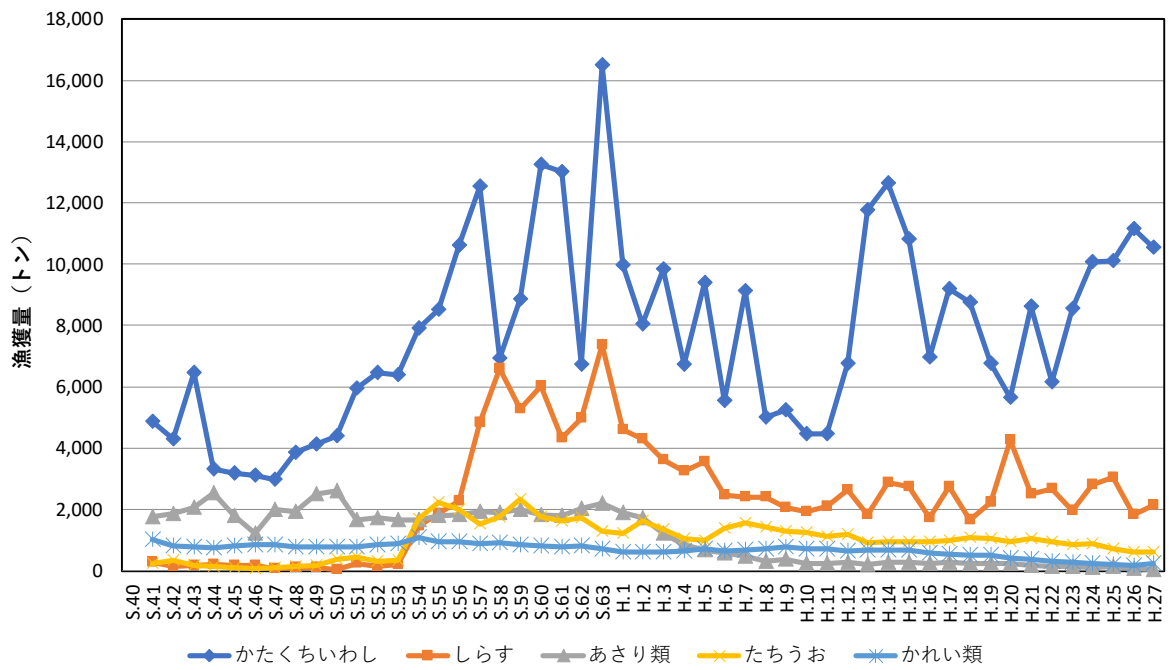


図 30 広島県の上位5種の漁獲量の推移

6) 山口県

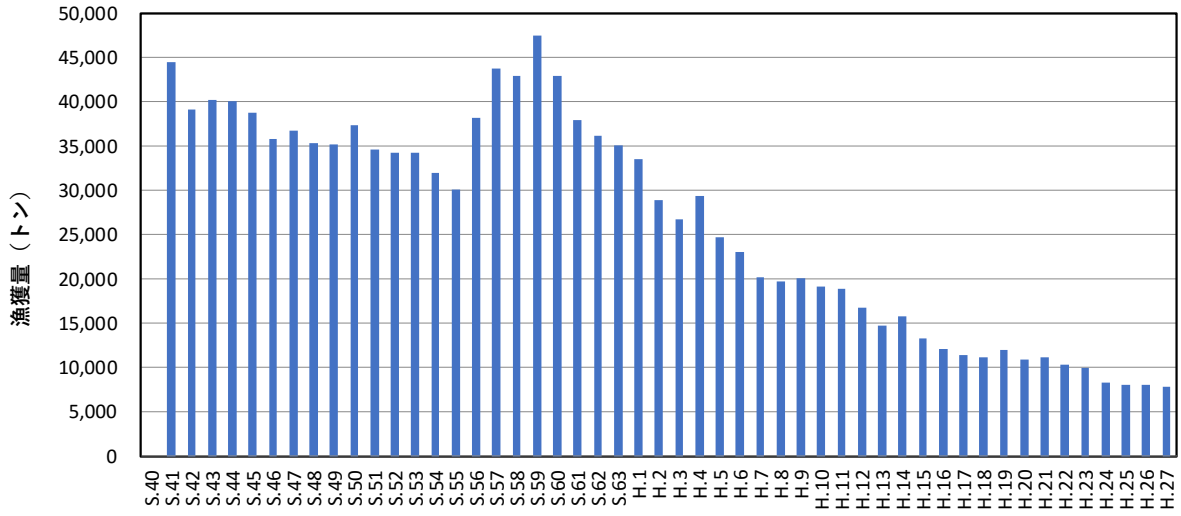


図 31 山口県の総漁獲量の推移

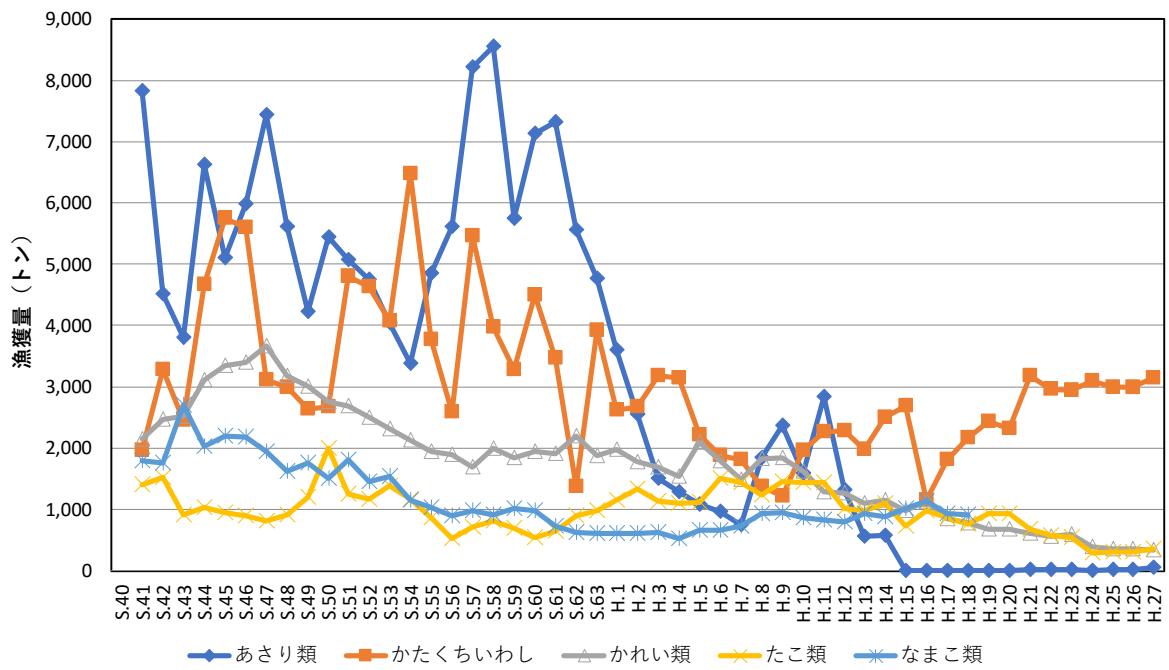


図 32 山口県の上位5種の漁獲量の推移

7) 徳島県

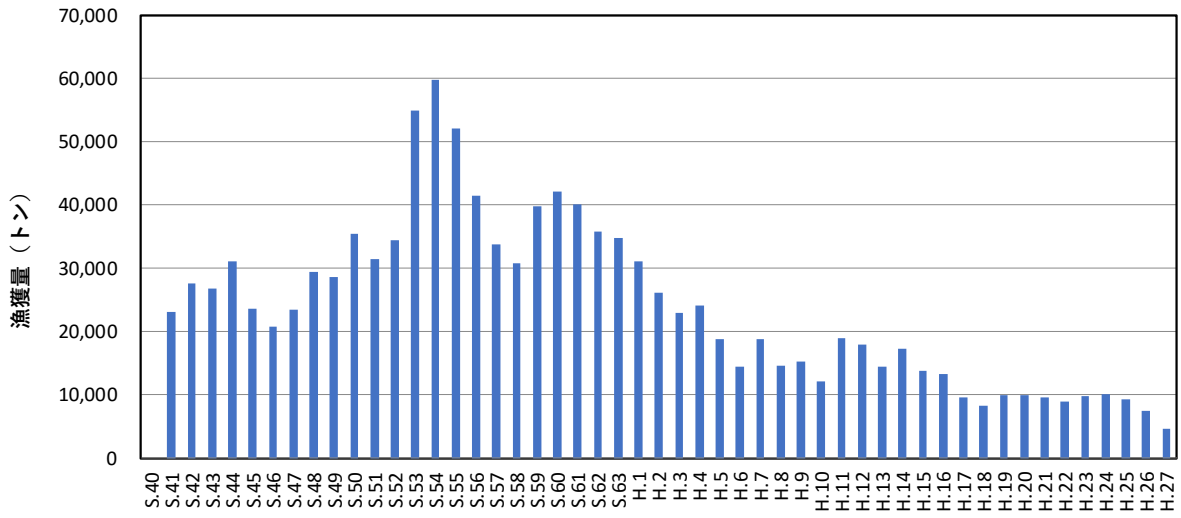


図 33 徳島県の総漁獲量の推移

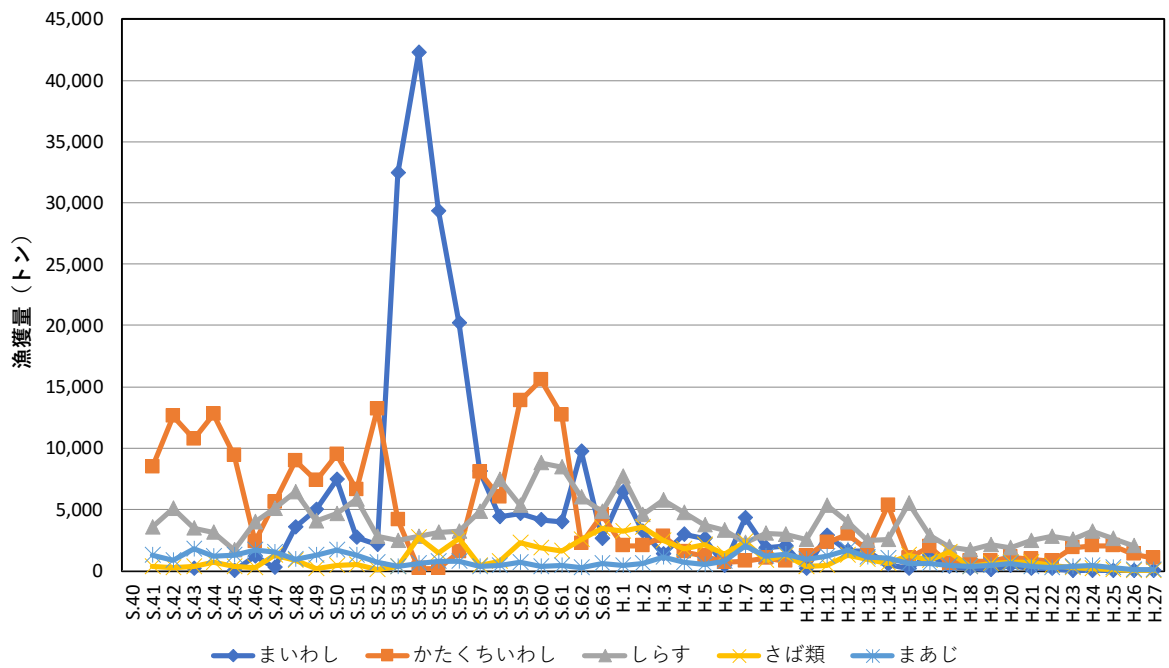


図 34 徳島県の上位5種の漁獲量の推移

8) 香川県

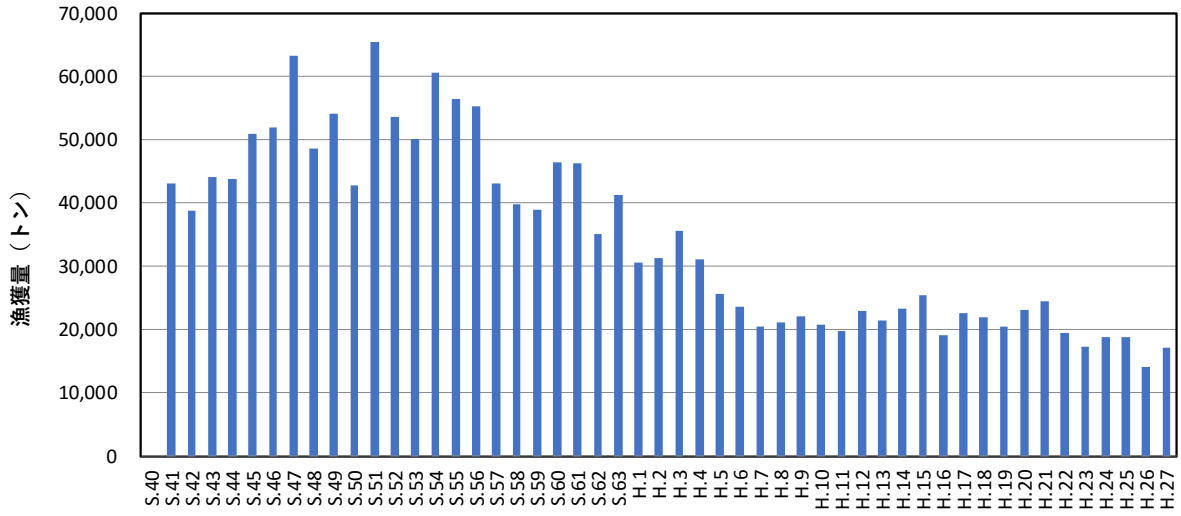


図 35 香川県の総漁獲量の推移

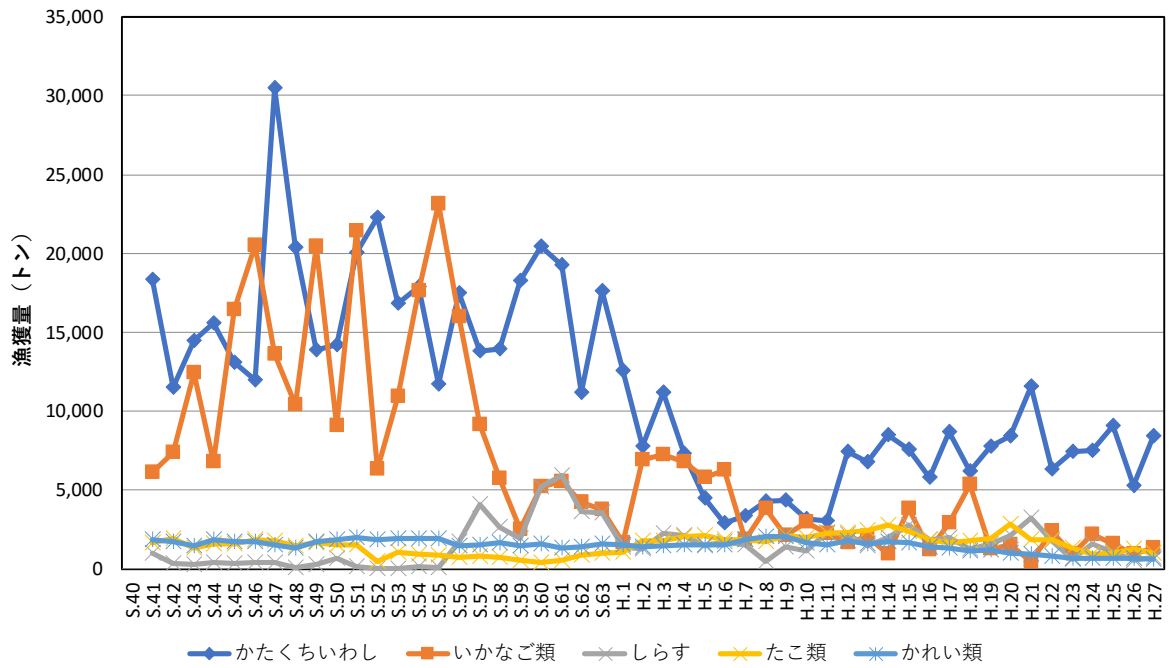


図 36 香川県の上位5種の漁獲量の推移

9) 愛媛県

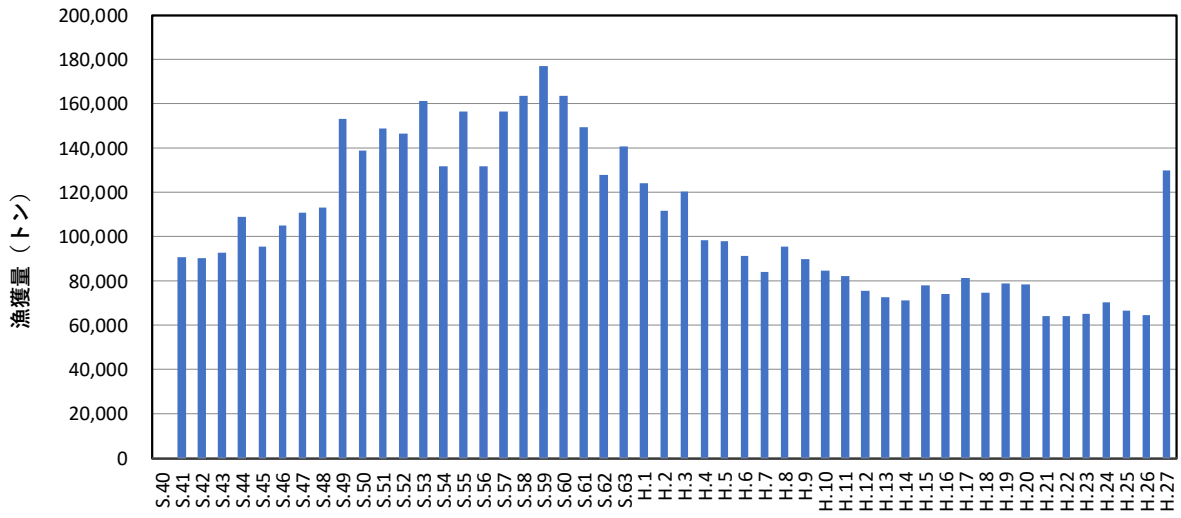


図 37 愛媛県の総漁獲量の推移

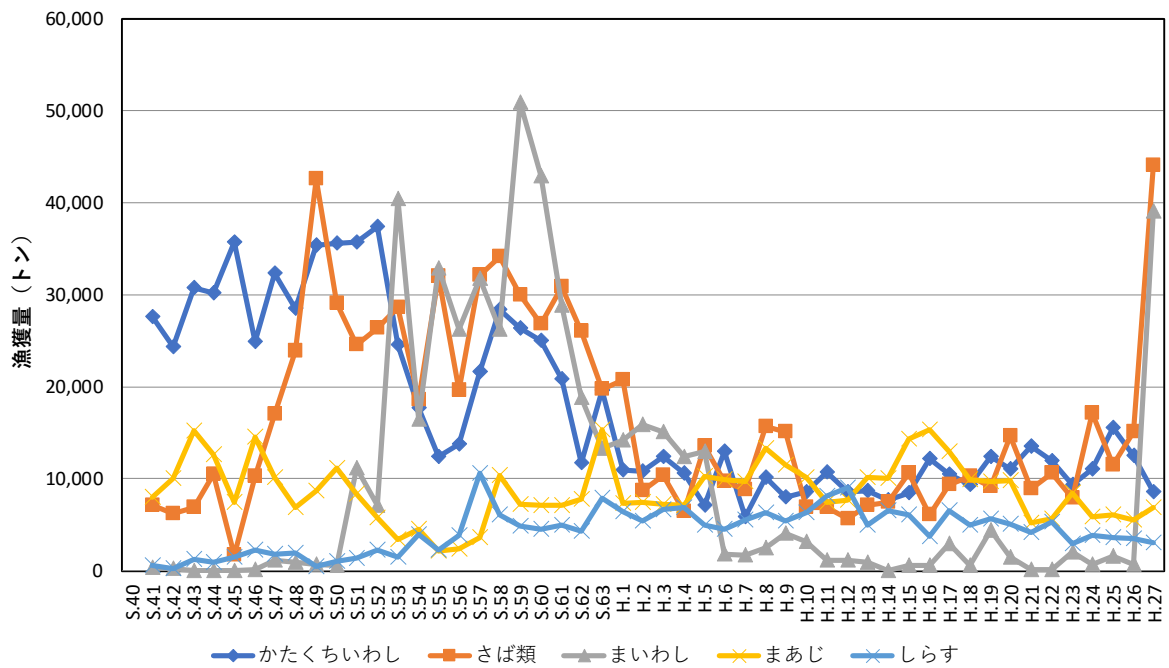


図 38 愛媛県の上位5種の漁獲量の推移

10) 福岡県

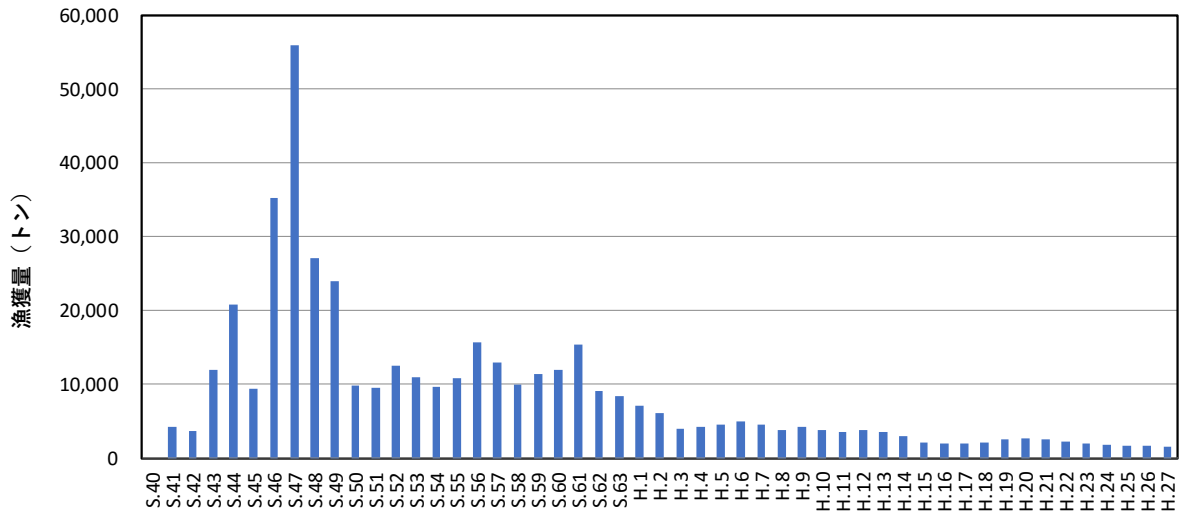


図 39 福岡県の総漁獲量の推移

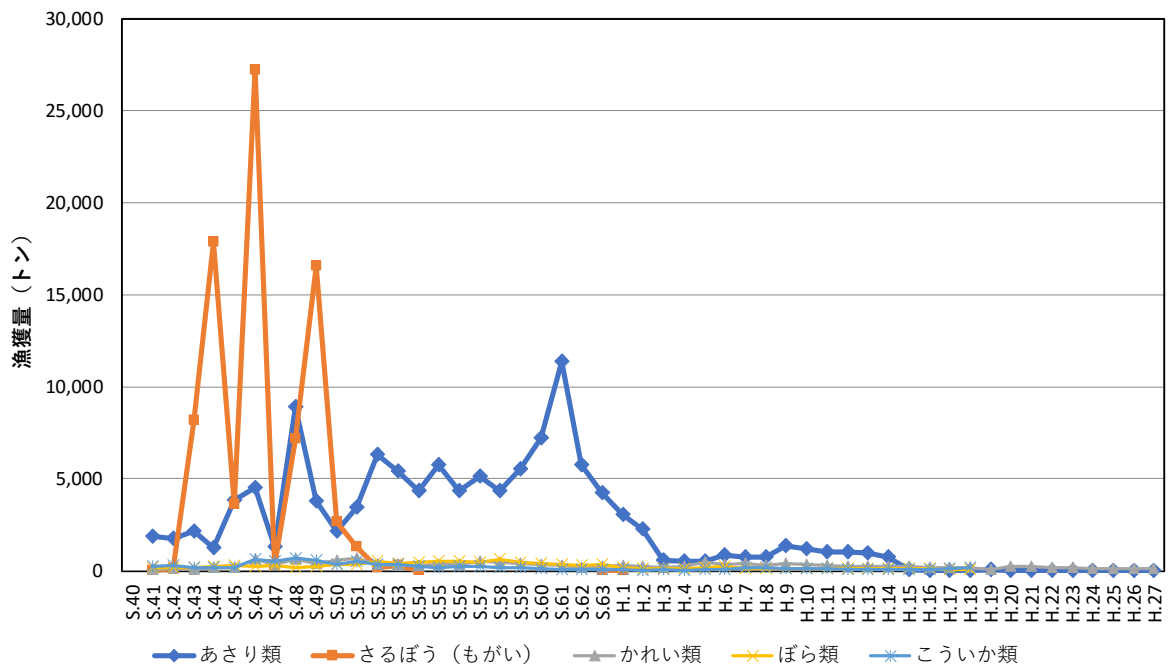


図 40 福岡県の上位5種の漁獲量の推移

11) 大分県

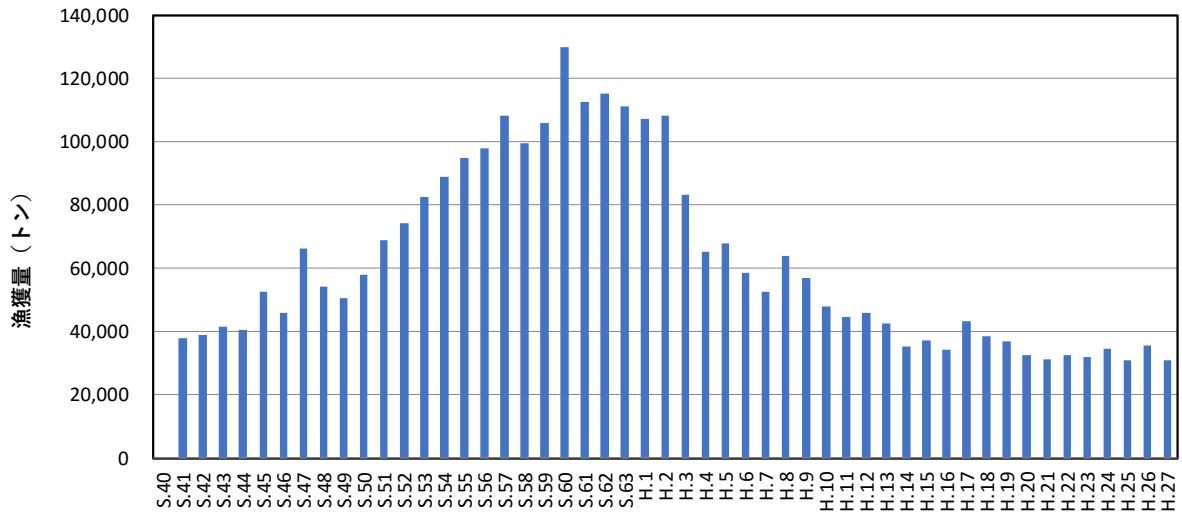


図 41 大分県の総漁獲量の推移

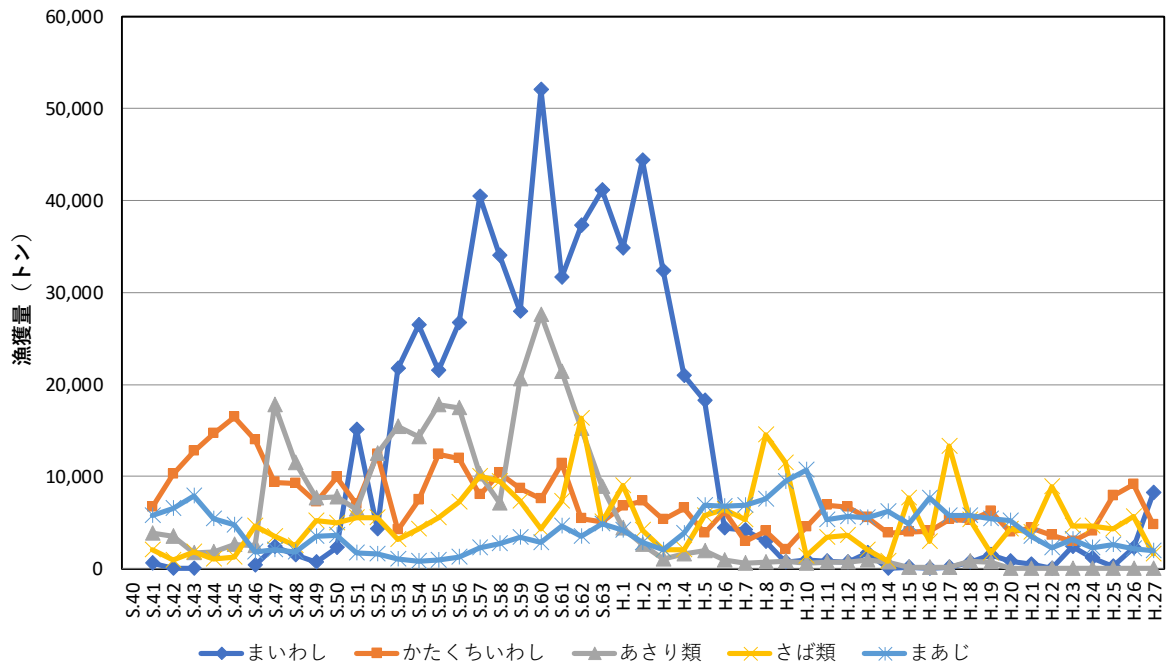


図 42 大分県の上位5種の漁獲量の推移

2. 漁獲量の変化の要因等に係るこれまでの知見

漁獲量の変動と栄養塩類をはじめとする水環境との関係について、今後、分析を進める際の参考となるよう、生物学的特性・生活史や漁獲量の変化の要因等について幾つかの文献でこれまでに知見が得られた下記の魚種について、指摘されている変化の要因等の整理を行った。

| | |
|-----------------|----|
| (1) マイワシ | 23 |
| (2) カタクチイワシ・シラス | 29 |
| (3) イカナゴ | 35 |
| (4) サワラ | 43 |
| (5) タチウオ | 46 |
| (6) アサリ | 54 |

(1) マイワシ

a. 生物学的特性・生活史¹

マイワシの幼稚魚の分布・回遊は、生育初期の海流による移流のされ方によって大きく2つの形態に分けられる。黒潮周辺で孵化後、沿岸域への流れにとりこまれて沿岸域で成長し、沿岸漁場でシラス～幼魚期から漁獲対象となるもの（以下、沿岸加入群）、及び黒潮によって東方へ移送され、近海から東経165～170度に及ぶ黒潮親潮移行域で成長して道東～千島列島東方沖の亜寒帯域で夏季の索餌期を過ごし、秋冬季に南下して漁場に参加するもの（以下、沖合加入群）がある（図 43）。沖合加入群の分布範囲は海流の移送に依存するため、加入量の多寡を反映せず、加入量が低くても広域に分布する。沿岸と沖合のいずれの加入群になるかは、産卵場周辺の海況状況に因って偶然に決まるものと考えられる。また、両者には孵化日組成に違いがみられ、沿岸加入群には長期間にわたる産卵期を反映して、様々な孵化日の個体が出現するが、沖合加入群には、近年の調査結果からは、稚仔魚期が植物プランクトンの春季ブルーム時期と一致する、3～5月（4月中心）に孵化した個体だけがみられる。沿岸加入群と沖合加入群は独立した群ではないが、主たる発生時期や生育場が異なり、加入動向は必ずしも一致しない。

1歳魚以上では、黒潮周辺で越冬、産卵後、夏秋季には黒潮周辺の沿岸域で対流あるいは小規模な索餌回遊を行うもの、及び北方へ索餌回遊するものがある。北方への索餌回遊範囲は資源量水準によって大きく変化する。1980年代（昭和55年から平成2年）の高水準期には、三陸～道東沖から千島列島東方沖の天皇海山付近～西経域に達する広大な亜寒帯域を回遊した。資源量が減少し、100万トンを下回った1990年代（平成4年から平成11年）には三陸北部～道東沖の親潮域までに、さらに50万トンを下回った2000年代（平成12年から平成21年）には常盤海域の黒潮続流周辺から三陸南部の親潮の南縁付近までに縮小した。最近では平成22年の高い加入量によって資源量が増加し、平成23年以降、三陸北部～道東沖まで回遊がみられている。

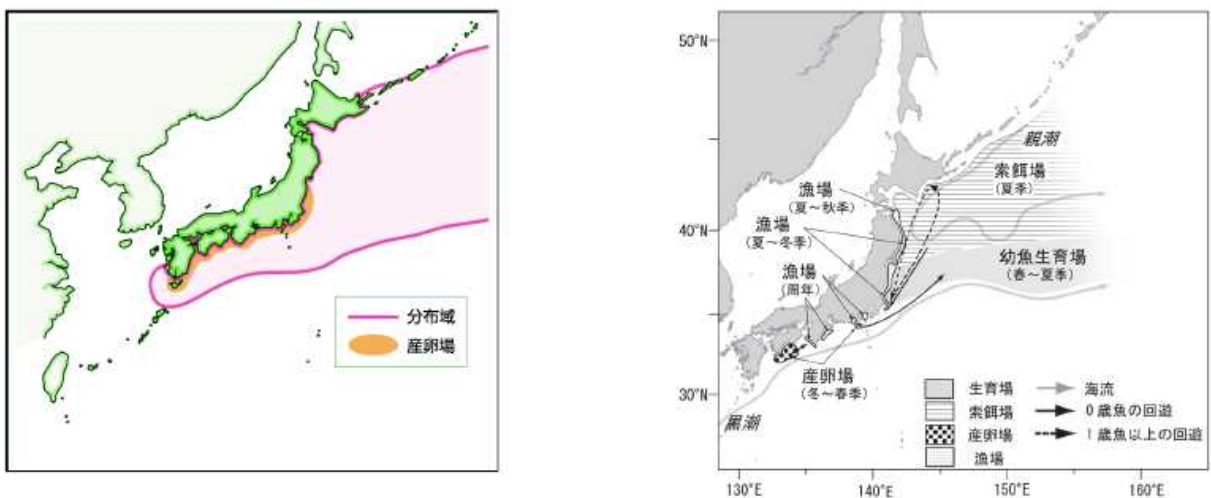


図 43 分布・回遊及び生活史と漁場形成の模式図¹

¹ 水産庁 増殖推進部(2017):平成 28 年度マイワシ太平洋系群の資源評価.

b. 漁獲量の変化の動向

マイワシの瀬戸内海（響灘を除く）及び漁獲量の多い府県における漁獲量変化を図 44 に示す。

瀬戸内海全域の漁獲量は昭和53年に急増し、昭和57年にピークをむかえた。昭和60年から平成6年にかけて減少し、その後は横ばいが続いていたが、平成27年にやや増加している。

大阪府と愛媛県の漁獲量は概ね同様の傾向であったが、漁獲量のピークは大阪府が昭和57年、愛媛県が昭和59年であり、時期がやや異なっていた。

大分県の漁獲量は昭和60年までは大阪府、愛知県と同様に变化していたが、漁獲量が減少する時期が両府県よりも遅かった。

また、愛媛県と大分県では平成27年に漁獲量が急増している。

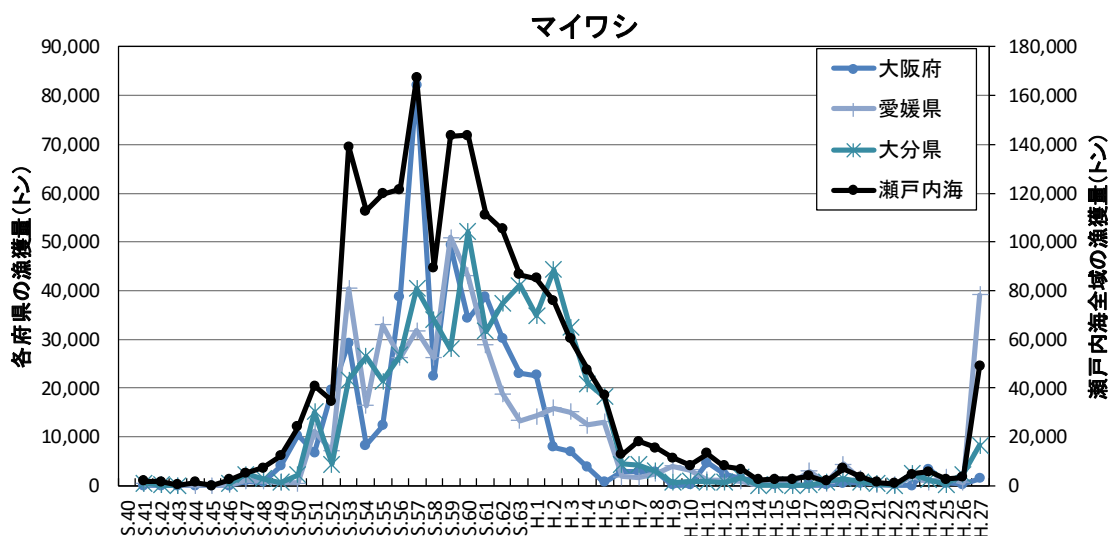


図 44 マイワシの漁獲量の変化

c. 変化の要因に係るこれまでの知見

○ 大規模な環境変動との関係

マイワシの漁獲量と大規模な環境変動(レジームシフト)との関係について、これまでの研究報告において、以下のような指摘がなされている。

レジームシフトとは、気温や海水温等が数十年間隔で急激に変化することで、我が国周辺海域を含む北太平洋海域では、近年では昭和63(1998)年から平成元(1989)年にかけてレジームシフトが発生し、寒冷な状態から温暖な状態への遷移があったと考えられている。

- マイワシ太平洋系群は数十年スケールの地球規模の大気～海洋生態系の構造の転換(レジーム・シフト)と同期して大きく資源変動することが知られている。¹
- 親潮系冷水は、卓越して連続的に大きく南下する年代と、連続的にあまり南下しない年代が交互に生じているが、マイワシ資源はこの連続した環境の変化及び生残率の変化に対応し急激な増加と減少を繰り返していると推察された。²
- 冬季にアリューシャン低気圧が強勢で親潮の勢力が強い年代にはマイワシが豊漁となり、反対に低気圧の勢力が弱い年代には親潮勢力も弱く、マイワシ資源は低水準となる。³

日本周辺海域のマイワシ、カリフォルニア海流域とカリフォルニア湾に分布するカリフォルニアマイワシ及び南米太平洋側のフンボルト海流域に分布するチリマイワシの漁獲量と北太平洋指数(NPI)の変動を図 45に示す。また、マイワシ太平洋系群の親魚資源尾数、産卵量及び0歳魚資源尾数の変化を図 46に示す。なお、北太平洋指数(NPI)とは北緯30～65度、東経160度～西経140度の領域において領域平均した海面気圧を標準偏差で規格化したものであり、アリューシャン低気圧の強さを意味する。正の値であれば平年より弱く、負であれば平年より強い。図 45より、冬季アリューシャン低気圧の勢力が強くとNPIが低かった1930年代(昭和5年頃から昭和15年頃)と1980年代(昭和55年頃から平成2年頃)に、マイワシはいずれも豊漁期を迎えた。また、3種類のマイワシはNPIの変動と同調するように漁獲量に変化していたことから、レジーム・シフトにより数十年スケールの資源変動が起きたと考えられる。³

図 46から昭和63年から平成3年までの4年間は産卵量が比較的多かったにもかかわらず、新規加入尾数(0歳魚資源尾数)は昭和63年以前に比べて著しく低かった。つまり、産卵された後、0歳魚として資源に加入するまでの死亡率が高かったことを示している。³

マイワシ稚魚の生残率が急激に低下した1988年は、親潮系冷水の南下が急激に弱まった年でもある。東経141～150度の範囲を北緯36度以南、北緯36～37度及び北緯37～38度に3区分し、それぞれの区分における2～3月の10℃以下の水域面積とマイワシの再生産指数との関係を調べた。それぞれの緯度における10℃以下の水域面積と再生産指数との相関係数を図 47に示す。北緯

² 海老沢良忠・木下貴博(1998):房総～三陸海域の水温環境とマイワシの再生産指数について. 茨城水試研報, 36, 49-55.

³ 渡邊良朗(2007):マイワシ資源減少過程の2つの局面. Nippon Suisan Gakkai, 73(4), 754-757.

36～37度の範囲の10℃以下の水温域とマイワシの再生産指数との関係が最も高かった。この付近の海域は黒潮続流北辺部にあたり、黒潮続流北辺部への10℃前後の親潮系冷水の南下混合がマイワシの再生産指数の上昇に重要となることが推察される。²

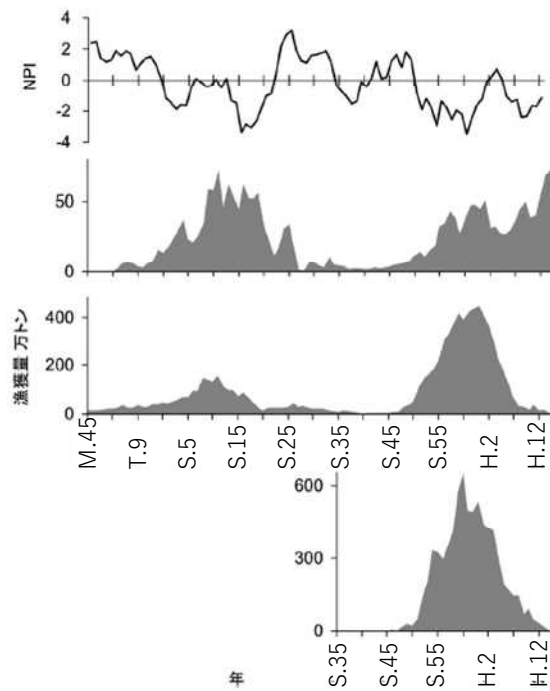


図 45 NPI(North Pacific Index)の変動と、カリフォルニアマイワシ(上)、日本のマイワシ(中)、チリマイワシ(下)の漁獲量変化³

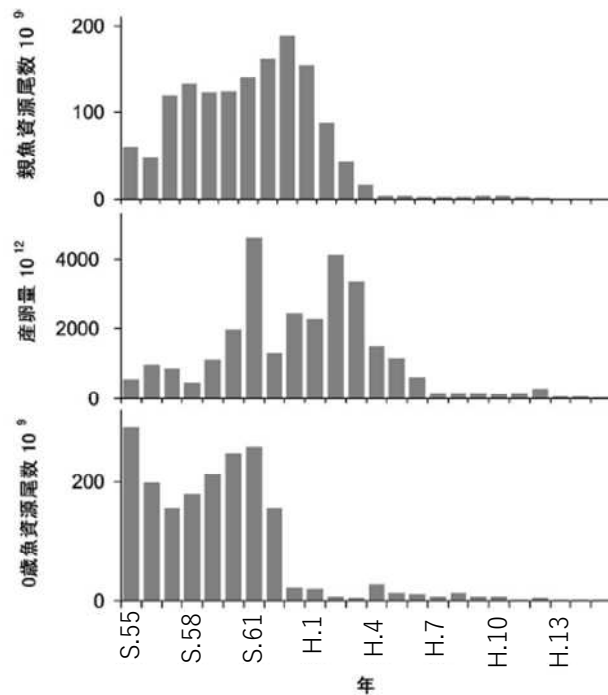


図 46 マイワシ太平洋系群の親魚資源尾数(上)、産卵量(中)、及び0歳資源尾数(下)の変化³

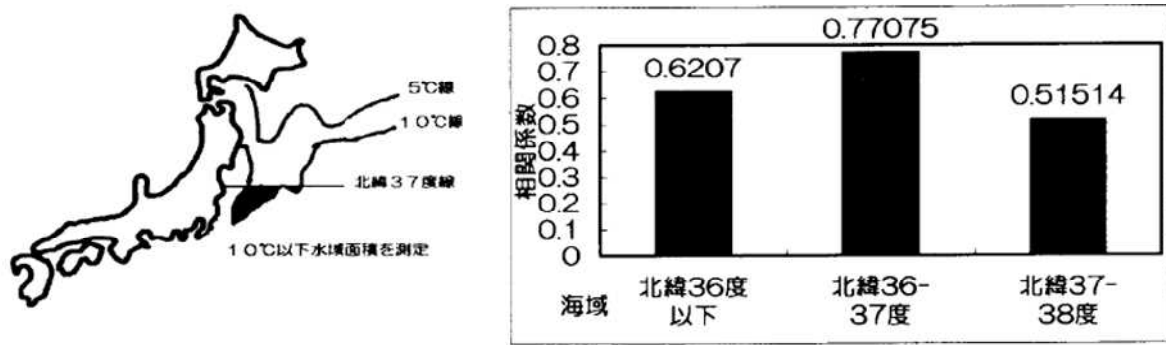


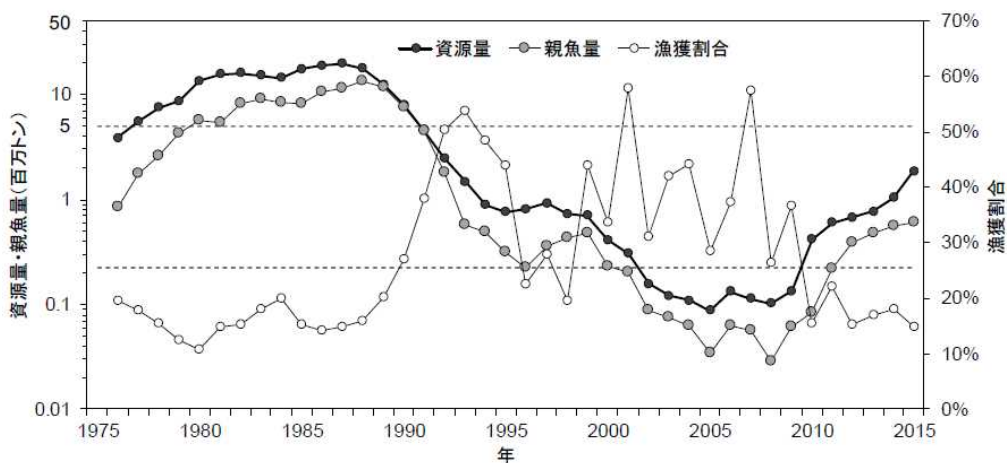
図 47 水温10℃以下の面積(左)と東経141～150度の海域の水温10℃以下の緯度別面積とマイワシ再生産指数の関係(右)²

○ 漁獲との関係

マイワシの漁獲量と漁獲との関係について、これまでの研究報告において、以下のような指摘がなされている。

- 1990年代はマイワシ太平洋系群の再生産に好適でない環境条件にあり、1990年代末から2000年代にかけては高い漁獲圧がかかったために、2002～2009年の親魚量は10万トンに満たない極めて低い水準で推移した。¹

マイワシ太平洋系群の漁獲割合は、努力量の推移と対応して1990年代から2000年代始めにかけて40～50%台まで高くなり、資源量の減少につながった。(図 48)2007年に58%と高まったのを除けば、その後は低下傾向となり、最近20%前後と低い水準で推移している。資源量と漁獲係数 F の関係を図 49に示した。1980年代末から1990年代、2000年代始めにかけては、資源量の減少とともに漁獲係数 F が上昇する、資源を減少させるような関係がみられたが、最近の漁獲係数 F は低下しており、漁獲が資源の減少を進める状況にはないと判断される。¹



図中破線は資源水準区分の親魚量の目安

図 48 資源量、親魚量および漁獲割合の推移¹

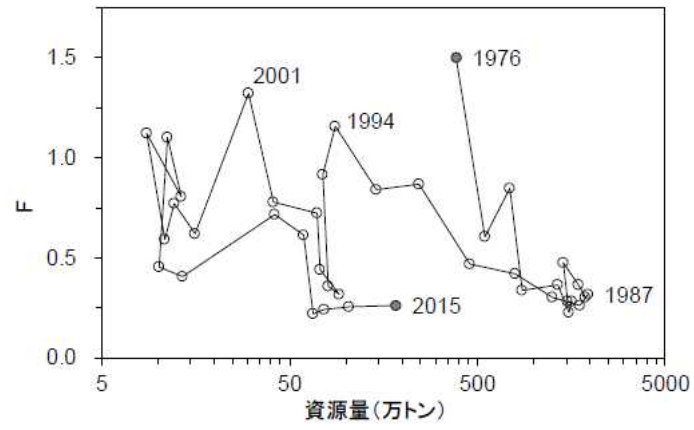


図 49 資源量とF(年齢別Fの単純平均値)の関係¹

(2) カタクチイワシ・シラス

a. 生物学的特性・生活史^{4,5}

産卵期は周年にわたる(1~11月)。また、産卵期の水温は海域によって異なるが12~29℃にわたり17℃が適温である。塩分は33.2~34.9であり広温広塩性である。とくに低塩分でも産卵することが特徴である。基本的にプランクトン食で、成長するにつれて大きな餌を食べようになる。サワラ、スズキ、サバ類、タチウオなどの魚食性魚類に補食される。

カタクチイワシ瀬戸内海系群は太平洋南区春期発生群と内海発生群との混合資源である。太平洋南区春季発生群は3~5月に薩南海域から紀伊水道外域で生まれ、黒潮によって輸送される際、その一部が瀬戸内海に来遊する。春から秋に瀬戸内海で成長し、外海へ出て越冬し、翌春産卵する。内海発生群は春から秋に瀬戸内海の各海域で生まれ、瀬戸内海で成長する。大部分は外海へ出て越冬するが、一部は瀬戸内海に残ると考えられている。翌春、瀬戸内海に来遊して産卵する。

b. 漁獲量・資源量の変化の動向

カタクチイワシとシラスの瀬戸内海(響灘を除く)及び漁獲量が多い府県の漁獲量変化を図 50 に示す。

瀬戸内海全域の漁獲量は昭和53年に減少したが、昭和56年以降増加し、昭和60年にピークをむかえた。昭和61年から平成10年にかけて減少した後、再び増加している。

兵庫県では、昭和41年から昭和54年まで増加と減少を繰り返し昭和54年に最も漁獲量が小さくなった。昭和55年から昭和61年まで増加した後、平成10年まで減少した。その後、平成15年のピークまで増加し、平成18年まで減少した。平成19年以降は徐々に増加している。

香川県では、昭和47年のピークを除いてみると、昭和60年まで概ね増加した。その後、平成10年まで減少した後、平成12年まで増加し、それ以降横ばいが続いている。

愛媛県では、昭和52年まで増加した後、昭和55年まで減少した。その後、昭和58年まで増加したが、昭和62年に昭和55年レベルまで減少し、それ以降は横ばいが続いている。

カタクチイワシの瀬戸内海系群の資源量の変化を図 51 に示す。カタクチイワシの瀬戸内海系群の資源量は昭和60年から平成9年まで減少した。その後、平成27年まで増加傾向を示している。

⁴ 水産庁 増殖推進部(2017):平成 28(2016)年度カタクチイワシ瀬戸内海系群の資源評価。

⁵ 社団法人 日本水産資源保護協会(1986):水産生物の生活史と生態(続)。

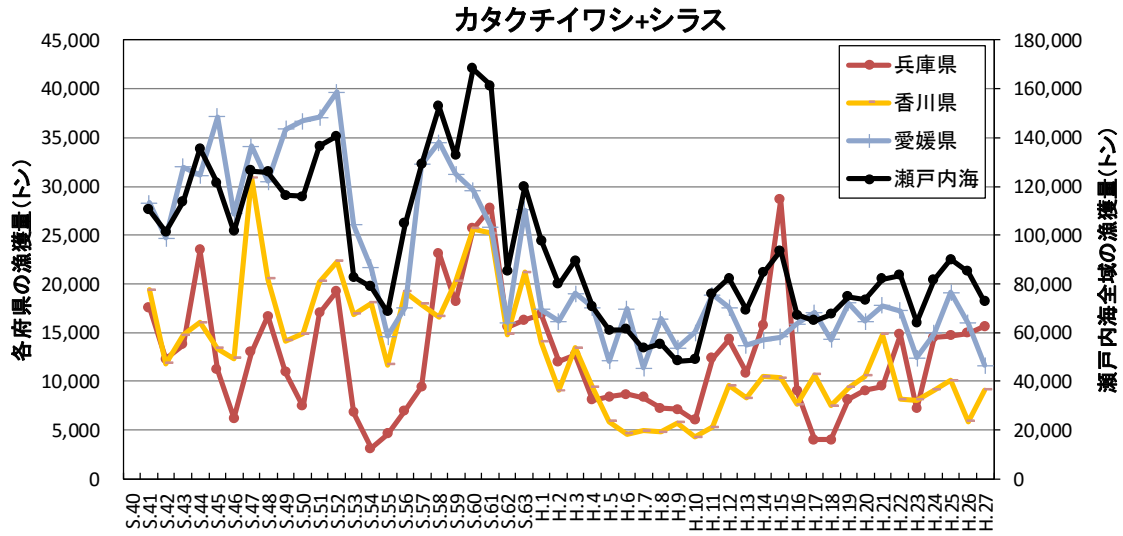
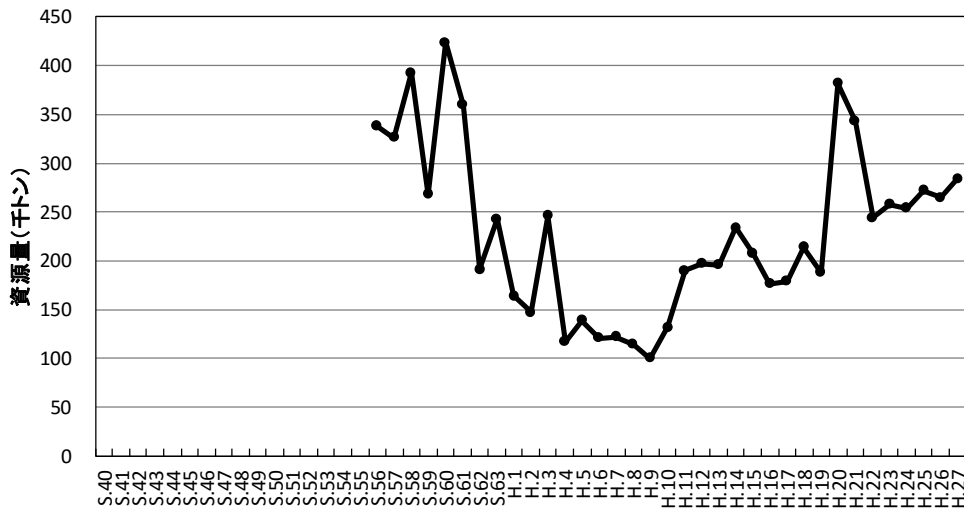


図 50 カタクチイワシとシラスの合計漁獲量の変化



出典)平成28年度我が国周辺水域の漁業資源評価(水産庁増殖推進部・国立研究開発法人水産総合研究センター)より作成

図 51 コホート解析で推定された瀬戸内海系群のカタクチイワシの資源量

c. 変化の要因に係るこれまでの知見

○ 餌を巡る競合との関係

カタクチイワシの漁獲量と餌を巡る競合との関係について、これまでの研究報告において、以下のような指摘がなされている。

- カタクチイワシとマイワシの食性は類似していることが明らかとなり、燧灘において両者の間に餌をめぐる競合が存在することが示唆された。⁶

平成7年の7～9月に合計5回、燧灘東部で行われたカタクチイワシとマイワシの胃内容物組成と安定同位体比の調査結果を以下に記す。

- ・カタクチイワシ、マイワシの餌生物の種類をみると、植物プランクトン、動物プランクトンが確認できた。また、重量組成比において、すべてのサンプルでカイアシ類が最も主要な構成種であった(図 52)。
- ・カタクチイワシ、マイワシの異種間並びに同種内の胃内容物組成の類似度をみると、同じ採取日における異種間の類似度の方が、異なる採取日における同種内及び異種間の類似度よりも高かった(図 53)。
- ・カタクチイワシとマイワシの $\delta^{15}\text{N}$ の平均値を比較したところ、有意差は認められなかったため、両種の仔魚は同じ栄養段階にあると推定された。

上記に加えて、調査海域のカイアシ類(餌生物)の密度は、カタクチイワシとマイワシの資源量に対して十分でないと報告されており、カタクチイワシとマイワシには、餌をめぐる競合が存在することが示唆された。したがって、カタクチイワシとマイワシが同時に漁獲されていた1990年代後半(平成7年から平成11年)には両種間で餌の競合があり、カタクチイワシの餌料環境が厳しかったと推察される。一方、マイワシがほとんど漁獲されなくなった平成12年以降は、カタクチイワシの漁獲量が1990年代後半(平成7年から平成11年)の約2倍に増加した。このカタクチイワシの漁獲量の増加は、2000年以降に1990年代後半よりカイアシ類などの密度が高くなったことに加え、燧灘に来遊・産卵していたマイワシと仔稚魚期と産卵期における餌の競合が解消されたことで餌料環境が好転し、仔稚魚期の生残率・成長率が向上したことに一因があると推察される。⁶

⁶ 山本昌幸・片山知史(2012):1995年の瀬戸内海燧灘東部におけるカタクチイワシとマイワシの食性の比較. 水産海洋研究, 76(2), 66-76.

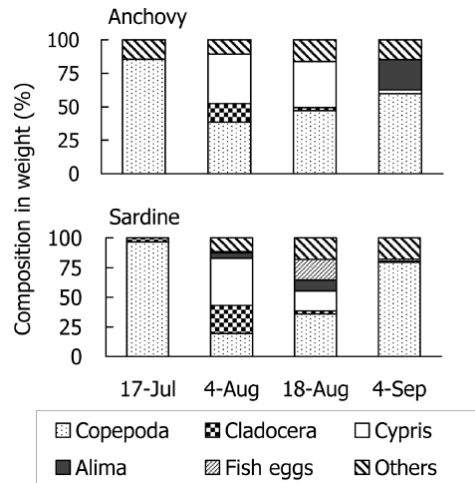
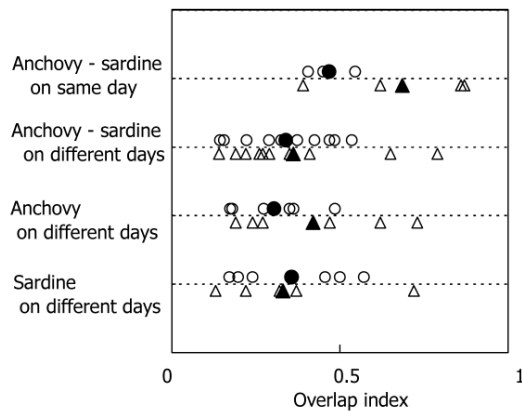


図 52 カタクチイワシとマイワシの胃内容物組成の重量比構成⁶



注)○は Jaccard による共通係数、△は Pianka の α 指数を示しており、1に近づくほど類似度は高い。また、プロットの白抜きは個々の値であり、黒塗りは平均値を示す。

図 53 カタクチイワシとマイワシの胃内容物組成の類似度⁶

○ 漁業形態との関係

カタクチイワシの漁獲量と漁業形態との関係について、これまでの研究報告において、以下のような指摘がなされている。

- 燧灘におけるカタクチイワシ漁獲量は、マイワシの来遊以前より減少に転じており、その原因として、発生量の減少に加え、シラスを中心とした漁獲形態で、かつ漁獲率が高いことが影響していると考えられる。^{7, 8}

⁷ 渡辺昭生・橋本博明(2005):資源減少期に瀬戸内海中央部燧灘でみられたマイワシ漁獲量の急増とその要因. 水産海洋研究, 69(4), 263-270.

⁸ 高尾稔(1999):広島県東部海域におけるカタクチイワシ資源尾数の推定. 広島県水産試験場研究報告, 20 号, 15-19.

○ 水温との関係

カタクチイワシの漁獲量と水温との関係について、これまでの研究報告において、以下のような指摘がなされている。

- 瀬戸内海におけるカタクチイワシの、1980年(昭和55年)から2005年(平成17年)における各年の5～9月の合計産卵量は年間産卵量の84.3～99.7%を占め、主産卵期は5～9月であることが分かった。⁹
- 各年の平均表面水温の増減は1997年(平成9年)と1998年(平成10年)を除き、産卵量の増減と比較的よく一致していた。瀬戸内海でのカタクチイワシの主産卵期である5～9月の平均表面水温と同期間の合計産卵量の間には有意な正の相関が認められた。水温が高い年にみられる産卵量の増加は産卵親魚量の増加に起因すると考えられる。⁹

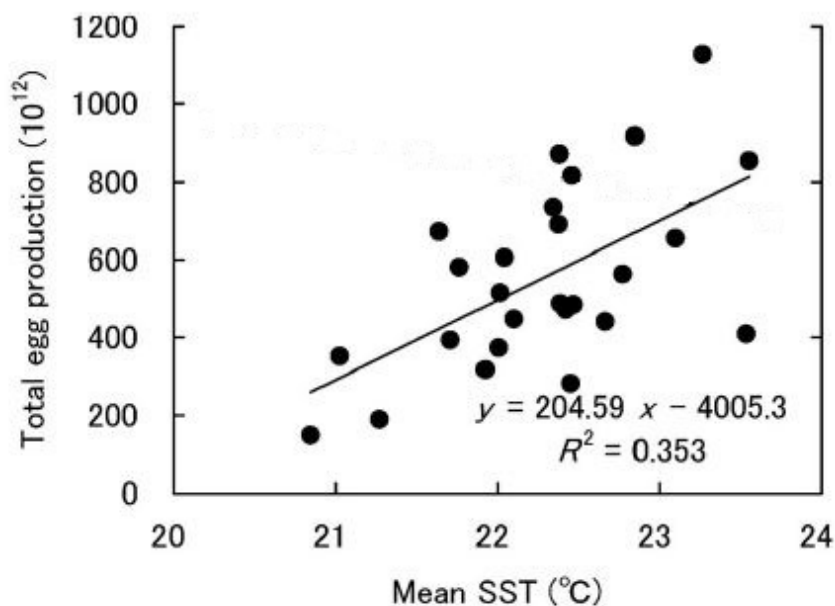


図 54 平均表面水温と産卵量の関係⁹

注: Mean SST: 5月～9月の平均表面水温

Total egg production: 5月～9月の合計産卵量

⁹ 河野悌昌・銭谷弘(2008):1980～2005年の瀬戸内海におけるカタクチイワシの産卵量分布. 日本水産学会誌, 74(4), 636-644.

○ 黒潮との関係

カタチイワシの漁獲量と黒潮との関係について、これまでの研究報告において、以下のような指摘がなされている。

- 瀬戸内海東部の春季におけるシラス漁獲量の多寡には太平洋南区春季発生群の資源水準と黒潮の離接岸が大きく影響する。⁴

太平洋南区での春季発生群の一部が瀬戸内海に來遊する。瀬戸内海東部の春季におけるシラス漁獲量の多寡には太平洋南区春季発生群の資源水準と黒潮の離接岸が大きく影響する。カタチイワシ太平洋系群では1990年代(平成10年頃)の終わりから2000年代半ば(平成19年頃)まで資源水準が高位となり(上村ほか、2016)、それ以前よりも瀬戸内海に來遊する資源が増加したこと、3月齡魚以上では1990年代(平成2年から平成7年)以降に漁獲圧が低下したことより、資源は1990年代(平成4年から平成7年)の低水準期から回復したと考えられる。

(3) イカナゴ

a. 生物学的特性・生活史

イカナゴは12月下旬～1月上旬に、主に明石海峡、備讃瀬戸、備後灘及び燧灘北部で主に産卵する(図 55)。また、ふ化後24時間以内に内部栄養を大量に残した状態で摂餌を開始し、1か月にわたって内外の栄養源を混合して利用できる。¹⁰水温が明石近海では19℃、燧灘北部付近では24℃を超えると海底の砂に潜り夏眠を行う^{11, 12}。海底に潜砂する際には底質を強く選択し、魚体の大きさによって異なるが、砂粒子の大きさは0.25～4mmで、特に0.5～2mmの砂に選択性がある。

13

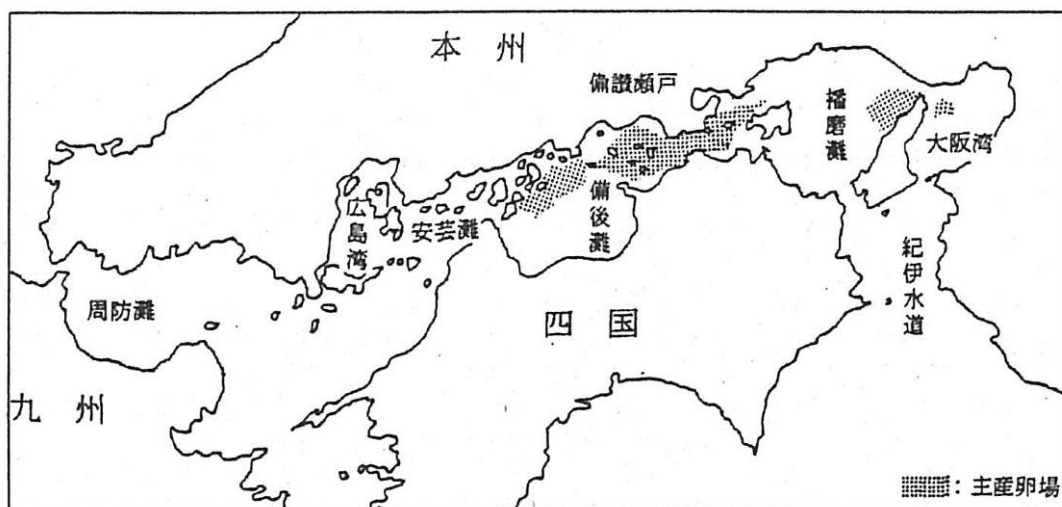


図 55 瀬戸内海におけるイカナゴの産卵場¹⁴

¹⁰ 山田浩且(2011):伊勢湾におけるイカナゴの新規加入量決定機構に関する研究. 三重水研報, 第 19 号, 1-77.

¹¹ 内橋潔(1950):明石近海におけるイカナゴと其漁業について. 兵庫水試報告, 6.

¹² 井上明・高森茂樹・国行一正・小林真一・仁科重己(1967):イカナゴの漁業生物学的研究. 内海水研報, 25.

¹³ 一般財団法人 東京水産振興会(2012):日本沿岸域における漁業資源の動向と漁業管理体制の実態調査—平成 23 年度事業報告—

¹⁴ 水産庁 増殖推進部(2017):平成 28(2016)年度イカナゴ瀬戸内海東部系群の資源評価.

b. 漁獲量・資源量の変化の動向

イカナゴ類の瀬戸内海（響灘を除く）及び漁獲量の多い府県における漁獲量変化を図 56に示す。

瀬戸内海全域の漁獲量は最大で30,000トンの変動をしながら、昭和55年にピークをむかえた。その後、変動は10,000トン程度になり、漁獲量は徐々に減少している。

兵庫県では同様の変化を示しているが、漁獲量のピークは昭和45年で、ピークの時期がやや異なっている。

香川県も同様の変化を示しているが、昭和56年から昭和59年にかけて減少した後、10,000トン以下で変化している。また、平成10年以降、兵庫県との同調性が弱くなっている。

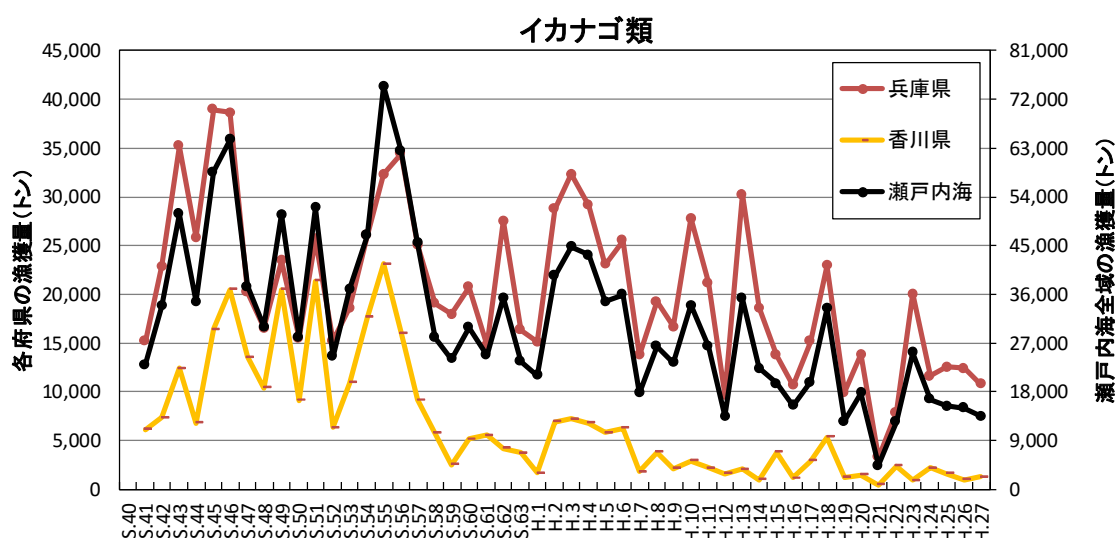


図 56 イカナゴの漁獲量の変化

イカナゴの瀬戸内海東部系群の資源量の変化を図 57に示す。資源量は平成4年以降減少傾向となっている。

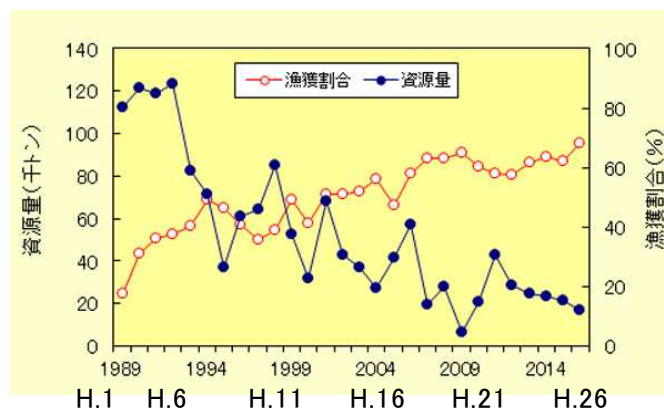


図 57 イカナゴの資源量と漁獲割合の推移¹⁵

¹⁵ 水産庁 増殖推進部(2017):平成 29 年度資源評価報告書(ダイジェスト版).

c. 変化の要因に係るこれまでの知見

○ 栄養塩濃度との関係

イカナゴの漁獲量と栄養塩濃度との関係について、これまでの研究報告において、以下のような指摘がなされている。

- 播磨灘(兵庫県海域)のイカナゴ0歳魚について、漁獲量と11月から3月の DIN 濃度の平均値との関係を検討したところ、漁獲量の変動が大きい為 DIN 濃度の変動との関連性はみえにくい、両者間には統計的に有意な関係が認められた($n=33, r=0.581, p<0.01$)。(図 58)また漁獲量について3カ年移動平均をとると、DIN 濃度の変動とのあいだに類似性を見ることができる。¹⁶

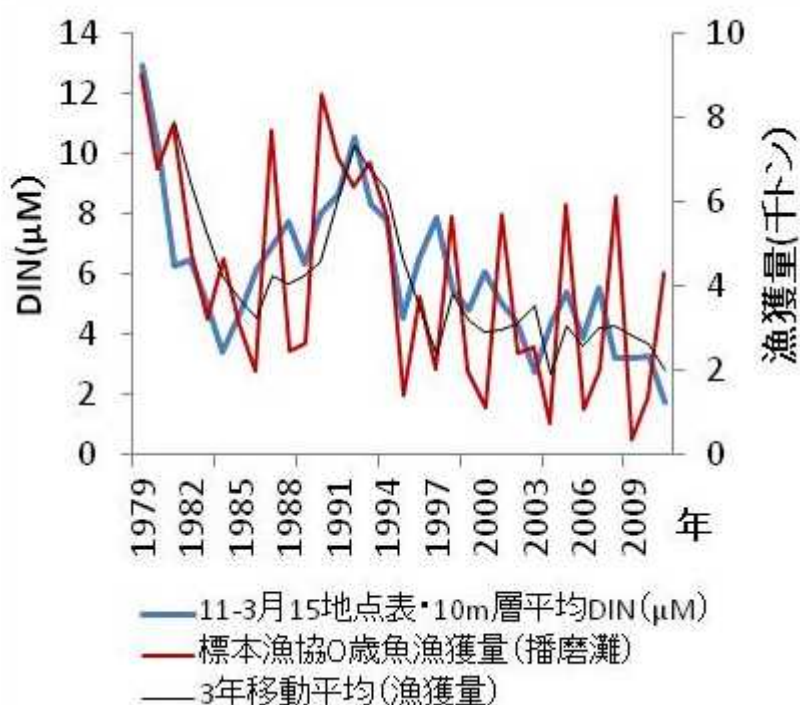


図 58 イカナゴ 0 歳魚漁獲量と DIN 濃度¹⁶

¹⁶ 反田實・原田和弘(2012):瀬戸内海東部(播磨灘)の栄養塩環境と漁業. 海洋と生物, 34(2), 132-141

○ 水温に基づく餌料環境との関係

イカナゴの漁獲量と水温に基づく餌料環境との関係について、これまでの研究報告において、以下のような指摘がなされている。

- 伊勢湾では低水温年にイカナゴの加入資源量水準が高い傾向が明瞭であった。¹⁷

伊勢湾で水温が加入資源量に与える影響を評価するために、線形回帰を行った結果、1月の平均水温と加入資源量との間に負の相関関係がみられ(図 59)、低水温年に加入が高い傾向があった。これは、冬季の伊勢湾では、水温が低いほどイカナゴ仔稚魚の主餌料の現存量が多くなる傾向があり、低水温年は好適な餌料環境になるため加入資源量が多くなることによると考えられる。

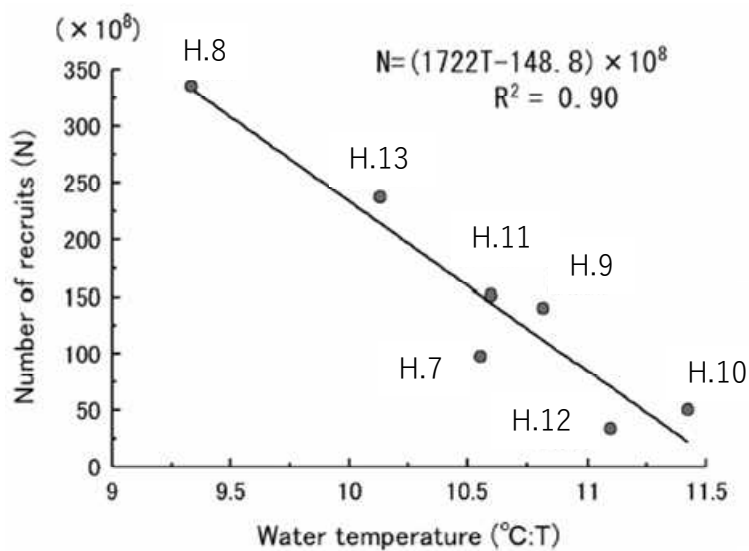


図 59 イカナゴの加入資源量と1月平均水温¹⁷

¹⁷ 富山実・小松輝久(2006):水温が伊勢湾産イカナゴ初期生活史の成長と加入資源量に与える影響. 水産海洋研究, 70(2), 114-121.

○ 夏眠期間中の高水温との関係

イカナゴの漁獲量と夏眠期間中の高水温との関係について、これまでの研究報告において、以下のような指摘がなされている。

- 伊勢湾産イカナゴによる飼育実験結果によると、栄養状態が悪い個体の場合、水温25℃までは生存可能であるが、27℃では設定水温に到達した時点で全数死亡した。¹⁸
- 瀬戸内海産イカナゴによる飼育実験結果によると、水温26℃以上になると、へい死率が高くなり、肥満度は低くなる。また、夏眠期に28℃以上の高水温に曝された場合、まず温度耐性の低い個体がへい死し、生存した個体は基礎代謝(個体維持)により多くのエネルギーが消費されるため、一部は成熟不能になり、成熟可能な個体においても、雌ではよう卵数が減少、雄では精巣重量が減少すると考えられた。¹⁹

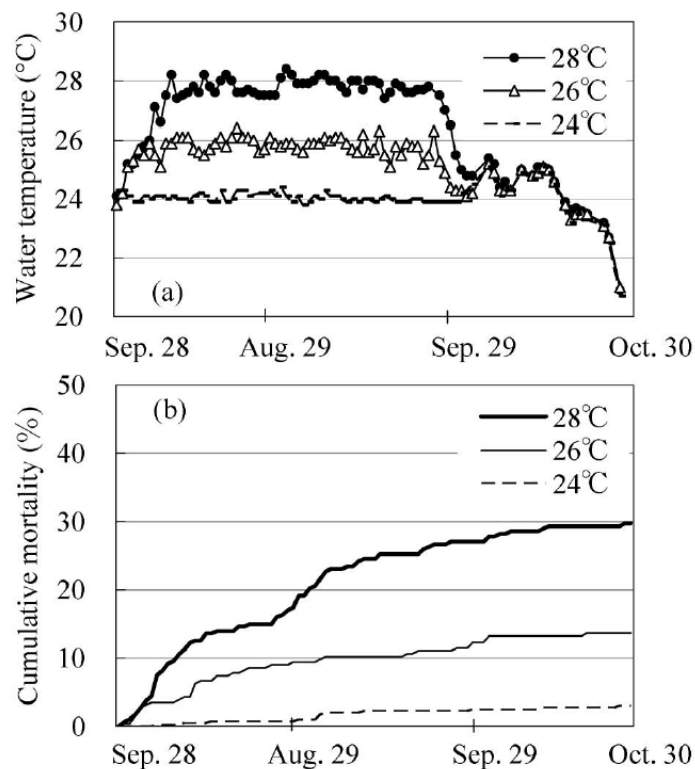


図 60 瀬戸内海産イカナゴの累積死亡率の推移¹⁹

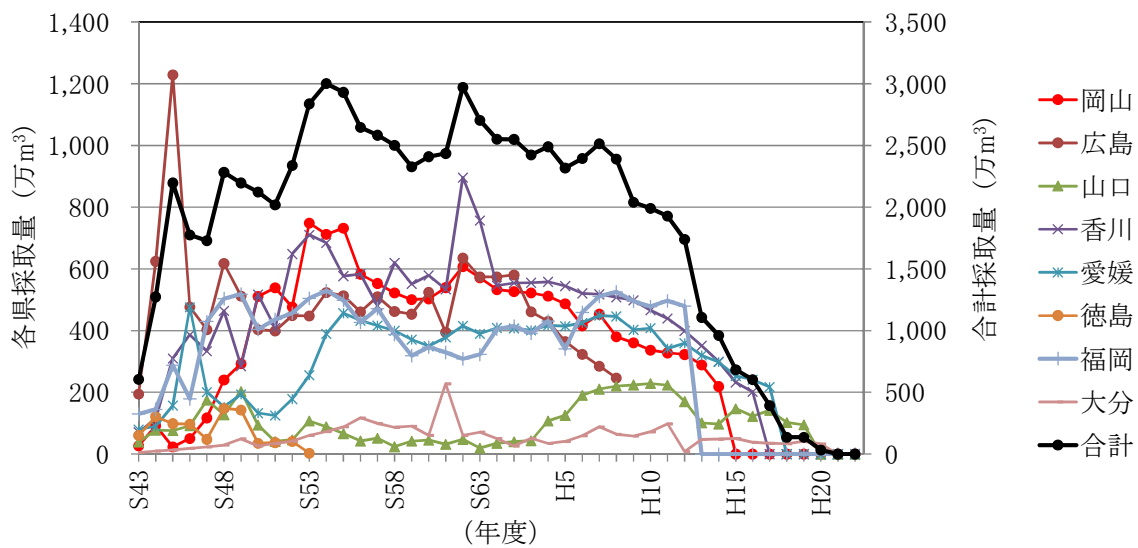
¹⁸ 山田浩且・銭谷弘(1999):夏眠期における伊勢湾産イカナゴのへい死条件. 三重水技研報, 第8号, 1-5.

¹⁹ 赤井紀子・内海範子(2012):瀬戸内海産イカナゴの死亡と再生産に及ぼす夏眠期における高水温飼育の影響. 日本水産学会誌, 78(3), 399-404.

○ 海砂利採取との関係

瀬戸内海では昭和40年代から海砂利採取量が増加し、昭和50年代以降、大量の海砂利採取が続いた(図 61)。イカナゴの漁獲量と海砂利採取との関係については、これまでの研究報告において、以下のような指摘がなされている。

- 備讃瀬戸中央部では海砂利の非採取海域、採取終了海域、採取中海域でイカナゴの採捕数を調査すると、非採取海域は採取終了海域に比べて概ね5倍、採取中海域に比べると10倍程度多く採捕された。²⁰
- 1976年(昭和51年)以降、海砂利採取を止めた兵庫県と2004年(平成16年)まで海砂利採取をしていた香川県のイカナゴの漁獲量の変動(図 56)をみると、1970年代(昭和40年代後半から昭和50年代前半頃)の香川県の漁獲量は兵庫県の2/3程度であったが、1980年(昭和55年)以降になると1/5程度にまで落ち込んだ。これは、海砂利採取がイカナゴ資源にとって、マイナスに作用したことを示唆している。²¹
- 海砂採取は1997年頃から徐々に減少し、2005年度には終了したものの、海砂は掘ればなくなる性質が強いため、生息場所の回復には至っていないものと考えられる。¹⁴



注) 山口県、福岡県及び大分県については瀬戸内海海域以外を含む。

出典) 砂利採取業務状況報告書集計表(経済産業省・国土交通省)より作成

図 61 海砂利採取量の変化

²⁰ 篠原基之・日野宗治・小塚広之(2003):備讃瀬戸中央部におけるイカナゴの夏眠場の底質について. 岡山水試報, 18, 6-11.

²¹ 山本昌幸・大美博昭・宮原一隆(2012):瀬戸内海における沿岸性主要資源の漁獲変動. 水産海洋学会研究発表大会講演会要旨集, 15-16.

表 2に備讃瀬戸中央部における海砂利の非採取海域、採取終了海域、採取中海域でのイカナゴの採捕数を示す。なお、調査は平成11年の9、10、11月に行った。表 2より、海砂利の非採取海域で採捕されたイカナゴは1操業当たりで2.9尾だった。一方、採取終了海域の1操業当たりの採捕数は0.5尾、採取中海域では0.25尾であった。非採取海域は採取終了海域の概ね5倍、採取中海域の10倍程度採取される。²⁰

表 2 各海域で採取したイカナゴ成魚数²⁰

| 海域 区分 | 調査 海域 | 調査 定点 | 調査月 | | | | 1操業当 り採集数 |
|----------|----------|----------|-----|----|-----|---------------|--------------|
| | | | 9 | 10 | 11 | 計 | |
| 非採取 | 水島 | MZ1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.0 |
| | | MZ2 | 8 | 3 | 5 | 16 | 5.3 |
| | | MZ3 | 13 | 11 | 8 | 32 | 10.7 |
| | | MZ4 | 0 | 4 | 5 | 9 | 3.0 |
| | | MZ5 | 9 | 7 | 0 | 16 | 5.3 |
| | | 小計 | 30 | 25 | 18 | 73 | 4.9 |
| | 六口島 | MK1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.0 |
| | | MK2 | 1 | 0 | 1 | 2 | 0.7 |
| | | MK3 | 1 | 0 | 5 | 6 | 2.0 |
| | | MK4 | 14 | 7 | 20 | 41 | 13.7 |
| | | MK5 | 13 | 4 | 3 | 20 | 6.7 |
| | | MK6 | — | 2 | — | 2 | 0.7 |
| | 小計 | 29 | 13 | 29 | 71 | 4.4 | |
| | 高州 | T1 | 0 | 0 | 2 | 2 | 0.7 |
| | | T2 | 0 | 0 | 5 | 5 | 1.7 |
| | | T3 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0.3 |
| | | T4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.0 |
| | | T5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.0 |
| | 小計 | 0 | 1 | 7 | 8 | 0.5 | |
| | 日比 | H1 | 2 | 0 | 0 | 2 | 0.7 |
| | | H2 | 1 | 0 | 3 | 4 | 1.3 |
| H3 | | 4 | 0 | 0 | 4 | 1.3 | |
| H4 | | 0 | 1 | 2 | 3 | 1.0 | |
| H5 | | 7 | 0 | 4 | 11 | 3.7 | |
| H6 | | — | 2 | — | 2 | 0.7 | |
| 小計 | 13 | 3 | 9 | 26 | 1.6 | | |
| 合 計 | | 72 | 42 | 63 | 178 | 2.9 | |
| 採取終了 | 室木島 | MR1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0.3 |
| | | MR2 | 1 | 0 | 1 | 2 | 0.7 |
| 合 計 | | 2 | 0 | 1 | 3 | 0.5 | |
| 採取中 | 壱場島 | TB1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.0 |
| | | TB2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.0 |
| | 小計 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.0 | |
| | 大槌島 | O1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.0 |
| | | O2 | 0 | 1 | 2 | 3 | 1.0 |
| | 小計 | 0 | 1 | 2 | 3 | 1.0 | |
| 合 計 | | 0 | 1 | 2 | 3 | 0.5 ←0.25 の誤り | |

注) —：欠測

○ 漁獲との関係

イカナゴの漁獲量と漁獲との関係について、これまでの研究報告において、以下のような指摘がなされている。

- 1歳の親魚量と前年の0歳魚の漁獲係数 F との間には負の相関関係があった。平成12年まではFの増加に伴い、親魚量が減少傾向であった。平成13年以降Fが減少すると親魚量の増加がみられた。過剰な漁獲は資源の減少を招く可能性がある。¹⁴
- 瀬戸内海東部系群のイカナゴの年齢別の漁獲係数及び親魚量の変化(図 62)と前年の漁獲係数 F と親魚量の関係(図 63)を示す。¹⁴

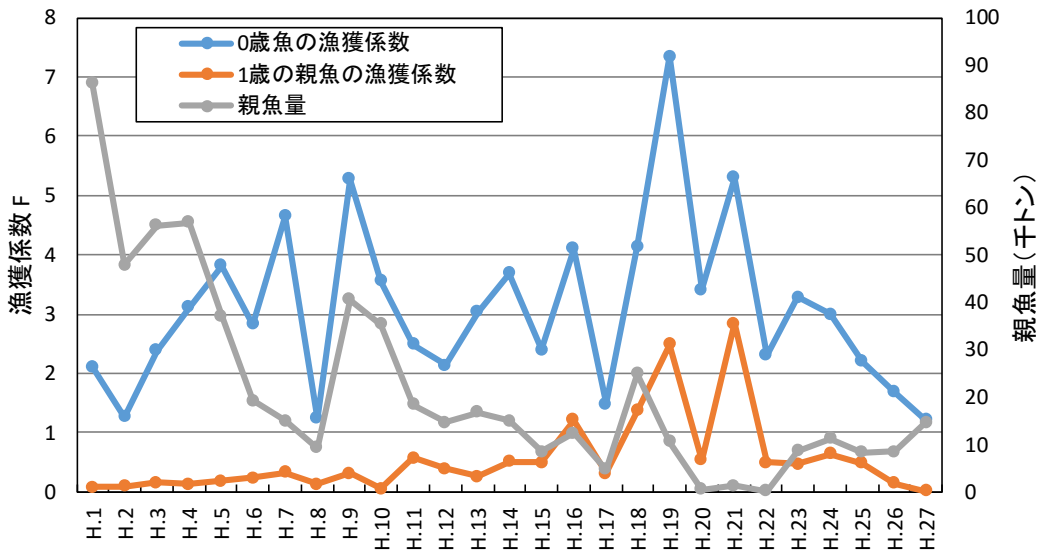


図 62 漁獲係数 F と親魚量の変化¹⁴

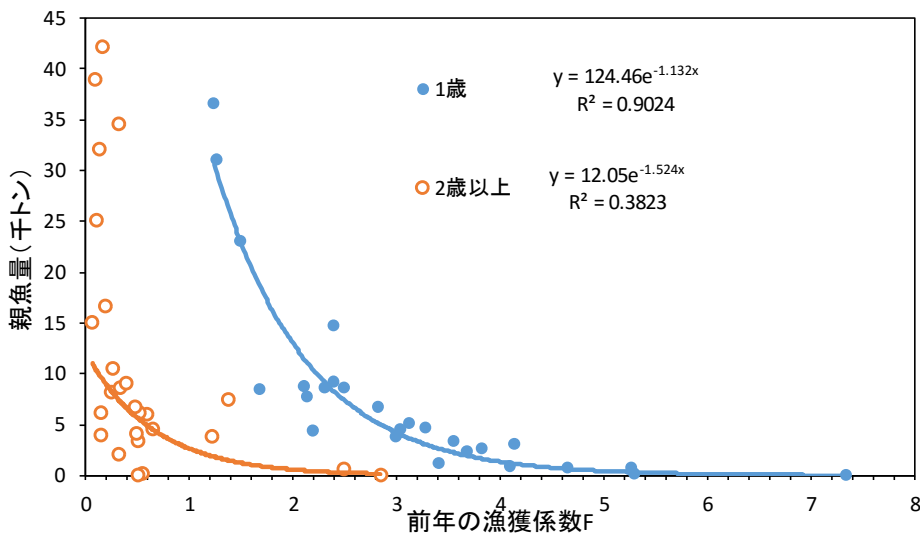


図 63 前年の漁獲係数 F と親魚量の関係¹⁴

(4) サワラ

a. 生物学的特性・生活史²²

3～4月に紀伊水道外域～紀伊水道、及び豊後水道～伊予灘より播磨灘～安芸灘に親魚が産卵回遊する。備讃瀬戸西部へは東西から来遊する。燧灘へは東部からの群も一部移動する。5月の主産卵場は燧灘から備讃瀬戸で、6月は安芸灘に移る。秋季に両水道域から外海に越冬回遊する(図 64)。

発育初期にはカタクチイワシなどの稚魚を捕食し、成長するとカタクチイワシ、イカナゴ等魚類を主食とする。

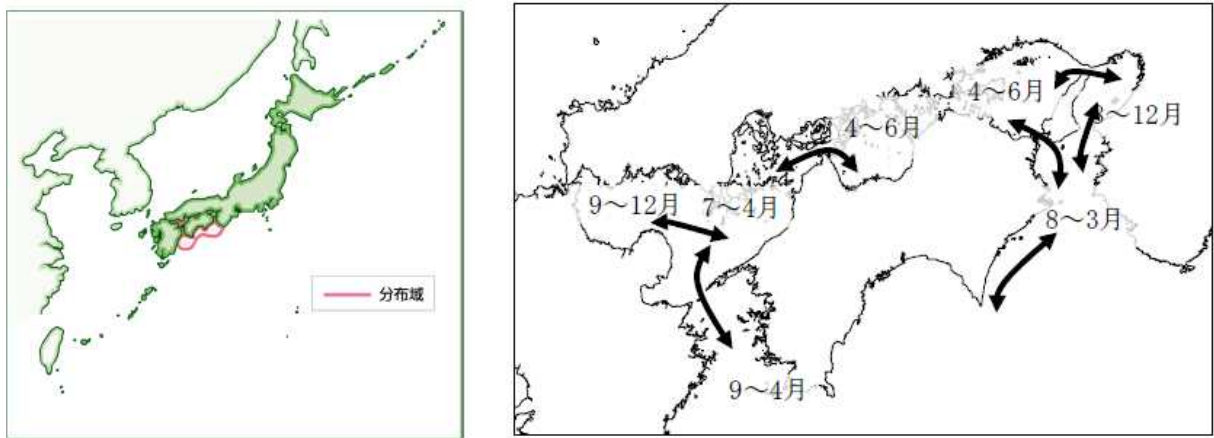


図 64 サワラ類の分布域及び回遊と主漁期²²

²² 水産庁 増殖推進部(2017):平成 28(2016)年度サワラ瀬戸内海系群の資源評価.

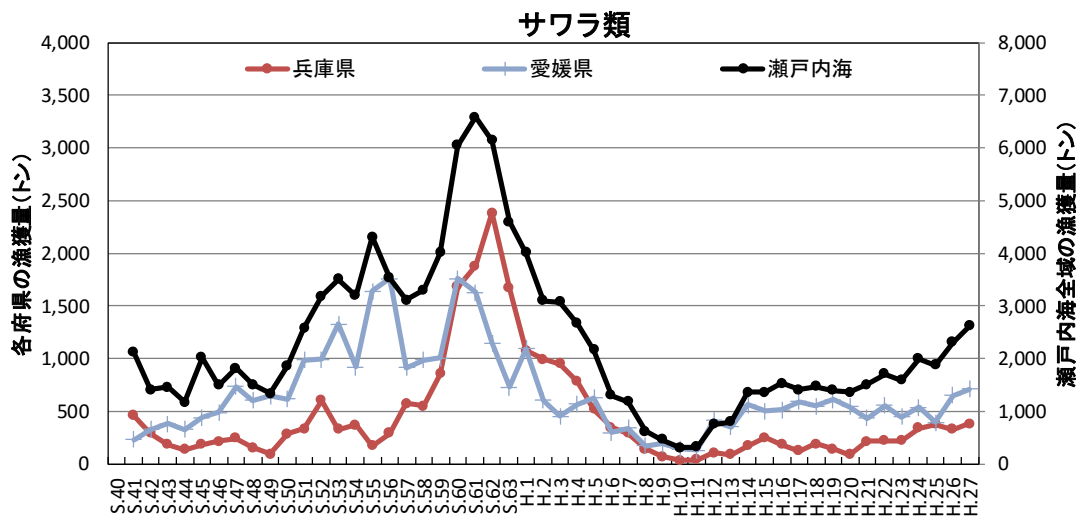
b. 漁獲量の変化の動向

サワラ類の瀬戸内海（響灘を除く）及び漁獲量の多い府県における漁獲量変化を図 65に示す。

瀬戸内海全域の漁獲量は昭和40年代に横ばいで推移した後、昭和50年から増加しはじめ、昭和61年にピークを示した。その後、平成10年頃まで減少し、それ以降ゆるやかな増加傾向を示している。

兵庫県の漁獲量は、ピークを示す年が1年遅れているものの、概ね同様の傾向を示している。

愛媛県の漁獲量は、昭和60年頃まで増加した後、平成10年頃まで減少した。その後、平成13年まで増加して以降、横ばいで推移している。



c. 変化の要因に係るこれまでの知見

○ カタクチイワシ等との関係

サワラの漁獲量とカタクチイワシ等との関係について、これまでの研究報告において、以下のような指摘がなされている。

- カタクチイワシ捕食種(ブリ類、ヒラメ、エソ類、タチウオ、サワラ、スズキ)の消長はカタクチイワシの資源動向に左右されている面があることは否定できない。²³

○ 漁獲との関係

サワラの漁獲量と漁獲との関係について、これまでの研究報告において、以下のような指摘がなされている。

- 瀬戸内海とその周辺を回遊する瀬戸内海系群の資源は、1980年代から乱獲により減少したが、1998年頃を底に回復しつつある。²²
- 1960年代後半に減少傾向にあった東部サワラの漁獲量は1970年代に増大し、一方で漁獲物の小型化が進んだ。²⁴

瀬戸内海とその周辺を回遊する瀬戸内海系群の資源は、1980年代から乱獲により減少したが、1998年頃を底に回復しつつある。1987年に16,000トンを超えていた資源量は大きく減少して1998年に710トンの最低となった後次第に増加し、2015年は5,799トンとなった。

1960年代後半に減少傾向にあった東部サワラの漁獲量は1970年代に増大した。一方、年間の平均体重が1965年の約4kgから1980年には2.2kgまで低下し、漁獲物の小型化が進んだ。²⁴

漁獲量の増加についての要因としては以下のことが上げられている。

- ・揚網機が普及し、着業隻数や1隻あたりの操業回数が増えた。²⁴
- ・1985年頃流し網の材質がナイロンからテグスに変わり^{22, 24}、同時に編み目が小型化し、漁獲の対象が3～4歳から2歳以下となった。²⁴
- ・テグス網の導入は、全年齢に羅網性能(漁獲効率)の向上をもたらした可能性がある。²⁴

漁獲量回復のため、「サワラ瀬戸内海系群資源回復計画」が策定され、この計画に従い、秋漁の禁止及び網目規制、これらの取組への助成等が講じられた。²⁵

こうした取組の結果、瀬戸内海におけるサワラの漁獲量は、平成21年以降1,300トンを超える水準まで回復している(図 65)。²²

²³ 橋本博明・岡島静香・角田俊平(1989):イワシパッチ網の漁獲物とカタクチイワシをめぐる魚類の漁獲量の動向。広島大学生物生産学部紀要, 28, 79-92.

²⁴ 永井達樹・武田保幸・中村行延・篠原基之・上田幸男・安部享利・安部恒之(1996):瀬戸内海東部産サワラの資源動向。南西水研研報, No.29, 19-26. ²⁵ 水産庁(2014):平成26年度 水産白書.

²⁵ 水産庁(2014):平成26年度 水産白書.

(5) タチウオ

a. 生物学的特性・生活史⁵

タチウオは本州中部以南から朝鮮・黄海・東シナ海・台湾・フィリピン・東インド諸島・濠州・インド洋・紅海・アフリカ東海岸・大西洋の暖海域にわたり広く分布する。日本近海では、瀬戸内海・東シナ海・朝鮮近海で多く産卵する。

産卵期は瀬戸内海で5～7月、紀伊水道で4～10月（主に6月）である。瀬戸内海紀伊水道群の5～6月の産卵場は紀伊水道の南から外海沿岸、また、水道外域の御坊～田辺沖の水深50～100m前後の水域である。水温は生息層と推定される50m 層水温が18℃以上でなければ産卵は行われない。

稚仔魚は昼は海底から10m 位の上層に分布し、夜間は表層に浮上しており、完全な着底生活は行わない。若魚・未成魚は河川水の影響の大きい紀伊水道の中北部、大阪湾のような内湾域に周年生息している。稚仔魚と同様に、夜間に浮上し、昼間に沈下といった日周期活動を行うと推定される。水温低下とともに南下し、12月上旬ごろに湾口部に達する。若魚・未成魚期の水温下限値は10℃前後と推定される。紀伊水道近海で越冬した成魚の魚群が5～6月に水道で産卵し、その後水道を北上し、一部は初夏に大阪湾に来遊して索餌するが、水温が10℃前後になると南下して水道を超え外海に越冬するために移動する。

タチウオは体長75mmまでは甲殻類・エビ類幼生・シヤコ幼生のような動物性プランクトンを捕食している。76～175mm まではエビ類・カニ類及びそれらの幼生などが主体で魚類が多少加わる。176mm 以上になるとカタクチイワシ・マイワシ・アジ類などが主体となる。

b. 漁獲量の変化の動向

タチウオの瀬戸内海（響灘を除く）及び漁獲量の多い府県における漁獲量変化を図 66に示す。

瀬戸内海全域の漁獲量は昭和52年に一度、減少したものの、昭和57年まで増加傾向を示した後、平成8年まで横ばいで推移した。平成9年以降は概ね減少傾向を示しているが、平成16年から平成19年にやや増加している。

和歌山県の漁獲量は昭和55年までは瀬戸内海全域の漁獲量と概ね同様の傾向を示しているが、昭和56年以降は概ね減少傾向である。

愛媛県の漁獲量は昭和43年から昭和53年まで概ね横ばいで推移した後、昭和54年から増加したが、昭和58年以降は横ばいとなり、平成20年以降は減少している。

大分県の漁獲量は、昭和56年までは愛媛県、昭和57年以降は和歌山県と概ね同様の傾向を示している。

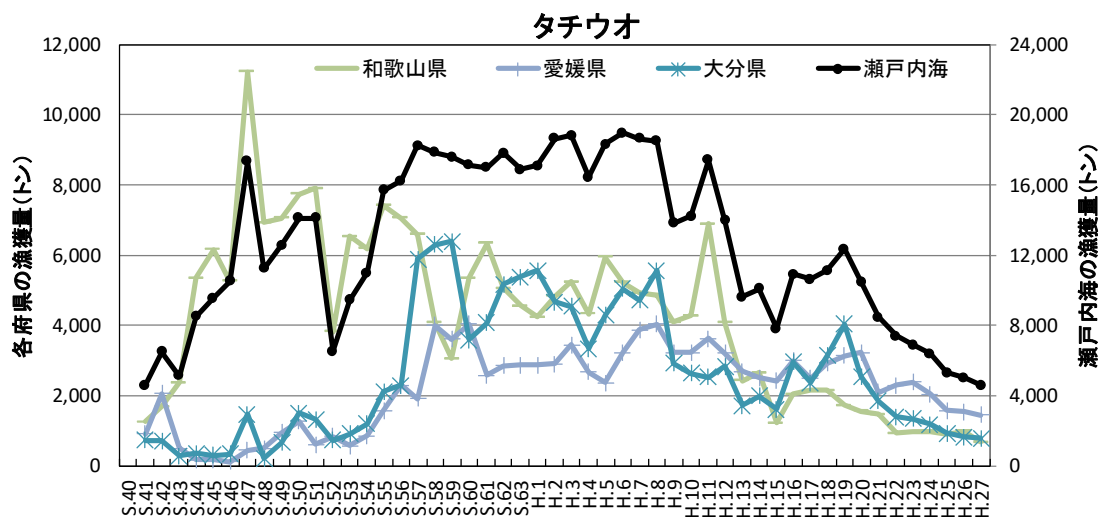


図 66 タチウオの漁獲量の変化

c. 変化の要因に係るこれまでの知見

① 黒潮との関係

タチウオの漁獲量と黒潮との関係について、これまでの研究報告において、以下のような指摘がなされている。

- 近年(1978年)のタチウオ資源の増大とその持続をもたらしたものは、紀伊水道内への春季産卵群の来遊に適した海峡の持続(黒潮の潮岬への接岸)にあったと考えられる。²⁶

紀伊水道域におけるタチウオ春季産卵群(5月)の漁場は50m層水温18℃の水帯に形成され、タチウオ個体群の生活様式からみて、この漁場形成位置が水道内か、水道外域であるかによって翌年の資源量の多寡が決まる。また5月における18℃の水帯形成位置は黒潮流軸の変動と関係がある。そこで、春季産卵群に対する漁船の操業域と紀伊水道東側の水温分布を黒潮の潮岬接岸時(昭和48年から昭和50年)(図 67)及び離岸時(昭和51から昭和52年)(図 68)にわけて示す。また、5月における50m層水温18℃以上の水帯の先端位置の変動を図 69に示す。

春季産卵群における漁場形成がみられるのは、沿岸50m層(ほぼ底層で、生息層と目される)水温18℃の水帯か、それ以上の水温域で、17℃以下の水帯には漁場は形成されていない。黒潮が黒岬へ接岸している年には、いずれも50m層水温において18℃以上の水域が水道内に及んでいるが、離岸している年は、50m層の水温18℃以上の水域は、黒潮接岸時より南偏し、水道内に及んでいない。

次に近年の資源量の状態を見るために、1973年以降の標本漁船漁獲日報から発生年級群別の1日1隻当たりの年齢別漁獲量を図 70に示した。

1972年から1975年までの黒潮接岸による5月の産卵来遊群の年齢組成別の漁獲量はかなりの変化が認められたものの、総量的には毎年ほぼ安定していた。また、黒潮が離岸した昭和51年においても1日約500kgの漁獲があった。しかし、産卵場が水域外にあった昭和51年発生に由来する昭和52年産卵群の来遊は、例年に比べて少なかった。これら昭和52年における資源量の激減は、昭和51年産卵群において量的な異常はなかったが、その産卵量が翌年の資源に結びつかなかったことを示すものであろう。

このように、近年のタチウオ資源の増大とその持続をもたらしたものは、紀伊水道内への春季産卵群の来遊に適した海況の持続(黒潮の潮岬への接岸)にあったと考えられる。

²⁶ 阪本俊雄(1978):紀伊水道における底魚資源の動向. 水産海洋研究会報, 第32号, 34-42.

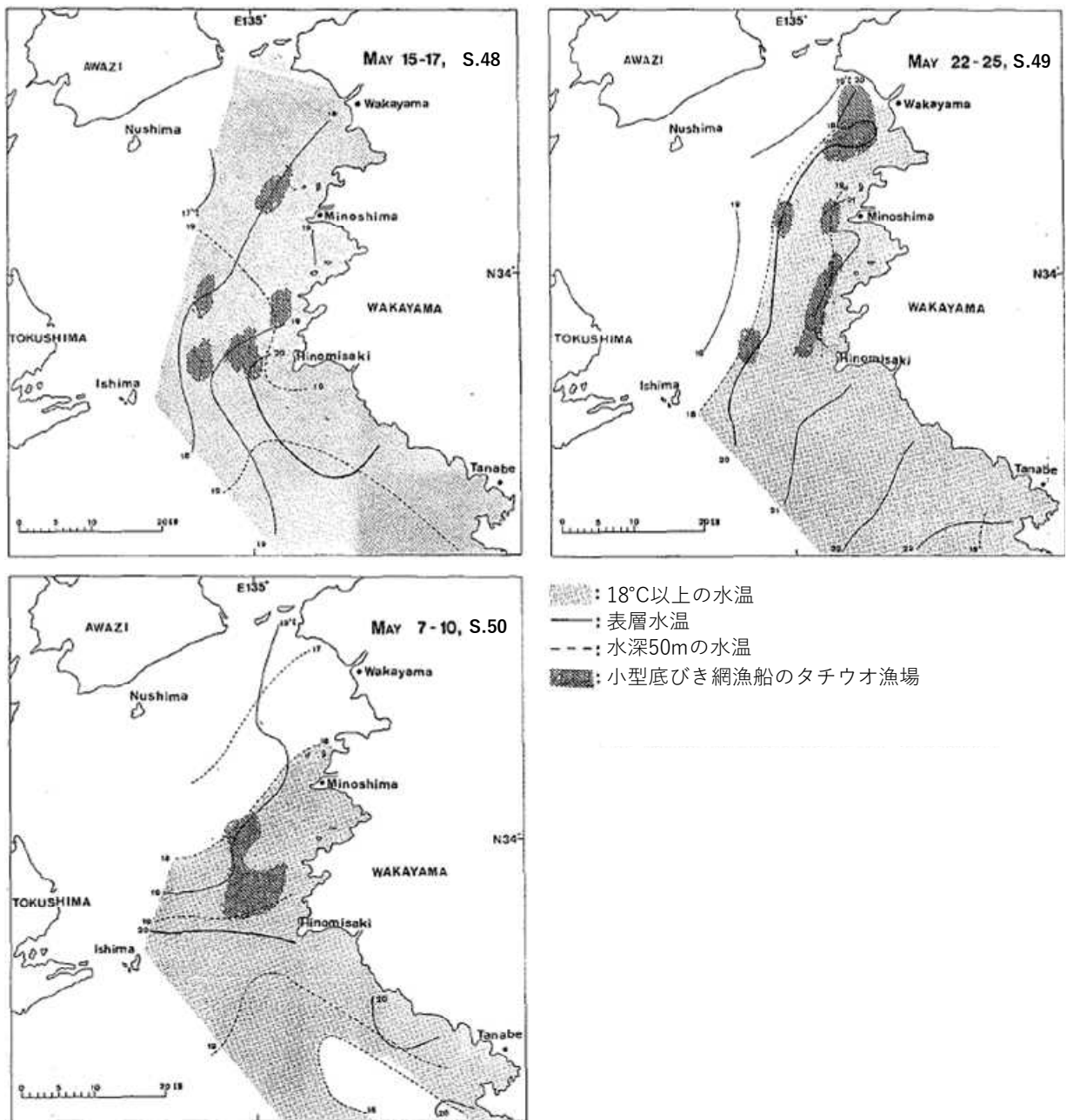


図 67 黒潮の潮岬接岸時(昭和48年から昭和50年)の紀伊水道東側の水温分布²⁶

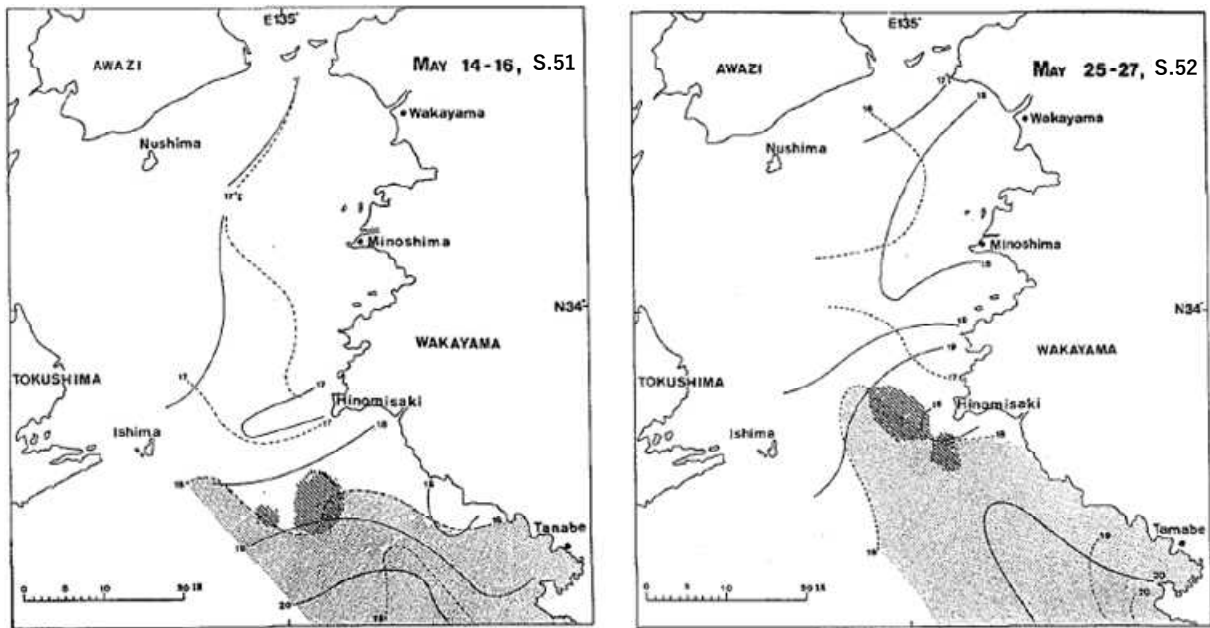


図 68 黒潮の潮岬離岸時(昭和51年から昭和52年)の紀伊水道東側の水温分布²⁶

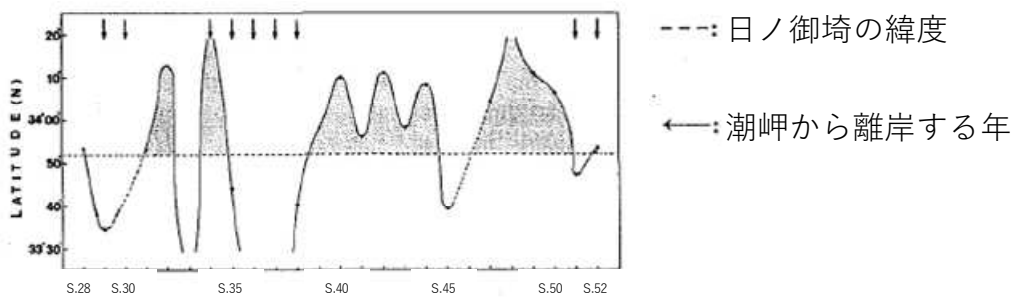


図 69 5月における50m層水温18°C以上の水帯の先端位置の変動²⁶

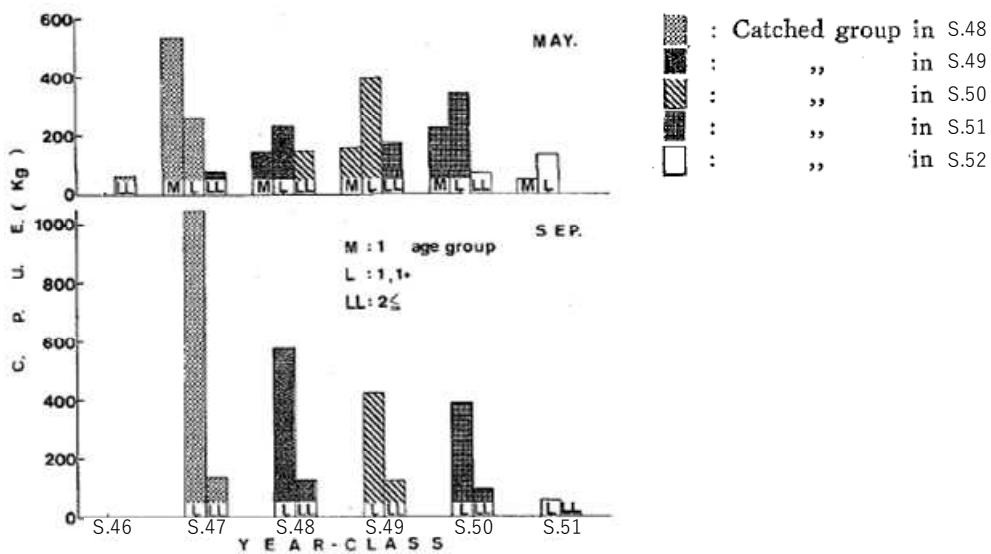


図 70 発生年級群別の年齢別漁獲量²⁶

② 漁獲との関係

タチウオの漁獲量と漁獲との関係について、これまでの研究報告において、以下のような指摘がなされている。

- 紀伊水道におけるタチウオの再生産成功率は比較的安定しているといえる。同時に、再生産成功率に影響を与える環境要因も、解析期間中の平成5年から平成22年の18年間を通して比較的安定しているものと推察される。一方で、資源量は大幅に減少していることから、その主要因は、環境よりも過剰な漁獲圧にあるものと考えられる。²⁷
- 主に夜曳きの小型底びき網や平成19年頃から始まった夜間の曳縄釣りにより、産卵前の親魚が漁獲されている可能性が考えられる。このことは春生まれの加入が少なく産卵のために来遊した親魚に漁獲が集中することにより、資源減少がさらに加速するという悪循環が起きていることが懸念される。²⁸

図 71に紀伊水道におけるタチウオの親魚量、加入尾数及び再生産成功率(RPS)の経年変化を、図 72にタチウオの漁獲係数Fと%SPR、YPRとの関係を示す。%SPRとは漁獲がない(F=0)のSPRを100%SPRとした時に、漁獲の強さに対して達成されるSPRを%で表示したものであり、YPRとは加入量当たりの漁獲量である。²⁷

親魚量と加入尾数の推移を見ると、両者は年を経るごとに共に減少している。一方で、再生産成功率は5.6~9.3(尾/kg)であり、明瞭な増加もしくは減少傾向は認められなかった。²⁷

漁獲係数Fをみると、 F_{current} (2008年から2010年(平成20年から平成22年)のFの平均値)の1~4歳魚以上の平均値は1.55と計算された。YPRが最大の時の F_{max} 及び資源が適切に利用されているかどうかの経験的な判断基準とされる $F_{30\%SPR}$ と $F_{0.1}$ はそれぞれ0.97、0.74、0.48であり、 F_{current} はこれらの値を大きく上回っていた。²⁷

本報告と同時期(1993年~2010年)における他の魚種系群の再生産成功率をみると、紀伊水道のタチウオに比べて変動幅が大きく、紀伊水道におけるタチウオの再生産成功率は比較的安定しているといえる。同時に、再生産成功率に影響を与える環境要因も、解析期間中の平成5年から平成22年の18年間を通して比較的安定していたものと推察される。一方で、資源量は大幅に減少していることから、その主要因は、環境よりも過剰な漁獲圧にあるものと考えられる。このことは、 F_{current} が $F_{0.1}$ や $F_{30\%SPR}$ を大幅に上回ったことから支持される。²⁷

平成18年から平成20年にかけて韓国への輸出により価格が上昇し、豊後水道ではタチウオを狙った操業として、平成19年に夜間の曳縄釣りなど新しい操業形態が取り入れられた。²⁸

タチウオの資源量と漁獲割合(図 73)、産卵親魚量と加入尾数の関係(図 74)、年齢別漁獲係

²⁷ 土井内龍・吉見圭一郎・堀田敏弘(2013):紀伊水道におけるタチウオの資源評価. 黒潮の資源海洋研究, 第14号, 99-103.

²⁸ 徳光俊二・橋田大輔・堀田敏弘(2013):豊後水道周辺海域におけるタチウオの資源解析. 黒潮の資源海洋研究, 第14号, 93-97.

数の経年変化(図 75)を示す。²⁸

コホート解析の結果、資源量は平成18年に最大であったが、平成22年に半分程度まで減少した。漁獲割合は平成19、20年に高く、それ以降は資源量が減少している。また図 74をみると2007年に親魚量が多いにもかかわらず、加入量は減少し、以降、親魚量、加入尾数ともに減少傾向にある。²⁸

年齢別の漁獲係数 F の経年変化(図 75)をみると、3歳魚及び4歳魚以上の漁獲係数が最も高く、次いで2歳魚、1歳魚と若齢魚ほど漁獲係数が低くなる傾向があった。²⁸

タチウオの資源量減少は加入量減少が一因であると考えられる。また、主に夜曳きの小型底びき網や平成19年頃から始まった夜間の曳縄釣りにより、産卵前の親魚が漁獲されている可能性が考えられる。このことは春生まれの加入が少なく産卵のために来遊した親魚に漁獲が集中することにより、資源減少がさらに加速するという悪循環が起こっていることが懸念される。²⁸

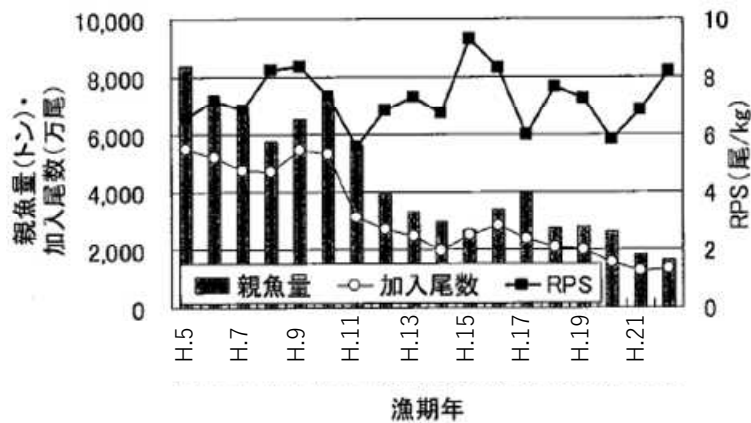


図 71 紀伊水道におけるタチウオの親魚量、加入尾数及び再生産成功率(RPS)の経年変化²⁷

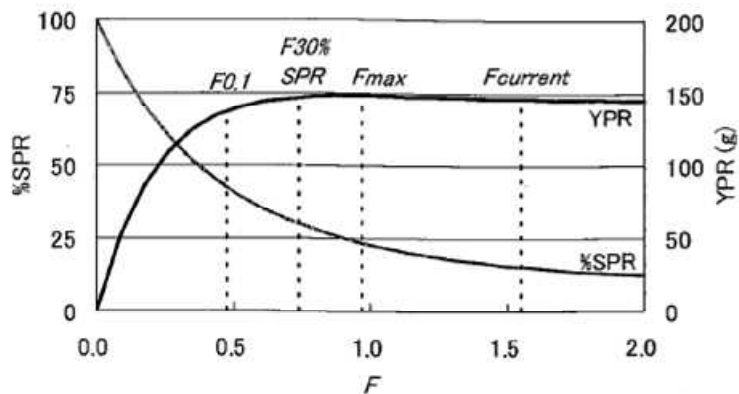


図 72 紀伊水道におけるタチウオの漁獲係数 F と%SPR、YPR の関係(F は1~4歳魚以上の平均)²⁷

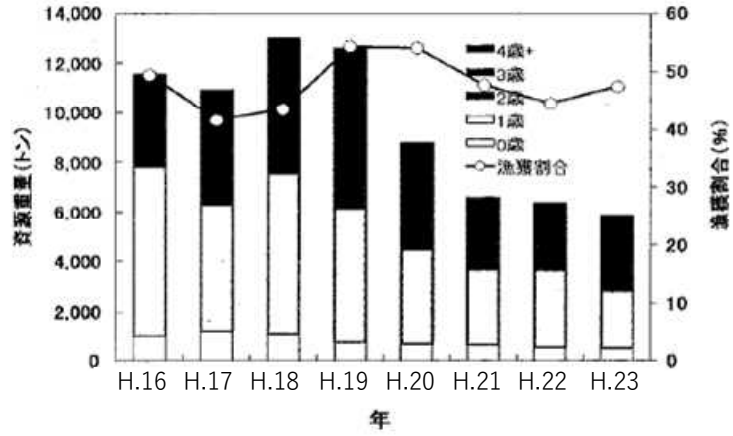


図 73 タチウオの資源量と漁獲割合²⁸

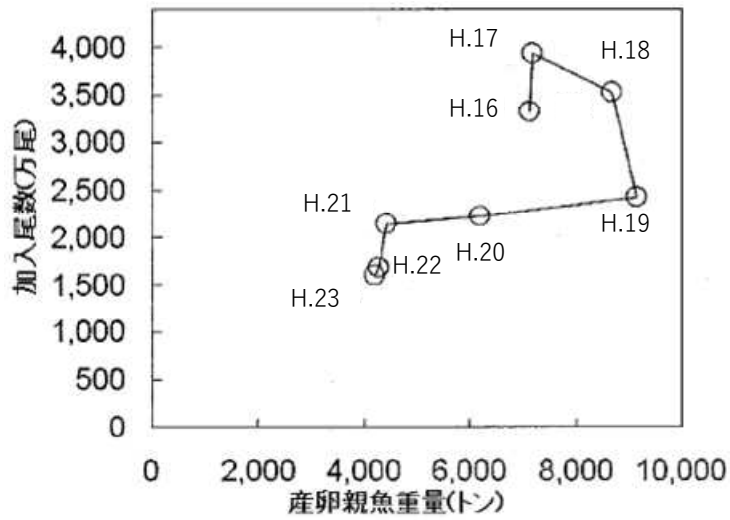


図 74 産卵親魚量と加入尾数の関係²⁸

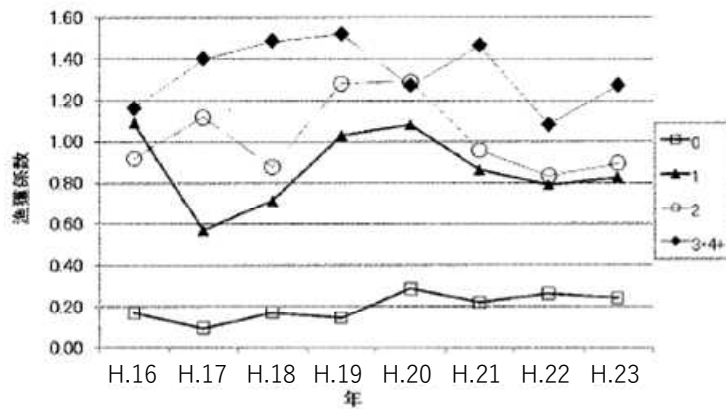


図 75 年齢別漁獲係数の推移²⁸

(6) アサリ

a. 生物学的特性・生活史²⁹

北海道～九州に至る日本全域の陸水の流入する内湾的環境の砂泥地に分布する。

アサリの産卵期は春・秋と2回あり、春に産卵量が多くなる。しかし、環境が悪くなると年1回になる可能性が強い。

受精卵及び初期発生に好適な海水の比重の下限は1.018で、アサリの発生を制約する要因の一つになっている。アサリの稚貝は温度に対する抵抗性が高く、アサリの生存が水温によって制約されることはほとんどないといえる。しかし、一般の漁場では夏季に、岸寄りの海水のたまり場に生息するアサリが、実際に高水温でへい死している場合がある。アサリは台風などによる異常出水時で低塩分海水が長時間続く場合以外は、塩分状態でへい死することはほとんどないといえる。成貝になると、貧酸素に対する抵抗性が強く、酸素量が1ml/l以上の海水では問題なく生活ができる。また、アサリが生息する底質の含泥率は0～50%以上の広範囲にわたる。しかし、波浪などにより浮遊土が多くあらわれる場所では、アサリは生息できない。また、土砂の堆積はアサリに影響を及ぼし、20cm埋没すると半数以上のアサリがへい死する。

アサリの食性は、浮遊幼生時には5 μ m前後の単細胞微小藻類が主で、成貝になると珪藻類が少量、デトリタスが主体になる。

²⁹ 社団法人 日本水産資源保護協会(1985):水産生物の生活史と生態.

b. 漁獲量の変化の動向

アサリ類の瀬戸内海（響灘を除く）及び漁獲量の多い府県における漁獲量変化を図 76に示す。

瀬戸内海全域の漁獲量は昭和60年にピークをむかえた後、平成3年までに急減した。それ以降、徐々に減少している。

山口県の漁獲量は昭和41年から昭和61年まで概ね横ばいで推移した後、減少している。

福岡県の漁獲量は山口県の漁獲量と概ね同様の傾向を示している。

大分県の漁獲量は瀬戸内海全域の漁獲量と概ね同様の傾向を示している。

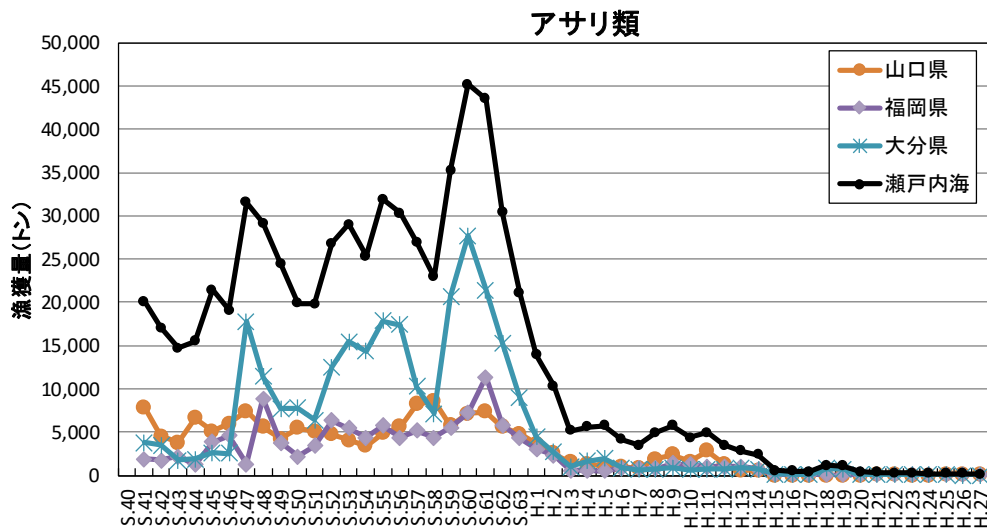


図 76 アサリ類の漁獲量の変化

c. 変化の要因に係るこれまでの知見

○ 栄養塩類及び基礎生産との関係

アサリの漁獲量と栄養塩類及び基礎生産との関係について、これまでの研究報告において、以下のような指摘がなされている。

- 豊前海において、乱獲が起こる以前(1975年から1989年)の漁獲量と沿岸域での基礎生産力には、正の相関($r=0.66$, 5%水準で有意)が見られた(図 77)。³⁰
- 中津干潟がある海域IV(図 78)では夏場に底層 DIN とアサリ漁獲量と有意($P<0.01$, $r=0.825-0.829$)な正の相関を示した(図 79(a))。リン酸態リン(PO_4-P)は主要な産卵期(秋)の前の夏季にアサリ漁獲量と有意($P<0.01$, $r=0.775-0.778$)な正の相関を示す(図 79(b))。DIN 及び PO_4-P 濃度は夏季に濃度が高かった時期にアサリの漁獲量が多いという傾向を示した。³¹
- COD 及びクロロフィル a 量は、1980年代には相対的に高い時期があったが、いずれもアサリ漁獲量との有意な相関は認められなかった。³¹

豊前海において乱獲による影響がないとされる1989年以前の採貝の漁獲量と沿岸域での基礎生産力との関係を図 77に示す。この場合、生産力は1974~1988年の値を、漁獲量は1975~1989年の値を用い、当年の基礎生産力を利用した貝が翌年に漁獲されると考えて、1年間ずらして図示している。これによると、両者には良好な正の相関がみられ($r=0.66$, 5%水準で有意)、乱獲が起きる以前の採貝の漁獲量は沿岸域の基礎生産力と関係していることが分かった。³⁰

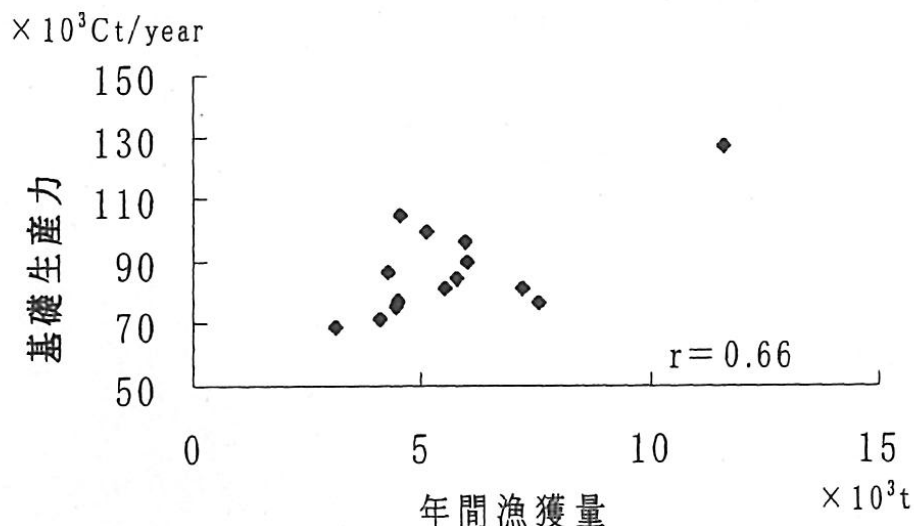


図 77 沿岸域の基礎生産力量と採貝の漁獲量の関係(豊前海)³⁰

³⁰ 片山幸恵・神菌真人(2000):豊前海における基礎生産力. 福岡水海技セ研報, 第10号, 91-94.

³¹ 浜口昌巳(2011):一次生産の変化と有用種の関係(二枚貝). 水研センター研報, 第34号, 33-47.

中津干潟がある海域Ⅳ(図 78)では夏場に底層 DIN とアサリ漁獲量と有意 ($P < 0.01$, $r=0.825-0.829$)な正の相関を示した(図 79(a))。リン酸態リン(PO_4-P)は主要な産卵期(秋)の前の夏季にアサリ漁獲量と有意 ($P < 0.01$, $r=0.775-0.778$)な正の相関を示した(図 79(b))。³¹

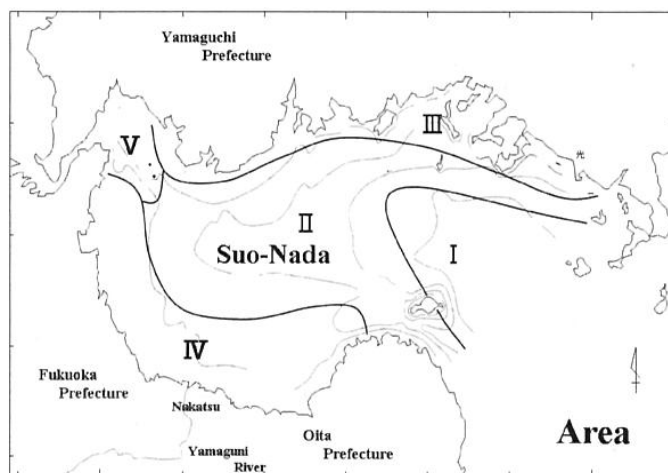


図 78 海域区分(周防灘)³¹

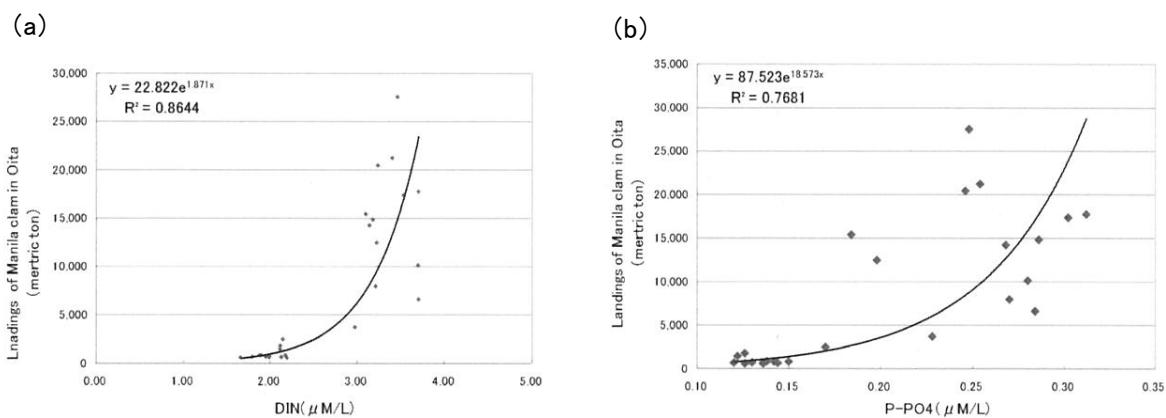


図 79 夏季の底層 DIN・ PO_4-P とアサリ漁獲量の関係(海域Ⅳ、1975~2006年)³¹

○ 埋め立てとの関係

アサリの漁獲量と埋め立てとの関係について、これまでの研究報告において、以下のような指摘がなされている。

- アサリの全国漁獲量は、1970年代には12万トンに伸びたが、開発のために水深5m以浅の干潟・浅場(殆どアサリ漁場)が埋め立てられ、東京湾で6万トン、三河湾で8千トン、瀬戸内海も1万トン、合計約8万トンが失われた(※周防灘(豊前海を含む)では埋立ては少なく、他の要因が指摘されていることに留意が必要。)³²
- 豊前海以外の瀬戸内海では、1970年頃まで1万トンを越えていたが、各地の埋め立てによって漸減し、1990年以降は3千トンとなっている。³²

○ 漁獲及び操業等との関係

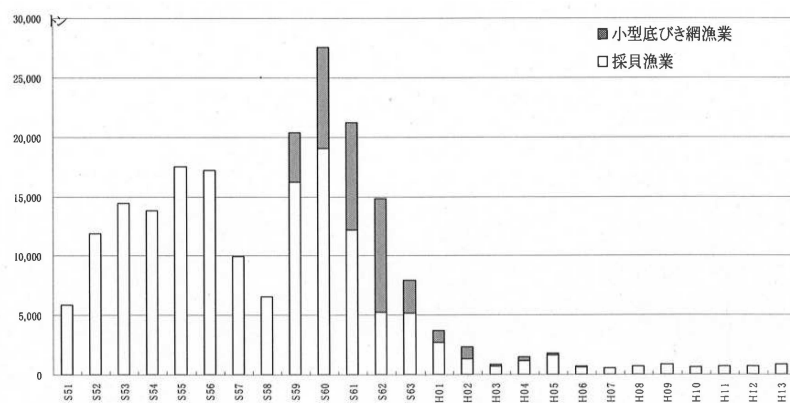
アサリの漁獲量と漁獲及び操業等との関係について、これまでの研究報告において、以下のような指摘がなされている。

- 豊前海における昭和60年以降の漁獲量の急激な減少の原因としては、小型機船底びき網手繰第3種ポンプこぎ網漁業により、昭和59年以降の数年間にわたり沖合の主産卵場から大量のアサリが捕獲され(図 80)、資源供給に寄与する親貝が極端に減少していることがあげられる。³³
- 瀬戸内海での変動は豊前海での変動を反映しており、豊前海では1970年まで5千トンに満たなかったが1985年には3万トンを超え、それ以降急減し、1991年以降は2千トン前後に落ち込んでいる。経営体数は、1958年から1968年に5倍以上、1968年から1978年にかけて2倍以上増加し、これに伴って漁獲量が大幅に増加した。漁獲量のピークの直後に急減していることから、その要因は過剰漁獲努力と考えられる。³²
- 大分県における沖合域アサリ漁業は幼生の供給源となっていた母貝集団を崩壊させ、周防灘全体における幼生の供給量が減少し、加入量が減少することによって資源量が減少に至ったのではないかという仮説も提示されている。³¹
- 操業による干潟底の攪乱によって付着珪藻が巻き上がったたり、濁りによって成長が阻害されたりする状態は稚貝にとって不適な生育条件と考えられる。³²

³² 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. 日本水産学会誌, Vol.74, No.2, 137-143.

³³ 大分県(2004):大分県豊前海アサリ資源回復計画.

大分県の豊前海におけるアサリの漁獲量の推移を図 80に示す。豊前海におけるアサリの漁獲量は、昭和60年に27,503トンと過去最高となった。その後は一転して減少に転じ、平成7年には558トンまで低下し、13年には841トンとなっている。平成60年以降の漁獲量の急激な減少の主要な要因として、許可を得てバカガイの操業を行う小型機船底びき網手繰第3種ポンプこぎ網漁業により、昭和59年以降の数年間にわたり沖合の主産卵場から大量のアサリが漁獲され、資源供給に寄与する親貝が極端に減少していることがあげられる。³³



資料：農林水産統計年報

| 漁業種類\年次 | S51 | S52 | S53 | S54 | S55 | S56 | S57 | S58 | S59 | S60 | S61 | S62 | S63 |
|----------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|-------|
| 小型底びき網漁業 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4,180 | 8,489 | 8,981 | 9,597 | 2,754 |
| 採貝漁業 | 5,855 | 11,877 | 14,442 | 13,809 | 17,539 | 17,194 | 9,957 | 6,577 | 16,196 | 19,015 | 12,214 | 5,215 | 5,174 |
| 合計 | 5,855 | 11,877 | 14,442 | 13,809 | 17,539 | 17,194 | 9,957 | 6,577 | 20,376 | 27,503 | 21,195 | 14,812 | 7,928 |
| 漁業種類\年次 | H01 | H02 | H03 | H04 | H05 | H06 | H07 | H08 | H09 | H10 | H11 | H12 | H13 |
| 小型底びき網漁業 | 1,044 | 973 | 174 | 311 | 209 | 121 | 0 | 0 | 3 | 16 | 0 | 0 | 19 |
| 採貝漁業 | 2,665 | 1,346 | 666 | 1,145 | 1,594 | 610 | 558 | 656 | 832 | 588 | 675 | 675 | 822 |
| 合計 | 3,709 | 2,319 | 840 | 1,456 | 1,803 | 731 | 558 | 656 | 835 | 604 | 675 | 675 | 841 |

図 80 大分県の豊前海におけるアサリの漁獲量の推移(魚業種別)³³

採貝漁業の経営体数がほぼアサリに対する漁獲努力量とみなし得る豊前海の漁獲量及び経営体数の経年変化を図 81に示す。大分県の豊前海区においては、1972年から漁獲量が大幅に増加した。経営体数は、1958年から1968年に5倍以上、1968年から1978年にかけて2倍以上増加し、これに伴って漁獲量が増加したことがわかる。³²

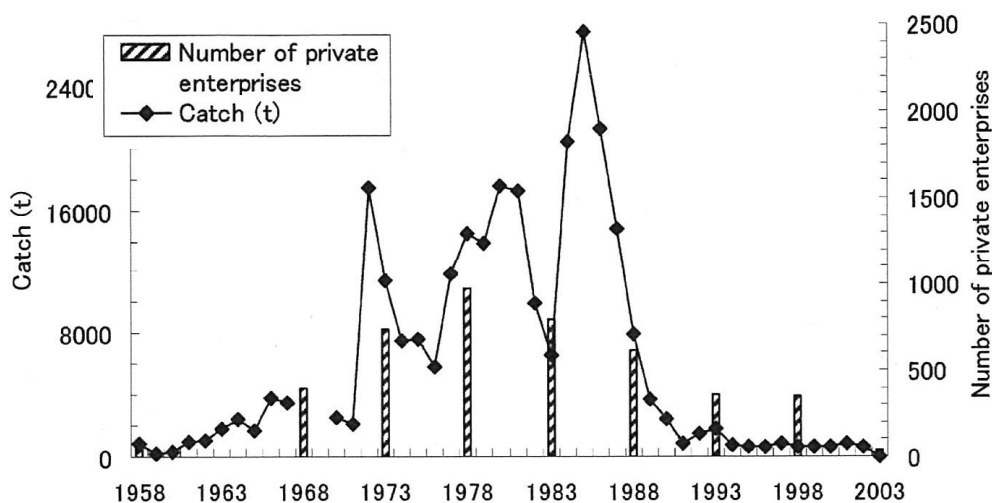


図 81 豊前海のアサリの漁獲量及び経営体数の推移³²

○ 海水温との関係

アサリの漁獲量と海水温との関係については、これまでの研究報告において、以下のような指摘がなされている。

(冬季水温)

- 中津干潟を含む大分県の冬季水温とアサリ漁獲量は、強い負の相関を示し(図6)、冬季の水温が高いとアサリの漁獲量が減少することから冬季の水温上昇が周防灘のアサリ資源の減少に関与している可能性がある。³¹
- 周防灘のアサリ漁獲量が減少する時期は昭和60年前後であるが、この時期を契機として周防灘の冬季水温が有意に上昇している。³¹

(夏季水温)

- 1983年夏季の異常高温が原因とされる豊前海アサリ大量へい死事例と気象・海象データを整理し、夏季高温とアサリへい死の関係を検討した結果、アサリ大量へい死期間と推定した1983年7月22日から8月6日と同様の高温日が、2003年～2012年夏季において頻繁に確認されたことから、近年夏季の干潟域におけるアサリの生息環境は非常に厳しい高温条件下にあると推測された。近年、アサリ資源が低位のまま、回復しない一因として、夏季高温化による影響が示唆された。³⁴

図 78に示した周防灘の海域区分のうち、第IV海域の冬季水温と同海域内で最大の漁場である中津干潟を含む大分県のアサリ漁獲量の関係を図 82に示す。すべての海域で冬季水温と各県のアサリの漁獲量はいずれも強い負の相関(第Ⅲ対山口県 $P<0.01$, $R=0.861$, $r^2=0.740$; IV対福岡県 $P<0.01$, $R=0.898$, $r^2=0.807$; IV対大分県 $P<0.01$, $R=0.886$, $r^2=0.786$)を示し、冬季の水温が高いとアサリの漁獲量が減少することから、冬季の水温の上昇が周防灘アサリ資源の減少に関与している可能性がある。³¹

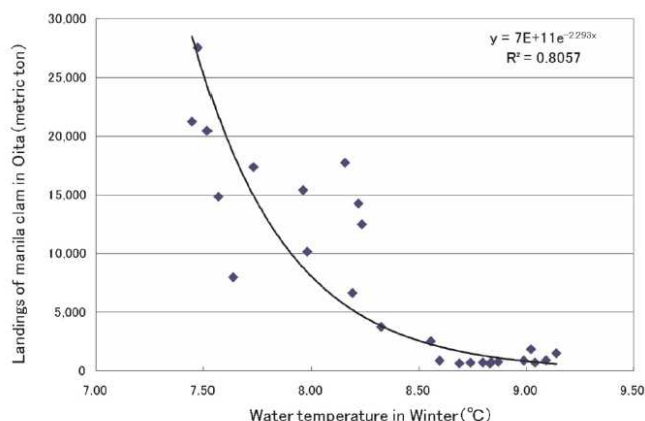


図 82 周防灘の水温とアサリ漁獲量の関係(海域IV、1970～2006年)³¹

³⁴ 木村総一郎(2014):夏季高温下におけるアサリのへい死. 大分県農林水研セ研報(水産),No.4, 1-8.

○ 食害の影響との関係

アサリの漁獲量と食害の影響との関係については、これでの研究報告において、以下のような指摘がなされている。

- ナルトビエイは温帯・暖海性の魚種で、温暖化に伴い、最近、瀬戸内海西部や有明海で大量出現している。本種はアサリの食害種であるが周防灘のアサリ資源の崩壊に関与した可能性は低い。しかし現在では、周防灘のアサリ資源の再生を妨げる一因となりうる。³⁵
- クロダイは、大型種による親貝の食害に止まらず、中型種は稚貝を、幼魚は水管を食害する。瀬戸内海では、最も重要なアサリ食害魚種の一つである。特に、1991年から現在の広島湾、1976～1983年の別府湾では、アサリ資源の減少に関与したと考えられている。³⁵

○ 干潟環境の悪化との関係

アサリの漁獲量と干潟環境の悪化との関係については、これまでの研究報告において、以下のような指摘がなされている。

- 保水力の弱い地質上を流れる山国川の急激な出水により干潟環境が悪化し、これがアサリの生産を不安定にする要因となっている。³¹

○ その他の要因

アサリの漁獲量とその他の要因との関係については、これまでの研究報告において、以下のような指摘がなされている。

- 周防灘における貧酸素水塊の発生は、瀬戸内海全般と同様にアサリの漁獲量が多かった時期の方が多く(瀬戸内海区水産研究所2006)、アサリの減少要因とはなっていないと考えられる。³¹

³⁵ 重田利拓(2008):瀬戸内海の魚類に見られる異変と諸問題. 日本水産学会誌, 74(5), 868-872.

3. 今後の検討方針

漁獲量の変動と栄養塩類をはじめとする水環境との関係については、整理したこれまでの知見も参考に、生物の生息場(生息層、分布等)、基礎生産や餌資源との関係(食性、動物プランクトンの変動等)、生活史等の生態的特性、湾・灘ごとの海域特性に着目し、考察を進める。