

和歌山県におけるモジャコ不漁年の特徴

竹内 淳一*

Characteristics on poor catch of juvenile yellowtail
in the coastal region, Prefecture Wakayama

Jun-ichi TAKEUCHI*

ブリの産卵場は黒潮の上流域に形成され、その卵・稚仔魚は流れによって下流域へ長距離輸送される。ブリ稚仔魚は1.5cmくらいから流れ藻について輸送されることになり、海流の流量や流路の変動の他に流れ藻の分布とその量などにも大きく影響される。この他、流れ藻につかないブリ稚仔魚の分布量や太平洋系群と日本海系群の親魚・稚仔魚量の配分割合など不明なことも多い。さらに、ブリ稚仔魚の多くが流れ藻・潮目など特定ともいえる生態系内で長距離輸送されることから、この輸送中に起こる生物過程と漁業による減耗も考えねばならない。

このため下流域ほどモジャコ採捕量を決める要因は多くなり、その組み合わせで一層複雑さが増す。このことが、モジャコ採捕の年変動をさらにわかり難くしている。

さらにモジャコ採捕量の変動を理解する上で最も大きな問題は、その採捕尾数に関する公表数字が極めて疑わしいこと(漁業資源研究会議報 1973, 西村 1986)にある。まず、長期間の正確なモジャコ採捕量の実態を明らかにすることが基本的に重要である。

ここでは、竹内(1999)が報告した資料に新たな資料を加え、和歌山県におけるモジャコ不漁年の特徴を中心に再検討した。

資 料

まず和歌山県におけるモジャコの受給調整と採捕尾

数の計量方法および紀伊半島周辺海域のモジャコ漁場の特徴、およびここで使用したモジャコ採捕に関する生物資料と気象・海況の資料について説明する。

1. モジャコ採捕量などの生物資料

モジャコ受給調整・採捕尾数の計量方法および採捕期間

和歌山県では漁業者が採捕したモジャコは、すべて和歌山県漁業協同組合連合会の「はまち種苗センター(現在は田辺、串本、浦神の3カ所)」に受け渡されたあと、養殖業者に引き渡される。センターでは船ごとに所定の規格(小, 中, 大, 特大, 特々大の五つ)に選別し、規格毎に重量を測定して尾数に換算する。採捕された尾数は、毎日積算集計され、水産課に報告される。水産課は目標尾数に達した時には、漁期中であっても採捕を即日中止する。長年、このような受給システムが遵守されて運営されている。

資料としては、センターごとの日別資料があり、これを漁期ごとに集計した年計データがある。ここでは長期間の資料が整っている1976-1999年の24年間にわたるモジャコ採捕数量(尾数・kg数量、ただし有漁隻数のデータは1979-1999年)の年別合計値を使用した。採捕期間は約1カ月間で、おおよそ4月下旬~5月上旬にはじまり5月下旬~6月中旬に終了する。

紀伊半島周辺のモジャコ漁場とその流況特性

太平洋南岸のモジャコ漁場は、薩南、日向灘から豊後水道、土佐湾、紀伊水道、熊野灘など大きく五つに分けられる。これらの漁場は黒潮内側域にあたり、薩

* 和歌山県農林水産総合技術センター水産試験場, 〒649-3503 和歌山県西牟婁郡串本町串本1551

e-mail: e0701092@office.wakayama.go.jp

Fisheries Experimental Station, Wakayama Research Center of Agriculture, Forestry and Fisheries, Kushimoto, Nishimuro-gun, Wakayama 649-3503, Japan

南を除く日向灘以東の四つの漁場は、陸棚東岸や湾入部に形成され、それぞれ反時計廻りの地形性渦流があり、黒潮によって運ばれてきた流れ藻が滞留しやすく、モジャコ漁場としての好条件をそなえている（漁業資源研究会議報 1973）。

図1に紀伊半島周辺における黒潮接岸時の流況とモジャコ漁場の模式図を示す。図中には、田辺、串本、浦神の「はまち種苗センター」の位置も示した。紀伊半島周辺海域は、太平洋南岸のモジャコ漁場の東端部にあたり、黒潮に突出した紀伊半島先端の潮岬によって大きく紀伊水道と熊野灘南部の二つに分かれる。採捕されたモジャコは、ふつう、近くのセンターに運ばれることになるので、田辺と浦神はそれぞれ紀伊水道と熊野灘南部のモジャコ採捕量を代表し、串本の場合は潮岬周辺の紀伊水道側と熊野灘南部の両水域で操業されるので海域区分できない。

紀伊水道のモジャコ漁場は、室戸岬と紀伊半島によって仕切られた陸岸地形と黒潮接岸に起因して出現する紀南分枝流（振り分け潮、Takeuchi et al. 1998）や地形性渦流の周辺にできる潮目付近に形成される。熊野灘南部の場合、黒潮接岸時には黒潮強流帯に突出した潮岬東側にできる流れの影領域（Nagata et al. 1999）と黒潮北縁および熊野灘南部に侵入する暖水舌（竹内 1989）付近に漁場が形成される。黒潮の大蛇行時には大王埼方面からの黒潮内側反流の先端部やその両脇にみられる潮目付近が漁場となる。モジャコ漁業発祥の地は熊野灘北部の浜島地区であり（西村 1986）、これに隣接する熊野灘南部は産卵場から最も遠い位置にあるモジャコ漁場の一つである。

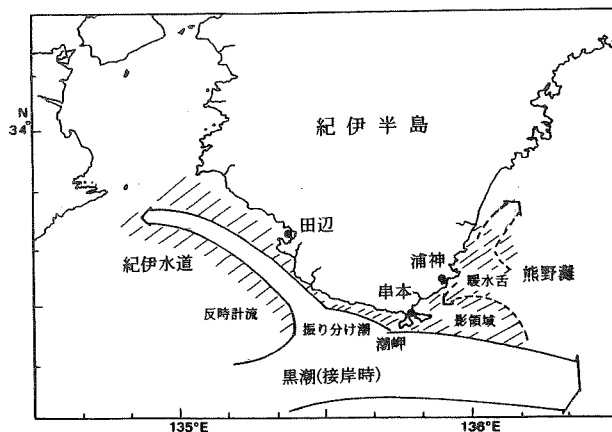


図1 紀伊半島周辺における流況とモジャコ漁場（斜線部）の模式図および和歌山県「はまち種苗センター」の位置。

その他の資料

この他モジャコに関して、平成11年度中央ブロック資源・海洋研究会資料として報告されているモジャコ調査（大分・愛媛・高知・徳島・三重県）による年別の1藻当たり平均採集尾数を使用した。この調査は、モジャコ漁の漁期前に行われる場合も多く、そのデータは実際の漁期を代表しない場合もあるが、当業船以外の調査データとして貴重である。

また、流れ藻についていないモジャコ量を代表する資料として、石田他（1997）が報告した太平洋南岸における稚魚網表層曳き1網あたりのブリ稚仔魚の月別平均採集尾数を使用した。このデータは、1978年から1995年までの18年間に南日本太平洋岸の宮崎県から和歌山県まで7県の水産試験場が口径130cmの稚魚網を使って表層5分曳きで採集したブリ稚仔魚の個体数である。稚魚網によるブリ稚仔魚の採集数はきわめて少なく、その大きさは約10mm前後のものが最も多い（小西 1981）。なかにはごく小さな流れ藻やゴミとともにモジャコが採集される場合もある。その場合であっても、ふつう、流れ藻につくモジャコよりは明らかに小さな魚体である。この稚魚網では、鹿児島水試が開発した大型稚魚ネット（前田他 1979）のように孵化後間もない稚仔魚を多量に採集することはできないが、広い海域の月平均値であることから、流れ藻についていないブリ稚仔魚量がある程度あらわしていることが期待できる。

1975年以前のモジャコ不漁年に関する資料として、モジャコ採捕のブリ資源に及ぼす影響に関する研究報告書（1966）、モジャコ採捕のブリ資源に及ぼす影響に関する研究報告書続報（1970）、漁業資源研究会議報（1976）、漁況海況予報事業結果報告書（和歌山県水産試験場、昭和39年度～昭和50年度）などを参考とした。

従来からブリの卵・稚仔魚の減耗要因として、流れ藻と関連の深いシイラ、カツオ、ハナオコゼ、メダイ幼魚などの他魚種による食害（モジャコ採捕のブリ資源に及ぼす影響に関する研究報告書 1966）について指摘されている。ここでは、その代表種としてシイラをとりあげた。その資料として、漁業・養殖業生産統計年報（農林省統計情報部、1976-1997）に掲載されている海区別のシイラ漁獲量、およびシイラ漬けまき網による漁獲量（宮崎・高知・島根・鳥取県）を使った。さらに、ブリの漁獲資料として、三重県と高知県

の定置網による銘柄別漁獲統計資料（三重県科学技術振興センター水産技術センター，高知県水産試験場）を使用した。

2. 気象・海況の資料

紀伊半島周辺のモジャコ漁場の海況条件をあらわす資料として，潮岬南沖の黒潮離岸距離（水路部海洋速報）を使った。太平洋規模の広域的・長期的な環境変動に関連する資料として，SOI 指数とエルニーニョ現象をあらわす太平洋赤道海域東部における月別表面水温の年間偏差（気象庁海洋月報）を使用した。これらのデータの期間は，1955-1999年である。

結 果

今回得られた結果と竹内（1999）が報告している結果をとりまとめて次に示す。

1. モジャコの採捕尾数，CPUE，魚体の年変動および紀伊水道と熊野灘南部の海域特性

図2に，和歌山県におけるモジャコの採捕尾数(a)，CPUE (b，尾数/延隻数) および1尾あたりの平均体重(c，g単位)について和歌山県計，田辺（紀伊水道側），浦神（熊野灘側）ごとの年変動を示す。

採捕尾数(a)の県計は，1986年をピークとして，近年は減少傾向である。これは，モジャコ需要の減少

が背景にあり，1987年の不漁を契機として，県全体の操業隻数が減少したためである。これに対し，従来からモジャコ漁に関心の高い浦神では，1994年をピークに近年の漁獲量は比較的高水準にある。

モジャコ採捕尾数の県計が約100万尾以下となった年は，1978，1982，1987，1992，1997，1998，1999年の7回（図2 aの矢印）で，このような不漁年は4，5年に1回の頻度で間欠的に起きている。矢印で示した不漁年のCPUEは，その前後の年に比べて明らかに低い。その長期的な変動は，1987-1988年を境にそれまでの2,000尾程度の低水準から，約4,000尾の高水準へ変化している。

紀伊水道側（田辺）と熊野灘側（浦神）を比較すると，CPUEは紀伊水道側で低く，熊野灘側で高い。この傾向は1993年以降顕著である。紀伊水道側だけに注目すると，この海域では1990年を中心として1988-1991年に熊野灘と同程度かそれ以上の高水準となった特徴がある。

モジャコ1尾あたり平均的な大きさ（体重）は，不漁年で明らかに大きい（図2 cの矢印）。全般的な傾向として，紀伊水道側（田辺）で小型魚，熊野灘側（浦神）で大型魚が採捕され，潮岬を境に海域による漁獲特性の違いが認められる。

黒潮に突き出た紀伊半島先端の潮岬を境に，上流域の紀伊水道（田辺）と下流域の熊野灘（浦神）とを比較すると，上流域は小型魚でCPUEが低く，下流域では大型魚でCPUEが高い。紀伊水道のCPUEが熊野灘側に匹敵する水準となったのは1980，1987-1991年だけである。この期間，黒潮は潮岬沖30-60マイル付近を離岸（図7 a）して流れるB・C型流路であった。

このような紀伊水道と熊野灘との違いは，黒潮変動に伴う海域特性から説明できる。黒潮が潮岬に接岸すると，紀伊半島南西岸には「振り分け潮」が現れ，流れは発散する（Takeuchi et al. 1999）。このため流れ藻やモジャコが滞留し難くなって紀伊水道側で不漁となる。この時，熊野灘側は黒潮に突き出した潮岬東側に流れの影領域（Nagata et al. 1999）が形成されることや暖水舌の侵入（竹内 1989）で，流れ藻やモジャコが滞留しやすくなり好漁につながったと考えられる。これに対し，黒潮が離岸すると紀伊水道側では，流れが弱くなったり，流れの方向が一定でない不定流，あるいは収束流もみられるようになるので（Takeuchi

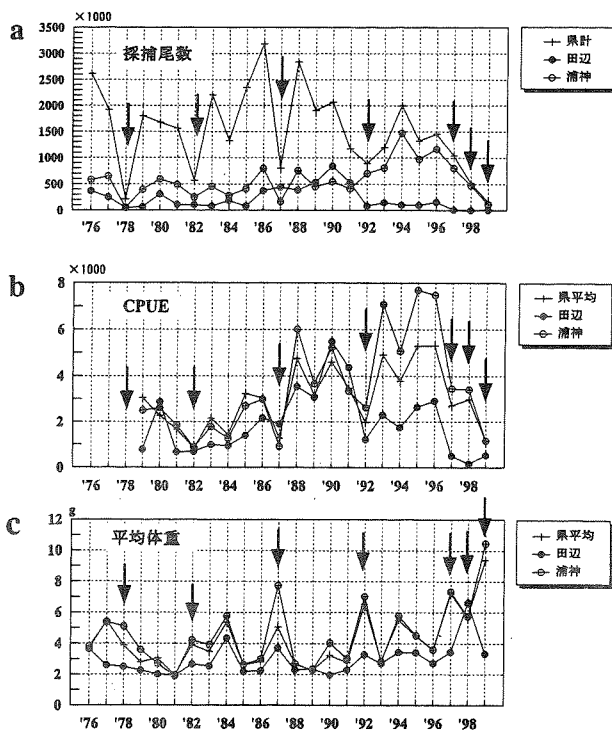


図2 a) モジャコ採捕尾数，b) CPUE（採捕尾数/有漁延隻数），c) 魚体平均重量（重量/尾数），矢印は約100万尾以下の不漁年。

et al. 1998), 紀伊水道側でも流れ藻が滞留し易くなって1987-1991年のように熊野灘とほぼ同程度の漁獲となると推定される。このことから、モジャコ漁場では、流れが発散しない時に好漁となることが示唆される。

以上のことから、和歌山県のモジャコ採捕量には、採捕尾数が激減する不漁年が4, 5年に1回の頻度で間欠的に起きていること、そのCPUEは前後の年に比べて明らかに低く、モジャコは大型であることが示された。また、長期的なCPUEの変動からは、1988年以降それまでの低水準から高水準へ遷移したことが示された。さらに、モジャコ採捕では、潮岬を境とした紀伊水道側と熊野灘側による海域による違いのあることがわかった。

2. 各県のモジャコ調査採集尾数と稚魚網採集尾数の年変動

各県は、毎年、モジャコ漁場一斉調査を4-5月に実施している。この調査は、モジャコ漁の解禁前に行われる事前調査が中心となる。調査は漁期中にも行われるが、この場合には、ふつう、当業船が操業している主漁場を少しはずした採集調査が実施される。

モジャコ漁場一斉調査における大分・愛媛・高知・徳島・三重県の調査結果から、年ごとの1藻あたりモジャコ平均採集尾数（以下、モジャコ調査採集尾数と呼ぶ）を図3に示す。aは各県別、bは大分・愛媛・高知・徳島県の4県平均値と三重県についての変動を示したものである。モジャコ調査採集尾数が少ない年は、矢印で示した和歌山県のモジャコ不漁年とおおよそ一致している。

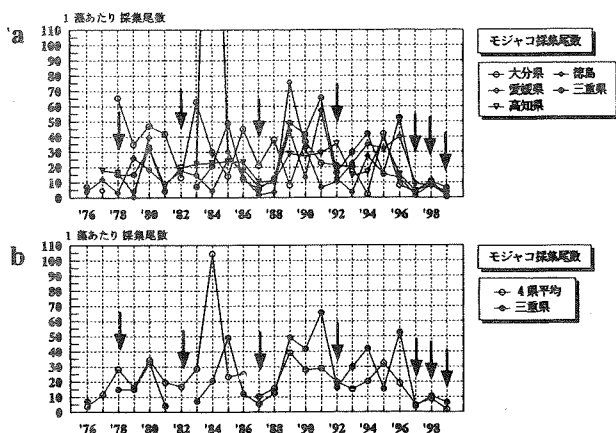


図3 各県のモジャコ調査による平均採集尾数(尾数/藻数, 矢印はモジャコ不漁年).
a) 大分・愛媛・高知・徳島・三重県の県別平均採集尾数
b) 大分県～徳島県4県平均と三重県の平均採集尾数

図4は、太平洋南岸の稚魚網表層曳き1網あたりのブリ稚仔魚の稚魚網採集尾数（以下、稚魚網採集尾数と呼ぶ）の年変動である。稚魚網採集尾数は、1978年から1986年まで低水準、その後1988-1992年の高水準をはさんで、1993-1995年は再び低水準へ変化した。図中の矢印はモジャコ不漁年であり、これに対応するような稚魚網採集尾数の減少はみられない。

これを、長期的な視点からみると、稚魚網採集尾数とモジャコ採捕尾数のCPUEの変動は、1980年代後半を境にして両者とも低水準から高水準へ同時に変化していることがわかる。しかし、稚魚網採集尾数は1993年以降低水準となったのに対し、モジャコ採捕尾数のCPUEは高水準がつづき、両者の変動傾向に違いがみられる。

3. シイラ漁獲量の年変動

全国と海区別のシイラ漁獲量の年変動を図5に示す。また、シイラを主対象に操業するシイラ漬けまき

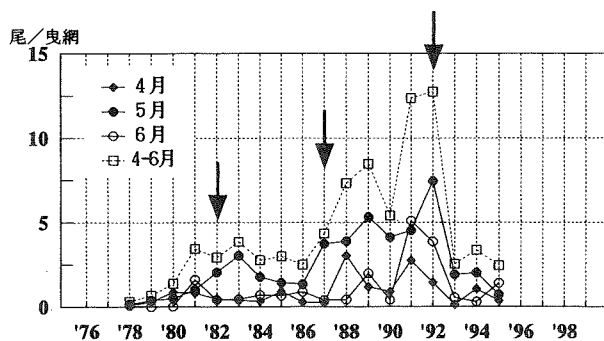


図4 太平洋南岸の稚魚網表層曳き1網あたりのブリ稚仔魚の平均採集尾数の変動(石田ほか1997による九州東岸～熊野灘南部), 矢印はモジャコ不漁年.

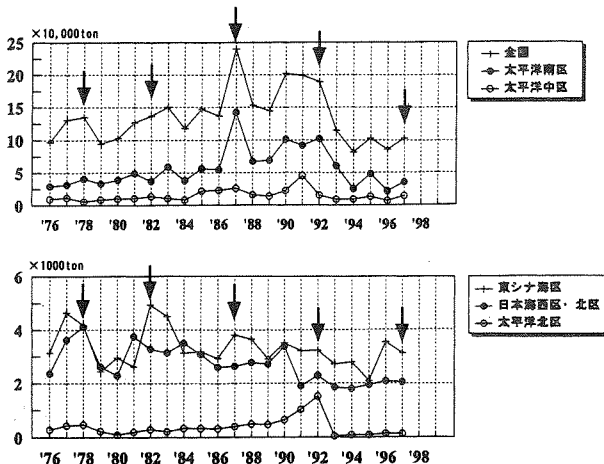


図5 全国・海区別のシイラ漁獲量(漁業・養殖農林水産統計), 矢印はモジャコ不漁年.

網漁業によるシイラ漁獲量統計を調べ、島根県、鳥取県（赤碕，夏泊），宮崎県，高知県（興津，手結）のシイラ漁獲量の年変動を図6に示した。図中の矢印は、和歌山県のモジャコ不漁年である。

シイラ漁獲量は、1976年から1980年代後半にかけて東シナ海区と日本海西区・北区で高水準、1987-1992年には太平洋側できわめて高水準となり東シナ海・日本海側で低水準となった。その後、1993-1997年には太平洋側の漁獲が低くなり、東シナ海・日本海側で再びやや高い傾向へ変化している。

モジャコ不漁年に注目すると、そのほとんどがシイラ漁獲量のピークの年と一致している。このピーク年の一致は、1980年代末を境に、それ以前は東シナ海・日本海で、それ以降は太平洋側で明かである。このようにモジャコ不漁年は日本近海に來遊するシイラの漁獲ピーク年とほぼ一致していることが示された。

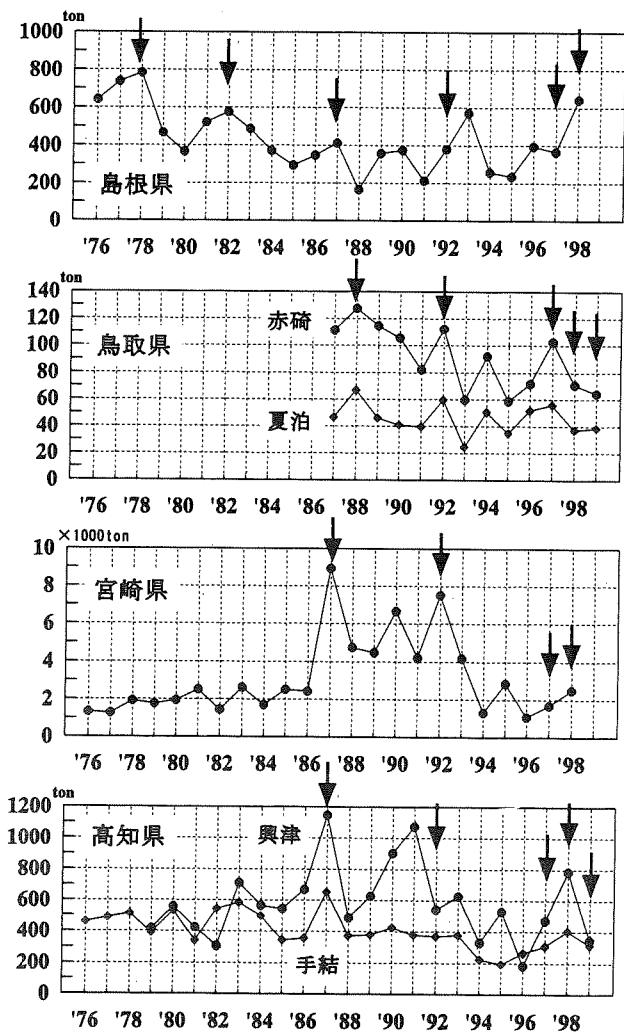


図6 シイラ漬けまき網による県別シイラ漁獲量（島根・鳥取・宮崎・高知県），矢印はモジャコ不漁年。

考 察

1. モジャコ不漁年と ENSO サイクル

1975年以前のモジャコ不漁年について、過去の調査研究報告とモジャコ調査資料などから調べた。それによると、1959-1975年の17年間に4回（1959，1963，1969，1971）の不漁年があることが推定された。これに図2に示した最近の24年間を加えると、モジャコ不漁年は1959-1999年の41年間に11回、4-5年に1回の頻度で間欠的に起きていたことになる。

図7は、潮岬南沖の黒潮流軸の離岸距離（a），南方振動指数 SOI の偏差（b），赤道域東部の表面水温偏差（c）などとともに、モジャコ不漁年を矢印で示したものである。モジャコ不漁年は黒潮の離岸年（1959，1963，1969，1978，1982，1987）にも、接岸年（1971，1992，1997，1998，1999）にも起きている。紀伊半島周辺の海況条件に最も基本的な作用する黒潮の離接岸からは、モジャコの不漁に直接対応するような単年の特徴はみいだせない。

いっぽう、南方振動指数 SOI および赤道域東部の表面水温偏差の変動から、モジャコ不漁年は、南方振動指数 SOI が高い状態から低い状態へ変化する時、太平洋赤道海域東部の表面水温偏差が高くなるエルニーニョ現象の前後にあたる。モジャコ不漁年は、4，5年に1回の頻度で起こる ENSO サイクルと関連して起きていることが示唆された。

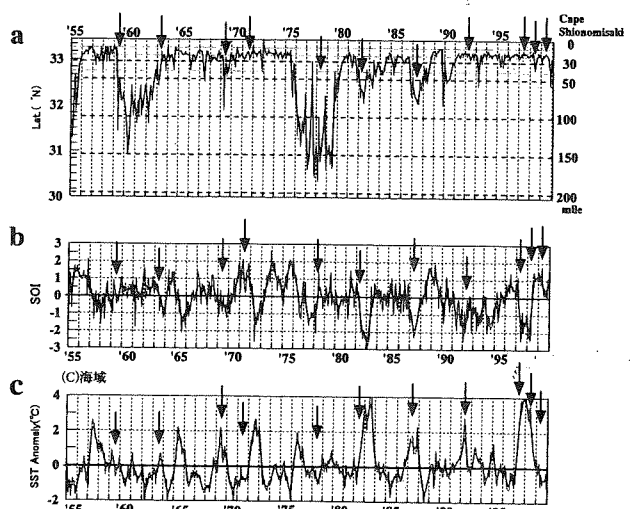


図7 a) 潮岬南沖の黒潮流軸位置（水路部海洋速報），b) 南方振動指数 SOI 平年偏差，c) 太平洋赤道海域東部の月平均水温平年偏差（気象庁海洋月報）。矢印はモジャコ不漁年。

2. レジーム・シフトに関連したモジャコの採捕量 CPUE と魚体の逆相関

長期的なモジャコ採捕量 (図2) と稚魚網採集尾数 (図4) は, 1980年代末のレジーム・シフトに関連して, 低水準から高水準へ変遷した。このことを考慮して, 1980年代末の前後でだまかに年代区分し, モジャコ採捕尾数 CPUE とその平均体重との相関を図8に示す。CPUE と平均体重は明らかな逆相関を示した。a は県全体の平均値, b は浦神について示したものである。a と b のいずれも 1987-1991年頃を境に (1980年代末のレジームシフト) 年代区分することで, それ以前 (A1, B1) と以後 (A2, B2) の年代でそれぞれ別々の回帰直線が得られた。A1とB1は1978 (1979)-1987, 1989, 1991年の11~12年間から求めた回帰直線で, それぞれの相関係数は0.42と0.51であった。A2とB2は1988, 1990, 1992-1999年の10年間から求めた回帰直線で, それぞれの相関係数は0.83と0.77である。とくに最近10年間の相関が高い。県平均だけでなく, 平均漁獲努力量が減少していない浦神だけのデータからも同様の結果が示されたことから, この相関がかなりの

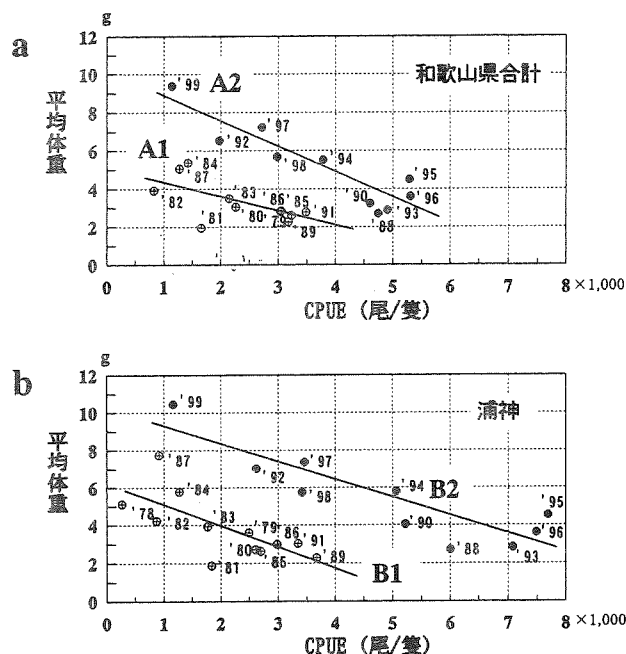


図8 モジャコ採捕尾数 CPUE (採捕尾数/延隻数) と魚体平均重量 (重量/尾数) との相関, A1, A2, B1, B2は回帰直線. a) 県平均 (A1: $R=0.42$, 1979-1987, 1989, 1991年の11年間, A2: $R=0.83$, 1988, 1990, 1992-1999年の10年間, b) 浦神平均 (B1: $R=0.51$, 1978-1987, 1989, 1991年の12年間, B2: $R=0.77$, 1988, 1990, 1992-1999年の10年間)

確度で成り立つとみられる。年代による回帰直線の違いは, 1980年代末に起きた気候のレジーム・シフトあるいは約10年スケール変動 (杉本 1998, 小寺 1997) とほぼ一致する。

CPUE が高い年には魚体が小さい傾向にあり, 資源密度が高いほど成長が劣ることが示唆され, モジャコには密度従属的な成長変動の可能性が考えられた。モジャコ採捕漁業ではモジャコの大きさによる採集漁具からの逃避能力の違いも考えねばならないが, 浦神の採捕漁業者からの聞き取り情報ではここで取り扱った期間に経年的な漁具性能の変化はみられず, CPUE は資源密度の指標となると考えられる。

モジャコの場合には流れ藻・潮目などの比較的狭い特定の生態系内で長距離輸送される。しかも, 浅見他 (1967) の示した現場海域から得られたモジャコの共喰いに関する知見, 蓄養施設を使った実験 (萩野 1969), モジャコ採捕漁業者の経験に基づくアンケート (鉄 1968) などから, モジャコ同士の共喰いによる減耗が高いことが示されている。このようなことから, モジャコでは単純な餌料生物量に関連した密度従属的な成長変動ではなく, 産卵場や産卵時期の異なる発生群が同じ流れ藻に遭遇することでモジャコ同士の共喰いによる減耗がかなり大きくなることも考えられよう。

3. 長距離輸送中の生物過程によるモジャコ減耗の可能性

竹内 (1999) は, モジャコ不漁年がエルニーニョ現象の1, 2年以内にあたり, しかもモジャコが大型であることから, ENSO サイクルに伴う中緯度の気候変動でブリの産卵場が南下し稚仔魚の輸送距離・時間が増大することが大型モジャコの採捕につながったのではないかと想定した。村山 (1991) と上原他 (1998) は, 東シナ海の大中型まき網による漁場の推移からブリの産卵場を年ごとに推定している。この産卵場の推定は, 1988, 1989, 1994, 1995, 1996年だけに限られ, ここで取り扱ったモジャコ不漁年は含まれていないため, 不漁年に産卵場が南下することは確かめられなかった。上原他 (1998) が示した1979-1996年の東シナ海の大中型まき網によるブリ漁獲量から, 和歌山県のモジャコ不漁年を説明できる年としてブリ親魚が全く漁獲されなかった1987年があるが, その他の多くの年ではブリ親魚量との関係は明らかでない。従来から, ブリ稚仔魚量を予測する要因の一つとしてブリ親魚量

があげられ (モジャコ採捕のブリ資源に及ぼす影響に関する研究報告書 1966, 続報 1970), 九州南部の調査結果 (前田 1980) では親子関係についてある程度の相関が示されている。しかし, 東シナ海の産卵に由来するブリ稚仔魚量についての知見はない。このように, ブリの産卵場・親魚量とモジャコ不漁年との関連は不明のまま課題として残された。

いっぽう, 図5と図6に示したように, モジャコ不漁年の多くがシイラ漁獲のピークと一致していることから, モジャコの減耗要因として捕食者であるシイラの来遊量の重要性が示唆された。これまでシイラとの関係があまり注目されなかったのは, それを対象とする漁業が数県に限られていたこと, 1980年代末前後を境にその漁獲ピークが東シナ海・日本海側から太平洋側へ変化したことなどによって, モジャコとの関係がわかり難かったためではないだろうか。

従来からブリの卵・稚仔魚の減耗要因として, 流れ藻と関連の深いシイラ, カツオ, ハナオコゼ, メダイ幼魚などの他魚種による食害について指摘されている (モジャコ採捕のブリ資源に及ぼす影響に関する研究報告書 1966) が具体的な事例は示されていない。小西 (1981) は, 横田 (1961) と児島 (1966) の研究報告から流れ藻に關係の深いシイラがブリ稚魚を捕食していた事例を紹介している。この他, 日向灘の流れ藻から採集したハナオコゼとシイラがモジャコを捕食していた事例 (川上ほか 1963) がある。このようにシイラによるモジャコの捕食減耗の可能性が指摘できるものの, シイラに関する研究は極めて限られ (児島 1966), またシイラよりもモジャコが若干 (1, 2カ月) 早く現れることもあって, さらに検討が必要である。

ブリ稚仔魚は流れ藻あるいは潮目に集積されて長距離輸送される生態系を基盤としていること, モジャコ同士の共喰いによる減耗が大きいと推定されること, さらにシイラによる捕食の可能性があることから, 輸送途中に起こるこれらの生物過程による減耗の重要性が示唆された。

4. モジャコ好漁年につづくハマチ・ワラサの好漁

熊野灘におけるモジャコ採捕尾数 (浦神のCPUE) と三重県大型定置網で漁獲されたブリの銘柄別漁獲尾数の年変動を図9に示した。1988年以降, モジャコ好漁年の翌年にハマチが好漁となり, さらにその翌年はワラサが好漁となる事例 (矢印) が3回みられる。モジャコ好漁年は, その年級群が成長するにつれてハ

マチ級そしてワラサ級まで, その漁獲量ピークを順次追跡できる。つまり, 熊野灘の流れ藻についていたモジャコは新規加入群となりワラサ級まで熊野灘周辺で成長・滞留することが示唆される。しかし, そのピークを形成した年級群は6.0kg以上のブリ級の漁獲増としてつづくことなく, ワラサ級からブリ級の段階で熊野灘から他の海域へ移動すると推定される。このことは, 浜口 (1990), 久野・山川 (2000) そして標識放流結果 (日本栽培漁業協会研究資料 1983-1994) からも示されている。

次に, モジャコ採捕尾数とハマチ漁獲量との関係について, 三重県熊野灘と高知県の定置網の例から比較検討する。図10 a, bは, モジャコ採捕尾数と翌年のハマチ漁獲量との相関を三重県熊野灘 (a) と高知県 (b) について示したものである。熊野灘の場合, 1995年を除くと正の相関となり (相関係数0.47), 高知県では逆相関に近い関係が認められる ('82, '87, '92, '98年の4年間を除いた13年間の相関係数は0.66)。熊野灘では1995, 1994年のようにモジャコが多くてもハマチ級の増加に結びつかない年もあるが, 多くの年でモジャコと翌年のハマチ漁獲はおおよそ正の相関関係

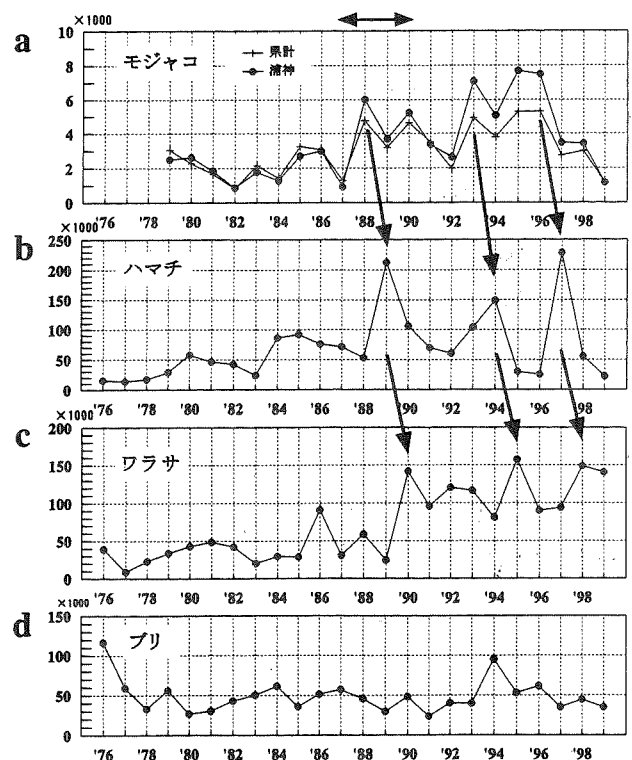


図9 モジャコ採捕尾数CPUE (a) と三重県熊野灘定置網ブリ銘柄別漁獲尾数 (b:ハマチ, c:ワラサ, d:ブリ) の年変動, 上段の横矢印は1980年代末のレジームシフト。

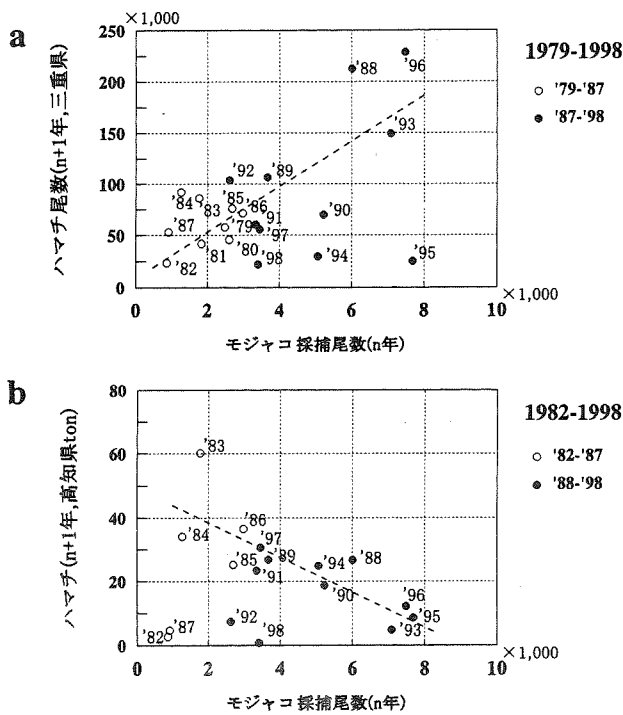


図10 モジャコ採捕尾数 CPUE (浦神, n 年) とハマチ漁獲 (n + 1 年) との相関。

- a : 三重県熊野灘定置網のハマチ尾数
b : 高知県定置網のハマチ漁獲量。

がある。つまり、熊野灘における当歳から1歳魚のハマチ漁獲量は、モジャコ採捕尾数-流れ藻つきモジャコ量-であらわされる新規加入量によっておおよそ決まることが示唆される。

これに対し、高知県のハマチ漁獲量は、熊野灘のモジャコ採捕が多い年に少なく、モジャコが少ない年に多い傾向があり、熊野灘とは全く逆の相関関係である。長期的にみると、ハマチ漁獲量のピークがあらわれるのは、三重県熊野灘 (a) では1980年代末以降の1996, 1988, 1993年であるのに対し、高知県ではそれ以前の1983, 1986, 1984年であり、年代的な違いがみられる。

モジャコ採捕尾数、つまり流れ藻つきモジャコが新規加入することによって、その後の熊野灘のハマチそしてワラサ級の漁獲増につながることを示された。モジャコ来遊量は、1980年代末を境に年代的变化-1980年代末以降は熊野灘で多く、1980年代末以前は高知県で多い-が起きていることが示唆された。

5. 流れ藻つきモジャコと流れ藻につく前のモジャコとの関係

流れ藻につく前のブリ稚仔魚 (5月の稚魚網採集尾数 inds./haul) と流れ藻つきモジャコ (モジャコ採捕

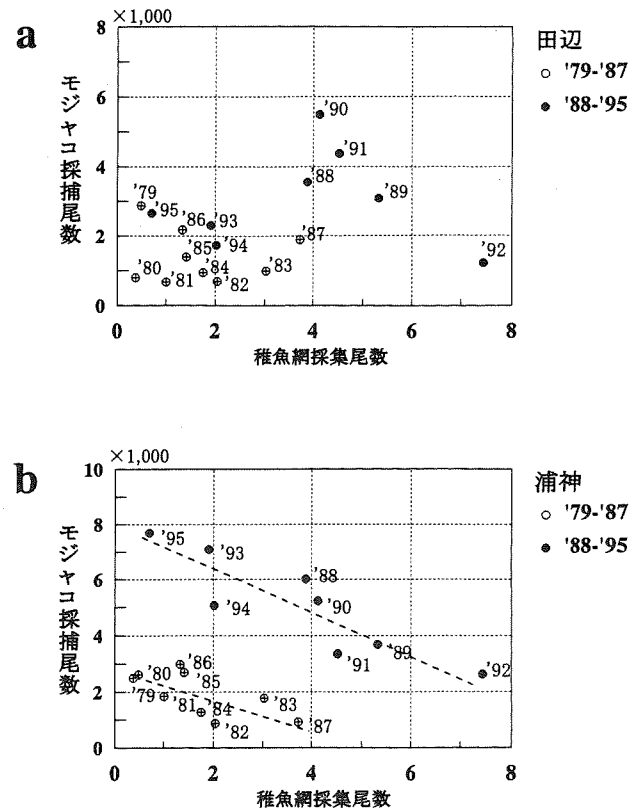


図11 稚魚網採集尾数 (5月) とモジャコ採捕尾数 CPUE (a: 田辺, b: 浦神) との相関。

尾数 CPUE) の関係を、紀伊水道 (a 田辺) と熊野灘 (b 浦神) について、図11にプロットした。紀伊水道では明かな関係はみられないものの、熊野灘では明かな逆相関関係があり、しかも1980年代末を境に年代区分すると、それ以前と以後でそれぞれ別々に比較的相関が高いこと (1979-1987年の相関係数が0.45, 1988-1995年の相関係数が0.78) が示された。とくに1988-1995年に限ればきわめて高い相関である。このような相関関係が偶然得られたとは考えにくい。稚魚網採集尾数が多い年にモジャコ採捕量が少なくなる、不思議な相関関係である。この逆相関関係は年代区分することによってはじめてあらわれたことから、1980年代末のレジームシフトが影響していることは確かなようである。

横軸である稚魚網採集尾数は、南日本太平洋岸の宮崎県から和歌山県における80-90測点から求めた月平均値であり、このうち熊野灘の測点は3点だけである。つまり、図11の稚魚網採集尾数は、おもに潮岬以西の黒潮上流域を代表するが、その下流域である熊野灘を代表することにはならない。したがって、熊野灘 (浦神) で示された逆相関は、上流域で流れ藻についてい

ないブリ稚仔魚が多いと、下流域の熊野灘ではモジャコが少なくなることを示すもので、モジャコ来遊量の海域的な偏りによって生じた可能性がある。このことは、図10に示した高知県のハマチ漁獲で示された逆相関関係からも支持される。

つまり、図11の a, b は、潮岬以西の黒潮上流域と熊野灘ではモジャコの来遊量が逆位相で変動していることを間接的に示していると考えられる。稚魚網採集尾数に見合った宮崎県～和歌山県までの海域におけるモジャコ採集尾数のデータがなく、今のところ、これ以上の議論はできない。

今後、稚魚網採集尾数およびモジャコ採捕尾数の詳細な海域区分と時期の違いを考慮した検討によって、ブリ稚仔魚の新規加入量の実態が明らかにされることが期待される。また、稚魚網による採集は沿岸域が中心であり、ふつう、黒潮流域よりも沖側の情報は含まれていないため、この沖合域についても多くのことが不明である。さらに、流れ藻に関して議論できるデータをそろえることができなかった。これまでの研究でも流れ藻の流出時期・分布量とモジャコとの関係の重要性が指摘されているものの、多くのことが不明のまま残されている。

まとめ

和歌山県のモジャコ採捕量とそれに関連する生物統計資料と海洋関係資料について調べ、モジャコ不漁年の特徴について検討した。

モジャコ不漁年は黒潮の離岸年にも、接岸年にも起きており、モジャコの不漁に直接対応するような単独年の特徴はみいだせなかった。いっぽう、南方振動指数 SOI 偏差および赤道域東部の表面水温偏差の変動から、モジャコ不漁年は、4, 5 年に1回の頻度で起こる ENSO サイクルと関連していることが示唆された。また、モジャコ採捕尾数と稚魚網採集尾数の長期的な変動から、1980年代末のレジームシフトと関連して、いずれも低水準から高水準へ遷移していたことが示された。

黒潮に突き出た紀伊半島先端の潮岬を境に、上流域の紀伊水道と下流域の熊野灘を比較すると、上流域は小型魚で CPUE が低く、下流域では大型魚で CPUE が高い海域特性のあることが示された。

モジャコ採捕の CPUE が高い年には魚体が小さい傾向にあり、資源密度が高いほど成長が劣ることが示

唆され、モジャコには密度従属的な成長変動の可能性のあることが考えられた。その要因については明らかでないが、長距離輸送中のモジャコ同士の共喰による減耗を考慮する必要がある。また、モジャコ不漁年がシイラ漁獲のピーク年とほぼ一致していることから、モジャコの減耗要因として捕食者であるシイラによる食害の重要性が示唆された。

このようなことから、モジャコの減耗要因として、流れ藻・潮目など特定の生態系内で長距離輸送中に起こる共喰いと捕食者（シイラ）による減耗などの生物過程が大きく影響している可能性が考えられた。

終わりにあたり、長期間にわたる貴重なモジャコ採捕量データを提供いただいた和歌山県漁業協同組合連合会の小山延弘氏、松原 寛氏に感謝いたします。県別のシイラ漁獲量データを提供していただいた高知水試の田ノ本明彦氏、宮崎水試の水野次彦氏、鳥根水試の村山達郎氏、鳥取水試の増田紳哉氏に感謝いたします。また、熊野灘大型定置網のブリ銘柄別漁獲統計資料の最新情報を提供下さった三重県科学技術振興センター水産技術センターの久野正博氏に感謝申し上げます。

文 献

- 浅見忠彦・花岡藤雄・松田星二, 1967: 産卵および発生初期の生態ならびにモジャコ漁獲および減耗に関する研究. 農林水産技術会議研究成果, 30, 1-61.
- 浅見忠彦・花岡藤雄・古藤 力, 1981: 流れ藻の移動とそれに伴う稚魚の生態. 水産海洋研究会報, (28), 90-102.
- 漁業資源研究会議, 1973: 昭和43~45年度漁業資源協同研究経過報告. (14), 60-76.
- 萩野卓次, 1969: ハマチ稚魚の減耗対策試験. 昭和42年度三重県浜島水産試験場事業報告, 403-410.
- 浜口勝則, 1990: 熊野灘の定置網漁業の現状とその資源. ていち, 79, 1-26.
- 花岡藤雄, 1995: ブリの産卵とモジャコの来遊機構. 宮崎県水産試験場試験報告, (146), 1-44.
- 石田 実・武田保幸・井元栄治・平田益良雄・田中七穂・森 由基彦・黒木敏行・野島通忠・三谷卓美・上原伸二, 1997: 1978から1995年までの南日本太平洋沿岸の浮魚類卵稚仔の分布. 南西海区水産研究所, 206p.
- 川上一郎・茂野邦彦・百合野定・立中義徳・中園耕作・淵上 勉, 1963: 流れ藻に付くブリその他有用魚種の種

- 苗化に関する研究. 昭和37年度種苗生産技術試験報告書 (宮崎県沿岸漁業指導所), 22, 89-107.
- 児島俊平, 1966: シイラの漁業生物学的研究. 鳥取県水産試験場研究報告, (1), 1-108.
- 小西芳信, 1981: プリ初期時代における分布生態と減耗について. 漁業資源研究会議報, (22), 89-107.
- 小寺邦彦, 1997: 冬期大気循環の10年スケールの変動にみられる大気内部変動の役割. 月刊海洋, 29(11), 676-679.
- 古藤 力・用正文男・花岡藤雄, 1982: 日向灘におけるモジャコの漁獲率 1968-1972年. 南海海区水産研究所研究報告, (14), 107-122.
- 久野正博・山川 卓, 2000: 三重県熊野灘沿岸におけるブリ定置網の漁獲特性. 黒潮の資源海洋研究, (2), 83-98.
- 前田一巳・竹下克一・野島通忠, 1980: 薩南海域におけるブリ仔の分布, 流れ藻との関係, およびその資源量について. 天然ぶり仔資源保護培養のための基礎調査実験 (昭和52年度報告書, 日本栽培漁業協会). 協会研究資料, (17), 67p.
- 前田一巳・竹下克一, 1981: 薩南海域におけるブリ仔の分布と出現状況. 天然ぶり仔資源保護培養のための基礎調査実験 (昭和53年度報告書, 日本栽培漁業協会). 協会研究資料, (19), 11-29.
- 村山達郎, 1992: 日本海におけるブリの資源生態に関する研究. 鳥根県水産試験場研究報告, (7), 1-64.
- Nagata, Y., J. Takeuchi, M. Uchida, I. Ishikura, Y. Morikawa and T. Koike, 1999: Current Nature of the Kuroshio in the Vicinity of the Kii Peninsula. *Journal of Oceanography*, 55, 407-416.
- 日本栽培漁業協会, 1983-1988: 天然ぶり仔資源保護培養のための基礎調査実験 (昭和57・58・59・60・61・62年度報告). 協会研究資料, (25), (27), (31), (35), (36), (41).
- 日本栽培漁業協会, 1983-1994: プリ種苗放流技術開発調査 (昭和63・平成元・2・3・4年度報告). 協会研究資料, (44), (46), (51), (56), (59).
- 西村昭文, 1986: 三重県のモジャコ漁業. 月刊海洋, 18(11), 706-708.
- 農林水産技術会議事務局, 1967: モジャコ採捕のブリ資源に及ぼす影響に関する研究 報告書. 148p.
- 能津純治・工藤勝宏・森由基彦, 1980: 天然ブリ仔資源培養実験. 昭和53年度報告書.
- 杉本隆成, 1998: 海洋生態系の長期変動に対する気象・海洋変動の影響. 月刊海洋, 30(7), 379-388.
- 竹内淳一, 1989: 熊野灘南部の暖水舌について. 水産海洋研究, 53(3), 242-254.
- 竹内淳一, 1999: 和歌山県のモジャコ不漁とエルニーニョ現象. 第29回南海・瀬戸内海洋調査技術連絡会議事録 (第五管区海上保安本部, 平成11年12月6-7日) 調査研究発表, 99-105.
- Takeuchi, J., N. Honda, Y. Morikawa, T. Koike and T. Nagata, 1998: Bifurcation Current along the southwest coast of the Kii Peninsula. *Journal of Oceanography*, 54, 45-52.
- 鉄 健司, 1968: モジャコ採捕漁業. 東海区水産研究所業績C集 さかな, (2), 7-15.
- 東海区水研ほか関係機関, 1966: モジャコ採捕のブリ資源に及ぼす影響に関する研究 報告書. 99p.
- 東海区水研ほか関係機関, 1970: モジャコ採捕のブリ資源に及ぼす影響に関する研究 報告書 (続報) 99p.
- 上原伸二・三谷卓美・石田 実, 1998: 東シナ海におけるブリの漁獲と産卵場. 南西外海の資源・海洋研究, (14), 55-62.
- 横田滝雄・通山正弘・金井富久子・野村星二, 1961: 魚類の食性の研究. 南海海区水産研究所報告, (14), 1-234.