

採捕による野原地先サザエ資源への影響

熊 木 豊
井 谷 匡 志
道 家 章 生
久 田 哲 二
浜 中 雄 一

若狭湾西部海域の野原地先における夏季サザエ採捕に伴うサザエ資源への影響を明らかにするために、1996年から1999年に野原地先採捕海域内のサザエ密度および殻高組成を調査した。採捕期間終了後は当該年の採捕期間前と比較して、サザエの密度低下および小型化がみられたが、翌年の採捕期間前までには平均殻高や密度が幾分回復する傾向にあった。一方で、調査期間中のサザエの殻高組成より、卓越年級群の存在が確認されたことから、野原地先の採捕海域内におけるサザエ資源は、採捕による漁獲圧だけではなく同資源の経年変動などの複合的要因により変動する可能性が示唆される。

サザエ *Turbo cornutus* は本邦各地の岩礁性沿岸に生息する植食性巻貝で、京都府内における重要な磯根資源の一つである。府内でも屈指のサザエ好漁場をもつ舞鶴市の野原漁業協同組合では、夏季の一定期間に限り、共同漁業権内の特定海域内において非組合員にも素潜りによるサザエの採捕を受認しており、近年では1シーズン（例年7月中旬から8月中旬までの約1カ月間）に3,000人余りのサザエ採捕者が訪れる（野原漁協調べ）。このような採捕事業を持続的に運営していくためには、採捕海域におけるサザエ資源の動向を把握し、適切な資源管理をはかっていくことが重要である。

そこで本研究では、採捕による漁獲圧が野原地先のサザエ資源にどのような影響を及ぼすのかについて、サザエの密度と殻高組成の変化から検討した。

材料と方法

採捕期間開始前と終了後において、採捕海域内での漁獲可能なサイズのサザエ密度と殻高組成の変化を把握するために、1996年から1999年までの採捕期間前後にライン・トランセクト調査を実施した（Table 1）。作業手順は、採捕海域内に15定点を設定し（Fig. 1）、波打ち際から水深10 mまでの海底にロープを張り、ロープに沿って1 m幅の範囲内に生息するサザエを、SCUBA潜水により探索して採集した。採集したサザエについては、個体数の計数とその殻高を測定した。採捕海域内におけるサザエ密度（個/m²）の算出方法は次の通りである。①各調査定点での漁獲可能なサイズのサザエ採集個体数（個）を探索範囲の面積（m² ロープ長×幅）で除算して調査定点ごとのサザエ密度（個/m²）を算出し、②調査定点ごとに算出した漁獲可能なサイズのサザエ密度をまとめて単純平均することにより求めた。なお、野原漁業協同組合では、自主規制によ



Table 1. Sampling dates and stations of turban shell in Nohara area from 1996 to 1999. These surveys were conducted at pre and post leisure fishing season of turban shell (by skin diving) in each year. For stations, see Fig. 1.

Year	Sampling date		Sampling station
	Pre leisure fishing season	Post leisure fishing season	
1996	June 27	September 12	1-9
1997	June 30	September 8	1-3, 5, 7, 9, 10-15
1998	June 29	September 8	1-3, 5, 7, 9, 10-15
1999	July 6	August 31	3, 5, 12

り漁獲可能なサザエのサイズを蓋径 23 mm 以上 (1998 年以前は蓋径 20 mm 以上) としているが、本調査ではサザエの蓋径と殻高との関係* (二島・岸本, 1983) から、殻高 50 mm 以上の個体を漁獲サイズのサザエとみなした。

* 京都府立海洋センター事業概要 平成 5 年度。

また、各調査年における採捕期前後、および当該年の採捕期後から翌年の採捕期前までのサザエ密度 (殻高 50 mm 以上) が、単位期間あたりにどの程度増減したのかをみるために、先に述べた採捕海域内における殻高 50 mm 以上のサザエ密度を用い、①当該の調査結果から前回の調査結果を差し引いてサザエの密度差 (個/m²) を求め、②密度差の値を当該の調査日から前回の調査日までの期間長 (月換算) で除算したサザエ密度変化量 (個/m²/月) を見積もった。さらに、採捕期間中のサザエ密度変化量と採捕者数との関連性をみるために、各調査年における採捕期前後のサザエ密度変化量と、野原漁協の集計による採捕者数とを比較した。

ライン・トランセクト法によるサザエの殻高測定結果については、調査時ごとの殻高組成を 5 mm 間隔で求めるとともに、卓越年級群の存在を確認するために、堤・田中 (1987) のプログラムを用いてモードの検出を行なった。

また、1999 年の調査では、採捕期間中に採捕者が実際にどのくらいの大きさのサザエを漁獲していたのかをみるために、サザエ採捕解禁日の 7 月 15 日、採捕期間中期の 7 月 30 日、採捕期間後期の 8 月 12 日 (採捕終了日は 8 月 20 日)

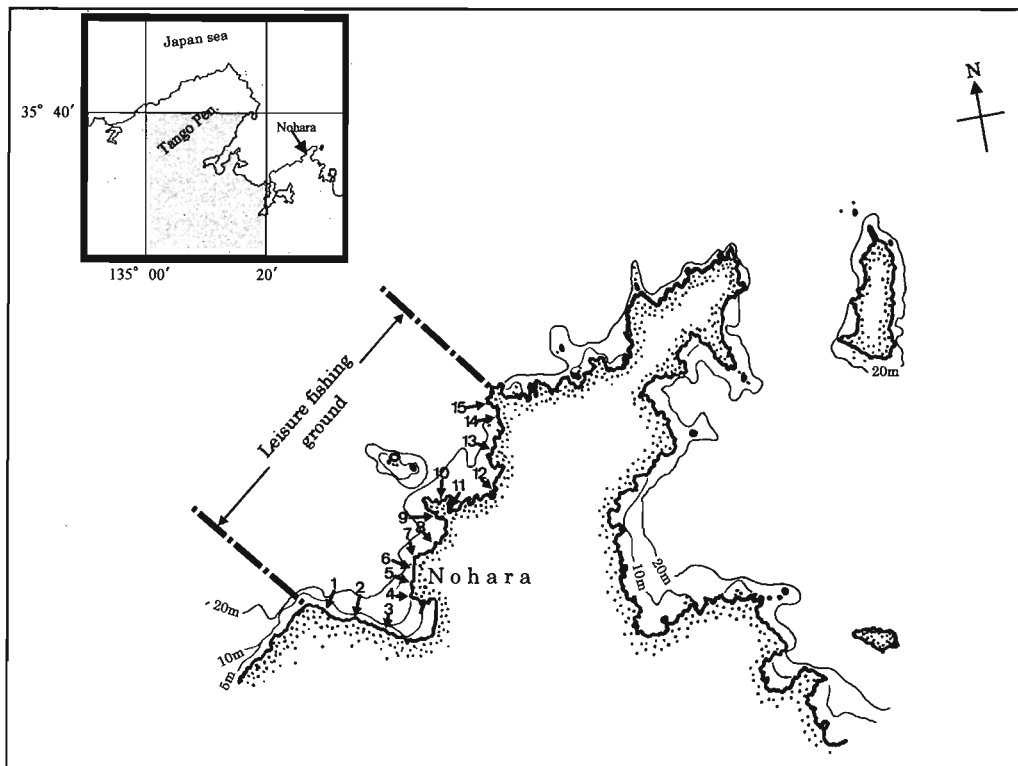


Fig. 1. Map showing sampling stations for turban shell in Nohara area. Figures indicate the station number.

に、無作為に選んだ採捕者のサザエ漁獲数を計数するとともにその殻高を測定して、採捕期間中における殻高組成の経時変化をみた。

結果

採捕期前後のサザエ密度変化 (1996~1999年) 採捕に伴う野原地先採捕海域内でのサザエの数量的変化をみるために、1996年から1999年までの採捕期前後の採捕海域内における殻高 50 mm 以上のサザエ密度 (個/m²)、およびサザエ密度変化量 (個/m²/月) を、それぞれ Fig. 2 と Fig. 3 に示した。

1996年の採捕期前のサザエ密度は0.51個/m²であったが、採捕期後には0.22個/m²に低下した。翌1997年の採捕

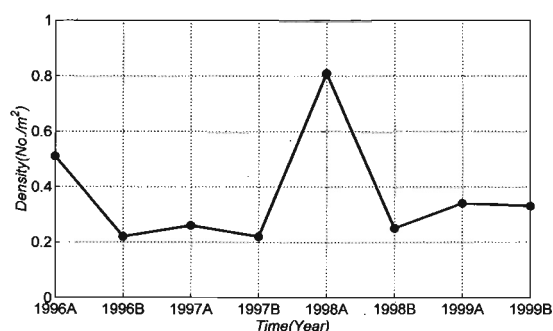


Fig. 2. Change in density (no./m²) of turban shell between pre and post leisure fishing season in Nohara area from 1996 to 1999. Alphabet A and B indicate the sampling dates at pre and post leisure fishing season at each year.

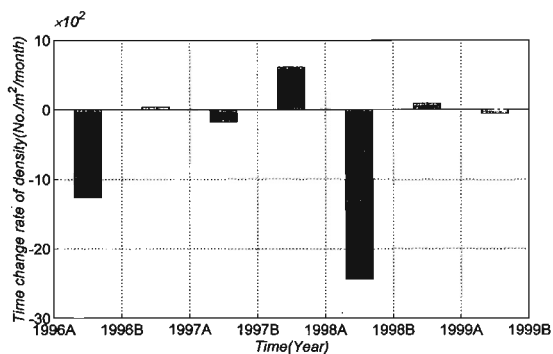


Fig. 3. Time change rate of the turban shell density (×10² no./m²/month) at the leisure fishing season and off season in Nohara area from 1996 to 1999. Alphabet A and B indicate the sampling dates before and after the leisure fishing season at each year.

期前には、サザエ密度は0.26個/m²と1996年の採捕期後と比べて微増したが、1997年の採捕期後には1996年の採捕期後と同様、0.22個/m²となった。1998年の採捕期前には、サザエ密度は調査期間中最も高い0.81個/m²の密度となったが、採捕期後には0.25個/m²まで低下した。1999年においては、採捕期前のサザエ密度は0.34個/m²であったのに対し、採捕期後では0.33個/m²と大きな変化はなかった (Fig. 2)。採捕期前のサザエ密度は調査年によってかなり異なっていたが、採捕期後のサザエ密度に関しては、調査年による相違が採捕期前のものほど顕著ではなかった。各調査年で、採捕期後は当該年の採捕期前と比較してサザエの密度が低下し、翌年の採捕期前には再び増大するという共通の傾向が認められた。

また、サザエ密度変化量 (×10²個/m²/月) は、1996年の採捕期前から採捕期後で-12.6と低下傾向に、1996年の採捕期後から1997年の採捕期前で0.4と微増傾向に転じ、以下1997年の採捕期前から採捕期後で-1.7、1997年の採捕期後から1998年の採捕期前で6.1、1998年の採捕期前から採捕期後で-24.3、1998年の採捕期後から1999年の採捕期前で0.9、1999年の採捕期前から採捕期後で-0.5であった (Fig. 3)。サザエ密度変化量でみると、採捕休止期間にあたる当該年の採捕期後から翌年の採捕期前の増大率よりも、採捕期間中の当該年の採捕期前から採捕期後の低下率の方が顕著な場合が多かった。

採捕期前後のサザエ殻高組成変化 (1996~1999年) 採捕に伴う野原地先採捕海域内でのサザエの質的变化をみるために、1996年から1999年の採捕期前後におけるサザエの殻高組成とそのモードの検出結果を Fig. 4 に示した。

1996年の採捕期前には、殻高 25~35 mm、45~55 mm、60~70 mm にモードが存在したが、採捕期後には殻高 50 mm 以上の中・大型サイズのモードが不明瞭になり、殻高 20~35 mm に卓越モードがみられた。1997年の採捕期前には殻高 40~50 mm にモードが存在したが、採捕期後には、そのモードに加えて新たに殻高 25~35 mm にもモードがみられた。1998年の採捕期前には殻高 50~60 mm に単一のモードが存在したが、採捕期後には殻高 45~60 mm のモードと、新たに殻高 30~35 mm にもモードが存在した。1999年の採捕期前には殻高 45~55 mm と 60~75 mm、採捕期後には殻高 25~35 mm と殻高 50~70 mm にモードが存在した。

採捕期後の殻高組成を当該年の採捕期前のものと比較すると、全ての調査年において採捕期後には大型サイズの出現割合が減少し、殻高 25~35 mm を中心とする小型サイズの出現割合が増加していた。

また、サザエの平均殻高は、1996年の採捕期前には

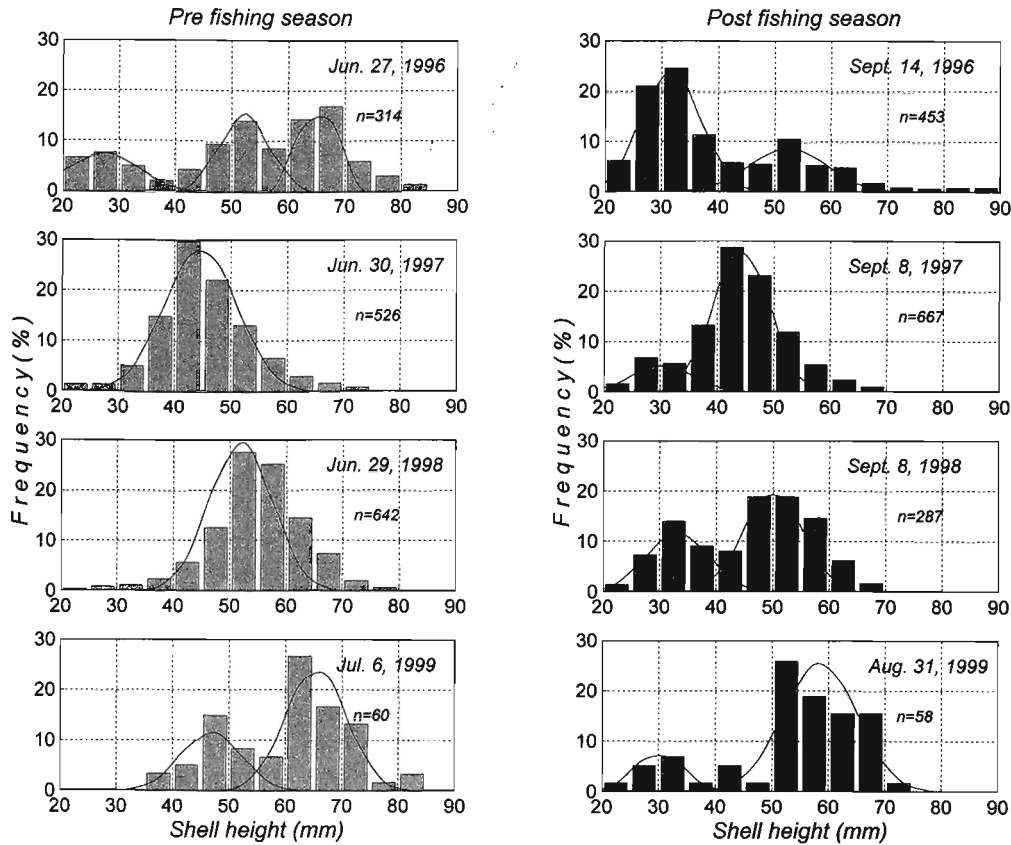


Fig. 4. Annual changes in frequency distribution of shell height for turban shell at pre and post fishing season in Nohara area from 1996 to 1999.

53.2 mmであったのに対して採捕期後には40.0 mmで、以下1997年の採捕期前後がそれぞれ45.6 mmと43.9 mm、1998年の採捕期前後には54.9 mmと46.0 mm、1999年の採捕期前後には60.1 mmと53.8 mmとなり、採捕期後の平均殻高は当該年の採捕期前と比較すると小型化していた。

当該年における採捕期前後のサザエの質的变化をまとめると、以下のようなになる。採捕期後には、①採捕期前にみられた中・大型貝の殻高組成のモードが小さい方へと移行する傾向があること、②殻高25~35 mmのモードが新たに出現すること、③平均殻高が小型化することが示された。

採捕期間中のサザエ密度変化量と採捕者数との比較 全ての調査年において、採捕期間中におけるサザエ密度変化量は負の値であったが、その変化量は調査年によってかなりの相違があった (Fig. 3)。そこで、各調査年における採捕期間中のサザエ密度変化量の相違が、当該年の採捕者数に関係しているかどうかをみるために、1996年から1999年

における採捕期間中の採捕者数 (野原漁協調べ) とサザエ密度変化量 (Fig. 3 に図示) を比較した散布図を Fig. 5 に示した。

1996年、1997年、1999年の場合だけを比較すると、採捕者数の多さと採捕期間中におけるサザエ密度変化量には負の相関関係が認められるが、1998年に関しては、他の調査年と比較して採捕者数の割にサザエ密度変化量の低下が顕著であり、1996年から1999年を総合した相関係数は-0.48 (1998年を除いた場合の相関係数は-0.87) であった。すなわち、調査期間中における散布図や相関係数をみる限り、採捕者数の多さと採捕期間中におけるサザエ密度変化量との間には、必ずしも強い関連性があるとはいえなかった。

採捕者漁獲物中のサザエ殻高組成変化 (1999年) 採捕期間中に、採捕者が実際にどのくらいの大きさのサザエを漁獲していたのかをみるために、1999年7月15日 (採捕解禁日)、7月30日 (採捕期間中期)、8月12日 (採捕期間後期) における採捕者漁獲物中のサザエ殻高組成を Fig. 6

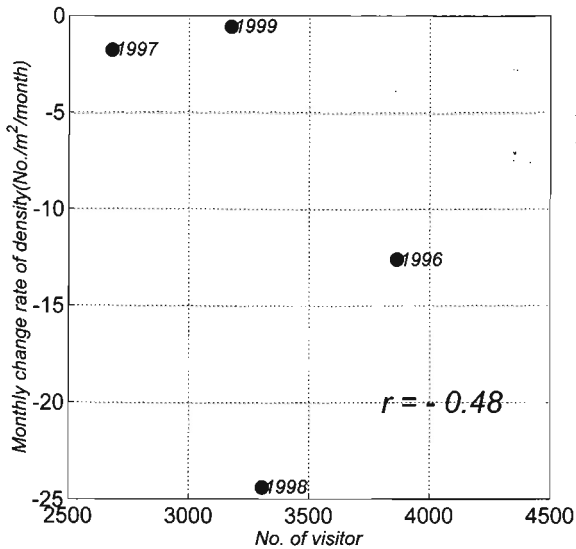


Fig. 5. Relationship between monthly change rate of density of turban shell and number of visitors (by skin diving) during 1996 to 1999. r : correlation coefficient.

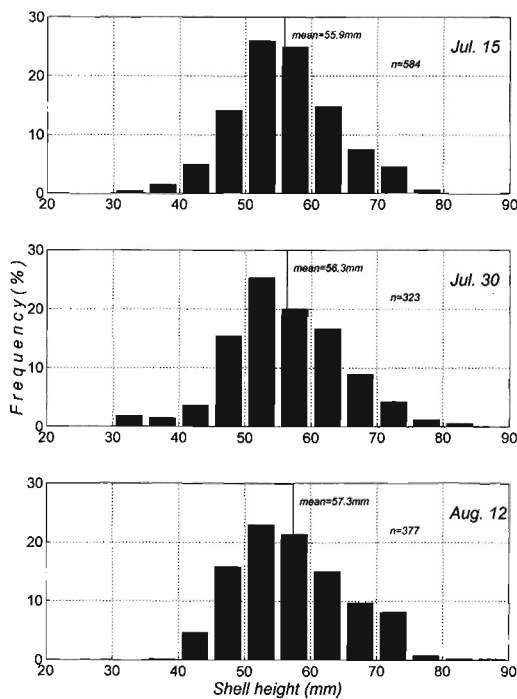


Fig. 6. Changes in frequency distribution of shell height for turban shell caught by visitors in Nohara area during the leisure fishing season in 1999.

に示した。

期間を通じて殻高 50~60 mm のサザエ漁獲割合が高く、時間の経過とともに小型貝の漁獲物中に占める割合が顕著に増加していくことはなかった。しかし、一方ではその漁獲物中に、明らかに漁獲可能サイズ（蓋径 23 mm 以上）に満たないサザエも期間中を通じて数パーセント含まれていた。

考察

サザエの密度は Fig. 2 に示したように、採捕期直後には当該年の採捕期前と比較して低下した。一方で、採捕期後に低下したサザエ密度は、その翌年の採捕期前には再び高くなる傾向がみられた。漁獲サイズのサザエ密度回復に関係する要因としては、未成貝の成長や周辺海域からの新たな資源加入等が考えられる。葭矢 (1990a) は、京都府沿岸域に生息するサザエに関して、産卵期を 7 月とすると 2 年後の 7 月には殻高約 20 mm、その年の 10 月には殻高約 40 mm まで成長し（ただし、2 齢貝の多くは生殖腺の発達が認められない未成熟個体）、さらに翌年 3 齢貝になると殻高 40~50 mm に成長することを示した。採捕期後の殻高組成をみると、全ての年で殻高約 30 mm に 1 つのモードがあり (Fig. 4)、主に 2 齢貝と想定されるこれら未成貝の成長が、翌年以降の漁獲資源増加や再生産に少なからず寄与していくものと考えられる。

また、葭矢 (1990a) によるとサザエの水平移動には帰巢性がみられずランダムであり、その移動速度は殻高の大きさと正比例の関係があり、殻高 10 mm 以上のサザエに関して $y=1.07x-5.87$ (ただし、 y は 1 時間あたりの移動速度で単位は cm/s, x はサザエ殻高で単位は mm) が成立することを示した。著者らは、1999 年の 7 月 7 日に野原地先においてサザエ 1,000 個体 (平均殻高 70.5 mm) の標識放流を実施したが、12 日後と 14 日後に約 100 m, 21 日後に約 400 m 離れた地点で各 1 個体ずつ再捕されており、平均移動速度は約 50 cm/h となる。一方、葭矢の回帰式を用いると、サザエの移動速度は殻高 70 mm で約 70 cm/h と推定され、標識放流の再捕結果より見積もった平均移動速度と近い値となった。しかし、今回の標識放流調査結果や葭矢の回帰式によるサザエの推定移動速度は、季節的あるいは行動の形態 (索餌や産卵、生息環境の悪化による忌避など) による相違までは考慮されておらず、当該年の採捕期後から翌年の採捕期前までの比較的長い期間についても、前述の推定移動速度が適合するかどうかは定かでない。しかし、葭矢 (1990a) が指摘するように、サザエの水平移動に帰巢性がなくランダムであり、しかも推定移動

速度が近似的に成立するならば、年間で数キロの水平移動をすることも考えられ、採捕休止期間中に採捕海域外の広範な海域から採捕海域内へと移動する個体が存在する可能性もある（あるいはその逆の可能性もある）。したがって、当該年の採捕期間終了後にみられるサザエ密度の低下は、翌年の採捕期前までに未成貝（主に2齢貝）の成長や、周辺海域からの新たな資源加入により、ある程度は回復したものと推察される。

しかし、サザエの密度変化量をみると、当該年の採捕期前から採捕期後（採捕期間中）の低下率の方が、当該年の採捕期後から翌年の採捕期前（採捕休止期間中）の増大率よりも、かなり大きな場合が多かった（Fig. 3）。さらに、採捕期後には採捕期前と比較してサザエの殻高組成が小型化する傾向にあった（Fig. 4）。これらのことを考慮すると、観光客などによる採捕や漁協組合員の刺網漁や水視漁による漁獲の影響は、野原地先におけるサザエ資源の動向に関して無視できない要因といえる。ここで、組合員による漁業の影響も含めたのは、各調査年における採捕期間中の密度変化率と定義した期間には、採捕日以外の日も2週間から1カ月程含まれているからである。採捕期間中における採捕海域内の漁協組合員による操業は自粛されているが、それ以外の期間では採捕海域内でのサザエ漁がおこなわれている。

採捕期間中におけるサザエ密度変化量が調査年ごとに異なっている点について、採捕者数との関連性を解析したが、採捕者数の多さと採捕期間中におけるサザエ密度変化量との間には、必ずしも強い関連性があるとは断言できなかった（Fig. 5）。おそらく、採捕者数だけではなく、シーズン中のサザエの捕獲に適していた天候および海況の日数や採捕者の漁獲能力差、漁協組合員による刺網漁や水視漁なども夏季におけるサザエ密度変化量の年格差に対して複雑に関係していたものと推測される。また、採捕期間前のサザエ資源量が多い程、採捕者はサザエを発見しやすくなる可能性があるため、このことも、採捕期間中のサザエ密度変化量の年格差に関係していたかもしれない。実際、採捕期後のサザエ密度は各調査年での格差が少なく、0.2~0.3個/m²に収束する傾向がみられることから（Fig. 2）、3~5 m²の範囲内に1個体以下の生息密度になると、素潜りによる採捕効率性は著しく低下する可能性が示唆される。

これまでは、サザエの密度変化に影響を及ぼす要因として、採捕者による採捕や漁協組合員による漁獲の影響について述べてきた。しかし、サザエ資源は漁獲以外の様々な要因によって、経年的な変動をすることが知られている。例えば、伏見（1980）は黒潮離接岸に伴う海況変化が、静岡県地先におけるサザエ資源の変動要因であることを結論

づけた。また、京都府冠島周辺海域におけるサザエ資源の減少に関して葭矢ほか（1990b）は、何らかの生物的、物理的作用による稚貝の大量初期減耗が原因であることを示唆した。

今回の各調査年における殻高組成の卓越モードは、1996年では殻高20~35 mm（ただし、採捕期前は殻高50~55 mmと60~70 mmに存在するモードも同程度に卓越）、1997年では殻高40~50 mm、1998年では殻高50~60 mm、1999年では殻高60~70 mmであった（Fig. 4）。一方、葭矢（1990a）は京都府沿岸域における天然サザエの年級群解析により、概ね1齢で殻高約10 mm、2齢で約20 mm、3齢で40~50 mm、4齢で60~70 mm、5齢で約80 mm、6齢で約100 mmになることを示した。1996年から1999年までのサザエの殻高組成について、葭矢（1990a）によるサザエの年齢と成長との関係を考慮すると、今回の調査でみられた卓越モードの遷移は同一年級群が主体となって構成されたものと推測される。したがって、比較的大きな漁獲強度のかかる調査海域においても、採捕期間前後に関係なく調査期間中における卓越年級群の存在が示唆された。このような卓越年級群の存在や、上述した他海域にみられる様々な資源変動要因の存在から判断して、野原地先の採捕海域内においても、サザエの資源変動が漁獲以外の要因で引き起こされる可能性が高いものと考えられる。

京都府では、蓋径20 mm以下のサザエの漁獲規制や人工種苗の放流などの資源管理に取り組んでいる。しかし、京都府内の年間サザエ漁獲量（京都府水産事務所調べ）は、最近の10年をみても、1988年には304トンの水揚げがあったが、年々減少して1991年には93トンにまで落ち込んだ。1997年には163トンと回復の傾向がみられるものの、依然として年によるサザエの漁獲量の変動が大きい。このことから、京都府全域でみてもサザエ資源そのものの経年変動が、京都府内のサザエの漁業生産を不安定なものにしている可能性がある。

今回の調査結果や野原地先以外の海域におけるサザエの資源変動要因に関する研究報告、京都府内におけるサザエの漁業生産の現状を考慮すると、野原地先におけるサザエ資源の増減には、採捕や漁業による漁獲圧だけではなく、サザエ資源そのものの経年変動も関与しているものと推測される。

1999年の採捕期間中における採捕者の漁獲物を対象とした3回の殻高組成調査では、明らかに漁獲可能サイズ（蓋径23 mm以上）に満たないサザエも期間中を通じて数パーセント含まれていた（Fig. 6）。

これらのサザエは、葭矢（1990a）によるサザエの大きさと成熟との関係により、生物的最小形に達していない個

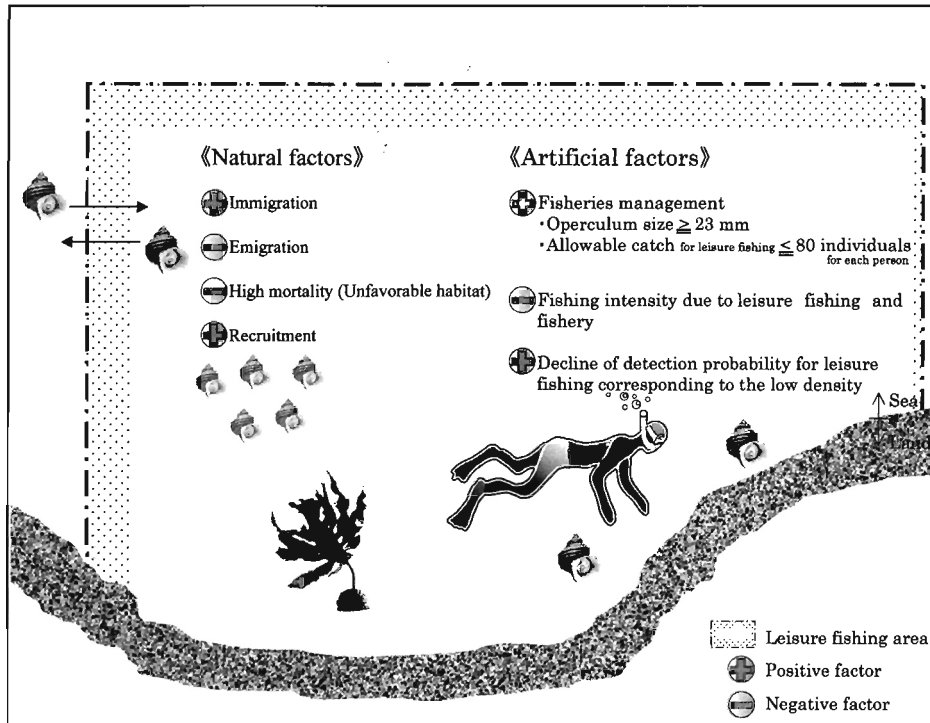


Fig. 7. Schematic view for the factors affected the increase (plus sign) and decrease (minus sign) of turban shell stock in Nohara area.

体が多いものと推測される。サザエの資源変動要因については、前述のように明らかにされていないのが現状だが、野原地先のサザエ資源を維持管理し、採捕事業を持続していくための取り組みの一つとして、同漁協組合員と採捕者が協力して未成貝を再放流するなどの資源保護をはかることは重要であると考え。野原漁協では、1999年から漁獲サイズの下限を従来の蓋径 20 mm から 23 mm に変更して漁獲規制を強化しており、今後の成果が期待される。Fig. 7 には、これまで述べてきた野原地先の採捕海域内におけるサザエ資源の増減に影響を及ぼす要因について、模式的にまとめた。

今後は、水産資源学の見地より評価した適正漁獲量の把握や環境収容能力（生産力）を考慮した計画的なサザエ種苗の放流、餌料環境の整備として、藻場の増殖管理手法についても資源管理の一環として模索していくことが望ましいと思われる。

最後に、今回の調査に関して多大な協力をして下さった野原漁業協同組合組合長 藤森健二氏、同参事 武田康司氏をはじめとする組合員および採捕者の方々に感謝致します。

文献

- 伏見 浩. 1980. サザエの卓越年級群の生態と漁業. ベントス研連誌, 19: 59-70.
- 影山佳之・野中 忠・伏見 浩. 1980. サザエ漁獲管理の一事例. 静岡水試研究報告, 14: 53-60.
- 二島賢二・岸本源次. 1983. サザエの資源・漁獲管理に関する研究—1 北九州市馬島地先のサザエ資源の動向について. 昭和58年度福岡県福岡水試研究業務報告: 79-82.
- 堤 裕昭・田中雅生. 1987. 体長頻度分布からの世代解析, パソコンによる世代解析プログラム集. 東海区水産研究所: 189-207.
- 葭矢 護. 1990a. サザエ増殖のための資源・漁業管理方法の開発. 京都府立海洋センター研究論文集, 2: 1-43.
- 葭矢 護・辻 秀二・道家章生・内野 憲・船田秀之助. 1990b. 冠島におけるサザエ資源量の変動. 京都海洋七研報, 13: 21-28.

Synopsis

Influences of leisure fishing on turban shell *Turbo cornutus* stock in Nohara area

Yutaka KUMAKI, Masashi ITANI, Akio DOUKE, Tetsuji HISADA and Yuichi HAMANAKA

In order to verify the influences of leisure fishing on turban stock, annual change of turban shell height and the density in Nohara area, the western part of Wakasa Bay, were investigated around the leisure fishing season from 1996 to 1999. After the leisure fishing season, mean turban shell height and the density became smaller and lower than those before the season in every year. However, mean turban shell height and the density showed some recoveries until the next fishing season. While frequency distribution of turban shell height showed the existence of dominant year class under high leisure fishing intensities. These results suggest that there are complex factors, such as fluctuation of recruitment, on the annual change of turban shell stock in Nohara area.