

総説 田辺湾周辺産貝類の生態

大垣俊一

和歌山県田辺湾の周辺は、湾岸に立地する京都大学瀬戸臨海実験所の存在もあって、日本国内で最も貝類の生態研究が活発に行われてきた地域の一つである。本稿では、この田辺湾海域における過去の貝類研究業績を要約して紹介する。ある一地域の特定分類群の研究の総説というのはあまり例がないが、この地域で行われる研究において、対象とする種のみならず分布する生物種の情報を、幅広く把握しておくことは有意義であろう。さらに実習や自然観察会のガイドとしても、また他地域で行われる同種の貝の研究においても参考になるとと思われる。

この地域での、生態研究と言える報告は、1940年代以降に現れ、発表論文数は表1のように推移した。田辺湾域では、1930年代から海洋生物の分布が報告されているが、この総説では、単なる分布記録やリストの類は含めていない。1940年代以降1970年代までは業績数はそれほど多くない。中で1950年代がやや目立つのは、このころ京都大学の動物学教室の学生らが、瀬戸実験所を拠点に笠貝の帰家行動の研究等を行ったことを反映している。その後、報文数は1980-1990年代に急増した。こちらは主として、70年代以降、瀬戸実験所や京大動物教室に在籍した大学院生が、在籍時およびその後に、学位論文を含め多くの論文を発表したことによる。海外誌への掲載数もこの年代が多い。2000年代に入ってペースはやや鈍り、上半期を終った2005年時点で、発表論文数は90年代の1/4に及ばない。主要研究対象種（本文中の項目タイトルに名を挙げた種）は38種。分類群別では、ヒザラガイ類が1種、巻貝類が30種、二枚貝類が7種で、巻貝が多いが、これはフィールドでのfauna構成を反映すると共に、巻貝類は行動が活発で、研究者の興味を引きやすいせいもあると思われる。二枚貝の場合は、海岸群集中でdominantな付着性種を中心に調べられている。潮間帯種がほとんどを占め、潮下帯種の研究例は1種にすぎない。

年代	1940	1950	1960	1970	1980	1990	2000
論文数	1	9	2	4	26 (7)	39 (12)	9 (3)

表1 田辺湾周辺産貝類の、年代別研究報告数。()内は海外誌掲載論文。2005年2月まで。

情報は、種ごとに整理して示した。内容は田辺湾周辺で得られた成果に限り、特に繁殖期、餌種など基礎的生態情報を重視した。また、同じ論文で複数種を扱っていても、別々の種の項に内容が分割されている場合がある。このようにすると、著者が意図した種間関係や群集の視点などが不明確になるという欠点があるが、referenceの便を考えてあえてこのような配列とした。また、数多くの文献を要約

したため、中には記述内容にミスもあると思われる。著者の意図や議論の内容について知りたい場合、また引用など正確を要する場合は、稿末に示した原著に当たりたい。種の配列は分類順とし、検索の便を考えて末尾に索引を付した。

多板綱

クサズリガイ科

1. ヒザラガイ *Acanthopleura japonica* (吉岡 1983, 1987, 1988a,b, 1994; Yoshioka 1987, 1988, 1989a, b)

本種は、野外の分布調査では潮下帯に見られず、分布は潮間帯に限られていた。小型個体が潮間帯下位に少なく、新規加入は高位置の岩上でのみ見られた。高～低各調査区の大型固体の密度は年間を通じてほぼ安定しており、各個体の位置も同一区域内に限定されるという。繁殖季節は5-9月。その時期には大潮周辺の数日、朝夕の最満潮ころに産卵し、朝の方が活発である。ヒザラガイの配偶子放出には、季節周期、半月周期（大潮・小潮）、日周期（明暗）、潮汐周期（満潮・干潮）の4つのサイクルが関与しており、そのそれぞれについて、室内実験と野外観察により、メカニズムの分析がなされている。季節性については、異なる日長と温度を組み合わせた実験で、日長の影響が認められず、温度の関与のみが有意であった。大潮・小潮の2週間周期は、明暗サイクルと満潮・干潮の位相関係が体内リズムを **entrain**（駆動）して実現し、朝の満潮での配偶子放出は、やはり明暗と水没・干出の周期的刺激によって、体内リズムが **entrain** されることによると考えられた。海岸で異なる高さに分布する個体の配偶子放出の時期は、低位のものでは高位のものよりやや遅れ、結果的に高～低位各レベルの個体が短時間内にそろって配偶子を放出する。以上のようなメカニズムは、配偶子放出を同期させることで海水中の卵、精子の密度を増し、受精の確率を高めるのに有利であると考えられている。放卵、受精後、**planktonic larva** となるが摂食はせず、36-60時間後に着底する。着底24時間後には、殻板が形成されて稚貝となる。

腹足綱

ツタノハガイ科

2. ツタノハガイ *Scutellastra flexuosa* (Iwasaki 1993a, 1994a, 1998, 1999)

付着性二枚貝ヒバリガイモドキのマット状コロニー内での生態が調べられている。ツタノハガイは、同コロニー内でヒバリガイモドキが存在しない部分 (**gap**) に分布し、帰家行動（決まった停止位置に回帰する行動）を示す。「家」は **gap** のへりにあって、そこから6-7cmの範囲を動く。昼間活動性で、主として昼の **awash**（波に洗われた）状態で家から這い出して活動する。大潮のときは下げ潮時に活動後いったん家の外で停止し、次の上げ潮で家に戻る行動を示す。小潮時は水没下でも活動する。長期的には **gap** 間を移動することもあり、この場合は主として小型個体が、高密域から低密域に分散する。**gap** 間移動は夏から秋に活発である。餌は皮状藻類で、野外実験の結果から、本種が摂食活動によって葉状藻類の繁茂を妨げることにより、自らの食物である皮状藻類の成育を促進している可能性が示唆され

た。繁殖期は5-9月で、稚貝は7-10月に現れる。1年で殻長15-18mm、2年で25-30mmに達し、2年以上生きる。

ヨメガカサガイ科

3. ヨメガカサ *Cellana toreuma* (大串 1956b, 阿部 1983, 和田 1987, Iwasaki 1992, 1993a,b,c, 1994a)

上げ潮時に上昇、下げ潮時に下降し、活動は awash 条件下で起こる。移動距離は70-80cmに達することがある。昼夜共に活動し、低位では水没下でも動きが見られる。活動後の停止位置(家痕 home scar を作らない場合は家 home と呼ばない)は一定していることもしないこともある。6-7月には高位と低位では特定の停止位置に固執し、中位では停止位置を上に移す傾向が見られた。また、大型ほど定位置に固執する傾向が強い。鉄分や珪素化合物で強化された、長く鋭い歯舌を持ち、摂食活動の強さはキクノハナガイやツタノハガイを上回る。そのため、野外実験では、藻類を食い尽くして裸地化させ、イワフジツボの加入定着を促進する効果が見られている。キクノハナガイとの共存域では、このような摂食活動によってキクノハナガイの分布の上方伸展を阻止し、下位でもキクノハナガイの成長や生存を抑制していると推測されている。捕食性巻貝類を接触させると、mantle response(外套膜を殻上に伸展させて捕食者の足をすくう行動)と逃走行動を示す。イボニシに対しては野外で mantle response と同時に、平均で約8cmの移動が見られた。捕食性のヒトデに攻撃されると、平均21cmの上昇で対応し、そのあとで停止位置を上に移す行動が見られた。停止位置の高さや移動頻度が、エネルギー収支を介してヨメガカサ自身の成長に影響を与えていると推測されている。産卵期は4-6月、9-10月の年2回、岩盤上のプールでは、夏の密度が0に近く、秋から春に多いという季節変動が観察されている。

4. マツバガイ *Cellana nigrolineata* (大垣 1977, 阿部 1983, Iwasaki 1994a)

昼夜の awash 時と夜の干出時に活動し、大型のものでは帰家行動を示す。主として夜間、下げ潮と共に下降し、上げ潮と共に上昇して家に戻る。大型個体で、停止位置から30-35cm程度の活動範囲がみられた。行路を妨げるヨメガカサを、上のしかかって排除する行動が見られている。肉食性巻貝に対して mantle response を示し、幼貝は動きが活発で、同時にすばやい逃走行動を見せる。

5. ベッコウガサ *Cellana grata* (大串 MS, 阿部 1983)

awash 状態で活動し、汀線の上昇、下降に並行した上下動を行うが、干潮時の停止位置はそのつど変り、帰家行動を示さない。捕食者であるアキガイ科巻貝を接触させる実験では、mantle response の反応が見られている。同時に逃走行動を示すが、速度はヨメガカサより遅い。

ユキノカサガイ科

6. ウノアシ *Patelloida saccharina lanx* (大串 1954, 1955, 1956a; 大串・三

浦 1954, 和田 1987, 山本 1992, Iwasaki 1994a)

明瞭な帰家行動を示す。簡単な実験が行われており、「家」から離して再置しても、10cm 以内なら帰家するというが、メカニズムについてははっきりした結論は得られていない。汀線が分布位置を通過する時、awash (波に洗われた状態) 条件下で活動し、昼のほうが夜よりも動きは活発である。下げ潮のあとの干潮時には一時的に停止するが、潮の引き方や個体の分布位置によって、停止場所が「家」であることもそれ以外のこともあり、その後の上げ潮と共に家に戻る。活動範囲は「家」から 10cm 以内という報告がある。あるタイドプールでは、秋に加入により密度が増加し、春から夏にかけて減少した。7月の調査で、プールでの本種の密度とサイズには逆相関があり、込み合ったプールでは小型化する傾向が見られている。

ニシキウズガイ科

7. イシダタミ *Monodonta labio* (竹之内 1985, 1992)

田辺湾周辺には、殻が暗緑色を主体とし、顆粒の低平ないわゆる「イシダタミ」と、黄褐色を基調として顆粒の盛り上がる「オキナワイシダタミ」が分布する。地理的には後者が南寄りに分布しているが、両タイプの田辺湾周辺における分布は、1980年時点で「オキナワイシダタミ」は最湾奥部にのみ分布し、より外域の湾奥から湾外ではほとんど「イシダタミ」だった。このとき、最湾奥部の「オキナワイシダタミ」は大型個体のみが見られたが、これら個体群は 1991年には湾内から消滅して「イシダタミ」に置きかわっていた。湾外の富田、袋湾では 1991年にも両タイプ共に見られている。

8. メクラガイ *Diloma suavis* (竹之内 1983, Iwasaki 2000)

上げ潮時、海水にぬれると汀線を追って awash zone 内を上昇し、下げ潮時にも awash zone 内を下降し、途中で停止する。この行動は個体群としても、個体としても確認されている。ムラサキインコ(上)ーヒバリガイモドキ(下)連続帯で生活環の情報がある。同所では、これら二枚貝コロニー内の gap にみられ、ヒバリガイモドキ帯の中位で最も密度が高い。秋以降密度が増え、冬に最大となり、次の年の夏にかけて減少する。6-8月に生殖腺が成熟し、新規加入個体はヒバリモドキ帯下位の海藻中に 8-9月に現れ、9-10月ごろ殻高 2mm 以上に成長した個体がムラサキインコ、ヒバリガイモドキ床の gap 内に現れる。のち、次の年の夏まで成長を続け、殻高 11mm に達するが、冬季の成長はやや鈍い。9月までに大型個体のコホートは消滅する。ちょうど1年の寿命と推定されている。

9. アワジチグサ *Conotalopia mustelina* (Iwasaki 1996a)

海藻上に生息する小型巻貝であるが、田辺湾ではムラサキインコーヒバリガイモドキ連続帯での生活環が調べられている。本種の密度は下位のヒバリガイモドキ帯のほうがムラサキインコ帯より高いが、どちらにおいても密度は 5-6月に最大で、以後減少した。稚貝はヒバリガイモドキ帯のピリヒバ、カイノリなどの海藻に 4-6月に現れ、成長しつつヒバリガイモドキ、ムラサキインコ床に移動、翌年2月に

2mm以上に成長したのち、7月までに消失する。年1世代、寿命1年プラス数ヶ月と推定される。

10. スガイ *Turbo coronatus coreensis* (Xing & Wada 2002, Yamada et al. 2003)

本種と、その殻表に限って付着する緑藻カイゴロモとの関係について若干の報告がある。電顕像では、カイゴロモの偽根がスガイ殻の殻皮層～殻層上部に穿孔しているのが見られた。海岸で高位のスガイ個体ほど、カイゴロモの付着率は高い。最湾奥部では付着しておらず、カイゴロモ付きのスガイを放しても殻表から消えるのが確かめられた。被覆度の季節変化は、大型のスガイでは見られないが、小型では2-4月には付いていない。ヤドカリ入りのスガイ死殻にもつくが、付着率は生貝よりも低い。スガイが死んでもしばらく被覆度は変わらないが、のち殻皮層の摩滅と共に漸減する。死殻にはカイゴロモは新規定着せず、また生貝に新たに付く場合は、殻口近くの成長部が最も多い。野外観察と室内実験の結果からは、スガイの成長や死亡に対するカイゴロモの付着の影響は認められなかった。

アマオブネガイ科

11. アマガイ *Nerita japonica* (阿部 1980a)

田辺湾岸での、個体群の増減傾向が調べられている。1975-1979年に、湾奥部の多くの個体群が消滅した。そのパターンは、稚貝の新規加入の途絶によるものが主だが、一部地点では、夏期に個体群が大量死した後で消滅した。前者の場合は、卵の発生異常が見られている。消滅の原因としては、本種が直達発生型の貝であるため、分散が限られるというもとの性質に加え、局所的大量死については何らかの毒物の流入、全体的減少に対しては泥の堆積や水質汚染などの環境要因が考えられている。

12. イシマキガイ *Clithon retropicta* (Shigemiya & Kato 2001)

成貝は河川性であるが、幼生期を河口～海で過ごす。湾外の富田で、個体群動態が調べられている。標識再捕の結果から、殻表の成長線は令を反映することが確かめられ、最高で20年の寿命とされた。性比はメスに偏り、サイズ、寿命もメスがオスを上回る。上流ほど平均令、サイズが大きくなる一方、交尾率は下がる。上～下流各点でのサイズ、令組成、交尾囊中の精包の分析から、上流への移動は若令期に起こり、上流では交尾が抑制されていると推定された。

ゴマフニナ科

13. ゴマフニナ *Planaxis sulcatus* (Ohgaki 1997)

生殖腺は6-8月に発達、この時期には分布帯内の浅いプールで雌雄のペア形成が観察される。メスは腹足内の育児嚢に胚を持ち、veligerとして放出する。0+ 稚貝は9-10月に出現し、3月以降顕著に成長して、8-9月ごろサイズの1+ コホートに合流する。分布は3-6月に低下する。平均殻長は、0+、1+ とともに、メス

の方がやや大きい。性比は♂：♀＝1：1～2：1。本種はかつて単為生殖種とされたこともあるが、各地のサンプルと文献の検討により、田辺湾を含め Indo-Pacific では雌雄共に存在し、通常の両性生殖をすると推定されている。

ウミニナ科

14. ホソウミニナ *Batillaria cumingi* (今福・布村 1981, 足立・和田 1997a,b, Adachi & Wada 1999)

湾内島で詳細分布の記録があり、主として、岩盤によって遮蔽された平坦な砂泥地に多いとされた。底質粒度との顕著な関係は見られなかった。湾内では湾奥から湾口に分布し、湾口と最湾奥部には少ない。中～高潮位の岩盤上、特にプール内に多く、転石、砂泥地がこれに次ぐ。サイズ組成は近接域でも顕著に異なることがあり、一定の傾向を見出し難い。本種は砂中に卵を1個ずつ産み、稚貝が卵から這い出す直達発生型である。この産卵様式と、本種が堆積物を摂食することが、遮蔽されて堆積物のたまる環境に住むことの一因と考えられている。産卵期は4～8月で、砂泥地では底質中に生まれた卵の分布は成貝分布とほぼ一致、殻長0～1mmの稚貝の分布は限定的だが、1～2.5mmで突然分布が拡大する。このサイズの個体は夏季、昼の満潮時に海水中に高密度に現れることから、floatingによる分散が考えられている。1年で殻長7mm、2年で15～25mmに達する。岩礁地でも卵と稚貝の分布は限定的だが、5mm以上で緩やかに分布を拡大する。ここではfloatingはまれで、crawlingによる分布拡大が想定されている。1年で7mm、2年で15mm程度になるが、成長は砂泥地より鈍い。

タマキビガイ科

15. タマキビガイ *Littorina brevicula* (波部 1955, 1956; 寺井・池辺 1998, Ohgaki 1981)

産卵と分布について若干の報告がある。7～8月に室内実験で産卵が見られず、周年の沿岸プランクトン採集では2～3月に限って浮遊性卵のうが見られたことから、繁殖期は冬と考えられる。田辺湾では湾奥部のほうが、湾口部よりサイズが大きくなる傾向がある。

16. コビトウラウズ *Peasiella habei* (波部 1955, 1956; Ohgaki 1981)

室内で、7月と8月に浮遊性卵のうを産むのが見られた。周年沿岸プランクトン採集では、5～9月に卵のうが採集されている。沿岸水中の卵密度は、最満潮直前が最も高く、半月周期的には、大潮の前後に2つのピークを示す。月令によって、顕著な海中卵密度の昼夜差が見られる。

17. タイワンタマキビ *Nodilittorina vidua* (波部 1956, Ohgaki 1981)

室内で8月に浮遊性卵のうを産むことが確かめられている。周年沿岸プランクトン採集では6～9月に卵のうが見られたことから、繁殖期は夏と考えられる。

18. アラレタマキビ *Nodilittorina radiate* (福田 1950, 大垣 1983, 1986; Ohgaki 1981, 1985a,b, 1988a,b, 1989)

浮遊性卵のうを生み、沿岸水中の卵密度は6-8月に高く、繁殖期は夏である。産卵に半月周期的なサイクルは見られない一方、波の荒い時に多く、時間的には最満潮時にピークがある。分布帯内の岩面の付着性藍藻を摂食し、イワガニに捕食される。下位に落下したものはイボニシやヨロイソギンチャクに食われる可能性も指摘されている。垂直移動について詳しく調べられている。開放岩礁では8月、1+以上群が台風のうねりと共に上昇し、下位に稚貝が加入する。0+群は成長しつつ上昇して、2月までにサイズのにも分布的にも1+群に合流する。4月の調査では、分布帯上位の個体は下降し、下位では上昇し、中位では上下に分散、かつ小型のものほど下位に行動範囲を限定することにより、分布帯とサイズの高さ勾配が維持される。6-7月に下降するが、野外での水浸パターンの分析と室内実験の結果から、この移動は放出卵数の増加に寄与すると推定された。春から夏、20mm/h以上の強雨時、雨滴の衝撃により通常の生息場所である崖面から下位の platform に落下する。落下個体は急速に上昇して分布位置を回復するが、大量に落下した場合は個体群密度の減少を引き起こす。遮蔽岩礁では、顕著な潮汐周期の上下動を行う。干潮時は乾燥面で静止し、潮位が上昇してしぶきがかかると awash 状態で上に這い、満潮時周辺は動きが鈍い。下げ潮時に再び awash zone 内を下降し、岩面が乾燥する前に静止する。各満潮時にこのような上下動をくり返しつつ、全体としては大潮時に分布が高く、小潮時に分布が低い、半月周性の分布変動を示す。野外実験の結果から、上昇行動については体内リズムの関与が示唆されている。こうした垂直移動のパターンは、潮下帯の捕食者と上位での乾燥を避けて、できるだけ多くの摂食、活動時間を確保するための適応と考えられている。

ソデボラ科

19. マガキガイ *Strombus luhuanus* (Kuwamura et al. 1983, Wada et al. 1983)

田辺湾で、潮下帯種として生態が調べられている唯一の種である。繁殖期は6-8月。オスはペニスを持ち、メスの行路を追跡して交尾、メスは付着卵を産み、卵塊は砂をまとめて砂中や礫、岩に付く。卵は6日後に浮遊性の veliger として孵化する。新規加入稚貝は水深5m以浅の岩盤に分布し、夏に深所に移動。岩盤のへりや砂泥地に分布し、殻長40mm程度まで成長する。冬の成長は鈍い。2令で40-60mmとなり、殻口唇が肥厚して成熟する。成貝分布は季節的に変化し、冬は深所の岩盤のへりや砂礫地に多いが、春~秋には岸、沖両方向に広がる。岸から沖へ700m、0~20m深までの分布が確認されている。交尾、産卵は岸から沖まで起こるが、岸近くでは地形に制約されて顕著な集合が見られることがある。岸近くの個体は産卵後の9月、沖へ移動する。

イトカケガイ科

20. イナザワハベガイ *Alexania inazawai* (波部 1943)

湾内島、番所崎などの潮間帯に、低密度ながら広く分布する。タテジマイソギンチャクに寄生し、体表を破って体液を吸っているのが観察されている。6月初め、岩のくぼみや礫下に1-2mmの付着卵塊を、十数個まとめて産みつけるのが見られた。卵囊中でベリジャーまでの発生が確認されている。オスはメスに比べて小型。

アクキガイ科

21. イボニシ *Thais clavigera* (阿部 1980b, 1994; 中野・西脇 1992; Abe 1985, 1989a,b; Hayashi 1999,)

9-1月は岩礁高位のプラットフォーム上に分布し、のち低位の斜面や崖部分に移動する。8月に上昇して岩盤に戻る。季節移動は近縁のシマレイシダマシより顕著。夏には摂食活動が活発になる。餌はフジツボ、付着性二枚貝を主とし、水没条件下でのみ摂食する。摂食方法は主として餌種の殻板の合わせ目から吻を入れる(無穿孔型)パターンで、合わせ目に摂食痕を残す(へり穿孔型)ことがあるが、殻板にまともに穴を開ける(殻板穿孔型)ことは少ない。殻表突起が尖ったものと丸みのあるタイプがあり、これらは殻表の模様、軸唇下端の色、最大サイズにも違いがある。二型間交尾はまれ。摂食活動の面では、トガリ型は成長につれイワフジツボからクロフジツボ、ムラサキインコなどの大型餌に転換するのに対し、マル型はサイズにかかわらずイワフジツボを食べている。室内での成長速度はトガリがマルより大きく、野外での最大サイズの差に対応する。同じ条件下の飼育実験の結果から、餌選択性と成長率に遺伝的な差のあることが示唆され、このことは酵素分析の結果からも支持されている。湾内ではどこでもトガリ型がマル型より多いが、この傾向は湾奥部でとくに顕著。湾口部の番所崎に立地する縄文晩期(2200-3000年前)の瀬戸遺跡の貝塚からも両型が見られ、それらの比率は現在の番所崎のサンプルと変わらない。本種には、化学物質の影響によるimposex(メスにペニスを生ずる現象)が知られているが、白浜産のサンプルでは、調べられた全国9地点のうち2番目にimposexの割合が高く、オスと同等のペニスを持つ個体がメスの43%と報告されている。

22. シマレイシダマシ *Morula musiva* (阿部 1980b, Abe 1989a,b, 1993; Ishida 2001, 2004a)

12-3月の冬期は高位岩盤上のプール、クレビス内にいて動きは鈍く、3月に下降、5月に上昇し、夏から冬は再び高位に分布する。夏は摂食活動が高まり、主にヤッコカンザシ、フジツボ、付着性二枚貝を餌とする。大型個体はムラサキインコ、小型はヤッコカンザシを食うことが多い。ヒバリガイモドキの多いプールでは、この種を多く摂食している。摂食方法は、多くの場合殻板穿孔型かへり穿孔型。穿孔痕は円形に近く、大型個体ほど大きな穴を開ける。水没、干出時を通じて摂食活動を継続し、移動は水没下で行う。交尾時、pair形成中のオスが、近づいてきたオスと吻による押し合いをし、追い払う行動を見せる。この吻による押し合いは餌をめぐっても起こる。

23. ウネレイシダマシ *Cronia margariticola* (阿部 1980b, Ishida 2001, 2004a, b)

潮間帯下部～上部に分布するが、上部では深いプールにいる。交尾は5-6月、産卵は6-7月に見られ、ヒバリガイモドキの多いプールでは、卵は主にヒバリガイモドキの殻に産みつけられる。稚貝は7-8月に現われ、3-1月によく成長、2-3年で成熟サイズの殻長16mmに達する。成貝は4-10月に摂食活動を行うが、5-7月の繁殖期には成長は抑制され、8-9月にサイズ増加が顕著である。巻貝や付着性二枚貝を摂食し、殻板穿孔型、へり穿孔型、無穿孔型のほか、腐肉食性も示す。室内での穿孔形状は楕円形だが、野外で取り付いている餌種の穿孔形状は円に近い。このことと、野外では摂食中のシマレイシダマシを押しよける行動が見られることから、シマレイシダマシの穿孔した餌を横取りしていると考えられている。

24. ヒメヨウラク *Ergalatax contractus* (阿部 1980b, Ishida 2001, 2004a)

潮下帯から潮間帯下部、上部では深いプールに分布。腐肉食性が強く、死魚などに取り付いているのが見られるが、生きた付着性二枚貝やフジツボも摂食する。後者の場合は殻板穿孔、へり穿孔、無穿孔の3つのパターンが見られる。穿孔形状は円に近い。ただし野外ではほとんど自分で穴を開けることはなく、シマレイシダマシが穿孔した餌や、腐肉を利用していると考えられている。

25. レイシダマシモドキ *Muricodrupa fusca* (阿部 1980b, 山本 1993, Yamamoto 1997a,b)

潮間帯高位の浅いプールに分布。ほとんどプール内に限定されているが、10-11月はプール外にもやや多くなる。夏には海側～陸側のプールに幅広く分布しているが、9月に陸寄りのプールに移動し、2月以降再び海側プールにも現われる。9月の陸方向移動は台風の波浪との関係、2月以降の海側への展開については繁殖との関係が考えられている。繁殖期は3-8月で、オスがメスの上に乗って交尾し、メスは10個前後の卵の入ったカプセルを、プール内のクレビスなど、shelterされたところに産みつける。サイズはオスよりメスが大きく、顕著な性差がある。発生は、卵から直接稚貝が這い出す直達発生型で、プランクトン幼生期を欠く。イボニシに比べ、大卵少産である。餌は笠貝、タマキビ類、ゴマフニナなど巻貝類中心だが、イガイ科幼貝も食う。捕食方法はほとんど殻板穿孔型で、一部合わせ目からの無穿孔型の摂食も見られる。摂食活動に昼夜、満干、大潮-小潮に伴う差は認められないが、波の荒い時、夏の小潮時など、条件の厳しいときには抑制される傾向がある。

26. その他のアキガイ科 (阿部 1980b)

レイシダマシは潮間帯中位に分布し、殻板穿孔型で主に付着性二枚貝のクジャクガイを食うのが見られている。レイシガイは潮間帯下部に分布、摂食形態は無穿孔ないしへり穿孔型で、付着性二枚貝のほか、巻貝、フジツボも食う。クリフレイシは潮間帯下部に分布し、無穿孔ないしへり穿孔型により、付着性二枚貝とフジツボ

を摂食するのが観察されている。

アメフラシ科

27. アメフラシ *Aplysia kurodai* (Yusa 1993, 1994a, 1996a,b)

本種は同時的雌雄同体で、春に何個体かつながって「連鎖交尾」をする。この場合、最も下の個体はメスとして、最上位の個体はオスとして働き、中間はオス、メス両方の働きをしている。卵はヒモ状の付着卵、いわゆるウミゾウメンで、孵化後プランクトン幼生となる。交尾行動は昼見られ、夜は各個体単独で行動する傾向がある。交尾時、上に他個体を多く載せているほど動きは鈍く、最上位の個体は自由度が最も大きい。交尾時間が長いほど発生可能な卵も多くなる。大型個体ほど交尾頻度が高く、オス役個体は、より大型のメス役を選ぶ傾向がある。このことはメス役の大型化をもたらす可能性があり、通常の性選択（メスの選択によるオスの大型化）とは逆のパターンであると議論されている。大型同士のペアほど多数の卵を生産するが、卵径は親のサイズにかかわらずほぼ一定。野外のすべての個体は少なくとも1卵塊を受精させるだけの精子を持ち、1回の交尾で平均4-6卵塊を生むが、交尾時に精子の受け渡しが起こらないこともある。

28. アマクサアメフラシ *Aplysia juliana* (Yusa 1996a)

前種同様、春に付着卵を産み、卵はプランクトン幼生として孵化する。1回の交尾で平均2-3卵塊を産むが、交尾時精子の受け渡しが行われないこともある。交尾時間が長いほど多くの発生卵を生産する。野外ですべての個体は、少なくとも1卵塊を受精させるのに足る精子を持つ。

29. クロヘリアアメフラシ *Aplysia parvula* (Yusa 1994b, 1996a)

付着卵を産み、卵はプランクトン幼生として孵化する。1回の交尾で7-8卵塊を生産するが、精子の受渡しが無い場合もある。交尾時間が長いほど与える精子の数が多いが、交尾時間と発生卵数には相関がないという結果も得られている。野外から取った個体の20-30%は発生卵を生産せず、精子の不足が起こっているが、これは採集域での生息密度の低さと結びつけられて考えられている。交尾に当ってオス役は大型のメス役により多くの精子を与え、オスによる性選択の可能性を示している。

カラマツガイ科

30. カラマツガイ *Siphonaria japonica* (大串 1954, 1955, 1956a; 大串・三浦 1954, 山本 1992, 和田 1987, Iwasaki 1994a)

主に満潮時前後の awash 条件下で活動するが、小潮時には水没下で1回だけ活動する。帰家行動を示し、活動半径は10cm以内で、干潮時の停止位置は常に「家」である。家から離して再置しても、5cm以内であれば戻ることができる。帰家行動のメカニズムについて、若干の野外実験が行われているが、はっきりした結果は得られていない。海藻の繁茂する春には、夏よりも大きな距離を動き、家を持たな

い放浪個体が見られる。プール内で夏は見られず、秋～春に密度が高かった。レイシダマシモドキが多いプールでは密度が低い傾向がある。

31. キクノハナガイ *Siphonaria sirius* (大串・三浦・小谷 1953, 大串・三浦 1954, Iwasaki 1993a,b,c, 1994a, 1995a,b)

昼の awash 条件下を中心に活動。帰家行動があり、下げ潮時に家を出て数十 cm 程度移動し、出先で乾燥と共に停止。上げ潮時にもと来た経路を戻る。大潮以降、活動時間はずれつつ、小潮時、夕方に活動ピークが来ると、そこで朝の潮への活動の切り替わりが起こる。この時活発な交尾活動が見られる。交尾ピークの 2 日後に、多数個体が産卵し、メスは egg ribbon を岩に付着させる。交尾、産卵は 6-9 月に見られる。新規加入コホートは 10 月に現れ、冬に密度が最大となる。寿命 2-3 年と推定されている。歯舌は、短い歯が密に生えた形状で、剥ぎ取りの力は強くなく、アオノリ等葉状藻は摂食除去するが、皮状藻の生育を許容する。選好する餌であるアオノリの上で、同種他個体と押し合いをし、その勝敗から 3-4 ランクの順位が区別されている。高ランクの個体はサイズが大きく、その「家」は安定で活動範囲も広いが、低ランクに比べて必ずしも成長が良いわけではない。低ランク個体は頻繁に家を移動し、この移動は、晩夏から冬に上方向（高密域→低密域；分散）、晩春から夏には下方向（低密→高密；集中）に起こる。家の上方移動は、冬に高位で乾燥、高温ストレスが弱まり、かつ藻類の繁茂が見られることと結びつけて考えられている。

32. シロカラマツ *Siphonaria acmaeoides* (大串 MS, 和田 1987)

潮間帯高位のタイドプールに分布。活動もプール内とその周辺に限られ、夜の下げ潮時、プールが形成される頃から約 1 時間活動する。移動距離は数 cm~数十 cm で、帰家行動は示さず、動きの方向も「不定」である。1979 年から 1984 年にかけて、プール内への新規加入が見られず、密度が減少し続けてほとんどゼロになったと報告されている。

二枚貝綱

イガイ科

33. ヒバリガイ *Modiolus nipponicus* (Senawong 1971, 1972)

現在の田辺湾ではほとんど見られないが、かつて湾奥部に多産した。1970 年代初めの分布調査では、湾奥部で、なおかつ shelter された泥っぽいところに多く、湾口でも潮間帯下部のプール内に見られている。泥場を habitat とすることを反映し、強い泥粒除去能力がある。水流の吻出力は近縁のヒバリガイモドキよりも強く、繊毛動と筋収縮の併用によって、取り込んだ泥粒を偽糞として排出する。また、殻に付着するカイノリは、泥粒の体内への侵入を抑え、これを付着させていることは、泥性 habitat に適応的と推測されている。

34. ヒバリガイモドキ *Hormomya mutabilis* (大垣 1996; Senawong 1970,

1971, 1972; Iwasaki 1994b, 1995c, d; Ishida & Iwasaki 1999, 2003)

近縁種のヒバリガイよりも開放的、ムラサキインコよりも遮蔽的な岩礁に分布し、しばしば密なコロニー（ヒバリガイモドキ床）を形成する。生殖腺は4-8月に成熟し、新規加入稚貝は5-8月に多い。幼貝は大型成員のコロニーには見られず、直接岩盤に現れ、このことが、大型コロニーの一斉剥離と、別地点への新規コロニーの形成による激しい分布変動を引き起こしていると推測された。繊毛動と偽糞の排出により泥流を除去するが、その能力は近縁のヒバリガイよりも弱い。自ら足糸を切断し、斧足によって移動することができる。室内実験では移動は小型ほど活発で、それにより集団を形成する。捕食者であるアクキガイ科巻貝を、足糸で絡めて無力化する行動が見られている。捕食性のカニの臭いを感知して足糸形成や移動を自制する一方、ヒトデに対しては特定の反応を示さない。これはカニに対して軟体を露出することが危険であるのに対し、ヒトデはその捕食パターン（胃を反転させ、コロニーを覆って捕食）から、行動変化の意味がないためと解釈されている。ヒバリガイモドキ床内では、個体間の接着が密で、コロニー内に泥が堆積し、随伴生物相としては多毛類、ホシムシなどの infauna を中心とする。野外実験の結果から、この泥の堆積が、上位に分布するムラサキインコの分布の下方進展や、コガモガイ、等脚類などの分布を制限していると推測されている。

35. ムラサキインコ *Septifer virgatus* （大垣 1996, Abe 1989a, Iwasaki 1994b, 1995c, d)

開放岩礁の潮間帯上部に、しばしば高密度な分布帯を形成する。生殖腺は3-9月に成熟し、幼貝は4-12月に多い。加入稚貝が成貝コロニーの内部に多く見られ、このため個体群は漸次的に更新されて安定的に維持される。密度が6-9月に顕著に低下する例があり、これはシマレイシダマシの捕食によると推測されている。ムラサキインコ床では、個体間、足糸間に隙間が多く、泥はほとんど堆積しない。このことを反映して、随伴生物相は表在種と可動性種を中心とする。下位にヒバリガイモドキの分布する地点では、ヒバリガイモドキ床の泥の堆積により、ムラサキインコの稚貝がヒバリガイモドキ帯に加入できず、分布帯の下方伸展が阻止されていると考えられている。

36. ムラサキイガイ *Mytilus galloprovincialis* （大垣 1997)

本種はいわゆる移入種として知られているが、田辺湾では1951年以降記録がある。通常、分布は湾奥部の棧橋等、人口構造物に限られるが、時に全湾的に分布を拡大する。この分布拡大時、湾口部での調査によれば、稚貝は6月に加入、8月まで成長して殻長20mm程度に達し、10月には消滅した。生殖腺が全く発達しないことから、湾口個体群はいわゆる pseudopopulation であり、湾奥部からの幼生供給により成立していると考えられる。調査期間中、夏の高温時に大量死して、分布は再び湾奥部に局限された。湾口部では大型個体の50%以上にカクレガニ科のオオシロピンノの侵入が見られ、同種がムラサキイガイの軟体成長を抑制している可能性が示されている。

37. ミドリイガイ *Perna viridis* (田名瀬・久保田 1996, 1997)

熱帯インド太平洋原産で、移入種として知られる。湾奥部で 1996 年に初めて成貝の存在が確認された。本種は夏期に繁殖するが、8 月時点で 60mm を超える複数個体が得られていることから、これらは少なくとも 1 回は田辺湾で越冬したと推定されている。

チリハギガイ科

38. チリハギ *Lasaea undulata* (Iwasaki 1996b,c)

ムラサキインコ床での生態が調べられている。卵胎生で *crawling juvenile* として孵化し、プランクトン幼生期を持たない。殻長組成、稚貝と生貝の殻特徴、胎貝保有率の差などから、高位と低位に少なくとも 2 つのグループがあると考えられている。胎貝を保有する個体の割合は 3 月と 6 月に 2 つのピークがあり、稚貝は 3 月 (春コホート)、6-7 月 (夏コホート)、9-11 月 (秋コホート) に現れる。春、夏コホートは、春~夏に成長し、秋に繁殖して死ぬが、一部は翌年の春~夏まで生きる。秋コホートは次の夏まで生き、冬の間の成長は鈍い。

マルスダレガイ科

39. シオヤガイ *Anomalocardia squamosa* (伊谷 2001)

湾奥部の砂泥地に生息し、干潟の表層に潜って貝殻後縁を表面に露出させている。殻の相対成長について調べられている。成長につれて殻は前後に細長くなり、かつ膨らんでくる傾向がある。殻の前後の伸長は、成長と共に伸びる水管を保護し、より深みへの埋没を可能にする効果があると推測されている。

40. 複数種についての報告

潮間帯の巻貝 12 種について、高温耐性を調べた研究がある (Fraenkel 1966)。様々な温度の海水に 1 時間浸してその後の生存を見たところ、次のような種ごとの耐性の差が見られた (カッコ内は 50% の個体が活動を回復した最高温度)。イボタマキビ (48.5°C) > ゴマフニナ (48) > アラレタマキビ、タマキビ、コビトウラウズ (47) > アマガイ (46) > アマオブネ (44) > スガイ (43) > レイシダマシ、イボニシ、イシダタミ (42) > クボガイ (39)。この結果から、高位に分布する種ほど高温への耐性が強いと認められた。

1963 年冬の寒波時に死滅ないし減少した海岸生物について報告されているが (Tokiooka 1963)、その中に貝類についての情報も含まれている。番所崎周辺や畠島で、強い影響を受けてほとんど消滅した種として、オハグログキ、キクザルガイ、顕著に減少したものとしてゴマフニナ、マガキガイ、ほとんど影響を受けなかった種として、アマオブネ、イボタマキビ、レイシダマシ、アコヤガイ、イソハマグリ、ケマンガイ、サツマアカガイが挙げられている。

寒波と貝については、他にも 1976 年寒波のタカラガイ類への影響についての報告がある (桑村・樫山 1976)。この時、海底にタカラガイ類の死亡直後の個体が多

数見られ、その種類相が記録された。全体で 28 種 1325 個体が同定されたが、その中にはスソヨツメダカラ、タルダカラなど、田辺湾周辺で成員がほとんど見つからない種も含まれている。水温データの検討から、タカラガイ類は 10–12°C が死亡限界水温であると推定された。

種名索引（アイウエオ順；カッコ内は本文中の種名番号、ゴシックはその種が項目のタイトルになっていることを示す。）

アコヤガイ (40) / アマオブネ (40) / アマガイ (11,40) / アマクサアメフラシ (28) / アメフラシ (27) / アラレタマキビ (18,40) / アワジチグサ (9) / イシダタミ (7,40) / イシマキガイ (12) / イソハマグリ (40) / イナザワハベガイ (20) / イボタマキビ (40) / イボニシ (18,21,25,40) / ウネレイシダマシ (23) / ウノアシ (6) / オキナワイシダタミ (7) / オハグログキ (40) / カラマツガイ (30) / キクザルガイ (40) / キクノハナガイ (3,31) / クジャクガイ (26) / クボガイ (40) / クリフレイシ (26) / クロヘリアメフラシ (29) / ケマンガイ (40) / コガモガイ (34) / コビトウラウズ (16,40) / ゴマフニナ (13,25,40) / サツマアカガイ (40) / シオヤガイ (39) / シマレイシダマシ (21,22,23,24,35) / シロカラマツ (32) / スガイ (10,40) / スソヨツメダカラ (40) / タイワシタマキビ (17) / タマキビ (15,40) / チリハギ (38) / ツタノハガイ (2,3) / ヒザラガイ (1) / ヒバリガイ (33,34) / ヒバリガイモドキ (2,8,9,22,23,33,34,35) / ヒメヨウラク (24) / ベッコウガサ (5) / ホソウミニナ (14) / マガキガイ (19,40) / マツバガイ (4) / ミドリイガイ (37) / ムラサキイガイ (36) / ムラサキイニコ (8,9,21,34,35,38) / メクラガイ (8) / ヨメガカサ (3,4,5) / レイシガイ (26) / レイシダマシ (26,40) / レイシダマシモドキ (25,30)

引用文献

(和文報告)

- 阿部直哉 1980a 田辺湾湾奥におけるアマガイ個体群の絶滅について 南紀生物 22: 21-25
- 阿部直哉 1980b 肉食性腹足類数種の餌生物と食い方 (予報) ベントス研連誌 19 / 20: 39-47
- 阿部直哉 1983 ツタノハガイ科のカサガイ 3 種の肉食性腹足類に対する逃避行動 南紀生物 25: 193-194
- 阿部直哉 1994 飼育下でのイボニシ二型の成長と餌選択性 Venus 53: 113-118
- 足立尚子・和田恵次 1997a 田辺湾におけるホソウミニナの分布 南紀生物 39: 33-38

- 足立尚子・和田恵次 1997b ホソウミニナの卵と発生様式 ちりぼたん 28: 33-34
- 福田英夫 1950 アラレタマキビの移動と潮位 生理生態 4: 92-101
- 波部忠重 1943 イナザハハベガヒ *Habea inazawai* Kuroda, 特にその発生に就いて 貝類学雑誌 13: 65-67
- 波部忠重 1955 アラレタマキビの産卵 貝類学雑誌 18: 206-207
- 波部忠重 1956 日本産タマキビ類の浮遊性卵囊 貝類学雑誌 19: 117-121
- 今福道夫・布村昇 1981 島島のホソウミニナ 南紀生物 23: 71-76
- 伊谷行 2001 田辺湾産シオヤガイの殻形態の相対成長 南紀生物 43: 161-162
- 桑村哲生・檜山善郎 1976 寒波によるタカラガイ類の死亡 南紀生物 18: 46-48
- 中野大三郎・西脇三郎 1992 イボニシにおける imposex の地方変異 Venus 51: 79-87
- 大垣俊一 1977 笠貝はなぜ帰家するのか 京都大学理学部臨海実習第4部レポート
- 大垣俊一 1983 アラレタマキビは何を食い、何に食われているか いそこじき 55: 5-10
- 大垣俊一 1986 海面を追って動く貝、アラレタマキビの上下運動をさぐる アニマ 1986年8月号
- 大垣俊一 1996 ヒバリガイモドキとムラサキインコガイの殻長組成、生殖腺重量の季節変化と分布変動 Venus 55: 317-327
- 大垣俊一 1997 田辺湾におけるムラサキガイの消長、およびオオシロピンノとの関係 南紀生物 39: 1-8
- 大串龍一 1954 潮間帯にすむ笠貝の習性 I. 2種の笠貝の活動と潮汐との関係 日本生態学会誌 4: 120-122
- 大串龍一 1955 潮間帯にすむ笠貝の習性 II. 2種の笠貝の帰家行動の解析 日本生態学会誌 5: 31-35
- 大串龍一 1956a 潮間帯にすむ笠貝の習性 III. 帰家行動の2型とその転換 日本生態学会誌 6: 82-83
- 大串龍一 1956b 帰家しない笠貝の行動観察 (1) 貝類学雑誌 19: 60-64
- 大串龍一 MS 帰家しない笠貝の行動観察 (2)
- 大串龍一・三浦泰三 1954 笠貝の帰家行動について 南紀生物 5: 21-24
- 大串龍一・三浦泰三・小谷穰一 1953 笠型貝2種の帰家行動の観察 貝類学雑誌 17: 219-223
- 竹之内孝一 1983 メクラガイの活動パターン 南紀生物 25: 99-102
- 竹之内孝一 1985 ‘イシダタミガイ’の形態学的検討及びその分布について Venus 44: 10-22
- 竹之内孝一 1992 田辺湾における1980年と1991年の‘イシダタミガイ’の分布の変化 南紀生物 34: 95-96
- 田名瀬英朋・久保田信 1996 和歌山県田辺湾のミドリイガイ 南紀生物 38: 11-12

- 田名瀬英朋・久保田信 1997 ミドリイガイ（二枚貝綱，イガイ目）は和歌山
 県田辺湾で冬越し可能 南紀生物 39: 21-22
- 寺井陽子・池辺裕子 1998 紀伊半島におけるタマキビガイ科の分布とサイズ
 南紀生物 40: 35-44
- 和田恵次 1987 潮だまりにおけるカサガイ類の個体数変動 南紀生物 29:
 97-101
- 山本智子 1992 隣接するプール間で見られた生物相の相違とその決定要因
 南紀生物 34: 11-15
- 山本智子 1993 潮間帯のタイドプールにおけるレイシガイダマシモドキの摂
 食リズム 日本ベントス学会誌 45: 43-48
- 吉岡英二 1983 ヒザラガイの垂直分布とサイズ組成 南紀生物 25: 126-129
- 吉岡英二 1987 ヒザラガイの配偶子形成を支配する要因 Venus 46: 173-177
- 吉岡英二 1988a 室内で観察されたヒザラガイの配偶子放出 Venus 47:
 51-56
- 吉岡英二 1988b ヒザラガイの生息位置の安定性 南紀生物 30: 54-56
- 吉岡英二 1994 海産動物の繁殖現象における周期性と同期性について—ヒザ
 ラガイ *Acanthopleura japonica* についての知見からの考察— 神戸山手女子短
 期大学紀要 37: 33-54

(英文論文)

- Abe N 1985 Two forms of *Thais clavigera* (Küster, 1858) Venus 44: 15-26
- Abe N 1989a Interactions between carnivorous gastropods and their
 sessile animal prey at a rocky intertidal shore Physiol Ecol Japan 26: 1-38
- Abe N 1989b Prey value to the carnivorous gastropods *Morula musiva*
 (Kiener) and the two forms of *Thais clavigera* (Küster): effect of foraging
 duration and abandonment of prey Malacologia 30: 373-395
- Abe N 1993 Aggressive behavior of the whelk *Morula musiva* The Veliger
 36: 428-430
- Adachi N, Wada K 1999 Distribution in relation to life history in the
 direct-developing gastropod *Batillaria cumingi* (Batillariidae) on two shores
 of contrasting substrata J Moll Stud 65: 275-287
- Hayashi T 1999 Genetic differentiation between the two forms of *Thais*
clavigera (Kuster, 1858)(Mollusca, Gastropoda) in Tanabe Bay, central
 Japan. Zool. Sci. 16: 81-86
- Fraenkel G 1966 The heat resistance of intertidal snails at Shirahama,
 Wakayama-ken, Japan. Publ Seto Mar Biol Lab 14: 185-195
- Ishida S 2001 An analysis of feeding aggregations in intertidal muricids:
 species-specific modes of foraging—initial predation and parasitism Asian
 Mar Biol 18: 1-13
- Ishida S 2004a Initial predation and parasitism by muricid whelks

- demonstrated by the correspondence between drilled holes and their apparent enveloper J Exp Mar Biol Ecol 305: 233-245
- Ishida S 2004b Life history of the muricid gastropod, *Cronia margariticola* (Broderip, 1833): growth mode transition with season and sexual maturity Benthos Res 59: 35-44
- Ishida S, Iwasaki K 1999 Immobilization of muricid whelks by byssal threads of an intertidal mussel, *Hormomya mutabilis* Venus 58: 55-59
- Ishida S, Iwasaki K 2003 Reduced byssal thread production and movement by the intertidal mussel *Hormomya mutabilis* in response to effluent from predators J Ethol 21: 117-122
- Iwasaki 1992 Factors affecting individual variation in resting site fidelity in the patellid limpet, *Cellana toreuma* (Reeve) Ecol Res 7: 305-331
- Iwasaki K 1993a Synergistic effects of mixed grazing by intertidal limpets on sessile organisms: consequences of differences in grazing ability and feeding habit Physiol Ecol Japan 30: 1-30
- Iwasaki K 1993b The role of individual variability in limpets resting site fidelity and competitive ability in the organization of a local rocky intertidal community Physiol Ecol Japan 30: 31-70
- Iwasaki K 1993c Analysis of limpet defense and predator offense in the field Mar Biol 116: 277-289
- Iwasaki K 1994a Intra- and interspecific variation in activity patterns of intertidal limpets Venus 53: 85-104
- Iwasaki K 1994b Distribution and bed structure of the two intertidal mussels *Septifer virgatus* (Wiegmann) and *Hormomya mutabilis* (Gould) Publ Seto Mar Biol Lab 36: 223-247
- Iwasaki K 1995a Foraging and spawning rhythms of the pulmonate limpet *Siphonaria sirius* (Pilsbry): switching of activity period by a diurnal forager J Moll Stud 61: 275-288
- Iwasaki K 1995b Dominance order and resting site fidelity in the intertidal pulmonate limpet *Siphonaria sirius* (Pilsbry) Ecol Res 10: 105-115
- Iwasaki K 1995c Factors delimiting the boundary between vertically contiguous mussel beds of *Septifer virgatus* (Wiegmann) and *Hormomya mutabilis* (Gould) Ecol Res 10: 307-320
- Iwasaki K 1995d Comparison of mussel bed community between two intertidal mytilids *Septifer virgatus* and *Hormomya mutabilis* Mar Biol 123: 109-119
- Iwasaki K 1996a Vertical distribution and life cycle of the minute trochid snail *Conotalopia mustelina* (Gould) within intertidal mussel zones Venus 55: 223-234

- Iwasaki K 1996b Vertical changes in density, size structure and shell shape of the bivalve *Lasaea undulata* within intertidal mussel beds J mar boil Ass UK 76: 417-430
- Iwasaki K 1996c Seasonal changes in size structure and reproduction of the minute galeommatacean bivalve *Lasaea undulate* (Gould) within intertidal mussel beds The Veliger 39: 244-249
- Iwasaki K 1998 Distribution and life cycle of the patellid limpet *Patella flexuosa* within intertidal mussel zones Venus 57: 281-290
- Iwasaki K 1999 Short- and long-term movements of the patellid limpet *Patella flexuosa* within gaps in intertidal mussel beds J Moll Stud 65: 295-301
- Iwasaki K 2000 Life cycle and habitat shift of the trochid snail *Diloma suavis* (Philippi) within intertidal mussel zones J Moll Stud 66: 9-20
- Kuwamura T, Fukao R, Nishida M, Wada K, Yanagisawa Y 1983 Reproductive biology of the gastropod *Strombus luhuanus* (Strombidae) Publ Seto Mar Biol Lab 28: 433-443
- Ohgaki S 1981 Spawning activity in *Nodilittorina exigua* and *Peasiella roepstorffiana* (Littornidae, Gastropoda) Publ Seto Mar Biol Lab 26: 437-446
- Ohgaki S 1985a Vertical variation in size structure and density of the littoral fringe periwinkle, *Nodilittorina exigua* Venus 44: 260-269
- Ohgaki S 1985b Field observations on the rhythmic up-and-down movement of *Nodilittorina exigua* (Gastropoda: Littorinidae) J Ethol 3: 49-58
- Ohgaki S 1988a Rain and the distribution of *Nodilittorina exigua* (Dunker) (Gastropoda: Littorinidae) J Exp Mar Biol Ecol 122: 213-223
- Ohgaki S 1988b Vertical migration and spawning in *Nodilittorina exigua* (Gastropoda: Littorinidae) J Ethol 6: 33-38
- Ohgaki S 1989 Vertical movement of the littoral fringe periwinkle *Nodilittorina exigua* in relation to wave height Mar Biol 100: 443-448
- Ohgaki S 1997 Some aspects of the breeding biology of *Planaxis sulcatus* (Born) (Gastropoda: Planaxidae) J Moll Stud 63: 49-56
- Senawong C 1970 Biological studies of a littoral mussel, *Hormomya mutabilis* Gould I. Preliminary observations on the moving ability. Publ Seto Mar Biol Lab 18: 233-242
- Senawong C 1971 Biological studies of a littoral mussel, *Hormomya mutabilis* Gould II. Comparative observations on clearing and squirting activities in two littoral mussels, *Hormomya mutabilis* (G.) and *Modiolus agripetus* (Iredale). Publ Seto Mar Biol Lab 19: 27-38
- Senawong C 1972 Biological studies of a littoral mussel, *Hormomya*

- mutabilis* Gould III. Distributions of *Hormomya* and *Modiolus* on Hatakejima Island. Publ Seto Mar Biol Lab 19: 269-291
- Shigemiya Y, Kato M 2001 Age distribution, growth, and lifetime copulation frequency of a freshwater snail, *Clithon retropictus* (Neritidae) Popul Ecol 43: 133-140
- Tokioka T 1963 Supposed effects of the cold weather of the winter 1962-63 upon the intertidal fauna in the vicinity of Seto Publ Seto Mar Biol Lab 11: 245-254
- Wada K, Fukao R, Kuwamura T, Nishida M, Yanagisawa Y 1983 Distribution and growth of the gastropod *Strombus luhuanus* at Shirahama, Japan. Publ Seto Mar Biol Lab 28: 417-432
- Xing Y, Wada K 2002 Temporal and spatial patterns of the alga *Cladophora conchopheria* on the shell of the intertidal gastropod *Turbo coronatus coreensis* Publ Seto Mar Biol Lab 39: 103-111
- Yamada M, Wada K, Ohno T 2003 Observations on the alga *Cladophora conchopheria* on shells of the intertidal gastropod *Turbo coronatus coreensis* Benthos Res 58: 1-6
- Yamamoto T 1997a Mode of reproduction and larval development of the tide pool dwelling whelk *Muricodrupa fusca* Venus 56: 131-143
- Yamamoto T 1997b Habitat utilization and seasonal pattern of movement of the intertidal whelk *Muricodrupa fusca* Benthos Res 52: 35-46
- Yoshioka E 1987 Annual reproductive cycle of the chiton *Acanthopleura japonica* Mar Biol 96: 371-374
- Yoshioka 1988 Spawning periodicities coinciding with semidiurnal tidal rhythms in the chiton *Acanthopleura japonica* Mar Biol.98: 381-385
- Yoshioka E 1989a Phase shift of semilunar spawning periodicity of the chiton *Acanthopleura japonica* (Lischke) by artificial regimes of light and tide J Exp Mar Biol Ecol 129: 133-140
- Yoshioka E 1989b Experimental analysis of the diurnal and tidal spawning rhythm in the chiton *Acanthopleura japonica* (Lischke) by manipulating conditions of light and tide J Exp Mar Biol Ecol 133: 81-91
- Yusa Y 1993 Copulatory load in a simultaneous hermaphrodite *Aplysia kurodai* Baba, 1937 (Mollusca: Opisthobranchia) Publ Seto Mar Biol Lab 36: 79-84
- Yusa Y 1994a Size-related egg production in a simultaneous hermaphrodite, the sea hare *Aplysia kurodai* Baba (Mollusca: Opisthobranchia) Publ Seto Mar Biol Lab 36: 249-254
- Yusa Y 1994b Factors regulating sperm transfer in an hermaphroditic sea hare, *Aplysia parvula* Mörch, 1863 (Gastropoda: Opisthobranchia) J Exp Mar Biol Ecol 181: 213-221

Yusa Y 1996a Utilization and degree of depletion of exogenous sperm in three hermaphroditic sea hares of the genus *Aplysia* (Gastropoda: Opisthobrancia) J Moll Stud 62: 113-120

Yusa Y 1996b The effects of body size on mating features in a field population of the hermaphroditic sea hare *Aplysia kurodai* Baba, 1937 (Gastropoda: Opisthobrancia) J Moll Stud 62: 381-386

(一般書)

岩崎敬二 1999 貝のパラダイス 東海大学出版会

桑村哲生ほか 1981 渚の生物 海鳴社

南紀生物同好会編 1979 和歌山の生物 きのくに叢書2 帯伊書店

和田恵次 2000 干潟の自然史 京都大学出版会