

参考文献リスト(6-1 気候変動による有明海・八代海における漁業及び沿岸生態系への影響調査)

No.	著者(公表年)、文献名、学術誌名、巻(号)、ページ	概要	URL
1	島田裕至、林 俊裕、鳥羽光晴(平成19～23年度)、「高温耐性の品種特性評価」、事業実施総括報告書	<p>ノリ養殖は、近年の温暖化等による秋季の海水温の上昇によって、葉状体の異形化、ノリ網から脱落、生長不良等の影響を受けて生産性や品質が低下している。現状では漁期を遅らせるなどして対応しているが、一方で漁期の短縮による生産量の減少が生じている。このような背景から、近年では、高温耐性品種の開発が養殖現場から求められるようになった。ノリの品種改良、さらには種 苗法に基づく品種登録を加速的に進めていくにあたっては、従来の野外養殖試験を主体とした品種特性評価手法では特性評価に数年の時間を要することから、それに代わる室内培養試験による簡便で短期的な特性評価手法の開発が必要である。</p> <p>そこで、本課題では高温特性の簡便な品種特性評価手法の開発を目的に特性評価形質の特定、および室内培養条件を開発する。さらに、開発した特性評価手法によって既存 20 品種の特性評価を行い、特性表を作成することに加えて、高温耐性の階級区分表を作成した。</p>	
2	中尾義房、山下康夫、小野原隆幸、「ノリ壺状菌の生理、生態に関する研究 I」	<p>初期感染は、10月28日に六角川地先漁場で確認したが、その後の進行は緩慢で徐々に中・東部漁場に拡大した。確認時にはノリ生産期に入っており、東部漁場はすでにアカグサレ病の発生があり、合併症としてあらわれた。アカグサレ病の病勢が強く、西部漁場は色落ちで品質低下がみられ、結局秋芽網期間の壺状菌病の被害は最初に発生がみられた漁場周辺に留った。また、野外における壺状菌の寄生は、遊走子を含む海水に接触する時間が長いほど多数寄生する。また、流れによって左右され潮流の停滞期に多く寄生する。</p> <p>壺状菌の発生がみられる時期の周辺漁場海水を用いた実験では、牽状菌の感染は容易にみられる。すなわち、壺状菌遊走子は海水中に多く生存している。また、寄生程度は時期的に増減し、漁場被害程度やノリ網の張込み量によって異なるようである。さらに漁場における垂直分布をみると遊走子は表層に多く底層水に少ない。遊走子の感染能力の持続時間は、5～20℃の範囲内では低水温ほど長く、高水温ほど短かい。</p> <p>壺状菌感染後、新たな遊走子放出にいたる時間は温度条件によって異なり、秋芽・冷凍ノリを用いた実験では水温5～20℃の範囲内で温度が高いほど早く、即ち菌体の生育もよく15～20℃で感染後50～70時間後、10℃で70～100時間後、5℃で100～160時間後には90%以上が放出する。</p> <p>壺状菌に対するノリの感受性の相違は、菌体の生長や遊走子の放出に大きな差となって現われるようで、生育環境の影響力が強いものと思われる。</p>	
3	千々波行典(1996年)、「ノリ幼芽の水いたみと海水比重、干出時間との関係」、佐有水研報、17号、23-28ページ	<p>ノリ幼芽の水いたみと海水比重、干出時間との関係について実験を行った。また、有明海における表層海水の比重と降水量との関係について検討した。ノリ幼芽の水いたみに強い影響を及ぼす要因は、干出前に浸漬する比重1.010以下の低比重海水であると考えられた。また、ノリ幼芽が干出前に低比重海水に浸漬した場合の障害率は、その後の干出時間が長いほど高かった。六角川及び浜川自動観測塔における海水比重と、佐賀市及び、嬉野町における降水量との間には負の相関がみられた。また、降水日を小潮前後3日間と大潮前後3日とに分けた場合、降水にともなう海水比重の低下の程度は前者が大きかった。六角川及び浜川自動観測塔において表層海水比重が1.010以下に低下するのは、小潮前後3日間では約65～70mm以上、大潮前後3日間では約90～100mm以上の降水量が目安となることが明らかとなった。よって、これらの降水量が予想される場合には、ノリ網の干出時間を1時間程度にする必要があるものと考えられた。</p>	

4	<p>山内幸児(1974年)、「ノリ幼芽の生長におよぼす温度の影響-I、温度条件とノリ芽の初期生長および、形態について」、Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries 40(5)、439-446</p>	<p>発芽間もないノリ幼芽を、それぞれ温度5、10、15、20、25、30℃の条件下で、SWII2'にPROVASOLIのPII metalsを添加した培養液中で、16日間培養し、温度のノリ幼芽の初期生長におよぼす影響を調べた。なお、その他の培養条件は、9,000lxの短日条件(1日10時間照明)に一定に保たれた。得られた結果を要約すると、ノリ幼芽は、30℃の高温下ではほとんど細胞分裂せず、細胞異常をおこして枯死し、生育できない。25℃では、異常芽の出現や二次芽の異常着生が顕著になり、芽の生長は非常に劣る。ノリ幼芽は、5℃の低温下では細胞分裂および生長はほとんど行なわれない。10℃でも、ノリ芽の初期生長は非常に遅れる。二次芽の着生は15-25℃の範囲で認められるが、20℃前後が付着および初期生長に最も適している。初期のノリ幼芽の好適生育温度は、20℃前後から15℃前後と考えられる。この温度範囲でのノリ芽の生長は、従来の報告なども参考として考えると、二次芽の着生時期頃までは温度が高い程良く、生長するにつれて適水温は低くなる傾向がある。25℃の水混においても、低塩分濃度時に出現したと同じような胞細胞壁が肥厚突出したノリ芽の異常形態が観察された。</p>	
5	<p>山内幸児(1973年)、「ノリの幼芽の生長におよぼす塩分濃度の影響」、Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries 39(5)、489-496</p>	<p>濾過海水と蒸留水で種々の塩分濃度の溶液をど作り、そのおのおのに窒素、燐、鉄をSWII液1)の処方に準じて加え、さらにPROVASOLIのPII metalsを添加した培養液中で、発芽間もないノリの幼芽を20日間培養し、塩分濃度のノリの初期生育におよぼす影響を調べた。培養は16-17℃、9、000luxの短日条件(1日10時間照明)の下で行なわれた。得られた結果を要約すると、ノリの幼芽は、特に低塩分濃度に弱いようで、長期間さらされると種々の異常形態となる。この塩分濃度の限界は、Cl 11.0-14.0‰と考えられる。ノリの幼芽の生育に最適の塩分濃度はCl 17.0-18.0‰である。高塩分濃度でも悪影響を受け、Cl 22.0‰では異常形態がみられた。二次芽の付着は、Cl 14.0-18.0‰の塩分濃度で最も多く、塩分濃度の低下とともに減少し、Cl 4.0‰以下では全く認められない。塩分濃度の低下にともなう異常芽の特徴は、細胞膜の肥厚突出症状である。この症状および発現に関する報告はまだみられないので、新しい病徴と考えられる。</p>	
6	<p>山内幸児(1976年)、「ノリ幼芽の生長におよぼす温度の影響-II、温度変化とノリ芽の初期生長および形態について」、Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries 42(4)、387-394</p>	<p>発芽間もないノリ幼芽を、5℃、10℃、20℃、25℃、30℃の温度区分でそれぞれ2、5日毎に5℃の温度変化をあたえて20日間培養し、温度変化のノリ芽の初期生長におよぼす影響を調べ、前報1)の恒温度条件による培養実験結果と比較検討した。得られた結果を要約すると、30~25℃間の温度変化は、芽の異常形態発現や細胞異常を促進させ、生長を著しく阻害する。25~20℃間の温度変化でも、二次芽の著しい着生や芽の異常形態などの病症がみられ、生長は阻害される。20~15℃、15~10℃間の急激な温度変化は、生長の極く初期および生長の過程で一時的な芽の異常形態などの病症発現に関係するようであるが、大きな生長阻害要因にはならない。25℃、20℃、15℃、10℃と温度降下させると、25℃、20℃間で異常形態の芽が多くみられるが、以後異常形態の芽は減少して症状も軽くなり、生長は非常によく傾向がみられた。10℃以下の温度変化では、芽の異常形態はほとんどみられない。</p>	
7	<p>池浦繁、藤井直幹、白石日出人(2009年)、「漁場環境からみたノリ養殖漁場の類型化」、福岡水海技セ研報 第19号</p>	<p>ノリの色調は栄養塩量だけではなく、漁場の流速の影響も受けると考えられる。グループ1は、筑後川河口に近く、河川水の影響をうけるため、栄養塩は多く色落ちの心配は少ないものの、低塩分であり病害や低比重障害の影響を受けやすい漁場であるといえる。グループ2は、プランクトンは多いものの塩分と栄養塩は漁場内で標準的であり、安定した生産が見込める漁場であるといえる。グループ3は、塩分が高めで栄養塩がやや少ない傾向であるが、生産されるノリの色調はよく、比較的安定した生産が見込める漁場であるといえる。グループ4は沖合に位置し、河川水の影響が少ない高塩分の漁場であり、低塩分による影響は受けにくい、赤潮発生等による栄養塩低下時には色落ち被害が発生しやすい漁場であるといえる。グループ5はグループ1ほどではないが、河川水の影響を受け、伝間がやや低めで栄養塩やや多めの漁場である。比較的安定した生産が見込まれるが病害等の影響をやや受けやすい漁場であるといえる。流速はノリ漁期中の養殖施設が設置されている時期と比べ大きな値となっている可能性がある。佐賀県有明海区ノリ養殖漁場の主成分分析結果との比較では、第1主成分では漁場行使比率、流速、プランクトン沈殿量、第2主成分では塩分、DIN、PO₄-Pが大きく関与しており、第1主成分に塩分、DIN、プランクトン沈殿量、L値が関与する本研究の結果と異なっている。海区面積が狭い福岡県有明海区では、塩分、DINプランクトン沈殿量、L値が漁場の分類に大きく影響していると考えられる。今後、ノリ養殖漁場としての類型化の精度を向上させるためには、生産性の変数として漁場毎のノリ生産量や、病害の発生状況、漁期中の流速等のデータをそろえて行うことが重要であろう。</p>	

8	<p>三根崇幸、横尾一成、川村嘉応(2013年)、「高水温がノリ幼芽の生育に及ぼす影響」、佐有水研報26、83－88</p>	<p>佐賀県の平成17年度ノリ漁期では、採苗開始日の水温が25.5℃と平年よりも著しく高く7)、その後も水温25℃が数日間継続した。このため、養殖漁場では、高水温の影響と考えられるノリ幼芽の生育不良が多く観察された。そこで、水温25℃におけるノリ幼芽の生育について、ノリ幼芽の生育至適水温と考えられている水温18℃2)と比較して検討した。その結果、水温18℃と比較して水温25℃では、幼芽の葉長は小さく、幅は細くなる傾向にあった。また、水温25℃が2日間以上継続すると異形芽の割合が著しく高くなる傾向にあり、14日目には全ての幼芽が異形となることも明らかとなった。幼芽の異形芽の出現率についてナラワスサビノリでは、24～26℃で培養12日目に20%以下と報告されており4)、ナラワスサビノリの試験結果と比較して著しく高い。この理由としては、ナラワスサビノリの試験では3～4細胞期の幼芽が用いられているのに対し、本研究では採苗から高水温条件で培養しており、殻胞子の発芽直後から幼芽が高水温の影響を受けていたためと考えられる。さらに、水温25℃では、幼芽の根が細く、芽全体が縮れることから、風や波浪などの物理的な要因により養殖網から幼芽が容易に脱落することが推察された。これらのことから、水温25℃で養殖を行った場合、乾ノリ製品の生産量は著しく減少し、製品の質も著しく悪くなることが考えられた。水温23℃以上の高水温が長期間継続すると、ノリ幼芽の生育が阻害されることが推察された。したがって、このような高水温条件で養殖する場合には、通常のノリ網の乾燥時間でも、ノリ幼芽が障害を受けることが考えられる。このため、ノリ網の張込水位を通常よりも下げ、網の乾燥時間を短縮するなどのノリ幼芽が障害を受けにくいような養殖管理が必要になると考えられた。</p>	
9	<p>三根崇幸、横尾一成、川村嘉応(2007年)「高水温条件下におけるノリの殻胞子放出」、佐有水研報23、1-3</p>	<p>高水温条件下におけるノリの殻胞子放出までの日数および放出数は品種間で大きく異なった。殻胞子放出に要する日数については、水温23℃では水温18℃と同じであったが、水温25℃では水温18℃と比較して長かったことから、水温24℃以上では殻胞子放出に要する日数が長くなると考えられる。このことから、採苗をできるだけ短期間で終わらせるためには、採苗は水温23℃以下で行う方が良く考えられ、実際の採苗が水温23℃台で行われている事と一致する。また、培養期間を延長した場合、水温25℃での殻胞子放出数はさらに増えた可能性が考えられる。今後は、高水温条件下におけるノリの生長と異形芽について品種間比較を行っていく。</p>	
10	<p>杠学(1986年)、「佐賀県有明海ノリ漁場の海況特性について」、佐賀有明水試報第10号</p>	<p>昭和50年度から現在まで、ノリ漁場内を中心に32定点を配置し、毎年9～3月のノリ漁期間を通じて海況観測を実施してきた。この昭和50～59年度までの10ヶ年間の観測資料を整理し、各環境要素の平均的分布や変動特性について検討し、また、各定点間の類似度を知るため、最短距離法によりクラスター分析を行ない、それらに基づいて水域区分を行なった。水温は河川流量の最も多い筑後川河口部、及び気温の影響をうけやすい六角川と塩田川を結ぶ国営干拓前の低温傾向は顕著であった。また、高温域を形成する沖合水はI区の沖合部を中心に漁場内に舌状に張り出し、そのため、筑後川河口部を除くと東高西低の分布パターンを示す月が多かった。塩素量は筑後川河口部では各月を通じて同心円状に低塩域が形成されるが、六角川、塩田川河口部ではその程度は小さく河川流量との関連がうかがえた。I区の沖合部には沖合水の張り出しによる高塩域が出現し、筑後川由来の低塩水と、この沖合水の間には潮境が形成されていた。DIN、P04-P等の栄養塩類は大部分が陸水によって補給されるため、陸水の影響の強い湾奥沿岸部で高く、沖合部で低かった。月別にみると、9・10月は全漁場で高濃度を示し、11月以降は塩田川河口部を中心とするIII区での減少傾向がめだち、東高西低の分布パターンを示した。河口部、及び滞筋の富栄養水域(A・B区)、河口部、及び滞筋以外の漁場で、比較的栄養塩類が高い水域(C区)、減少傾向が比較的早い水域(D区)、貧栄養水域(E区)に分けられるようである。</p>	

11	横尾一成、川村嘉応(2014年)、「採苗開始時の環境がノリ養殖の生産性に及ぼす影響」、佐有水研報27(61-69)	採苗日を遅らせる「取組」は、生産期間が5日間短くなっているにもかかわらず、芽付きの多さで生産性を上げるなど安定生産の有効な方法であることが明らかとなった。しかし、一方で、芽付きの多さは、秋芽網期でのアカグサレ病のリスクを高めていると考えられたことから、芽付き数は、少なくとも2007年度以降の平均である顕微鏡100倍視野あたり25個未満が適当ではないかと思われた。芽付き数を調整するためには、殻胞子の元であるカキ殻糸状体の取扱が重要であり、使用する枚数の調整や網から外すタイミングを適切にすることが必要である。また、冷凍網期については漁期後半がその年の生産に大きく寄与していることから、この時期の生産をいかに安定させるかが重要となる。検討した12年間は漁期後半に大型珪藻の発生件数が少なく、また発生時期が遅いため、大きな色落ち被害は出ていないが、過去、この時期の大型珪藻の発生による色落ちは多々あり、大きな被害を及ぼしている採苗日を遅らせることについては、現在、1潮汐を目安としているが、その期限については幼芽期の生長や二次芽の放出に影響を及ぼすことや冷凍網期後半の色落ちのリスクを考慮すると、10月下旬までとするのが妥当ではないか考えられる。また、本報では評価の難しさから色落ちの影響について検討していないが、佐賀県ノリ養殖における採苗日や冷凍出庫日などのスケジュールを検討する場合は色落ち被害の大きい西南部地区の赤潮発生状況を踏まえた検討が必要であることは言うまでもない。そのためには、赤潮の発生機構などの基礎研究の推進が望まれる。	
12	伊藤龍星、「周防灘大分県海域ノリ漁場の水温、比重の近年の動向と病害との関係」、大分海水研調研報	1990～2002年度の13年間の周防灘大分県ノリ漁場の水温、比重の値を標準化して水位動向をとりまとめた。また、標準化した値を年度ごとに平均し、「高」、「平年並」、「低」水温(比重)年度の3つに分類した。赤ぐされ病と壺状菌病については9月15日～10月20日の水温の推移と同病害の発生の有無について検討した。さらに、赤ぐされ病の発生日について、本県と福岡県有明海を比較した。ノリ漁場の水温は日平均気温と強い正の相関にあり、水温と気温は密接に関連していた。「高」水温年は1990、1998年度「低」水温年は1994、1995年度「低」比重年は1993、1997、1999年度であった。赤ぐされ病は過去13年間のうち12ヶ年発生していたが、低水温の年や高比重の年には発生が抑制されるか発生時期が遅延する傾向がみられた。壺状菌病は過去13年間のうち7カ年で発生していたが、水温が9月中に22℃を下回るような、いわゆる早冷年に発生する傾向にあった。赤ぐされ病の発生日は11月20日前後が多く、福岡県有明海の発生より、およそ2週間遅れていた。地球温暖化に伴う今後の水温上昇を考えた場合、赤ぐされ病の抑制が期待される年は減少するが、壺状菌の発生する年も減少すると推察された。	
13	山下康夫、川村嘉応(1995年)、「水温・塩素量の年度別変動パターンと養殖ノリの病害について」、佐費有明水試報第9号	壺状菌病の被害年としては、46、47、49、50、51、52、53、55、56、57年度であるが水温・塩素量との関連は明らかでなかった。色落ちの被害年は、48、50、53、58年度が該当し、水温との関連は明らかではないが、塩分については長期間にわたり持続的な上昇傾向がみられた年であった。スミノリの被害年としては、51、55、56、57年度が該当し、10月の低水温・低塩分との関係がみられた。	

14	有明海におけるノリ生産の安定化に関する研究	<p>有明海福岡県地先の環境とノリ生産との間には柳川・大川市地先、大牟田市地先では育苗期の平均比重とノリの生産枚数との間に有意な正の相関関係がみられた。大和・高田町地先においても1978～'80年度また86～88年度で育苗期の平均比重とノリ生産枚数との間に有意な生の相関関係がみられた。比重が高いほどノリの生産枚数は多くなる。高比重型変動年ではノリ生産は豊作で、平均比重型変動年では平年作で、低比重変動年では不作になる傾向が見られる。低比重型変動では育苗期に幼芽、幼葉の脱落が起こりやすい、芽の脱落があっても、生産に支障をおよぼさないよう殻胞子の着生数を少なくして、二次芽によって増芽させ、摘採回数が進んでも、二次芽によって芽代わり品質を保つようにする。ノリは低比重に対して耐性をもっているが、干出が加わると障害をうける。ノリ幼芽では干出前、ノリ成葉では干出後に浸る海水の比重が1.016以下であると障害を受ける。したがって海況が低比重である場合にはノリ網の干出時間を短くする管理法によって低比重障害を防止することが必要である。ノリ耐乾性はナラワサビノリが強く、オオバアサクサノリは弱い傾向が見られた。低比重耐性はナラワサビノリでは低温(15℃)、高温(20℃)とも強く、低温では徳島産オオバアサクサノリが弱い傾向にあった。フリー糸状体の光合成速度は各温度とも照度が増加するにしたがって増加する傾向が見られた。貝殻糸状体では温度の上昇にしたがって光飽和が低下する傾向が見られた。糸状体の光合成の影響は30℃で大きく阻害される。塩分濃度の影響は普通海水から3/4倍希釈海水で最も高い光合成速度を示した。フリー糸状体の細断片のカキ殻に穿孔、生長、放置嚢の形成、殻胞子の放出をよくするためにはフリー糸状体を活力有る状態に培養することが必要である。それには毎年1回継代培養を行い、フリー糸状体片の接種量は培養液1あたり感想重量で5mgが適当である。</p>	
15	平松和昭、原田昌佳、岩淵光伸、池浦繁、久野勝利、首藤俊雄、吉田幸史、「有明海浅海域ノリ養殖漁場における潮流シミュレーション」	<p>一般に、流向は現地での流速計の設置位置周辺の局所的な影響を受けやすいことを考えると、潮流速のシミュレーション結果は概ね妥当と判断できる。</p>	
16	川村嘉応、「有明海湾奥部ノリ漁場における細菌の季節変化(短報)」	<p>海水中の生菌数は、この2年間四季を通じ、103～105 個/mlの水準で推移した。この値は、過栄養域に属している。また四季別に、生菌数を比較してみると、春季、秋季に少なく、夏季、冬季に多い傾向が認められた。沿岸域の海水中の生菌数は、冬季に少なく、他の3つの季節に多いと述べており、本海域における生菌数の変動とは異なっていた。生菌数が多い冬季は、本海域では、ノリ養殖期に相当しており、生菌数の増加は、ノリ養殖経過とほぼ一致しているように思われる。一方、ノリ養殖期間でも、55、57年度にはノリ網が漁場から全くなくなる秋芽網撤去期間に、生菌数が一時減少した。また、56年度の同時期に生菌数の大きな減少がなかった原因としては、秋芽網末期において極端に品質が低下し、放置され徒長した養殖ノリが網撤去時に一斉に投棄されたことが考えられる。すなわち、養殖期における生態数の動向は、ノリの現存量によって決定されると思われる。従来より、細菌が有機物の分解、無機化に関して、重要な役割を果たしているという知見があり、冬季における生菌数の増加は、ノリ養殖によって生じる落ちノリの分解、無機化、あるいは、ノリ自体によって生産される有機物の分解、無機化にともなっておこると推定される。細菌数と冬季の主な漁業であるノリとの関連について検討したが、海洋の有機物としては、プランクトン、陸水由来のものがあげられ、それらについても、個々検討する必要がある。また、今後は、さらに、海水中の細菌とノリ葉体に付着する細菌を調査研究し、漁場の物理化学的要因、病害、ノリ生産量などとの相関について詳細な検討を加え、漁場行使、漁場収容力などの一助に資して行きたい。</p>	
17	川村嘉応、山下康夫、鬼頭鈞(1991年)、「養殖ナラワサビノリの生長と環境条件について」水産増殖39巻3号、273-278	<p>多収穫性品種の1つのナラワサビノリの幼葉は水温が低く塩分が高い利には順調な生長を示し、低塩分と干出型により阻害されることが明らかとなった。また、干出の影響は時間的な長短よりも、干出される以前の環境水の低塩分条件により強く表われ、この度合いは葉齢が小さい時ほど顕著であることが明らかとなった。またナラワサビノリの幼葉時にみられる生長停滞は、停滞が認められた2、3日前の環境条件の急激な変化によって引き起こされることが示唆された。養殖網上のナラワサビノリ葉体は、環境条件の変化に対応しながらLogistic曲線としてほぼ一定の生長曲線にのって生長することが明らかとなった。1983年から1985年までの3か年の各養殖期における生長経過の数値を平均値として示すと以下の生長曲線が得られた。</p>	

18	(財)海洋生物環境研究所、「養殖ノリの水温と水流に対する生育反応について」、海生研リーフレットNo6	<p>水流条件の違いに伴う色素含量の差異は、水温条件に係わりなく認められた。また、低水温の場合は、流速に伴う藻体量の日増加率の差は僅かであったが、水温が上昇するにつれて、水流条件に依存した増加率の差異が認められるようになり、水流条件が好適になることによって藻体量の増加率が異なる傾向が認められた。</p> <p>このことは、水温が上昇してノリ藻体の代謝速度が高まった場合は、周囲の環境により良好な栄養状態を要求し、それが水流条件の改善によって満たされることを示していると考えられる。従って、ノリ藻体の生育温度範囲の上限付近では、水温上昇に伴う藻体量の増加率の低下が、水流条件の改善によって軽減される可能性があると考えられる。</p>	
19	森川太郎・三根崇幸(2017年)、「養殖ノリ葉体の厚さに及ぼす塩分の影響」、佐賀有明水振セ研報28、1-3	<p>本研究では、ノリ葉体の至適塩分である塩分26-32の海水を用いて、塩分がノリ葉体の厚さに及ぼす影響について調べた。培養30日目のノリ葉体の葉厚は、塩分が高いほど厚くなったものの、細胞径については、いずれの塩分でも同程度であり、有意な差はなかった。これらのことから、ノリ葉体の細胞壁の厚さは塩分に影響を受けるものと考えられる。一方、ノリが徒長気味になると、細胞壁が薄くなることも報告されており、塩分の違いによる生長の差により、細胞壁が薄くなっていることが考えられた。そこで、生長差について調べた結果、葉長および葉長葉幅比は同程度であったことから、細胞壁の厚さに生長の差は影響を及ぼしていないものと考えられた。以上のことから、塩分がノリ葉体の細胞壁の厚さに影響を及ぼし、高塩分では細胞壁が厚くなることが示唆された。したがって、漁場塩分が高い状況が継続する場合には、細胞壁が厚くなり、硬い海苔となる可能性が考えられる。</p>	
20	永木美智子、須藤篤史、阿部修久、花輪正一(2015年)、「松島湾で養殖したワカメ・マコンブの成長と漁場の水温・栄養塩環境について」、宮城水産研報15号	<p>宮城県松島湾内の2漁場において2013年11月から2014年4月に、垂下水深と施設間隔を変えてワカメ・マコンブを養殖し、全長、湿重量、漁場の水温・栄養塩濃度を測定した。ワカメ対照区の全長・湿重量は3月に牛生漁場で平均234.1cm・765.1g、矢板漁場で、平均240.6cm、576.8gとなった。一方、マコンブ対象区の全長・湿重量は、4月に、牛生漁場で、平均301.4cm、325.4g、矢板漁場で324.8cm、306.8gとなったが、4月下旬以降穴あき症状により枯死・脱落した。牛生漁場では矢板漁場より栄養塩濃度が高く、ワカメ・マコンブともに湿重量が大きい傾向が認められた。対照区と比較してワカメでは低密度区で、マコンブでは深下区で、湿重量が最も大きくなり、ワカメについては対照区との間で有意差が認められた。</p>	
21	馬場将輔(2008年)、「新潟県産ワカメの生育に及ぼす温度、光量、塩分の影響」、海生研研報第11号、7-15	<p>新潟県柏崎産ワカメについて、配偶体および幼孢子体の成長と生残に及ぼす温度、光量、塩分の影響を室内培養により調べた。成長に適した温度と光量の条件は、配偶体では22℃の100 μmol/m²/s、幼孢子体では150℃の100 μmol/m²/sであった。雌雄配偶体の成熟上限温度は24~26℃にあることが推定された。成長に適した温度と塩分の条件は、配偶体では20~22℃の28~36psu、幼孢子体では10~20℃の32psuであった。雌性配偶体の成熟は15~22℃の20~36psuでほぼ100%に達した。高温と低塩分による生残率の低下傾向が、配偶体では26~30℃で、幼孢子体では22~28℃でそれぞれ認められた。本研究の結果から、ワカメ配偶体の成長に及ぼす温度と塩分の影響は、温度により異なり、22~26℃では24psu以下で、15、28℃では28psu以下でそれぞれ有意な成長低下が認められ、低温と高温のそれぞれの条件下で低塩分による影響が大きくなることが示唆された。ワカメ配偶体の成長への影響とは異なり、その成熟に及ぼす温度と塩分の影響は、20psu以上で成熟が観察され、15~22℃の24~32psuで、成熟率は100%に達したことから、低塩分の影響は成熟よりも成長に現れやすいことが推測された。さらに、幼孢子体の成長は32psuでよく、28psu以下で有意に低下したことから、幼孢子体は塩分低下の影響を受けやすく、配偶体よりも低塩分に対する耐性、適応範囲が狭いことが示された。このほか、本研究では、ワカメの配偶体および幼孢子体の生残に及ぼす温度と塩分の影響について24時間接触により検討したが、配偶体は幼孢子体よりも高温と低塩分に対する耐性が強く、配偶体は26℃以上、幼孢子体は22℃以上で、それぞれ高温と低塩分の複合的な作用による生残率の低下が推測された。</p>	

22	<p>桐山隆哉、永谷浩、藤井明彦(2003年)、「島原半島沿岸の養殖ワカメに発生した魚類の食害が疑われる葉状部欠損現象」、長崎県水産試験場研究報告26号</p>	<p>有明海島原半島沿岸のワカメにおいては、これまでも幾つかの異常現象によって減産につながった事例がある。幼葉が先端から切れて短くなりひどい場合には消失する現象は、先端部から切れて短くなった幼葉をもつ親繩に目合い幅2cmの防護網を被せると順調に生長することから考えると、本現象は植食動物の食害、特に魚類の食害によって引き起こされたものと推定された。1998年の秋以降に長崎県下では、アラメ、クロメ、カジメ等において葉状部が欠損する現象が多発している。長崎県沿岸で普通にみられる植食性魚類6種についてクロメを投与した実験の結果、種毎に特徴的な摂食痕を残すことが分かっており、葉状部に残された欠損部の痕跡からブダイやアイゴなどの植食性魚類による食害が、この現象の発生原因と考えられている。今回の養殖ワカメにみられた葉状部欠損現象は有明海の島原半島沿岸で広く発生しているが、湾口部よりも有明海の内部に入った島原市沿岸で発生が多いという特徴がみられている。島原市沿岸は雲仙普賢岳の噴火に伴う眉山の崩落によって流れ込んだ岩石により複雑な海底地形が形成されており、このことが魚類の滞留に好条件を与え、食害を多発させた可能性も考えられる。今後これらの場所に滞留する魚類の採捕を試み、摂食試験などによって原因種を明らかにしていくと共に、外海におけるアラメ等の食害も含め、何故近年魚類の食害が増加したのか、その原因の究明が必要である。</p>	
23	<p>中川 憲一、福田 義和、金子 秀毅、中村 寛、中村 辰男(2018年)、「東北地方の養殖漁業のための沿岸水温予測方法の紹介」測候時報第85巻</p>	<p>宮城水技センターと連携して、ノリ養殖への利用のための桂島における1週間先までの日々の水温予測として、MOVE 予測値にバイアス補正を加えた手法と、短期予報と週間予報の気温予測値と海面水温観測値を用いた重回帰式に基づく手法を開発した。また、気仙沼水試と共同で、ワカメ養殖への利用のための岩井崎における2週間先までの7日間平均水温予測として、早警の気温ガイダンスと海面水温観測値を用いた重回帰式に基づく手法を開発した。これらの予測式の精度は、桂島と岩井崎の2地点でみると、年月にもよるが、おおむね1℃以内の精度に収まることが分かった。桂島と岩井崎を比較すると、岩井崎のほうがおおむね精度がよいことが分かった。また、1週間先までの日々の水温予測では、週間予報を用いた予測値が MOVE 補正予測値よりも精度がよいことが分かった。一方で、桂島における個々の予測をみると、初期値ごとの事例数が3分の1程度はMOVE補正予測値が勝っており、12月では、およそ6割でMOVE補正予測値が勝っていることが分かった。沿岸の海面水温は、気温などの大気からの加熱、冷却や、風による湧昇、かき混ぜ、外洋からの海況変動など様々な要因で変化する。また、用途により求められる予測期間、精度幅が異なる。これらのことに留意し、予測する地点・期間の水温について、適切な手法を選択する必要がある。今後、より適切に手法を選定する方法の確立が課題であるため、検証事例を増やしていくことが必要である。また、これらの手法が他の観測点や他の季節に広く適用できるかどうか調べていきたい。</p>	
24	<p>(1999年)、「福岡湾における養殖ワカメの種苗による生長と形態の相違」、福岡水技研報第9号</p>	<p>福岡地区のワカメ養殖漁場において、志賀島産、弘産、岩手県佐須産、同釜石産、三重県鳥羽産、長崎県島原産の6種の種苗を用いて養殖試験を行い、生長及び形態の比較を行った。島原産種苗は、生長、着生量ともに最も優れており、斑点性先腐れ症等の病害が発生しない場合には、福岡湾東部漁場への適性は高いと考えられた。志賀島及び弘産の種苗は、試験終了時まで全長の伸びを示し、養殖ロープへの着生状態も良かったことから、種苗の張り込み時期や摘採時期を工夫することで、島原産種苗に近い摘採量が得られることが推察された。岩手県産の2種の種苗は、南方海域の養殖においても、北方系の品種であるナンブワカメの形態的特徴が発現した。三重県鳥羽産種苗は、最も茎部が短く、さらに最も葉幅が広く、同じワカメ型と考えられた種苗との形態的差異が明瞭であることから、現在分類されている3品種のほかにも多くの品種が存在する可能性が示唆された。種苗間で遺伝的要因による形態の差が認められたことから、新規の種苗を導入する際は、製品への影響も考慮し、単に生長の優劣だけでなく、その種苗が遺伝的にもつ形態的な特徴についても十分な検討が必要と考えられた。形質間比のうち、葉長/全長が変動係数が最も小さく、種苗間で特徴を比較するには最も適した形質といえる。</p>	

25	西川博(1963年)、「有明海におけるワカメ養殖の研究(Ⅰ)ノリ柵を利用したワカメの全浮動養殖について」、水産増殖 Vol.11、No.3 October	有明海に面する長崎県島原市猛島地先のノリ場でノリ柵を利用してのワカメの全浮動養殖試験を地盤高90cmのところで、養殖網の最低潮位を100～130cmに調節し、昼の干潮時には無干出、夜の干潮時には小潮時の数日を除いて1日あたり平均で2時間46分、大潮時で1日あたり4時間前後の干出する条件下で試験した結果、種苗の発生状況は養殖網に種糸をとりつけてから22日目の1月10日に1株(種糸6cm、1本)あたりの平均は179個、2月にはいると1株あたり40～48個となり成葉体の生長期にはいって急減した。葉体長の生長は12月の1カ月に急速な生長がみられ、最大葉体長で1月10日に32cm、1月25日に67cm、2月7日に110cm、2月18日に122cmの生長を示した。この生長状況は同一種苗をつかった沖合のいかだ式養殖の生長とくらべて2月上旬まではほとんど、生長差はみられなかったが2月上旬以降は経時的に生長差が大きくなりいった。間引採取が可能と思われる葉体長で30～40cm級群以上の葉体は2月7日に60.1%、2月18日に75.3%を示し2月上旬から採取が可能となった。単位あたり生産量は養殖網1㎡で2月7日に2.8kg、2月12日に3.6kg、2月18日の取上げ時には3.8kgの生産量であった。ノリ柵(2×18m)あたりに換算すると2月中～下旬に130～140kg、養殖期間を3月までとすると180kgの生産量が見込まれた。企業性について検討した結果1柵(2×18m)あたりの所要資材の経費は約2,800円で、2月中～下旬に一斉採取した場合の売上げ高は、約15,000円となり、収益は労賃別で施設費の約4倍、設置賃金を入れると約2.5倍となった。また養殖期間を3月までとすると労賃別で施設費の約4.7倍、労賃を入れると約3.4倍の収益となり十分採算がなりたつ。	
26	西川博(1965年)、「有明海におけるワカメ養殖の研究(Ⅲ)(島原におけるいかだ式ワカメ養殖の企業性について)」、水産増殖 Vol. 12、No.4	有明海島原沿岸でのワカメ養殖の企業性についてこの地方のノリ養殖業者の副業的経営規模として簡易養殖いかだ40間4条張り2台(養殖縄の全延長576m)で試験を実施した結果、生ワカメ販売として1月11日より2月11日に到る7回の間引採取で1,130.0kg、販売金額で118,546円を得た。1台あたり平均で示すと65.0kg、59,273円となった。3月以降は加工用ワカメとして採取したが、生重量で1,722.0kg、モミワカメ製品として138.3kgの112,023円の売上げ高となった。1台あたり平均で示すと加工用として生重量で861.0kgの56,011円の売上げとなった。養殖全期間を通じての総生産量は2,852.0kg、売上げ金額は230,569円、1台あたり平均生産量は1,426.0kgの115,284円となった。養殖縄1mあたりの生産量は5.0kg、生産金額は400円を示した。収益は労賃を含めないで1台あたり平均で106,000円、利益率は施設費の11倍を示した。労賃その他一切の諸経費を計上すると収益は1台あたり平均で85,000円、利益率は約3倍となり、一般的に考えられる制約条件を考慮してもワカメ養殖事業が採算的になり立つことが考えられる。この地方のノリ養殖業者(ノリ網平均40枚)の副業的経営規模としては男2人の自家労力および漁家相互の扶助労力でまかなったとして養殖縄の長さで800～1,000mが限度と考えられ、季節的な専業経営としては養殖縄の長さで約2,000mの経営が推定される。	
27	西川博、伊藤正弘(1967年)、「有明海におけるワカメ養殖の研究-VI.島原における養殖ワカメの生産量・金額について」、水産増殖15(1)	有明海に面する長崎県島原市猛島地先の主としてノリ養殖漁家に長崎水試島原養殖センターで培養したワカメ種苗を配付し、また自家培養種苗もこれと並行してノリ養殖の副業的規模(養殖縄の総計13,040m-経営体26)としてのワカメ養殖事業の生産的効果について調べた結果、単位あたり生産量は間引採取で平均5.0kg/m、最高10.9kg/m、最低1.8kg/mを示し、4.0kg/m以上を示す経営体は調査対象漁家26名中16名の62%を占めた。単位あたり生産金額は平均377円/m、最高847円/m、最低144円/mで、300円/m以上の経営体が77%を占めた。生ワカメ出荷量と加工用採取量の比は1:1.4、生産金額の比はほぼ1:1となった。販売価格は平均79円/kg、最高100円/kg、最低61円/kgで、早期に生ワカメの出荷を行なった経営体は80円/kg以上を示し、また生ワカメの出荷が後半期にかたよった経営体は単位あたり生産量が多い割合には販売価格が安く70円/kg位いとなった。	

28	西川博(1969年)、「有明海におけるワカメ養植の研究-VII. 生育密度・生長および収量について」、水産増殖16(5)	有明海島原でワカメ養植試験を行い、生産過程での生育密度・体長組成の変化・生長・収量について、間引き・一斉採取の場合について調べた結果、生育密度は12月下旬に850個体/mで最大となり、その後は間引きした場合と否とにかかわらず減少して2月中旬に300個体/m、養殖末期には200個体/mぐらいになった。間引きしなかったものは1月上旬に大型併体長50~70cmとなって数群を作り、2月中旬に大型群体長が80~100cmに移行すると、体長5cm以下の幼葉がなくなり3月下旬には10数群を作るが体長は150cmを生長限界として見掛けの体長は小さくなる。間引き採取は大型群平均体長が50~60cmになったときに経験的に行われ、間引き直後の大型群平均体長は30~40cmで、間引きによって体長50cm以上の個体が殆んどなくなる。養殖末期まで6回の間引きで採取個体数は約340/mであった。体長40cm級以上のものが採取の対象にされたとなると、間引き採取では養殖個体数の約40%、2月中旬以降の一斉採取では約15%を利用したに過ぎない。1回の間引き採取で養殖末期を除くと平均0.8kg/mの採取量で、単位平均生産量は7.0kg/mであった。一斉採取による単位平均生産量は3月上旬を境に急増し、3月では17.0kg/m、養殖末期には30.0kg/mとなった。しかし、品質と全体の収量の増加を計る点では3月上旬の一斉採取が適期と思われる。	
29	西川博、吉田範秋(1976年)、「有明海におけるワカメ養植の研究-X早期生長と収穫について」水産増殖24巻2号	有明海島原地先のワカメ漁場において1971年10月中旬に生育段階の異なった種苗(体長1~3mm)を水温23~20℃の間に3回に分けて養殖を開始し、養殖ワカメの早期収穫を図るうえでの基本となる生長、現存量・生育密度などについて検討した結果、水温23℃の早い時期に大きな種苗(体長3mm)で養殖を開始したものが早く生長し、3月上旬に大型群平均体長180cmで生長限界に達した。また、この地方の生ワカメの出荷サイズの大きさ(大型群体長40cm)に達する時期は12月上旬となり、水温20~21℃の遅い時期に小さな種苗(体長1~2mm)で養殖を開始したものより16~20日の日数差がみられた。一定体長(10cm・40cm)に達する生長日数は幼葉体・成葉体とも各養殖開始期一種苗の大きさによってフレが小さく、水温23℃で体長3mmの大きな種苗でもよく適応して生長すると思われる。生育密度は早い時期に大きな種苗で養殖を開始したものが全期を通じて少なく、特に養殖前期(1~2月上旬)の小型群の生育個体数が少なかったが、早い時期に大きく生長するので、その生長差が現存量を高める結果となり、品質の低下しない早期(2月下旬~3月)の一斉採取で養殖なわ1m当り16~23kgの単位当り生産量が見込まれる。	
30	馬場将輔・山本正之・渡辺幸彦(2006年)、「流水式回流水槽によるワカメの水温と水流に対する生育反応」、海生研報第9号、55-64	新潟県佐渡島産の養殖ワカメ胞子体の成長に及ぼす水温と水流の影響を検討するため、屋外に設置した流水式11'1流水槽で、実験を行った。水流に対する生育反応は発育段階で異なり、全長15.5cmの幼胞子体では、10、20cm/sで成長がよかった。水温に対する実験では、高い成長率が11~17℃でみられ、17℃を越えると成長は著しく低下し、上限側の枯死温度は27℃であった成長適温の上限付近の成長率は、低流速(約5cm/s)よりも高流速(約40cm/s)の条件で高かった。本研究の結果から、水温と水流はワカメ幼胞子体の成長に重要な影響を及ぼすことが明らかになった。	
31	遊佐多津雄、「ヒラメ・カレイ類の生活史と環境」	イシガレイ、マコガレイ、ヒラメの初期生活史と環境について筆者等の調査研究資料と既報告資料をもとに考察したが、特にイシガレイについては資源の維持、あるいは増大の方法を具体的に検討する段階に到達し、イシガレイ資源の増大実現が期待されよう。マコガレイ以外は産卵後流れによって分散されながら浮遊期(マコガレイではふ化後)をすごし、それぞれの特徴ある環境をもつ成育場に輸送されるが、そこで沈着底棲生活を始める機会が極めて低いものと予測される。ヒラメ・カレイ類では沈着、底棲移行期に著しい自然減耗が起きるものと予測した。今後は自然減耗を数量的に把握するためにも浮遊期(陸奥湾イシガレイでは2月)と成育場の底棲稚魚調査資料を蒐集できれば現在提案されているイシガレイ資源増大の手段が確立されるであろう。	

32	草加耕司、後藤真樹、小見山秀樹、弘奥正憲(2012年)、「コウライアカシタビラメ仔稚魚の飼育方法の検討」、岡山水研報告27、37～43	養成親魚からの自然産出卵を500L水槽に収容し、異なる水温帯において計5回のコウライアカシタビラメ仔稚魚の飼育を実施した。採卵からふ化までの所要日数(D)は、水温(T)12.7～18.8℃の範囲で5日から1日と変化し、この関係は $D=201e-0.28T$ の式で表せた。ふ化から4～5日目に機能的開口が確認され、翌日から10～15個/mLでワムシを、変態が始まる22日頃からアルテミアを給餌し、23～46日目に全長12.1～15.7mmの着底魚を計5,500尾取上げた。ふ化から着底までの平均生残率は16.0%であった。着底以降もアルテミア単独給餌で飼育を継続した結果、80日間で生残率87.5%、全長40mmに成長した。ふ化から通算約120日の生物餌料のみの給餌により、約40mmまで成長することが分かった。本種仔稚魚期の特性から、①初期の24時間照明、②ワムシの高密度給餌、③貝化石の散布、④這い上がり防止のためのシャワー等の処置が、生残率向上のために有効であった。	
33	草加耕司、岩本俊樹(2017年)、「コウライアカシタビラメ種苗生産に適した飼育水温の検討」、水産増殖65(1)、107～113	コウライアカシタビラメ仔稚魚期の適正水温を明らかにするため、14、17、20℃および自然水温(16～24℃)でふ化仔魚から着底稚魚まで飼育し、成長、生残、変態、形態異常に及ぼす影響を検討した。仔稚魚の成長は14℃<17℃≒自然水温<20℃で、水温が高い順に速かった。生残率も14℃<自然水温≒17℃<20℃と、水温が高いほど高い傾向があり、14℃区では飼育が困難であった。全ての水温区で眼位など頭部周辺と体色に形態異常がみられた。正常個体率は17℃を最高に低温および高温側で低い傾向が確認され、自然水温で最低、次に20℃区で低かったことから、20℃以上では形態異常の出現率が高まる可能性が示唆された。本種仔魚の成長や変態を速め、稚魚の生残率と正常個体率を高める飼育適水温は17～20℃と推察された。	
34	草加耕司、多田幸四郎、吉田創平(2016年)、「水槽で飼育したコウライアカシタビラメ天然魚の産卵間隔、産卵数、産卵時刻」、水産増殖64(1)、7～95	個別飼育したコウライアカシタビラメ天然魚の産卵間隔、産卵数、産卵時刻等について調査した。4月下旬から6月上旬に4例すべてで14～22回の産卵が確認され、本種が多回産卵魚であることが明らかになった。産卵水温(13.7～19.9℃)や産卵頻度(44～81%)には個体差があり、産卵間隔に一定の傾向はみられなかったが、盛期には毎日産卵することが確認された。雌1尾あたりの産卵数は最大45～53千粒/日、期間中の総産卵数は334～521千粒であった。対照とした複数雌の群産卵区では、浮上卵率(0～100%)と卵径(0.96～1.10 mm)は産卵期の進行とともに低下し、水温と負の相関が認められたが、個別産卵区では浮上卵率において相関が認められず、個体と集団の示す卵質傾向は異なることが示唆された。産卵時刻は14～0時と推定され、16～22時の産卵数が全体の7割を占めた。	
35	林宗徳・石田祐幸・上田拓(2000年)、「有明海におけるコウライアカシタビラメの産卵期」、福岡水海技セ研報 第10号	98年1～4月、98年11月～99年5月に有明海島原沖で漁獲されたコウライアカシタビラメの生殖腺の調査を行った。GIの変化から98年の産卵期は3月上旬から4月中旬、99年の産卵期は3月下旬から4月下旬であり、年により変動があることが推定された。98年と99年の産卵期のずれは、最低水温期からの水温上昇が要因になっていることが考えられた。	
36	落合明(1957年)、「日本近海産ウシノシタ魚類の分布—III」、Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries Vol.22、No.9	日本近海ウシノシタ類の分散の中心は印度-西部太平洋の熱帯水域であると思われる。分散の中心から本邦近海まで移動した系統的回遊路には、黒潮によって運ばれた黒潮系とアジア大陸沿岸を北上した大陸沿岸系とが考えられる。ウシノシタ類の分布と2月の表面水温との間には密接な関係がみとめられる。分散の中心は25℃以上、分散の北限は本邦では0℃であって、20℃、15℃、10℃などの等温線は、それぞれ地理的区分の境界を形成する。本邦では、亜熱帯または熱帯性種は比較的沿岸に棲息し、温帯性種は沖合に棲息の中心を持つようである。	
37	鷲尾、真佐人(2001年)、「ムツゴロウの資源生物学(第3回MRI(Marine Research Institute)シンポジウム)」、MRIレポートvol.3、p.16～18	ムツゴロウ資源量の変動要因として、干潟の地形・粒度組成の変化に伴う生息場所の拡大・縮小(環境収容力の変化)、餌料量の時間的・空間的変動の直接的・間接的関与による産卵数の変動、餌料量変動の直接的・間接的関与による越冬期における当歳魚の生残率の変動、天候による産卵時期の変化に伴う当歳魚生残率の変動などが可能性あるものとして推察された。本研究では、近年の資源量の減少原因を究明するには至らなかったが、研究全体を通して、本種資源量の変動機構の解明に、摂餌環境の解明が重要であることが示され、今後、この点について、さらに検討していく必要がある。	

38	大隈齊、古賀秀昭(1993年)、「ムツゴロウの生態」、佐賀県有明水産振興センター研究報告15号	ムツゴロウ若魚の低温耐性試験をインキュベーターを用い温度設定を変えて実施した。20℃で飼育していた若魚はビニールハウスや屋内放置水槽で飼育していた若魚に比べ、かなり低温に弱く、飼育していた水温が高いほど低温耐性は弱くなることが推測された。日韓交配魚と人工生産魚、(日本産)の低温耐性に差はみられなかった。これまで、越冬飼育試験等から5℃で斃死が始まるとされていたが、4℃では数日間、3℃でも一日では仮死状態に至らないことから、今まで考えられていたよりは低温耐性が強いことが推測された。1990年度冬季には、2月中旬から下旬にかけて急激な泥温低下がみられた。この時期の泥温変化から、20cm以深に生息していた若魚の場合は仮死状態になる可能性は低かったのに対し、10cm以浅に生息していた多くの若魚は仮死状態に至ったものと推測された。	
39	竹垣毅、和田年史、兼森雄一、夏苺豊、「有明海・八代海沿岸の河口干潟におけるムツゴロウの分布と生息密度」、魚類学雑誌52(1):9-16	今回の調査では調整池内および本明川河口域でムツゴロウを確認できなかっただけでなく、泥干潟も存在しなかった。よって諫早湾奥部に生息していたムツゴロウは絶滅したか、もし生き残っていたとしても調査時点ではごくわずかであったと考えられる。また、現在の環境が続く限り個体群の回復の見込みはないと思われる。潮受堤防の外の諫早湾北岸のいくつかの地点で本種が再確認されているが、主要な生息地は湾奥部の干潟であったことから、個体数についても生息地面積と同様に80%以上は減少したと推察される。ムツゴロウの分布および密度調査の最大の問題点は、干潟が岸から数キロに亘って発達しているのに、岸からの観察では岸寄りの数十mの範囲しか目視できない点である。ムツゴロウの分布は干潟の岸近くから沖に向かって必ずしも一様ではなく、沖側の生息密度が岸近くより数倍高い場所もある。このことはムツゴロウ漁が岸から数百m先の干潟で行われていることから示唆される。すなわち、岸寄りの生息密度と干潟面積を単純に掛け合わせるだけでは干潟全域のムツゴロウの生息個体数を推定することはできない。沖合の泥干潟の調査方法には、干潮時に岸から漕スキー(押し板、素板)でアプローチする方法や干潮前に船で沖合に出て座礁させる方法などがあるが、いずれも機動力に乏しく、短時間で広大な干潟を調査することは困難である。最近、カメラを搭載した自律航行型無人ヘリコプターを用いて干潟を上空から撮影し、カニの巣穴の数からカニの個体数を推定する方法が開発されている(奥田、2003)。機影や飛行音の影響や費用などの問題がクリアできれば、ムツゴロウ調査においても有効な手段になるとと思われる。今回の調査で、熊本県では有明4県で最も多くの高密度個体群が確認されたが、最高生息密度を記録した唐人川(N. 21)河口干潟では、調査直後の2003年10月に農林水産省による玉名横島海岸保全事業により数千㎡にわたるムツゴロウの生息場所が消滅した。干潟に依存した生活様式をもつムツゴロウにとって、このような開発による干潟の破壊は致命的であり、速やかに本種を熊本県の希少野生生物に、そしてその生息場所を保護区に指定すべきである。2004年に発表された熊本県の保護上重要な野生生物リスト(熊本県、2004)には、種そのものに加えて生物多様性を考える上で重要度の高い植物群落やハピタットがいくつかリストアップされた。その中にはムツゴロウの主要な生息場所でもある有明海の緑川、八代海奥部の大野川(No.25)と氷川(No.26)の河口干潟が含まれているが、現段階では保護区に制定されていない。特に、八代海の個体群は有明海の個体群と遺伝的に分化しつつある可能性が示唆されており(兼森ほか、未発表データ)、本種の遺伝的多様性を保全する意味からも、早急な保護政策の策定が望まれる。	

40	米田佳弘、吉田司、小山善明(2003年)、「レーダー画像解析による大阪湾のマアナゴ漁場の変動把握」、水産海洋研究67(1)、1-8	大阪湾の湾南西部は紀伊水道からの外洋水の影響を受けて、1~3月には底層水温が10~12℃、6~7月には18~21℃を示し、過去5年間の平均値で見ると水深20m以浅と比較して1℃程度高い海域となっている。マアナゴの漁場は冬季には水深が深く、水温の高い湾南西部が漁場の中心となる。春季から初夏には湾奥部の水温が上昇し、湾南西部との差がなくなると、湾奥部に向けて移動し、6月には湾中部から湾奥部が漁場の中心となり冬季と夏季で深淺移動を行っていることが確認できた。夏季に底層水の貧酸素化が見られる大阪湾の奥部は、海底の堆積物中の強熱減量、全硫化物量の値が高くなり、甲殻類と魚類の現存量も8月に最小を示す。8月に最小となるのは、酸素飽和度が1~22%という海域の強い貧酸素化が原因で、移動能力の大きいヨシエビやカレイ類、マアナゴなどの大型魚介類の一部は貧酸素水塊を避けて移動して、移動能力の小さな底生生物は死滅するためである。また、大阪湾で夏季にヨシエビやマコガレイ等が多獲される場所は、酸素飽和度が40%以下の貧酸素水塊の縁辺部に集中し、貧酸素水塊の動きとともに多獲位置も移動する。貧酸素水塊を避けて海域を移動する現象は、大村湾、東京湾、Chesapeake湾等でも報告されている。底生の甲殻類や魚類の貧酸素耐性についてはいくつかの研究例があり、大阪湾では酸素が1~22%になる夏季には大型甲殻類や魚類の種類数、個体数、湿重量は大きく減少することが確認され、大村湾では酸素が1.4ml・l ⁻¹ 以下になると底生水族は逃避または斃死し、東京湾では酸素が1.4ml・l ⁻¹ 以上であれば大型底生動物は生息できるとしている。また、ヨシエビは酸素飽和度が20%以下でも短期間なら耐えられるが、これが長期間に及ぶと生存は困難とされる。このように夏季の湾奥部では、貧酸素水塊の発生により、まず、一般的に貧酸素に対する耐性が小さく、マアナゴの餌料となる小型魚類や甲殻類が死滅あるいは忌避する。マアナゴにとっては餌料不足とともに、さらに貧酸素化が進行するとマアナゴの忌避移動を引き起こすと考えられる。このため、貧酸素水塊の縁辺にあなごかご漁船が集中するのは上述した理由により貧酸素水塊を忌避して南下移動した群と、湾中部に生息する群とが遭遇し、高密度となったことが漁場の形成をもとらしたものと考えられた。今回、あなごかごの漁場をレーダーで追跡することにより、マアナゴの大阪湾における季節的な空間分布や生態的な一面が明らかになった。レーダー画像解析から求まる漁船の位置情報は、ほぼ出漁漁船の全数を網羅しており、その漁船の分布は海域環境に対する応答性を的確に表していると考えられる。	
41	五利江重昭、大谷徹也(1997年)、「飼育条件下におけるマアナゴの成長」、水産増殖 45巻4号	兵庫県瀬戸内海域の播磨灘北東部で、小型底曳網により漁獲された全長 239±16.7mm (9月2日) のマアナゴを市販のウナギ用配合飼料を用いて飼育したところ、飼育開始後 91日目(12月1日)には全長325±33.6mmまで成長した。また、346日後(8月12日)の全長および体重は、それぞれ422±39.3mm、115.6±40.5gであった。飼育水温が14℃を下回る場合、あるいは23℃を上回るようになると摂餌量が低下した。また、飼育水温が9℃以下、あるいは25℃以上になると、ほとんど摂餌しなかった。市販の配合飼料を用いたマアナゴの飼育が、技術的に可能であることが明らかとなり、小形マアナゴを短期間飼育して販売単価を高めるという方法も、資源利用の有効な手段となり得ると考えられた。	
42	池脇義弘(2008年)、「徳島県沿岸における低水温期水温とマアナゴ漁獲量の関係について(短報)」、徳島水研報第6号、85-90(2008)	今回の分析では、紀伊水道よりも多くのマアナゴ葉形仔魚が来遊していると考えられる大阪湾や播磨灘における漁獲量変動との比較は行っていない。しかしながら、徳島県、兵庫県、大阪府など瀬戸内海東部海域の各府県のマアナゴ漁獲量の変動は連動しており(東海 2004)、本研究の手法が大阪湾や播磨灘のマアナゴ漁獲量予測にも応用できる可能性が考えられ、今後の課題である。	
43	山本正昭(1997年)、「アサリ漁場の物理環境」、水産工学 Fisheries Engineering Vol. 33 No.3. pp.193~199	効果的な干潟を造成するには、環境の改変が物理環境、生物環境および相互に及ぼす効果を総合的に把握すること、さらにこれを予測することが必要である。アサリ生態の最近の見解は、物理環境の制御手法を研究している者にとって、嬉しい材料が揃って来つつあるという感である。しかし、アサリのみで見れば漁場の問題解決までは至らないであろう。今後、競合生物、害敵生物の生理生態が解明されてゆくことにより、管理の楽なアサリ漁場が造成できるようになるのではないだろうか。今後は、生残量モデルの各要因、特に、洗掘・流亡に対する逃避行動など生理生態に関する現場データを数値化し、各要素に対する生残率を定量化し、総合生残モデルを構築していく必要がある。	

44	鳥羽光晴(1992年)、「アサリ幼生の成長速度と水温の関係」、千葉水試研報No.50、17-20	9℃～30℃の8水温段階でアサリ幼生を飼育し、水温と成長速度の関係を調べた。アサリ幼生の成長率と水温は直線関係を示し、 $GR=0.377 \times T - 2.96$ (GR: 成長率 μ m/日、T: 水温℃) という回帰式で表現された。アサリ幼生の成長における生物学的零度は7.9℃と計算された。	
45	大分県農林水研七研報(水産) Bull.Oita Pref.Agr.Forest.Fish.Res.Cent.(Fish.Div.) No.4 1-8 (2014) 夏季高温下におけるアサリのへい死 木村聡一郎	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を取り上げて、気象・海象データを整理し、夏季高温とアサリへい死の関連性について検討した。 1)中津市における1980～2012年の気温の長期変動は明らかな上昇傾向を示していた。 2)中津市において2010年8月は高温な気象状況下にあった。1983年7月22日～8月6日についても同様であり、この期間が、アサリ大量へい死の原因とされる異常高温時に当たると考えられた。 3)中津市小祝地先における2010年8月高温下での地温は特徴的な昇温傾向を示すことが確認された。1983年7月22日～8月6日についても同様の昇温傾向が一定期間継続していたと類推され、これが干潟域のアサリ個体の生理活性を低下させたと判断された。4)アサリ大量へい死期間と推定した1983年7月22日～8月6日と同様の高温日が、2003～2012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考えられた。 5)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。	
46	熊本県アサリ資源回復計画 平成17年3月30日公表	資源の現状と資源回復の必要性、資源の利用と資源管理等の現状、資源回復の目標、資源回復のために講じる措置と実施期間、漁獲努力量の削減措置及びその効果に関する公的担保措置、漁獲努力量の削減にあたっては、資源状況や操業状況に応じた漁獲サイズ等の設定が必要であるが、県等が行う資源動向調査や漁協からの漁獲量報告等をもとに、毎年、具体的な漁獲量の試算を行い、資源の状況に順応して実施することとする。これらの実効性を担保するため、漁獲サイズ等の規制について、熊本県漁業調整規則の改正等の公的担保措置について検討していくこととする。なお、海洋生物資源の保存及び管理に関する法律に基づく漁獲可能量の設定については、資源動向を見ながら、必要性が生じた場合に検討することとする。 資源回復のために講じる措置に対する支援策、資源回復措置の実施に伴う進行管理、その他(関連する消費・流通対策、国民の理解促進のための広報等)	
47	日本ベントス学会誌 57: 139-144 (2002) 特集3: 今、アサリが危ない- 主要アサリ産地からの報告-有明海熊本県沿岸 中原康智・那須博史	漁業者にとって、アサリは手軽で、確実な収入源であることから、資源の回復に対する漁業者の期待・要望は大変大きいものがある。熊本県のアサリ資源は最悪の状況から若干増加傾向に転じた感もあるが、まだ非常に不安定であり漁業者も一喜一憂の日々が続いている。今後、様々な視点から調査・研究が進むことにより資源回復が着実に図られ、豊かで活気ある海が戻ることを願っている。末尾ながら英語部分を校閲していただいたMark Grygier博士に御礼申しあげる。	
48	社団法人全国沿岸漁業振興開発協会沿岸漁場整備開発事業、「増殖場造成計画指針 ヒラメ・アサリ編」	当海域におけるアサリ増殖場の有効性の高さが認められ、近年のアサリ資源の減少に対する対策としての方向付けがなされた。しかしながら、増殖場の一部ではゴマフタマガイやサキグロタマツメガイなどの食害生物の蝸集や、足糸を分泌して絡み合い漁場の表層を覆ってしまうようなホトギスガイの群生などが見られ(上田、私信)、増殖場の有効性を著しく低下させているケースも見受けられる。増殖場の有効性を持続させるためにも、維持管理手法について今後も継続した調査を行う必要がある。またさらにその利用方法についても漁業者を交えた取組を続けていく必要があると思われる。一方、当海域には漁業協同組合等が管理する貝類の集出荷施設がないため、漁業者各個人が仲介業者に相対売りしているため、アサリは他の海域に比べ低価格で取引され、所得の低迷につながっている。今後、漁家経営の安定化をはかるためにも、施設の整備等を含めた、流通経路の見直しが必要であると考えられる。	

49	牧野直、小林豊、深山義文(2017年)、「ハマグリ種苗生産における着底期以後の稚貝の飼育条件」、千葉県水産総合研究センター研究報告11号	ハマグリ稚貝の種苗生産において、殻長1mm以上の稚貝を十分量確保するためには、着底期以後の稚貝の生残率を高めることが極めて重要な課題である。本研究は、着底期以後の稚貝を殻長1mm以上の稚貝になるまでダウンウエリング方式を使用した0.55 kLの3段式循環飼育水槽で飼育し、水温条件(27、30、33℃)、塩分条件(12.8、19.2、25.6 psu)、餌料条件(Pavlova fut 如ガ、Isochrysis sp. (fahiti)、Chaetoceros neogr. (ばれ)の試験を行った。その結果、殻長1mm以上の稚貝の好適な飼育条件は、塩分は19.2psu(60%希釈海水)、水温は33℃、餌料はP.lutheriであることが明らかになり、安定的な飼育方法が確立された。	
50	沼口勝之、田中彌太郎(1987年)、「ハマグリ初期稚貝の成長におよぼす水温および塩分の影響」、Bull. Natl. Res. Inst. Aquaculture No. 11、35-40	1986年4~6月、冬季に人工飼育した殻長1~2mmのハマグリ初期稚貝を用い、水温別飼育実験(18日間)および塩分濃度別飼育実験(28日間)を行った。その結果、ハマグリ稚貝の適水温範囲は22~34.5℃、最適水温範囲は27~34.5℃と認められた。また、稚貝の最適塩分範囲は19.3~32.2‰あり、低塩分限界は6.4~12.9‰の間にあると考えられた。ハマグリ初期稚貝は、著しい高温耐性を有し、また、低塩分に対して許容範囲が広いこと、本種の種場造成手法の開発に際し、温度・塩分面に限って言えば、特別に制約されることなく対応可能と思われる。	
51	田中彌太郎(1986年)、「ハマグリ幼生の沈着におよぼす水温の影響」、Bull. Natl. Res. Inst. Aquaculture No. 9、45-49	1984年8月、伊勢湾産ハマグリ母貝から採卵し、人工飼育を行って得た変態期幼生を用い、Ch. ceratosporum 給餌のもとで2回、温度別成長実験を行った。その結果、幼生が沈着し、初期稚貝として成長可能な適水温範囲は、30℃を中心とした27.0~32.5℃の最適水温を含む23.0~34.5℃であり、成長可能な下限および上限水温はそれぞれ20℃および36℃と推定された。沈着期におけるハマグリは高温に対する適応力が大であるため、夏季、大潮干潮時に温度が35℃以上に達するような干潟の場合を除き、高温が本種の初期減耗をもたらす主たる要因とは考えられない。	
52	鳥羽光晴、小林豊、高橋康男、斉藤良章(2014年)、「東京湾の干潟浅海漁場に放流したハマグリ稚貝の夏季死亡」、千葉県水産総合研究センター研究報告8号	東京湾の千葉県沿岸の貝類漁場である三番瀬、盤洲、富津の各1か所合計3か所において、2009年と2010年の4~5月に放流されたハマグリ稚貝の密度変化を定期的に追跡するとともに、2010年に同3漁場に配置した合計22地点において角形ステンレスかごを用いたハマグリ稚貝の現場飼育実験を行い、同じく生き残りを追跡した。三番瀬、盤洲、富津で放流したハマグリ稚貝は2009年、2010年ともに6~9月に大きく密度が低下した。放流場所に死亡したハマグリが認められたことから、密度低下はハマグリ死亡によって発生したものと推定した。現場飼育実験においても6~9月にハマグリ稚貝の死亡が発生した地点が多かった。貧酸素水の波及やアオサ類の大量堆積による死亡が発生した4地点を除き、生き残りが20%前後かそれ以下になった地点が5地点あった。岸沖による死亡の差異を比較すると、沖側の地点で死亡率が高い場合があった。2010年の死亡発生時に富曹において同時に実施した2週間の水温、塩分、DOの連続観測では、ハマグリ死亡に関係すると思われる値は観測されなかった。2009年6、7、10月に三番瀬、盤洲、富津で実施した底質調査では、表層底質の泥分と全硫化物量においてハマグリ死亡に関係すると思われる値は観測されなかった。2009年と2010年の夏季に東京湾で発生した放流ハマグリ死亡原因は不明であった。これらのハマグリ死亡現象の特徴と、東京湾および有明海における過去のハマグリ死亡事例の特徴を比較した。	
53	柴田玲奈、青野英明、町田雅春(2006年)、「トラフグの産卵生態」、千葉県水産総合研究センター研究報告4号	トラフグは近年の漁獲量減少に伴い、九州・山口北西海域や伊勢湾・三河湾での資源回復計画によるTAE(漁獲努力量の総量管理対象)種に選定されている。トラフグ資源にとって、水温は再生産、加入、成長に与える影響が大きいと考えられることから、資源の回復を考慮する上でも、その産卵生態に与える水温の影響について早急に把握する必要があると思われる。	
54	櫻田清成、高日新也、梅本敬人(2013年)、「2010年に八代海で赤潮化したChattonella antiquaの発生状況と日周鉛直移動」、千葉県水産総合研究センター研究報告9号	八代海における2010年のChattonella antiquaは、6月下旬から7月下旬にかけて約1ヶ月にわたり赤潮を形成した。水温は平年並みであったが、塩分、栄養塩は平年より低い値で推移した。7月22~23日の観測により、Chattonellaは沈降・浮上の鉛直移動を行い、最大沈降深度は水深18mであった。2010年の赤潮形成の要因は、Chattonellaのシストの発芽が促進されたことが影響したと思われる。	

55	<p>出口峰生、今井一郎、本城凡夫(1991年)、「有害赤潮ラフィド藻 <i>Chattonella antiqua</i> と <i>C. marina</i> の増殖速度に及ぼす水温、塩分および光強度の影響」、<i>Nippon Suisan Gakkaishi</i> 57(7)、1277-1284</p>	<p><i>Chattonella</i> の増殖応答の特徴について論じさらに増殖速度と水温・塩分との関係を定式化した。<i>C. antiqua</i> は水温 15~28°C の範囲で増殖し 25°C で最大増殖速度を示したとされている。<i>C. antiqua</i> および <i>C. marina</i> の増殖量と温度との関係を調べ、<i>C. antiqua</i> の最適温度は 20~30°C で、11°C では全く増殖しないこと、<i>C. marina</i> は 21~30°C で良好に増殖するが、13°C では増殖せず、低温に敏感であることを報告している。両種の間には 13~17°C の間で応答に差が見られ、<i>C. antiqua</i> の方が高い増殖量を示した。鹿児島湾産の <i>C. marina</i> の増殖が、17.5~27.5°C の温度範囲で見られ、その透視は 22.5°C であることを報告している。本研究で得られた結果は、水温 15~30°C が <i>Chattonella</i> の増殖可能範囲と考えると良さそうである。しかも増殖速度は温度の変化に最も敏感に反応することが判明した。最適増殖温度は、両種とも 25°C 付近にあることが明らかとなった。この様に高い最適水温を有することは、<i>Chattonella</i> が夏季に生息場を優占できる重要な要因の一つであるといえよう。<i>Chattonella</i> は 10°C では全く増殖不可能であった。この実験の結果は、冬季に水温が 7°C 付近まで低下する瀬戸内海において、両種が栄養細胞のままでは越冬できないことを示している。ところで <i>Chattonella</i> はシストの状態でも越冬するが、シストの成熟のは 11°C 以下の低温を必要とし、さらにその発芽の最適水温は 22°C であると報告されている。このようなシストの生理、およびここで明らかになった栄養細胞の温度応答を考慮すると <i>Chattonella</i> は瀬戸内海の環境にきわめて良く適応している生物といえる。一方鹿児島湾においては、冬季の水温が 14~15°C であり、増殖可能な水温範囲の下限付近に相当する。そのため栄養細胞の状態でも越冬できる可能性がある。本研究で得られた <i>Chattonella</i> の温度特性は、現場におけるそれらの出現状況や、赤潮発生時の水温とも良く一致している。増殖量と塩分の関係を調べ、最適増殖温度である 25°C における 2 種の <i>Chattonella</i> の増殖は 10 から 35% と、極めて広い塩分範囲にわたって観察され、<i>C. antiqua</i> も <i>C. marina</i> も広塩分性種であると判断される。ただし、増殖可能な塩分範囲は温度によって影響を受けることに留意する必要がある。</p> <p>先の分散分析の結果、水温と塩分の相互作用が有意であること、そして各水準が等間隔に設定されていることから、前報に従って増殖速度に及ぼす水温と塩分の関係を定量的に表すために多項式への当てはめを行った。モデルとしては次式が考えられる。</p> $\mu = \beta_{00} + \beta_{10} \cdot T + \beta_{20} \cdot T^2 + \beta_{30} \cdot T^3 + \beta_{01} \cdot S + \beta_{11} \cdot S^2 + \beta_{21} \cdot S^3 + \beta_{12} \cdot T \cdot S + \beta_{22} \cdot T^2 \cdot S + \dots + \beta_{nn} \cdot T^n / S^n + \epsilon$ <p>ここで μ は増殖速度、T は水温、S は塩分、β_{nn} は偏回帰係数(ただし β_{00} は定数項)、ϵ は誤差項をそれぞれ示す。ここでは実用性を考慮して 3 次までとし、変数増減法による重回帰分析によって偏回帰係数を求めた。その結果 Table 2 に示す項が有意に残り、重回帰式が求まった。</p>	
56	<p>中村泰男、渡辺信(1983年)、「<i>Chattonella antiqua</i> の増殖特性 1. 温度、塩分、照度、pH が増殖に及ぼす影響」、<i>Journal of the Oceanographical Society of Japan</i> Vol. 39, pp.110 to 114</p>	<p>瀬戸内海で夏季赤潮を形成するラフィド藻 <i>Chattonella antiqua</i> の増殖に及ぼす温度、塩分、照度、pH の効果は無菌クローン株を用いて検討した。本種は温度 25°C、塩分 25~41‰、照度 0.041 y·min⁻¹ 以上に最大増殖を示した。pH が本種の増殖に及ぼす影響は 7.6-8.3 の範囲では顕著でなかった。瀬戸内海におけるフィールド調査結果との比較から、<i>C. antiqua</i> 赤潮形成には温度が重要な役割を果たしていることが示唆された。</p>	
57	<p>天野邦彦、渡辺正孝(1997年)、「赤潮プランクトン <i>Chattonella</i> と珪藻類との種間競合及び種組成遷移のモデル化 表層混合と栄養塩成層位置の役割」、<i>水工学論文集</i> 第 41 巻</p>	<p>赤潮プランクトン <i>C. antiqua</i> と珪藻類 <i>S. costatum</i> との種間競合及び種組成遷移をモデル化するため、この 2 種類のプランクトンの生態モデル化を行った。特に、<i>C. antiqua</i> については日周鉛直移動及び夜間栄養塩摂取というユニークな特性を考慮したモデルを作成した。代表的珪藻である <i>S. costatum</i> との相互作用を考慮することで、表層水の混合状態及び栄養塩成層位置が種間競合及び種組成遷移に与える影響についてモデル計算を行った。本モデルを用いることによって成層の強弱という物理的要因が生態学的に異なる挙動を持つプランクトンの優劣を決定しているという結果が得られた。赤潮等、固有のプランクトンが特に優位になり起こる現象を解析する場合、本モデルのように現象発生の因果関係について説明するモデルを用いる必要がある。本モデルは、増殖のための戦略が異なる 2 種類のプランクトンが環境要因により影響を受けることを明らかにし、<i>C. antiqua</i> 赤潮発生には成層が発達し表層での混合が抑制されることが必要であることを示した。</p>	

58	園田吉弘(2014年)、「観測データによる有明・八代海海域における水温、潮位の時系列変動特性」、第24回(平成26年度)九州・山口地区海岸工学者の集い	水温の時系列変動特性 有明・八代海海域の水温変動は、東シナ海北部海域の海面水温、周辺陸域の気温の変動の影響を強く受けている。その傾向は有明海に比べ八代海でより顕著である。1981年以降、水温と気温は上昇傾向であるが、1993年から1997年にかけて変動傾向が変化し、レジームシフトの可能性が指摘されている1998年に、水温、気温は最も高くなった。潮位の時系列変動特性 潮位の上昇傾向は、水温のそれと一致する。また、潮位の上昇は、水温の上昇と同時かあるいはやや遅れて出現しており、水温変動が潮位変動の要因の一つである可能性が示唆される。	
59	赤潮検討グループ(平成18年)、「赤潮の発生件数の増加・大規模化に関する知見の整理、検討」	長期的な水温の上昇: 赤潮プランクトンは、種類により程度は異なるが、一般的に水温の上昇により増殖速度が増加する。経年的な水温上昇を代表的な植物プランクトンの増殖モデル式に入れて計算したところ、多くの場合、増殖速度は一定程度増大する結果となった。水温上昇は、赤潮発生の増加の一つの要因と考えられる。他方、海域、時期及びプランクトンの種類によっては増殖速度がほとんど変わらない若しくは減少する結果となり、水温上昇以外の要因の存在も示唆された。なお、水温の変化に伴う赤潮プランクトンの増殖速度は、計算条件によりその結果が異なることに留意が必要である。透明度の上昇は、一般的に透明度の上昇は、植物プランクトンの増殖にかかる光制限を緩和し、その増殖を促進させる。有明海・八代海では、ほとんどの海域で透明度が上昇しており、透明度の上昇によって植物プランクトンの増加に有利に働いていると考えられる。また、実際に有明海では透明度の上昇率の大きい海域で赤潮発生日数も増加したとの報告がある。これらのことから、透明度の上昇は赤潮の発生の増加の要因の一つと考えられる(B+)。なお、赤潮プランクトンは、その種類により光制限を含む生理・生態的特性が異なることから、種類別に分けて、さらに検討を進めていくことが望ましい。富栄養化、貧酸素水塊は、近年有明海・八代海における河川流量、栄養塩類に増加傾向は認められず、栄養塩の流入と赤潮の増加との関係については、陸域からの影響を大きくする他の要因を含めて検討が必要である。なお、有明海湾奥部はすでに富栄養化した海域であって赤潮が発生しやすい環境条件を備えていると考えられる。また、有明海湾奥部、諫早湾の底層においては貧酸素水塊によって底泥からの栄養塩及び鉄が溶出し、シャットネラ赤潮の増加につながっていることが考えられる。浄化能力の低下は、アサリ等の二枚貝の減少は懸濁物の除去能力を低下させ、海域の浄化能力の低下、富栄養化を招き、赤潮を増大させる要因の一つと考えられる。二枚貝による赤潮原因種の植物プランクトンの摂餌による赤潮発生の抑止について評価するには、アサリ等の二枚貝の主要食物について更なる調査が必要であろう。潮流の低下・潮位差の減少・平均潮位の上昇は、経年的な潮流の低下・潮位差の減少・平均潮位の上昇が赤潮発生の増加につながっているとの科学的な根拠を示した知見はみつけることはできなかったが、流動が弱まり、海水が滞留しやすくなると、赤潮が発生しやすくなることは一般的に言えると考えられる。このことは有明海の小潮時にシャットネラ赤潮の発生が多いことやクロロフィルの増加が見られるとの報告と一致する。経年的に潮流低下、潮位差減少が生じている海域においては、赤潮発生が増加するものと考えられる。	

60	<p>紫加田知幸、櫻田清成、城本祐助、小山長久、生地暢、吉田 誠、大和田紘一(2011年)、「八代海におけるラフィド藻 <i>Chattonella antiqua</i> の増殖および栄養塩との関係」日本水産学雑誌77巻1号</p>	<p>本研究では、全3回のバイオアッセイ試験によって、いずれの調査定点より採取された表層水においても、窒素、リンおよび鉄源を添加しなかった(-N、-P、-Fe)ことにより <i>C. antiqua</i> の増殖が抑制され、逆にこれら三種の栄養塩のみを海水に添加すれば増殖速度は+all と差がないことを見出した。さらに、海水へのリンおよび鉄源の単独添加 (+P、+Fe) は効果が認められなかったのに対して、窒素源の単独添加 (+N) は増殖を著しく向上させることが判明した。これらの結果より、現在の八代海では、<i>C. antiqua</i> の増殖が第一に窒素源、第二にリンあるいは鉄源によって制限されていることが推察された。植物プランクトンの増殖速度に対する細胞外栄養塩濃度の半飽和定数(K_g)は増殖速度と外部栄養塩濃度との関係を示す指標として用いられ、細胞外栄養塩濃度が K_g 値以下であれば、増殖速度が制限下にあることを推定することができる。<i>C. antiqua</i> における硝酸塩およびリン酸塩の K_g 値はそれぞれ0.65および0.25 μM と報告されている。吉田らは、八代海姫戸および水俣沖の表層(0.1m層)において2003年から2006年の6~10月に週一回の頻度で調査を実施し、DIN およびDIP濃度は、それぞれ <0.1~30.9 μM および <0.03~1.5 μM の範囲で推移したと報告しており、このことは近年の八代海で DIN および DIP とともに K_g 値を下回る時期が存在することを示す。また、本研究においても、ほとんどの定点の表層~5m層で、DIN およびDIP濃度ともにしばしば K_g 値を下回った。八代海において窒素およびリンが <i>C. antiqua</i> の増殖制限栄養塩であることを強く支持する。八代海においてリンよりも窒素が優先的に <i>C. antiqua</i> の増殖を制限する頻度が高い可能性を示す。本種ブルームの発生時期がDIN およびDIP濃度の動態と密接に関係することも知られている。八代海においても本種ブルームの動態がDINおよびDIP濃度の挙動によって大きく制御されていることを示す。ブルーム直前の栄養塩の上昇時、平常時には優占する珪藻類が高水温や水中光量の低下により極めて少なかった <i>C. antiqua</i> にとって栄養塩の供給時に珪藻類との競合の機会が少なかったことも、十分に栄養塩を細胞内に取り込み、細胞密度を伸ばす上で大きな助けになった可能性がある。本種の沈降速度は0.8~1.5mh⁻¹に現場において本種が沈降し始めて上昇に転じるまでの時間帯は19:00~5:30と報告されており、本種は最大で8.4~15.8m沈降することができると試算される。このことを踏まえれば、たとえ5m以上の水深層に栄養塩が希薄であっても、>5~15m層に存在する豊富な栄養塩を利用できた可能性がある。実際に <i>C. antiqua</i> のブルーム発生時(8月21日)のDIN濃度は、特に細胞密度が高かったSt. 1~3の5~11m層で、それ以外の時期と比べて低かった。これらのことは、ブルーム直前のDINおよびDIP濃度の上昇までの時期において、日周鉛直移動による下層の栄養塩利用もブルーム形成を助長した可能性を示している。</p>	
61	<p>櫻田清成、山形卓、小山長久、糸山力生(2008年)、「八代海における有害赤潮 <i>Chattonella antiqua</i> の発生予察」、熊本県水産研究センター研究報告8号</p>	<p><i>Chattonella antiqua</i> の発生状況による気象、海況データの平均値の比較により、赤潮形成に影響を及ぼすであろう82項目年を抽出した。5月までの項目(気温、降水量)を用いた重回帰分析の結果、<i>Chattonella</i> の赤潮形成について予測率82.0%の予測式を算出した。6月までの項目(降水量、底層水温、DIN)を用いた重回帰分析により、<i>Chattonella</i> の赤潮形成について予測率97.1%の予測式を算出した。7月中旬までの項目(気温、降水量、底層水温、表層塩分)による重回帰分析の結果、予測率99.1%で <i>Chattonella</i> の赤潮形成を予測できる重回帰式を算出した。重回帰モデルに用いた6月までの変数、7月中旬までの変数による判別分析により、過去11、14年間の <i>Chattonella</i> 赤潮の発生、非発生を100.0%判別することができた。</p>	
62	<p>斎藤孝、滝川清、園田吉弘、高日新也(2012年)、「八代海における有害赤潮藻 <i>Chattonella antiqua</i> のHISモデルによる発生予測」、土木学会論文集B2(海岸工学)vol.68、No2</p>	<p>本研究は、新手法としてHISモデルを用いた赤潮発生予測を目的都市、現場細胞密度の再現結果から本モデル適用の妥当性が示せたと考える。又、発生要因の解析では、従来の赤潮研究にないDCA手法を取り入れた。しかし、今回は極めて限定的な <i>C. antiqua</i> 赤潮発生データからSIモデルを作成している。このため、今後はより多くの支配的な環境要因データを得ることでモデルを再構築する必要があり、他の赤潮原因藻も含めた検証を行いながら本モデルの精度向上に努めなければならない。</p>	
63	<p>斎藤孝、滝川清、園田吉弘、高日新也(2012年)、「八代海における有害赤潮藻 <i>Chattonella antiqua</i> の増殖に関与する水質環境要因の正準対応分析」、土木学会論文集B2(海洋開発)vol.68、No2</p>	<p>本研究の結果、八代海沿岸海域においては本種と競合する珪藻群が衰退した後の海況が、連日の強い日射等による水温上昇やこれに伴う密度成層が形成されたケースでは、本種が大増殖する可能性が示唆された。CCAによる要因抽出手法は、今後、HISモデル等による赤潮発生予測手法を開発するに際して、有効に活用できるものと考えられる。</p>	

64	園田吉弘、滝川清、川崎信二、青山千春、斎藤孝(2013年)、「八代海域における水質環境特性」、土木学会論文集B3(海洋開発)vol.69、No2	2004年12月～2012年3月までの7年3ヵ月における水温、塩分、透明度、DO、pH、DIN、PO4-P、Dsiの水質実測データによるクラスター分析の結果、八代海海域は5つのグループに区分することができる。従来、八代海海域の富栄養化は、主に、球磨川等の河川流入負荷との関連性により検討されていた。本研究ではDIN、PO4P、Dsiの月変動にもとづく分布特性から、八代海の北部、南部西部の海域における10～2月の栄養塩濃度が高い状態は、八代海で盛んに行われている魚類養殖、ノリ養殖等の海面養殖との関連性があることが示唆された。水温データの5カ年移動平均により、八代海海域における近年の水温変動傾向と東シナ海北部海域の海面水温の変動傾向を比較し、両者の間に、変動傾向の類似性があることが示唆された。八代海海域の、水温の上昇傾向に対応して、赤潮が急増した。水温の変動は、赤潮発生の年変動に影響することが示唆された。	
----	--	---	--