

# 覆砂漁場における貧酸素防止対策 技術の開発

長崎県総合水産試験場環境養殖技術開発センター 漁場環境科  
平野慶二・水田浩二  
調査実施年度：平成18～20年度

## 緒言

アサリ等の水産有用二枚貝を対象とした覆砂事業の対象とされるのは、内湾域の富栄養化が進んだ海域である。さらに海域の浄化面を考慮して、このような海域で実施される場合が多い。このような海域は、富栄養化が進んでいるため夏季には沖で貧酸素化が進行しやすく、時にこの貧酸素水塊が干潟にまで移動し、二枚貝の被害を生じさせる。このような干潟域の貧酸化は数年に1度生じ、貧酸素化されるのは数日間であり、この点を除けば、餌環境も良好で二枚貝には適した環境である。

諫早湾の諫早市小長井町地先の干潟でも、養殖されているアサリが夏季に大量へい死する事例が数年に1度発生しており、平成12年8月には2億6千万円の漁業被害が生じた。そのへい死原因として、平成12年と同程度の被害を生じた平成16年8月の事例では、水温31以上の高水温と約14時間継続した貧酸素状態が複合的に作用したためと報告されている<sup>1)</sup>。しかしながら、諫早湾の干潟域でアサリの大量へい死を引き起こす底層水の貧酸素化のメカニズムやその影響の詳細については、まだ不明の点が多い。

本研究では貧酸素によるアサリの大量へい死対策の一環として、干潟域のアサリ養殖場において、貧酸素化の発生を事前に予測する手法の開発を行なった。

## 調査方法

諫早市小長井町釜地区、長戸地区及び金崎地区干潟のアサリ養殖場の最も沖側の地点において(図1)、平成18年から20年までの夏季(7月～9月)に、自記式記録計による水質の連続観測を行った。水温、溶存酸素濃度については水質計(HYDROLAB社製多項目水質計DS4a)を底上約5cmに設置し30分間隔で連続測定し、測定データを携帯電話の回線を利用してリアルタイムで入手した。観測年は釜地区と長戸地区は平成18年～20年、金崎地区は平成20年である。貧酸素化する時期の検討に使用したデータは、平成15年から継続的に観測が続けられている釜地区のデータを使用した。平成15年から平成17年は水産基盤整備調査委託事業「アサリ資源回復のための干潟環境条件解明」で観測されたものである。

クロロフィル蛍光値については小型メモリークロロフィル濁度計(アレック電子社製COMPACT-CLW)を底上10cmに設置し10分間隔で、流速については、流速計(アレック電子社製COMPACT-EM)を干潟に埋め込み底上10cm層を10分間隔で、それぞれ連続測定した。水温、塩分、溶存酸素濃度の測定データは携帯電話の回線を利用してリアルタイムで入手した。

アサリの生残状況を調べるため、上記の水質調査を行った7月～9月の期間、同じ場所に、カゴ(L:33cm、W:21cm、H:9cm)を漁場に埋設し、その中にアサリを70個体収容した。大潮毎にアサリの生残個数を計数し、累積へい死率を計算した。

風向・風速については九州農政局が諫早湾中央部のB3櫓で1時間毎に測定しているデータを、また諫早湾近郊の潮汐について、気象庁の大浦検潮所の観測潮位をそれぞれ収集し

検討に使用した。なお、本研究で用いた「日潮位変動量」は、毎時の潮位データと干潮・満潮時の潮位データを時系列に並べて、前後の潮位差分の絶対値について1日分の総和を計算したもので、1日間の潮位の変動量を表わす。この値が大きい時が大潮であり、小さい時が小潮である。さらに、アサリのへい死要因であることが報告され、貧酸素化とも密接に関連する可能性があるシャットネラ赤潮の発生状況について、長崎県総合水産試験場の報告を参照した。

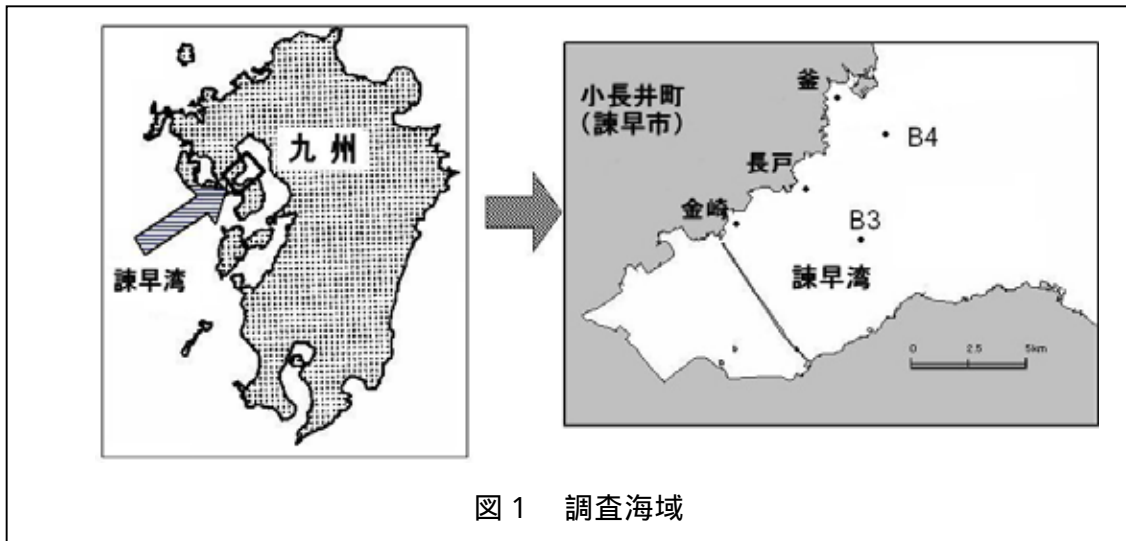


図1 調査海域

## 調査結果

### 1) 釜地区干潟の水質状況

図2～図4には平成18年から平成20年8月の日平均風速、日潮位変動量、溶存酸素濃度及び日平均植物色素量の推移についてそれぞれ示す。アサリが夏季に数日間大量へい死を起こす可能性のある溶存酸素飽和度は10%以下とされているので<sup>2)</sup>、ここでは飽和度10%以下を貧酸素と呼ぶことにする。

平成18年は7月27日から珪藻赤潮が発生する中で、日潮位変動量の小さな8月5～6日に貧酸素化した。この間の日平均風速は5ms/s以下と弱く、植物色素量は10µg/L以下と少なかった(図2)。

平成19年は8月6日からシャットネラ赤潮が発生する中で、日潮位変動量のより小さな8月23～26日に貧酸素化した(8月上旬よりも8月下旬の方が日潮位変動量は小さい)。この間の日平均風速は5ms/s以下と弱く、植物色素量は10µg/L以上で推移し8月24日には30µg/Lを越えピークとなった(図3)。

平成20年は7月26日からシャットネラ赤潮が発生する中で、日潮位変動が小さな8月11～15日に貧酸素化した。この間の日平均風速は5ms/s以下と弱く、植物色素量は10µg/L以上で推移し8月14日には50µg/Lを越えピークとなった(図4)。

### 2) アサリの累積へい死率(カゴ試験)

カゴに収容したアサリの累積へい死率の推移を図5に示す。平成18年は9月7日段階で

釜地区が 6%、長戸地区が 20%の累積へい死率であった。両地区ともに大量へい死は生じなかった。なお、ここで述べる大量へい死とは、小長井地先のアサリ養殖場 1 m<sup>2</sup>当りに現存している 5～10kg のアサリが 1 潮汐周期(2 週間)の間に 30%以上へい死する場合を意味する。平成 19 年は 9 月 13 日段階で釜地区が 92%、長戸地区が 99%の累積へい死率であった。釜地区では 8 月 27 日～9 月 13 日の間で、長戸地区で 8 月 15 日～27 日の間で大量へい死が生じた。平成 20 年は 8 月 15 日段階で釜地区が 39%、金崎地区で 6%、9 月 2 日段階では長戸地区で 7%の累積へい死率であった。釜地区では 7 月 22 日～8 月 15 日の間で大量へい死が生じた。

### 3) 平成 15 年から平成 20 年の釜地区の貧酸素水塊の特徴

表 1 には、平成 15 年から 20 年までの間に釜地区のアサリ養殖場で底層水の貧酸素化が起こった 7 回のケース(平成 15 年 8 月 22 日～8 月 23 日、平成 15 年 9 月 5 日～9 月 8 日、平成 16 年 8 月 11 日～8 月 14 日、平成 17 年 8 月 15 日、平成 18 年 8 月 5 日～8 月 6 日、平成 19 年 8 月 23 日～8 月 26 日、平成 20 年 8 月 11 日～8 月 15 日)のそれぞれについて、貧酸素状態の暴露時間、無酸素水の出現の有無、発生した赤潮の原因種、植物色素量、平均流速およびアサリのへい死状況をまとめて示した。シャットネラ赤潮が発生した平成 15 年 9 月、平成 16 年 8 月、平成 19 年 8 月、平成 20 年 8 月には、貧酸素はさらに無酸素状態まで進行し、そのうち平成 16 年 8 月、平成 19 年 8 月、平成 20 年 8 月には、アサリの大量へい死が引き起こされたことが分かる。

表 1 諫早市小長井町釜地先の干潟が貧酸素化した時の状況について

| 年   | 期間      | 貧酸素<br>暴露時間 | 無酸素化 | 赤潮の種類                       | 植物色素量<br>( $\mu\text{g/L}$ ) | 平均流速<br>( $\text{cm/s}$ ) | 大量へい死<br>の有無 |
|-----|---------|-------------|------|-----------------------------|------------------------------|---------------------------|--------------|
| H15 | 8/22～23 | 14          |      | <i>Heterosigma akashiwo</i> | 10.3                         | 2.5                       |              |
| H15 | 9/5～8   | 32          | 有    | <i>Chattonella antiqua</i>  | 14.5                         | 2.2                       |              |
| H16 | 8/11～14 | 43          | 有    | <i>Chattonella antiqua</i>  | 69.6                         | 1                         | 有            |
| H17 | 8/15    | 5           |      | <i>Akashiwo sanguinea</i>   | 9.3                          | 1                         |              |
| H18 | 8/5～6   | 15          |      | <i>Diatom</i>               | 8.6                          | 2.6                       |              |
| H19 | 8/23～26 | 15          | 有    | <i>Chattonella antiqua</i>  | 9.8                          | 2.6                       | 有            |
| H20 | 8/11～15 | 29          | 有    | <i>Chattonella antiqua</i>  | 10.9                         | 2.0                       | 有            |

貧酸素化する直前4日間の平均植物色素量(クロロフィルa量+フェオフィチン)

### 4) アサリの大量へい死が起こる時期の特定(平成 15、16、19、20 年の日潮位変動量の推移)

アサリの大量へい死はシャットネラ赤潮が発生し無酸素化した時にのみ生じているので、発生した 4 例についてさらに、無酸素化した時期と日潮位変動量や風の強さ、赤潮の発生状況との関係を図 6 に示した。無酸素化する時期は、いずれも風が弱く(日平均で 5m/s 以下)、シャットネラ赤潮が発生している期間のうちで日潮位変動量が小さい小潮時期にあたること、しかもその小潮期間中で日潮位変動量が小さな 3 日間のいずれかの日から貧酸素化が始まり、3～4 日間程度継続していることが分かる。

## 考察

平成 15 年以降の貧酸素化の事例を検討した結果、アサリの大量へい死が生じる無酸素化が始まる時期に共通する特徴として、シャットネラ赤潮の発生期間で、風が弱く（日平均風速 5 m/s 以下）、日潮位変動量が小さな小潮期の 3 日間であることが分かった。この経験則は、平成 15 年以降に蓄積された釜地区での底層水質データにもとづくものであり、今後は、他の地区でも同様のデータを蓄積し、このような開始日の推定基準を作成する必要がある。すでに諫早市小長井町の西に位置する金崎地区では平成 20 年から、中央部に位置する長戸地区では平成 18 年から、7 月～9 月の干潟底層水質の観測が開始されており、これらのデータが活用できるものと期待される。

今後進めていくべき課題として、いつ干潟域が無酸素化するのが予測できるようになったので、シャットネラ赤潮が発生してアサリが大量へい死する可能性が高い場合の対策技術を開発する必要がある。現在、長崎県総合水産試験場と養殖研究所が共同開発した方法に一部改良を加えるやり方で、平成 20 年から（社）MF 2 1 と（株）日本ミクニヤが水産庁事業として継続実施している。平成 20 年の試験では、20m×20m の試験規模ながらアサリの生残率は試験区で 91%、対照区で 59%と顕著な差が見られた。また、底泥の酸揮発性硫化物（AVS-S）含有量は、試験区で 0.09mg/gDW、対照区で 0.17mg/gDW であった。なお、この試験は平成 20 年 8 月 10 日に開始したが、シャットネラ赤潮が 7 月 27 日から発生し 8 月 23 日まで継続した期間で日潮位変動量が最も小さな小潮期の 3 日間を考慮して予測したものである（図 6）。

本調査の遂行にあたり、長崎大学水産学部中田英昭博士、学習院女子大学品川 明博士、独立行政法人水研センター養殖研究所日向野純也博士、独立行政法人水研センター西海区水産研究所木元科長および小長井町漁業協同組合の方々にも多大なる御協力と御指導をいただいた。ここに記して謝意を表する。

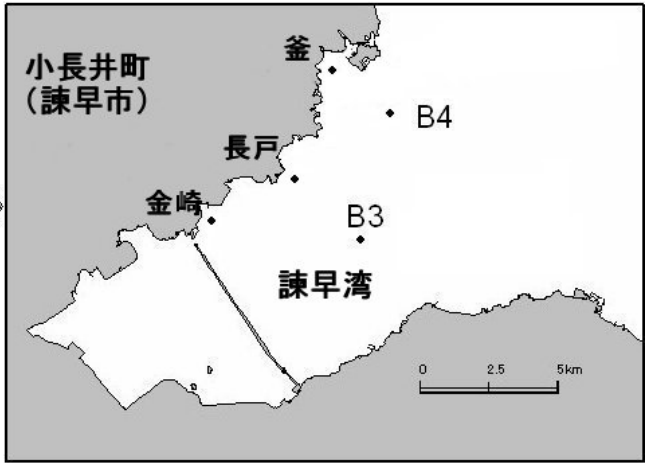
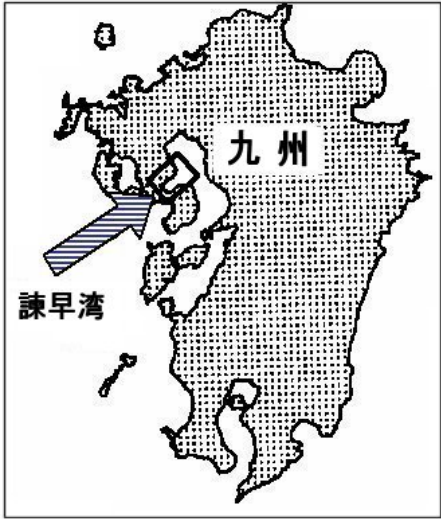
## 摘要

平成 18 年から 20 年までの夏季（7 月～9 月）に、釜地区干潟で水質の連観測を行った結果、干潟域の溶存酸素濃度が 10%以下となるのは、いずれの年も風が弱く（日平均風速で 5m/s 以下）、赤潮が発生している小潮時に生じた。

アサリの大量へい死が生じる無酸素化の始まる時期は、釜地区ではシャットネラ赤潮の発生期間で、風が弱く（日平均風速 5 m/s 以下）、日潮位変動量が小さな小潮期の 3 日間であることが分かった。平成 20 年はこの判断に基づき、8 月 10 日からアサリの大量へい死対策を実施し良好な成果を収めた（水産庁の有明海漁場造成技術開発委託事業）。

## 引用文献

- 1) 松田正彦、2008：アサリ養殖漁場における夏季大量へい死要因の検討．長崎大学博士論文．
- 2) 松田正彦・日向野純也・品川明・石松惇：アサリの呼吸生理に関する研究、2007：平成 18 年度長崎県総合水産試験場事業報告，204-206．



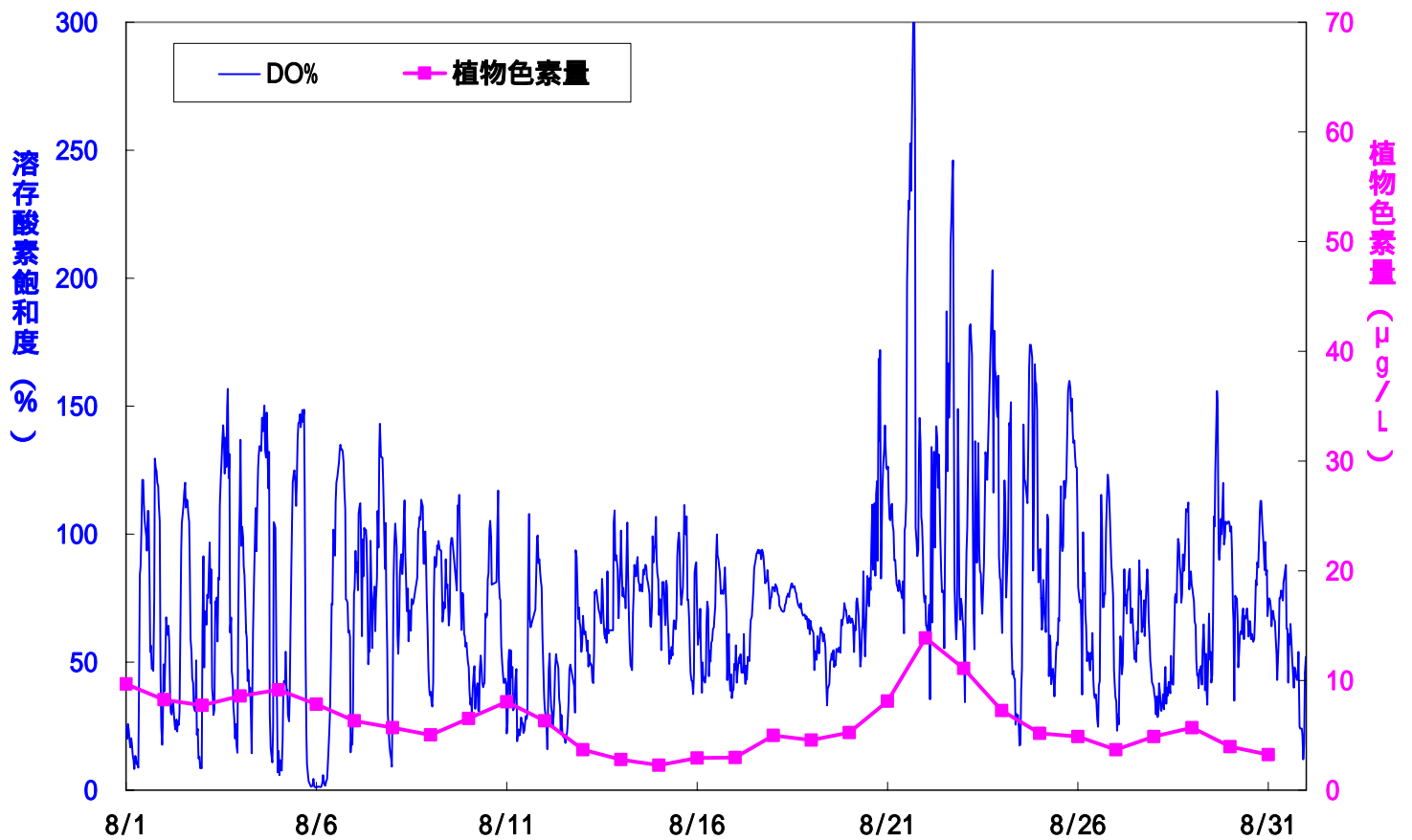
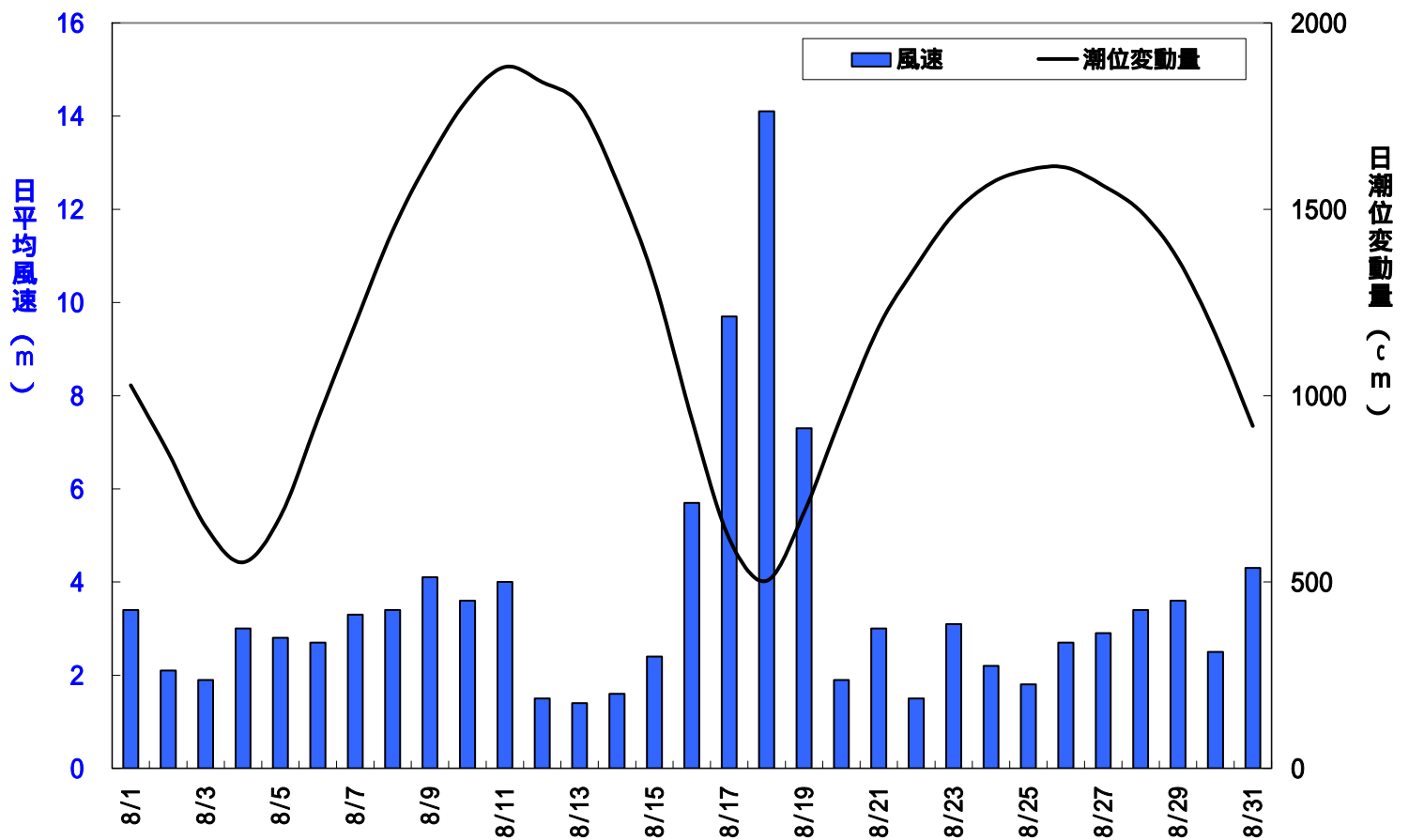
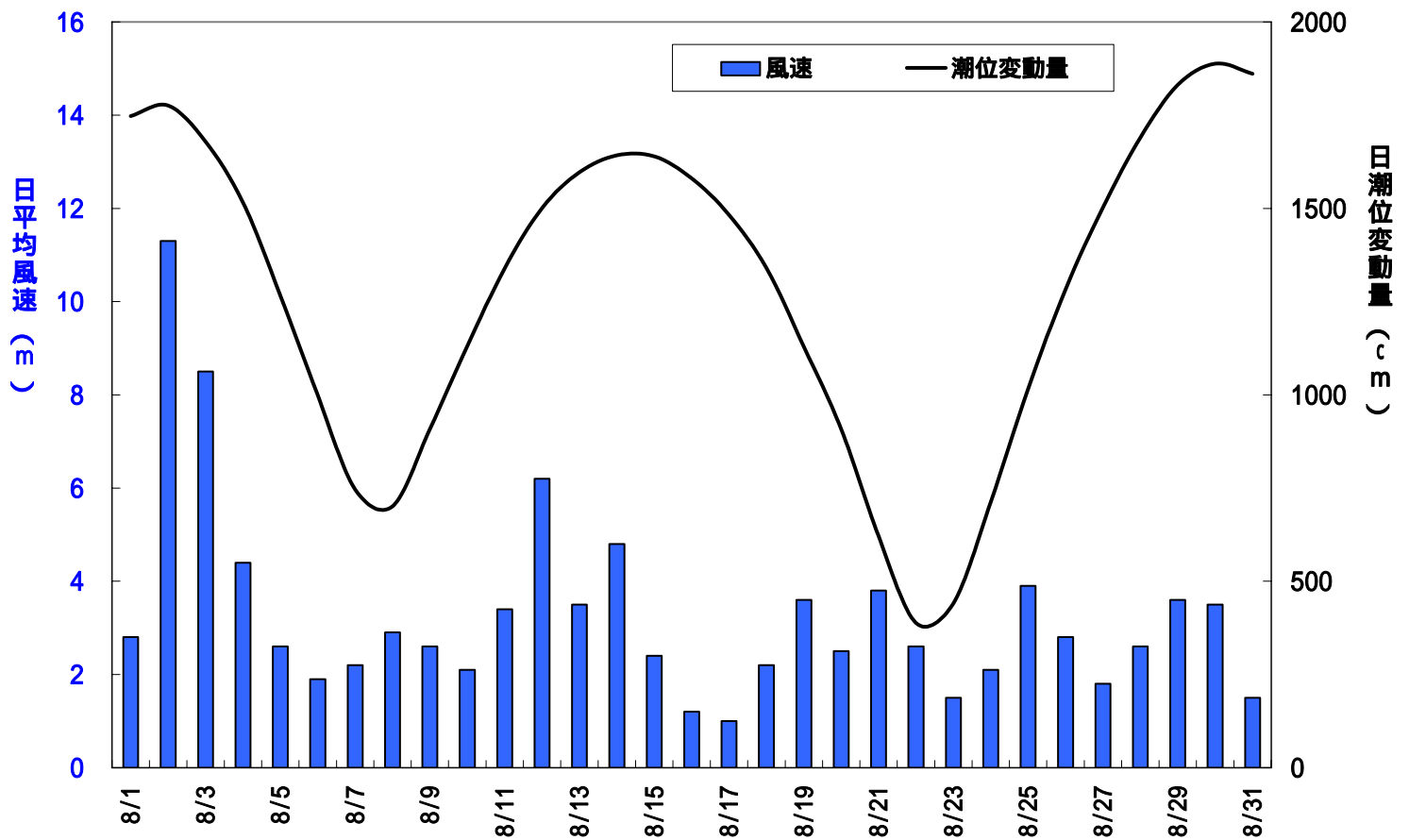


図2 日平均風速、日潮位変動量、溶存酸素濃度及び植物色素量の推移（平成18年、釜地区）



**シャットネラ赤潮**

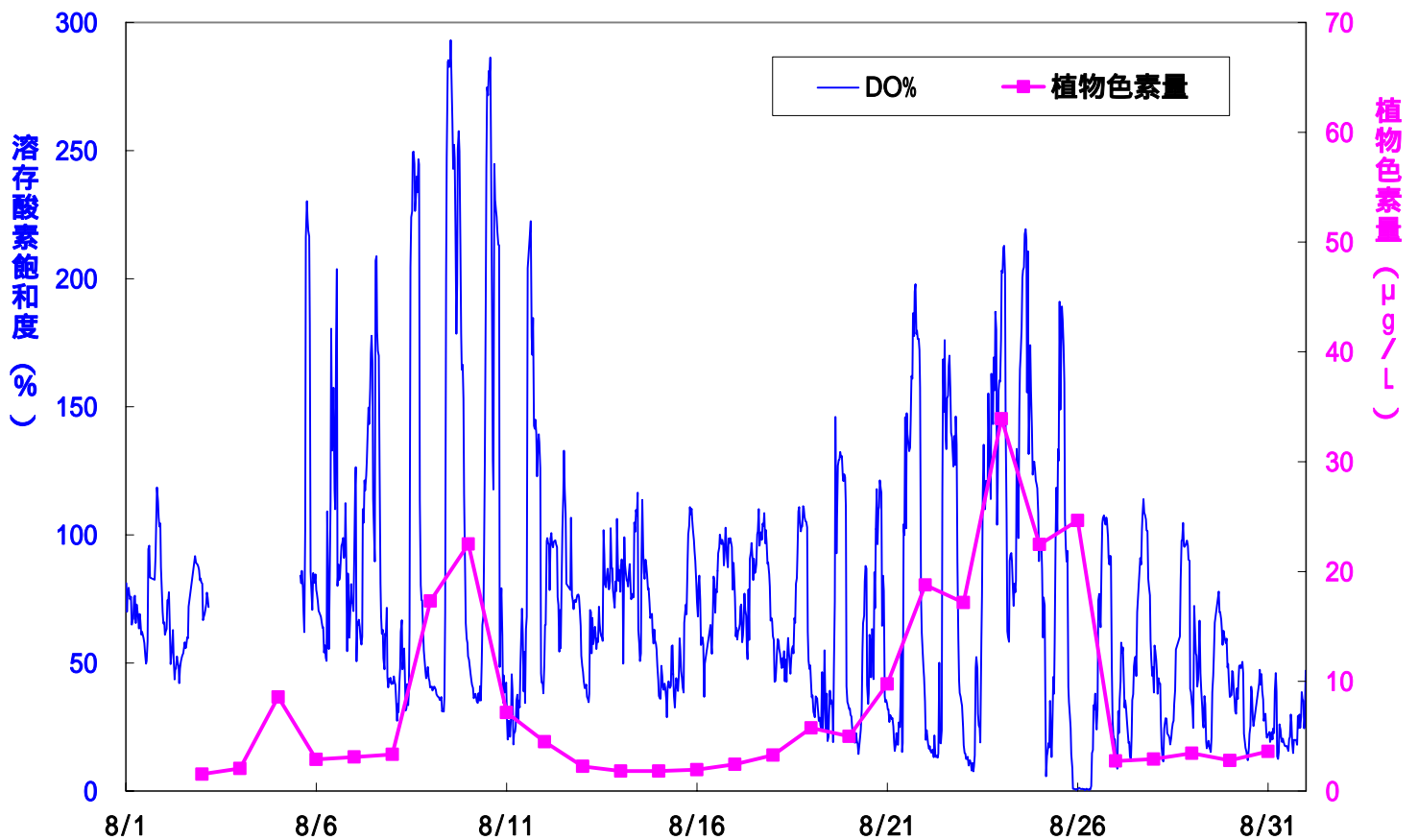
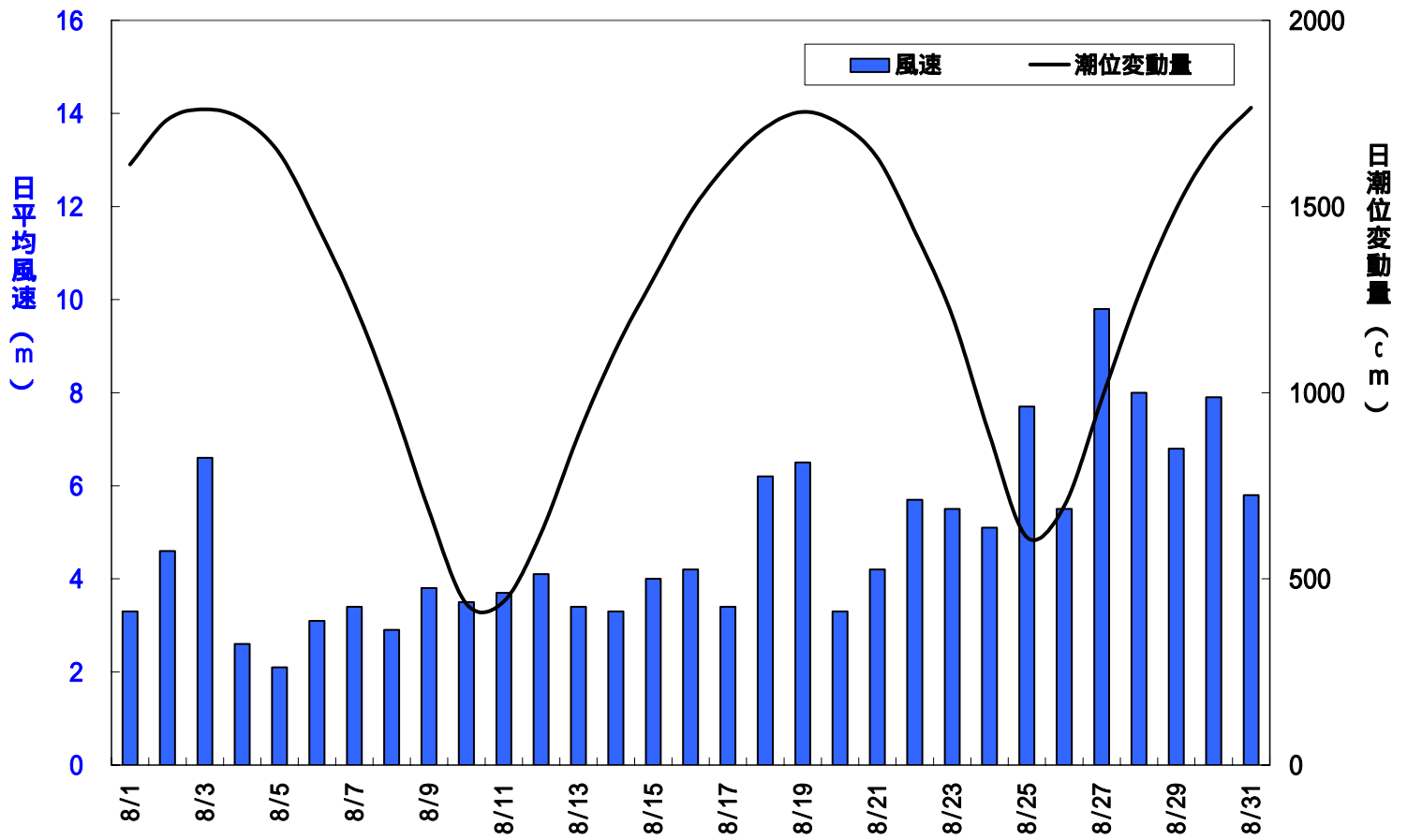


図3 日平均風速、日潮位変動量、溶存酸素濃度及び植物色素量の推移（平成19年、釜地区）



シャットネラ赤潮

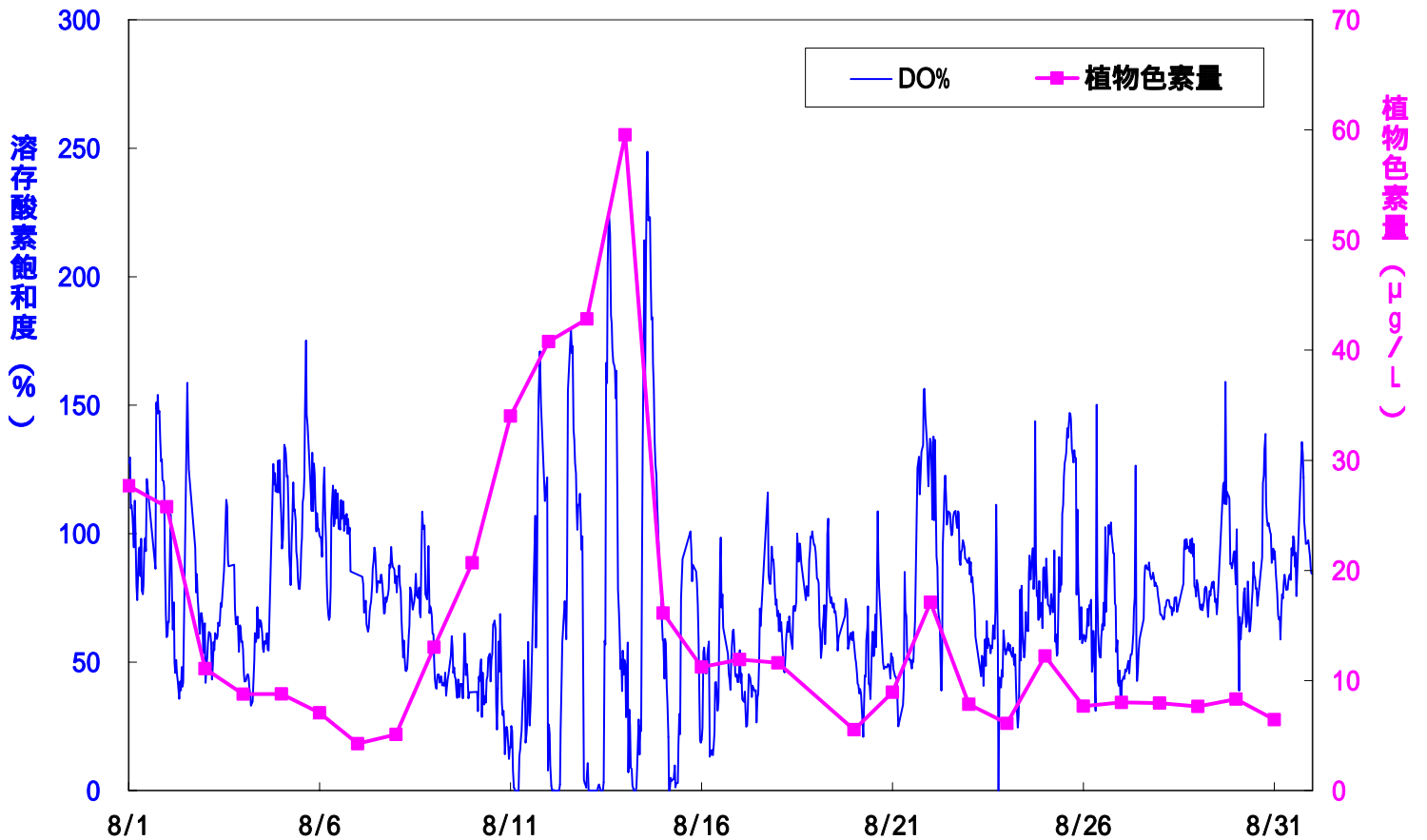


図4 日平均風速、日潮位変動量、溶存酸素濃度及び植物色素量の推移 (平成20年、釜地区)



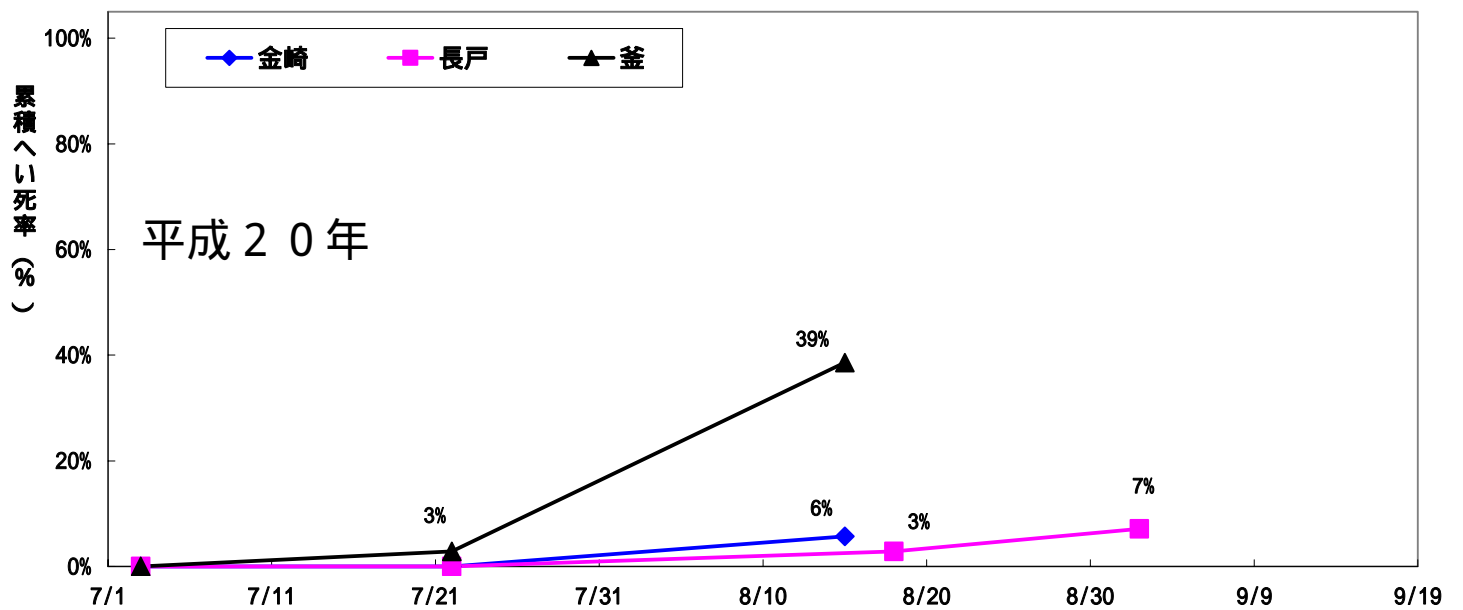
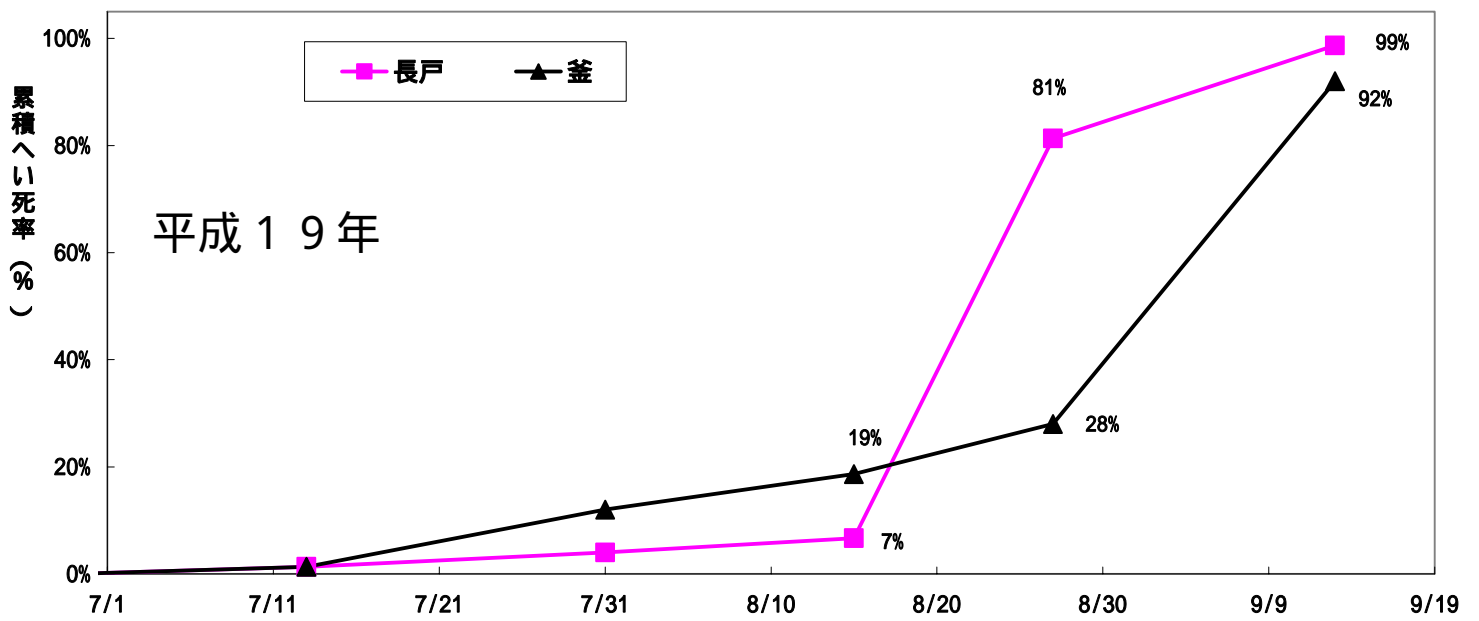
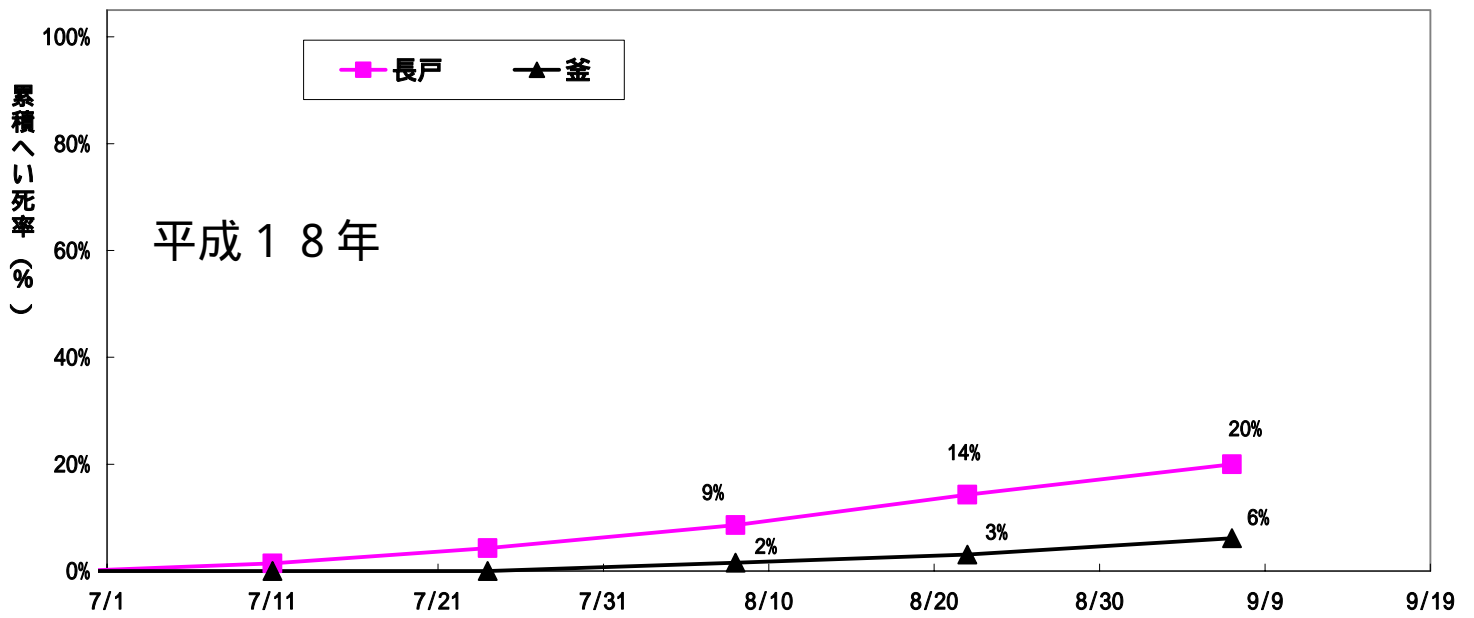


図5 アサリの累積へい死率の推移 (カゴ試験)

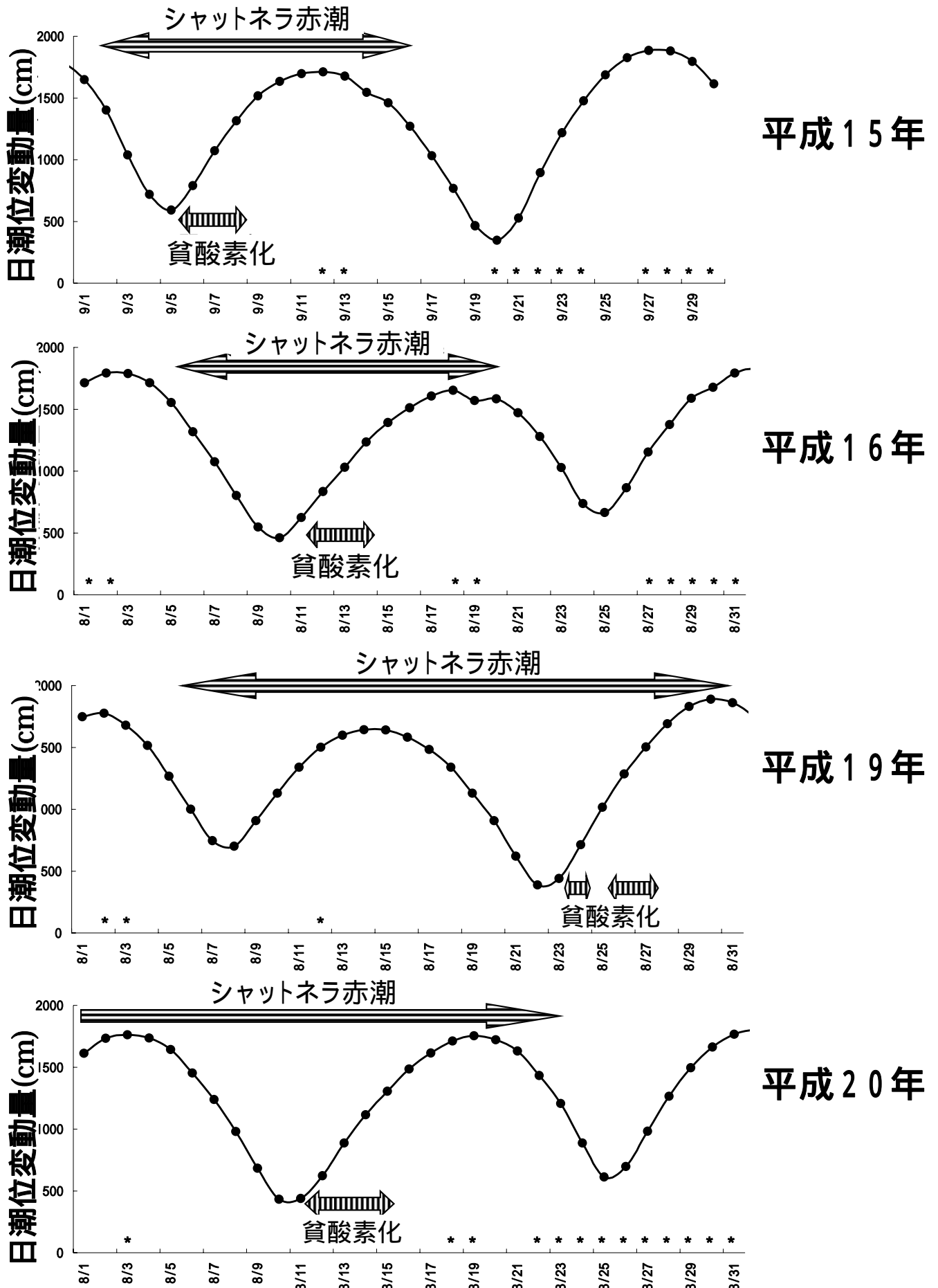


図 6 シャットネラ赤潮の発生期間、貧酸素化の時期及び日潮位変動量の推移（シャットネラ赤潮発生年）  
 \* は諫早湾中央部で日平均風速が5m/sを越えた日