

周防灘北部及び中部海域については、'85～'91年度福岡県豊前水産試験場研究業務報告、'92～'05年度福岡県水産海洋技術センター事業報告及び'06年度福岡県赤潮速報並びに'85～'98年山口県内海水産試験場報告、'99～'05年山口県水産研究センター事業報告及び'06年度山口県海鳴りネットワーク赤潮情報を用いた。周防灘東部海域については、'85～'91年度福岡県豊前水産試験場研究業務報告、'92～'05年度福岡県水産海洋技術センター事業報告及び'06年度福岡県赤潮速報を用いた。

2. 響灘（山口県海域、関門北九州海域）及び周防灘の潮流の資料

海域の潮流動向を検討するため調査海域をⅠ、Ⅱ、Ⅲの3海区に分け、Ⅰは海上保安庁編瀬戸内海西部海域排出油防除計画を、Ⅱは第七管区海上保安本部'05年関門港（響灘航路）潮流観測報告を、Ⅲは山口県昭和48年3月20日響灘海域環境に関する調査結果報告書を使用し、各資料の関門海峡西流れ最強時と東流れ最強時及び恒流の結果を合わせて模式図を作成した。

結 果

1. 響灘、関門北九州海域における*K. mikimotoi*の赤潮発生状況

'85～'06年の響灘（山口県海域及び関門北九州海域）と周防灘における赤潮の発生状況と発生期間を表1、2に示した。

*K. mikimotoi*による赤潮の発生年は、周防灘では'85～'06年のうち13カ年、響灘の関門北九州海域では'85、'00、'06年及び山口県側海域では、'00、'06年であった。

響灘の関門北九州海域及び山口県地先海域に*K. mikimotoi*の赤潮が発生した年は、いずれも周防灘全域もしくは、灘北部で大規模な本種赤潮が長期間発生していた。また響灘での発生時期は、周防灘に比べ遅れており、逆に終息はやや早かった。

'85年の赤潮発生期間は表2に示すとおり、周防灘では7/10～8/12、周防灘全域で*K. mikimotoi*の赤潮が長期間、高密度で発生した。響灘の発生期間は7/23～30であった。

図2に'85年における周防灘及び響灘の関門北九州海域及び山口県海域の*K. mikimotoi*の出現状況（水平分布）の経時変化を示した。7/23に関門海峡西口の小倉北区地先（境川泊地）で、最大細胞数3,960cells/mlが確認された。発生海域は、関門北九州海域の福岡県側海域、小倉北区の島嶼地先（藍島）、若松区地先（白州、脇田、脇之浦、安瀬）であった。

'00年の赤潮発生期間は表2に示すとおり、周防灘で

は6/27～7/24、周防灘全域で赤潮となり、特に灘北部で濃密であった。響灘での発生期間は7/6～15であった。

図3に'00年における周防灘及び響灘の関門北九州地区及び山口県海域の*K. mikimotoi*の出現状況（水平分布）の経時変化を示した。発生海域は、関門北九州海域の福岡県側海域では小倉北区島嶼地先（藍島、馬島）、若松区地先（脇ノ浦）で、山口県側海域の下関市地先（下関漁港、南風泊、吉見）であった。

'06年の赤潮発生期間は表2に示すとおり、周防灘では6/26～7/27、灘全域で赤潮となり長期間、高密度であった。響灘では、7/18～26であった。

図4に'06年における周防灘及び響灘の関門北九州海域及び山口県海域の*K. mikimotoi*の出現状況（水平分布）の経時変化を示した。発生海域は、関門北九州海域の福岡県側海域では、小倉北区島嶼地先（藍島、馬島）、若松区地先（脇ノ浦）で、山口県側海域では、下関市外海側地先の南から北（下関漁港、南風泊、吉見、安岡、涌田、小串さらに北方の角島）まで'00年よりさらに拡大した。

表1 響灘（山口県海域及び関門北九州地区）と周防灘における*K. mikimotoi*の赤潮発生状況

年	響灘山口県海域	関門北九州海域	周防灘北部海域	周防灘中部海域	周防灘東部海域
'85	×	○	○	○	○
'86	×	×	×	○	×
'87	×	×	×	×	×
'88	×	×	×	×	×
'89	×	×	×	○	×
'90	×	×	×	×	×
'91	×	×	×	×	○
'92	×	×	×	○	×
'93	×	×	×	○	×
'94	×	×	×	×	×
'95	×	×	×	×	×
'96	×	×	×	○	×
'97	×	×	×	○	×
'98	×	×	×	○	×
'99	×	×	×	×	×
'00	○	○	○	○	○
'01	×	×	×	×	×
'02	×	×	○	×	×
'03	×	×	×	○	×
'04	×	×	×	×	×
'05	×	×	×	×	×
'06	○	○	○	○	○

○： *K. mikimotoi*赤潮発生
×： *K. mikimotoi*赤潮非発生

表2 周防灘と響灘（関門北九州地区及び山口県海域）における*K. mikimotoi*の赤潮発生期

赤潮発生年	周防灘の赤潮期間	響灘の赤潮期間
'85年	7/10～8/12	7/23～30
'00年	6/27～7/24	7/ 6～15
'06年	6/26～7/27	7/13～26

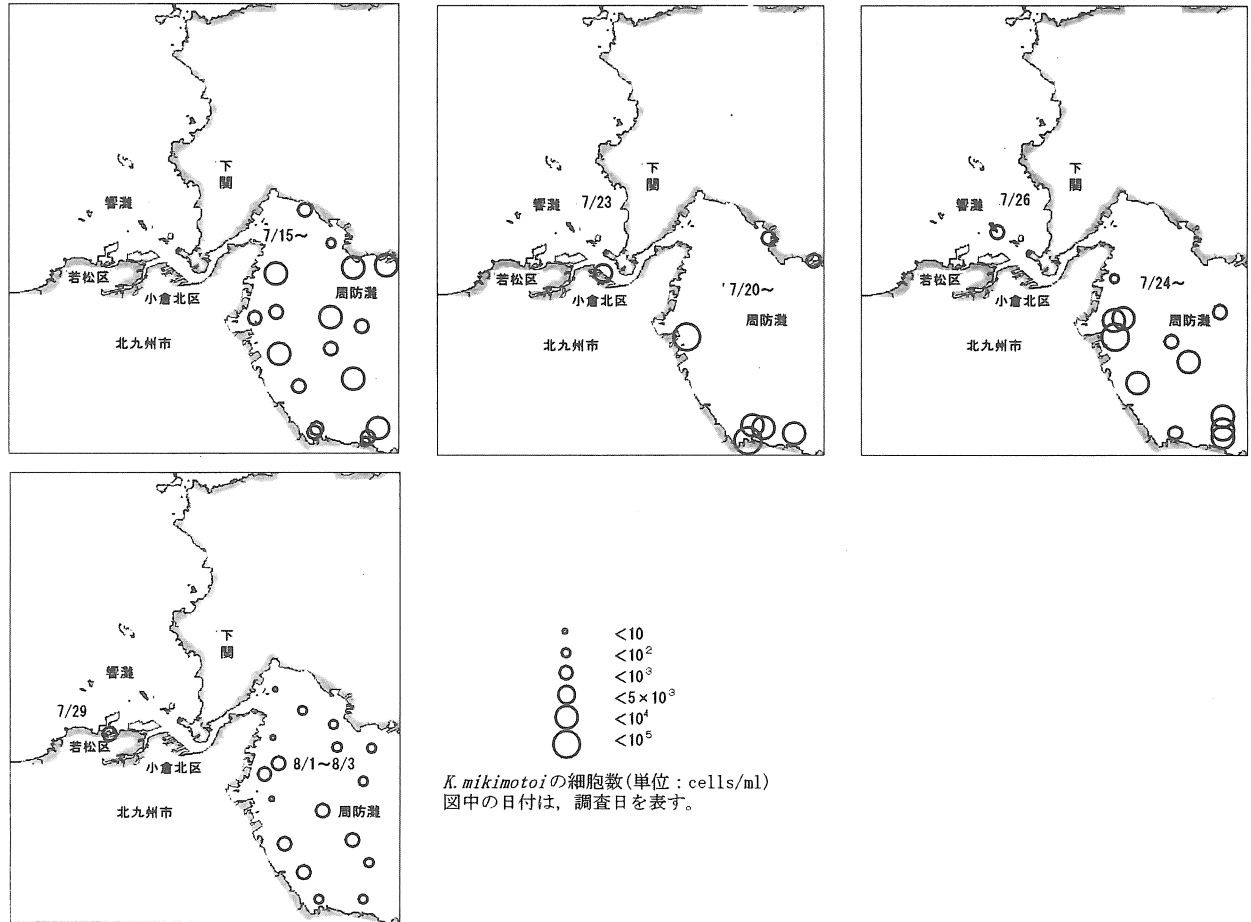


図2 '85年、周防灘及び響灘の関門北九州海域における *K. mikimotoi* 出現状況(水平分布)の経時変化

響灘で赤潮が発生する前の7/4には、周防灘の北部沖合域、小野田沖、埴生、関門東口の満珠で *K. mikimotoi* の出現や赤潮が確認され、7/13以降、響灘で *K. mikimotoi* の赤潮が発生した後の7/18にも、関門東口地先で同種の赤潮が確認された。

また、7/20, 21, 24には、響灘の福岡県側海域、関門西口～白島沖合～若松区地先にかけて *K. mikimotoi* の赤潮がパッチ状態をなし、関門西口～白島沖合では北西方向に、若松区地先は西方に行くに従って、高濃度から低濃度となっていた。

2. 響灘（山口県海域、関門北九州海域）及び周防灘の潮流

3区分した調査海域の潮流を合わせた潮流の模式図を図5に示した。周防灘では、高潮は西方へ、低潮は東方に流れ、高低潮の約40分後に転流する。関門海峡を除くと流速は最大1.5ノットを超えず、流向流速は日によって著しく異なる。

関門海峡では、響灘と周防灘の潮汐の影響を受け、両側で生じる潮位差により関門海峡の一番狭い早鞆瀬戸では最高10ノットを越える潮流が発生、高潮時に西流最強となり、ほぼ低潮時に東流が最強となる。1日に約4回、約6時間ごとに向きを変える。

高潮時に関門西口から竹ノ子島、六連島、藍島の間を通った流れは、それぞれ迂回しながら北上し、蓋井島からさらに北方へ、関門西口から北九州市沿岸に沿った流れは西方へ流れる。低潮時は、概ね、この逆となる。西流と東流とでは流速、流量とともに西流の方が、また春期のより夏季の大潮の方が大きい。

恒流は、周防灘では関門海峡に向かう流れと、そこから分岐し、福岡県陸岸に沿った反時計回りの南下流とがある。関門海峡内では西流れで、流速は最大0.8ノットで、関門西口に近づくにつれ流速は弱まり、0.3ノット以下となる。響灘では、流速は0.3ノット以下、関門西口及び福岡山口両県の島嶼や海岸線の地形によって、より局所的な時計回りの環流や北上流が見られ、複雑な流

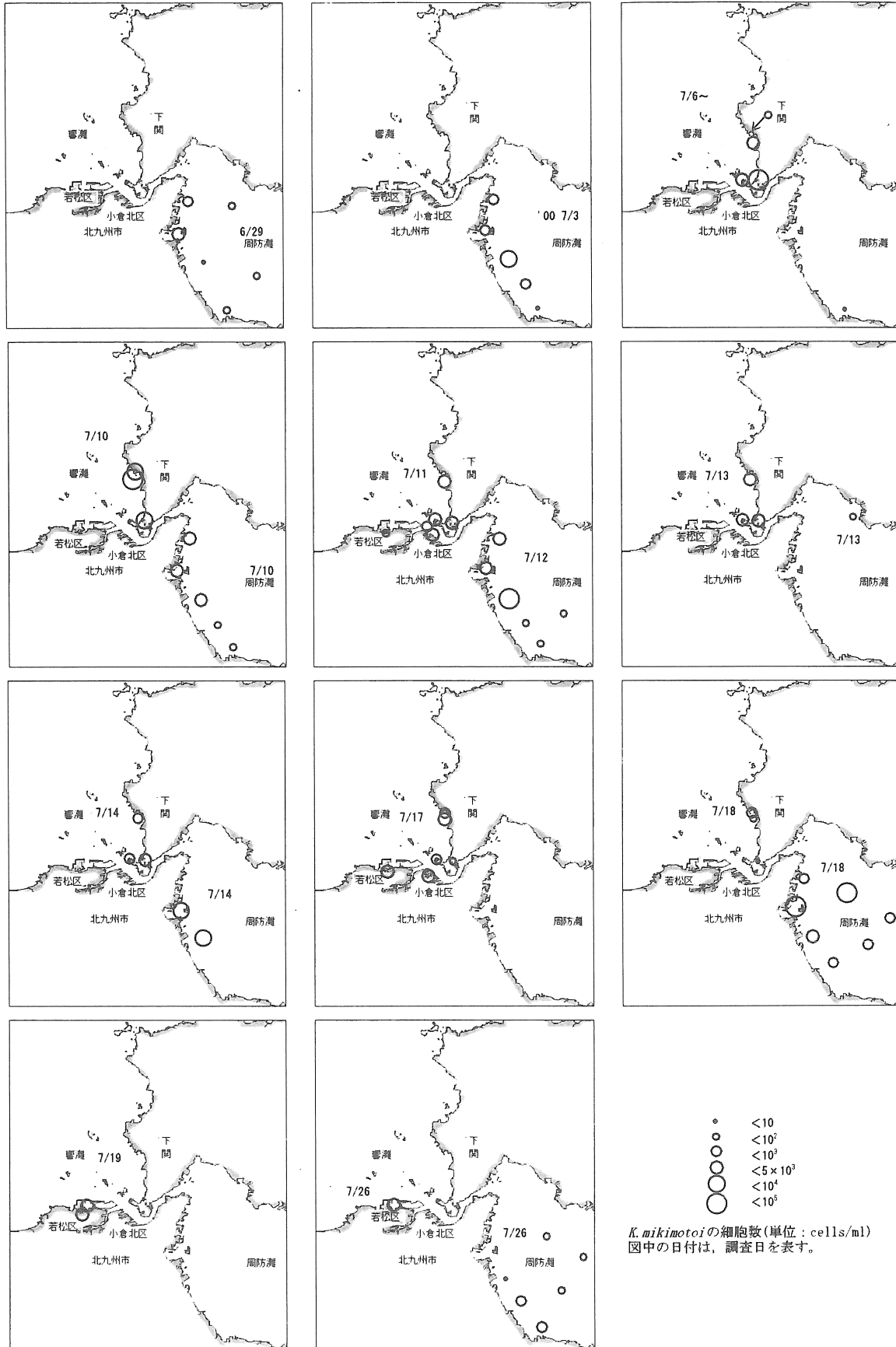


図3 '00年、周防灘及び響灘の関門北九州海域及び山口県海域における *K. mikimotoi* 出現状況(水平分布)の経時変化

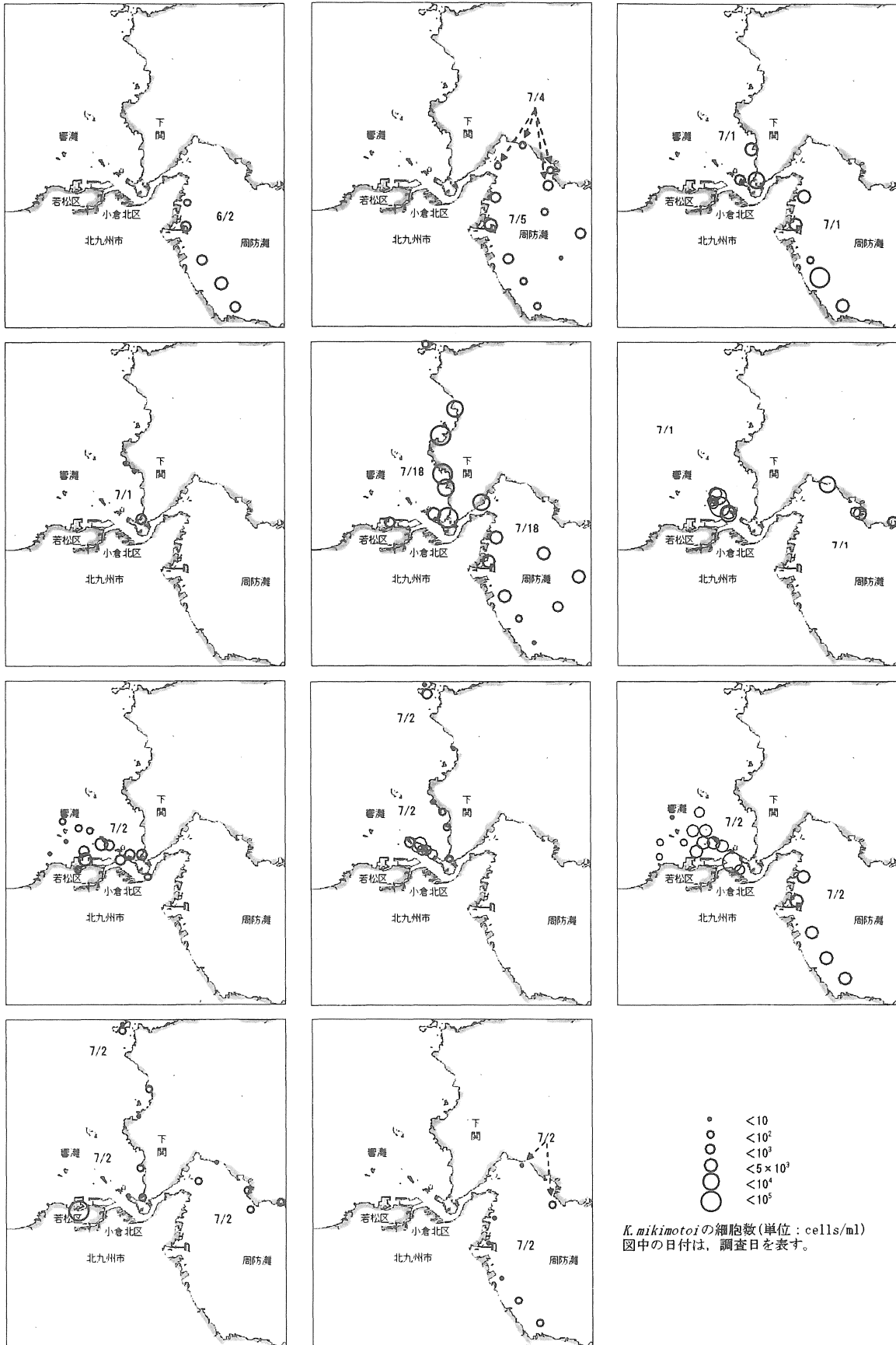


図4 '06年、周防灘及び響灘の関門北九州海域及び山口県海域における *K. mikimotoi* 出現状況(水平分布)の経時変化

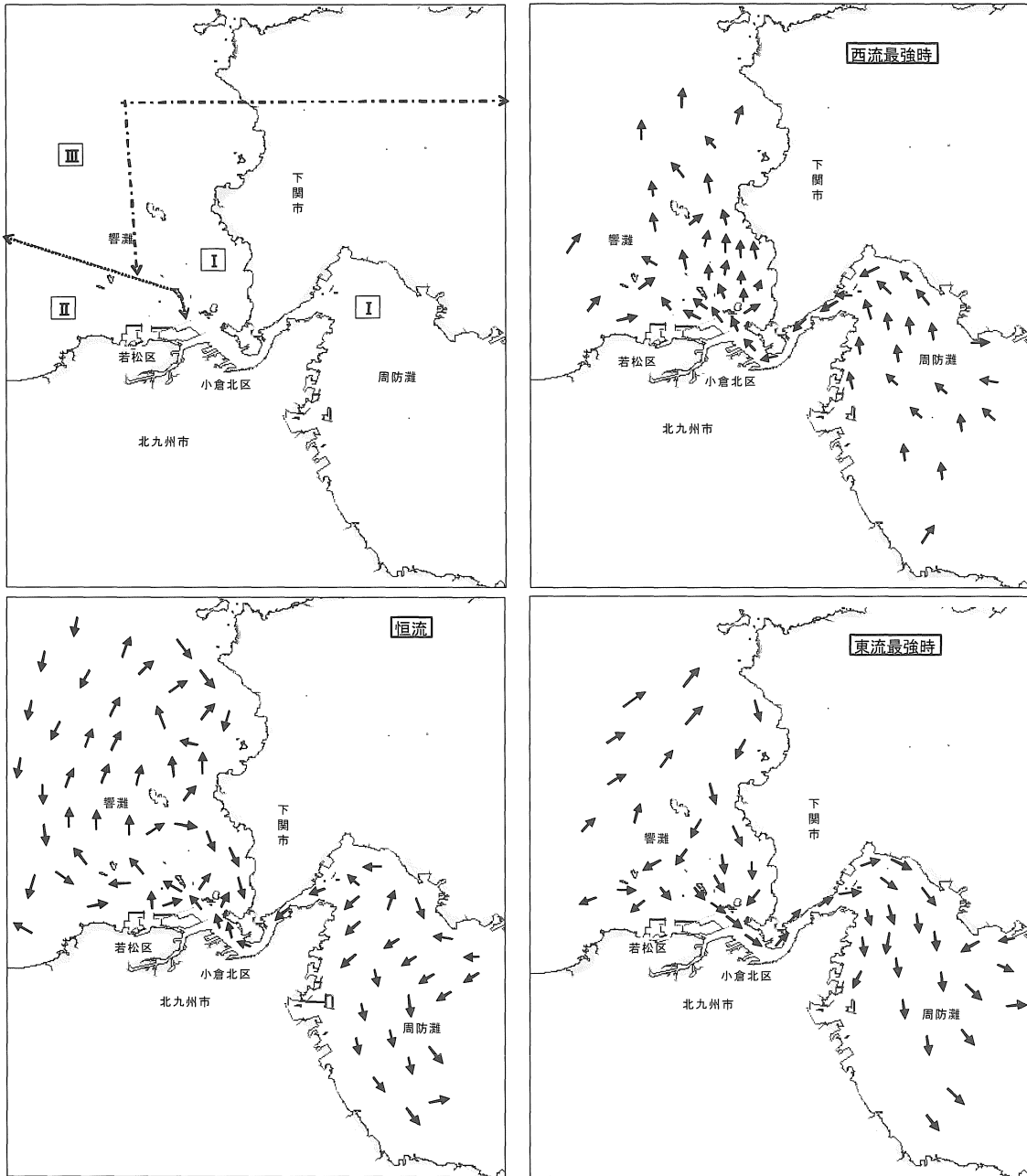


図5 周防灘,響灘, 関門海峡における潮流の模式図

況を示す。

考 察

響灘の関門北九州海域で'85年に本種赤潮が発生以降、福岡県水産海洋技術センター及び北九州市環境科学研究所等^{1, 2)}が毎年夏季に実施している赤潮予察調査の結果

では、響灘の関門北九州海域にごく微量であるが *K.mikimotoi* の出現が報告されている。

内田ら³⁾は、*K.mikimotoi* は流れの弱い内湾の中層域で発生増殖し、赤潮を形成すると報告している。しかし、赤潮発生海域の響灘、関門北九州海域では、最多で1日に4回も流向が変わり、潮流が強いため、海洋環境条件的に当初から出現して増殖し、大規模な赤潮を形成する

のは難しいと考えられた。

'85, '00, '06年の周防灘と響灘における *K. mikimotoi* の出現状況について見ると、響灘側での発生日は不明であるが、周防灘北部において *K. mikimotoi* の赤潮が出現すると、時間をおいて響灘に *K. mikimotoi* の赤潮が出現し、響灘の赤潮が終息すると周防灘もやがて終息するなど増減傾向がよく類似しており、周防灘との関連が見受けられた。

そこで、図5に示した周防灘から響灘への海水の流動から、潮流は、高潮時には周防灘から関門海峡をへて、響灘への西向きの流れが最強となり、低潮時には、この逆となる。また物質の移送に最も関係する恒流は、関門東口から関門海峡へ、関門海峡から関門西口へ、関門西口から響灘の福岡山口両県の島嶼や海岸線の地形によって、より局所的な時計回りの環流や北上流が見られた。

柳ら⁴⁾によると関門海峡の通過流量は、周防灘から響灘側への方が逆方向の倍も多く、春期より夏季の大潮の方が大きい。加えて関門海峡内は、強い潮流のため季節を問わず物質濃度が水平垂直的に一様化していると述べている。

神園ら⁶⁾は、海流ビンによる周防灘表層水の流動調査から、夏季に南東風の卓越で灘の表層水が灘北西部に吹き寄せられていることを、また藤原ら⁶⁾も同様の現象を観測している。

小泉ら⁷⁾は西部瀬戸内海における *K. mikimotoi* の赤潮の分布拡大機構は、周防灘系水そのものの移入拡散による遊泳細胞の移送が、分布域拡大にきわめて重要な役割を果たしていることを推論している。

内田ら³⁾及び今田ら⁸⁾は、沿岸性の赤潮は水塊の移動による赤潮の移入もしくは引き金になる種の移動により引き起こされる可能性を述べている。

これらのことから、響灘の関門北九州海域及び山口県海域で発生した *K. mikimotoi* の赤潮は、周防灘で発生した *K. mikimotoi* の赤潮の一部が流れにより、関門東口から西口を通り、周防灘から響灘へ移送されてきた可能性が考えられた。したがって、響灘海域での本種赤潮発生については、周防灘における本種赤潮の発生状況に注意する必要がある。

要 約

- 1) 響灘の関門北九州海域では'85,'00,'06年に、山口県下関市海域では、'00,'06年に *K. mikimotoi* の赤潮が発生した。
- 2) 関門北九州地区では、潮流等の海洋環境条件を考慮すると、*K. mikimotoi* が当初から増殖して赤潮を

形成するのは難しいと考えられた。

- 3) 近隣海域の *K. mikimotoi* の赤潮との関係を見たとく周防灘で発生している同種赤潮との関係がうかがえた。
- 4) '85, '00, '06年の響灘の関門北九州海域における *K. mikimotoi* の赤潮は、周防灘の赤潮が関門東口から西口に移流し、増殖、もしくは集積して赤潮を引き起こしたと考えられた。

文 献

- 1) 北九州市環境衛生研究所：北九州市環境衛生研究所報，13～21，(1985～1993)。
- 2) 北九州市環境科学研究所：北九州市環境科学研究所報，22～31，(1994～2004)。
- 3) 内田卓志，本庄凡夫，松山幸彦：三重県五ヶ所湾における *Gymnodinium mikimotoi* の消長と物理・化学的要因及び生物学的要因との関係について．日本プランクトン学会報，48，104-110(2001)。
- 4) 柳哲雄，白木喜章，山田真知子：関門海峡の通過流量とリン・窒素フラックス．沿岸海洋研究，41 (2)，153-160(2004)。
- 5) 神園真人，吉田幹英，石田雅俊，三井田恒博：海流ビンによる周防灘表層水の流動調査．沿岸海洋研究ノート，29 (1)，97-103(1991)。
- 6) 藤原建紀，高杉由夫，肥後竹彦：成層状態の内湾に風が起こす現象．沿岸海洋研究ノート，27，38-46(1989)。
- 7) 小泉喜嗣，高島景，神園真人，江藤拓也，馬場俊典，檜山節久，池田武彦，岩男昆，樋下雄一，内間満明，矢沼隆，内田卓志，本城凡夫：西部瀬戸内海における *Gymnodinium mikimotoi* の増殖域の環境特性と分布拡大機構．海の研究，3 (2)，99-110(1994)。
- 8) 今田伸良，本城凡夫：沿岸性赤潮に関するシード個体群の起源．日本プランクトン学会報，48(2)，121-124(2001)。