

第6章 赤 潮

1. 沿 革

1) 赤潮の発生記録

わが国では、古くから海水・淡水ともに赤潮が発生していたようである。

岡市友利編『赤潮の科学』⁵⁾によれば、641(舒明13)年に茨田池というところで水が藍色に変わり、魚が死んだ旨の記録が『大日本史』にあるという。わが国での淡水赤潮の最初の記録である。また、水産庁など編『赤潮パンフレット』²⁾によれば、奈良時代初期の731(天平3)年6月に紀伊国(現在の和歌山県)の沿岸の海水が突然血のように変わり、この状態が5日間も続いたとの記述が『続日本紀』にある。

以下、近代に入ってから赤潮発生の記録や研究を列記する。

1900(明33)年 静岡県江之浦の赤潮が夜光虫によることを西川藤吉が初めて発表⁵⁾。

1903(明36)年 三重県浜島湾の赤潮で真珠貝の被害大と三重水試が報告⁵⁾。

1955(昭30)年 このころから瀬戸内海、東京湾で赤潮の発生が多く見られるようになった²⁾。

1957(昭32)年 9月徳山湾に発生した赤潮が漁業に被害を与え、大がかりな調査が行われた。

本格的な赤潮発生機構の調査として最初³⁾。「富栄養化と関係あり」⁵⁾といわれている。

1965(昭40)年 赤潮発生が急増してきた²⁾。

1966(昭41)年 赤潮に関する研究協議会開催⁵⁾。農林水産業特別試験研究で「赤潮発生要因に関する研究」開始⁵⁾。「内湾赤潮の発生機構」(1972)として結果発表⁵⁾。

1972(昭47)年 7~8月播磨灘でホルネリア赤潮により養殖ハマチ約1,400万尾斃死²⁾。

赤潮被害防止対策事業の一部として赤潮情報交換事業が瀬戸内海で始まる⁵⁾。

1976(昭51)年 赤潮予察調査事業(水産庁)始まる⁵⁾。

1977(昭52)年 秋、赤潮研究会設置(水産庁・環境庁)⁴⁾。

1978(昭53)年 赤潮対策技術開発試験がスタート⁵⁾。

2) 鹿児島県における赤潮発生と対策

鹿児島湾の赤潮が問題にされるようになったのは、1977(昭52)年6月におけるシャットネラ赤潮の発生以来である。それまでは1月から5月ごろにかけて、夜光虫赤潮が認められる程度であった。

1971(昭46)年5月に大規模な夜光虫赤潮が発生したが、それにしても記録の上では1ml当たり630細胞程度で、同時期の播磨灘でしばしば1ml当たり数千細胞の夜光虫赤潮が発生していたことと比較すれば、赤潮はそれほど大きな問題ではなかったといえよう⁵⁾。

1976(昭51)年から1995(平7)年までの20年間に鹿児島県沿岸で発生した赤潮は、34種類の赤潮生物により184件。年々多種多様化の様相を呈している⁷⁾。

1976(昭51)年 八代海で9月5~12日コックロディニウム赤潮発生。ハマチ・2年ブリに初めて被害がでる⁶⁾。

1977(昭52)年 鹿児島湾のホルネリア赤潮(当時の呼称)について、水産庁委託事業で。発生原因調査を実施。水産庁は『鹿児島湾赤潮発生原因調査研究報告 - 昭和52年6月発生のホルネリア赤潮 -』として取りまとめ報告⁸⁾。

鹿児島湾赤潮予察調査始まる⁹⁾。

1979(昭54)年 赤潮対策技術開発として粘土散布の試験が開始された¹⁰⁾。

1982~'83(昭57~58)年 赤潮対策の一環として沿岸漁業振興対策パイロット整備事業 - 八代海

東町漁協・鹿児島湾垂水漁協に粘土散布機・粘土保管倉庫設置事業——が実施される。

・漁業被害を伴った赤潮は20年間で9種類の30件・被害総額は33億円に達している⁷⁾。

このうち瀬戸内海でホルネリア赤潮と呼ばれていたシャットネラ・アンティカおよび熊野灘や豊後水道で多大の被害をもたらしているギムノディニウム・ミキモトイ(旧ナガサキエンセ)は次第に南下する傾向にあり、八代海においてもシャットネラ・アンティカが1988(昭63)年から頻繁に漁業被害を伴った赤潮を形成するようになり、ギムノディニウム・ミキモトイも1989(平元)年に赤潮を形成して漁業被害をもたらした。鹿児島湾内においても、ごく普通に見られていたセラチウム・フススやディステファヌスが赤潮となり、漁業被害をもたらすようになった。1995(平7)年4月にはヘテロシグマ・アカシオが湾奥全域に濃密な赤潮を形成、本県過去最高の10億円の漁業被害をもたらした。

3) 1977~'96(昭52~平8)年の鹿児島県水試における各種試験の概要⁸⁾。

1977(昭52)年 鹿児島湾赤潮発生原因調査研究 水産庁の委託により水試・鹿大・香川大・西海区水研がチームを作って調査し、総合的に考察した。

[赤潮発生環境調査・赤潮生物の生理生態学的研究等]⁸⁾。

赤潮予察調査事業を鹿児島湾で開始、現在に至る。

1978(昭53)年 赤潮予察調査事業を八代海でも開始、現在に至る¹¹⁾。

九州西部5県(鹿児島・熊本・佐賀・長崎・福岡)で赤潮情報交換事業が始まり、現在に至る。

1979(昭54)年 水産庁委託水産業振興事業委託費による赤潮対策技術開発試験として「粘土散布による赤潮緊急沈降試験」を開始。1982(昭57)年赤潮対策技術マニュアルを作成¹²⁾。

1982(昭57)年 水産庁委託水産業振興事業委託費によって赤潮対策技術開発試験として「魚介類斃死防止技術開発試験」を開始。1984(昭59)年3カ年の取りまとめ、シャットネラ赤潮による魚類斃死機構について発表(表3)¹³⁾。

1984(昭59)年 池田湖のペリディニウム・ビペス赤潮を対象とした赤潮予察調査事業開始¹⁴⁾。ただし、以後発生みられず、1987(昭62)年から同湖の予察調査は中止。

3月赤潮調査研究グループで『鹿児島県の赤潮』発行¹⁵⁾。

1985(昭60)年 水産庁委託水産業振興事業委託費によって赤潮対策技術開発試験として漁場環境保全技術開発総合試験 内湾における漁場環境の総合試験 鹿児島湾奥海域の総合的な保全技術の開発を図る試験を開始。鹿児島大学・宮崎大学と共同実施¹⁶⁾。

(内容)1. 有害赤潮防除実用化試験 2. 赤潮の毒性に関する試験
3. 低酸素に関する試験 4. 固形飼料による汚染負荷軽減実証試験

1990(平2)年 同上試験の内容を、一部改変して実施。

(内容)1. 有害赤潮防除実用化試験 2. 赤潮の毒性に関する試験
3. 赤潮の発生環境に関する試験

1991(平3)年 同上試験をシャットネラ赤潮被害防止技術開発試験として継続、一部内容改変。

九州西岸域シャットネラ赤潮広域共同調査開始 橘湾・有明海・八代海域 - '98年まで実施予定¹⁷⁾。

1995(平7)年 『鹿児島県の赤潮』を改編して発行¹⁸⁾ (改訂版)。

2. 赤潮調査事業と赤潮対策技術の現況と今後の課題

1) 現在の赤潮情報調査事業と赤潮対策調査事業

赤潮情報交換事業・赤潮予察調査事業は現在も継続して実施しており、赤潮生物細胞の増加兆候等を把握した場合は、鹿児島県水試が中心となって、速やかに赤潮注意報あるいは赤潮発生警報を出して注意を促し、被害を最小限にする努力をしている。赤潮の対象種により被害防止対策の技術についても指導を行っている。

・各県で実施されてきた富栄養化・赤潮対策技術は数多くある。表3にそれら各対策技術とその狙いを、負荷軽減対策、水・底質改良対策、発生赤潮対策に分類して示した。対策を必要とする海城は多種多様であり、各海域毎の漁場特性に応じた対策技術が選ばれ、漁場環境の維持・保全・改良策として実施されている¹⁹⁾。

そこで図1の対策を講じる過程の中に、表3に示した各種対策技術を当てはめてみた。

図1では、左側に対策を講じる過程を、右側に対策技術を当てはめている。ただし、対象とする海域は一般的に次のような条件の海域であるとした。

内湾魚介類養殖場で自家汚染が進行している。

夏期成層期に底層が貧酸素化したり赤潮が発生する。

図1の左側の流れは、次のことを説明している。

富栄養化が進行する過程には海域の自浄能力を越える汚染負荷があったとされる。したがって、対策を考える時にはまず、汚染負荷を抑制することを考えるべきである。

一定のレベル、すなわち海域の自浄能力を越えないところまで汚染負荷を抑制することが困難であれば、その海域は、すでに根本的対策を必要としている。もちろん根本的対策を実施した後も、負荷を軽減する努力を行うことが望ましい(ラインA, A')。

一方、根本的対策として位置づけた各技術は、数年にわたっての大規模な事業となり、成果を得るためには多額の事業費を要する。また、それぞれが適用しうる海域も限定される。

そこで、対策を講じる過程の中で、漁業者自身が漁場を管理しながら、自身で実施できる水・底質改良対策や発生赤潮対策を検討する必要がある(ラインB, B'),これらの対策が重要となっている。

しかし、現在我々が持っている水・底質改良対策も、それぞれが個別の狙いをもち(表3),その効果には限界がある。したがって、それぞれの狙いを持った個別の技術を組み合わせて行えば互いの効果を助長・補完し、周年にわたった有効な対策となり得る。

2) 今後の課題

赤潮が多種多様化するとともに、今までに見られなかった赤潮がいつ、どこで発生するか全く余断を許さない状況にある。いつでも、早急に対応できる体制を整備しておくことが重要である。

赤潮情報交換・赤潮予察調査による漁業被害の未然防止と軽減対策はもちろんであるが、軽減対策として物理・化学的方法だけでなく、環境にやさしい微生物農薬²⁰⁾。 - 植物プランクトン・細菌・ウイルス等 による赤潮の阻止阻害抑制の研究も展開されるべきであろう。

今後は赤潮の発生を未然防止するための技術開発、特に海域の富栄養化防止対策を早急に確立しなければならない。

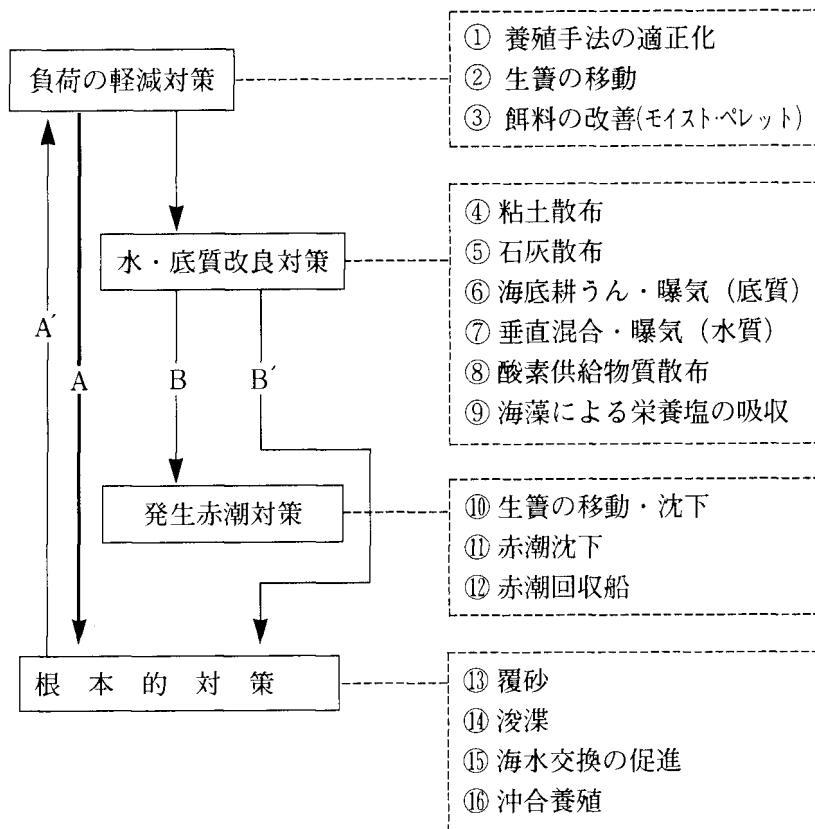


図1. 対策を講じる過程とその対策

3. 参考文献

- 1) 日本水産学会編 (1989): 水産学用語辞典 P1~2.
- 2) 水産庁・日本水産資源保護協会 (1984): 赤潮パンフレット.
- 3) 赤潮研究会編集委員会 (1980): 赤潮に関する近年の知見と問題点.
- 4) 赤潮研究会編集委員会 (1980): 赤潮に関する近年の知見と問題点 (緒言) P1.
- 5) 岡市友利 編 (1987): 赤潮の科学 2, 赤潮現象 P5~35.
- 6) 鹿児島県水試赤潮調査研究グループ (1982): 鹿児島県の赤潮 No. A-3.
- 7) 鹿児島県水試 (1996): 調査資料.
- 8) 茂野邦彦ほか (1977): 鹿児島湾赤潮発生原因調査研究, 昭52年度 鹿水試事報, 37.
- 9) 九万田ほか (1977): 赤潮予察調査事業・昭52年度 鹿水試事報, 38.
- 10) 九万田ほか (1977): 粘土散布による赤潮緊急沈降試験. 昭54年度 鹿水試事報, 35.
- 11) 九万田ほか (1978): 赤潮予察調査事業. 昭53年度 鹿水試事報, 35.
- 12) 水産庁ほか (1982): 赤潮対策技術開発試験成果集 3 - 粘土散布による赤潮被害防止マニュアル鹿水試調査部.
- 13) 九万田ほか (1984): 昭和59年度 赤潮対策技術開発試験報告書. 鹿本試調査部.
- 14) 武田ほか (1984) 1 赤潮予察調査事業. 昭59年度 鹿水試事報, 36.
- 15) 赤潮調査研究グループ (1984): 鹿児島県の赤潮. 鹿水試.
- 16) 九万田ほか (1985): 赤潮対策技術開発試験. 昭60年度 鹿水試事報, 42.
- 17) 折田和三ほか (1991): 赤潮対策技術開発試験 (九州西岸域シャットネラ赤潮広域共同調査) 平3年度 鹿水試事報, 47.
- 18) 赤潮調査研究グループ (1995): 鹿児島県の赤潮 (改編) 鹿水試発行.
- 19) 水産庁 (1988): 赤潮対策技術開発試験成果集.
- 20) 石田祐三郎・菅原庸編 (1994): 赤潮と微生物 環境にやさしい微生物農薬. 水産学シリーズ.

表1. 鹿児島県の赤潮 種類別リスト⁷⁾

I. 藍藻綱	
A-1: <i>Trichodesmium erythraeum</i>	トリコデスミューム エリスリューム
II. 渦鞭毛藻綱	
A-2: <i>Prorocentrum balticum</i>	プロロセントラム バルチカム
A-3: <i>Prorocentrum compressum</i>	プロロセントラム コンプレッサム
A-4: <i>Prorocentrum dentatum</i>	プロロセントラム デンタータム
A-5: <i>Prorocentrum minimum</i>	プロロセントラム ミニナム
A-6: <i>Prorocentrum sigmoides</i>	プロロセントラム シグモイデス
A-7: <i>Cochlodinium polykrikoides</i>	コックロディニウム ポリクイコイデス
A-8: <i>Cochlodinium sp. type-Kasasa</i>	コックロディニウム エスピー
A-9: <i>Gymnodinium breve</i>	ギムノディニウム ブレーベ
A-10: <i>Gymnodinium mikimotoi</i>	ギムノディニウム ミキモトイ
A-11: <i>Gymnodinium sanguineum</i>	ギムノディニウム サングイナム
A-12: <i>Gymnodinium sp. type-'84K</i>	ギムノディニウム エスピー '84年K型種
A-13: <i>Gymnodinium sp. type-Midorisio</i>	ギムノディニウム エスピー (ミドリシオ)
A-14: <i>Gyrodinium instriatum</i>	ジャイロディニウム インストリアータム
A-15: <i>Noctiluca scintillans</i>	ノクチルカ シンチランス
A-16: <i>Ceratium furca</i>	セラチウム フルカ
A-17: <i>Ceratium fusus</i>	セラチウム フスス
A-18: <i>Ceratium tripos</i>	セラチウム トリポス
A-19: <i>Alexandrium catanella</i>	アレキサンドリム カテネラ
A-20: <i>Gonyaulax polygramma</i>	ゴニオラックス ポリグラマ
A-21: <i>Peridinium bipes froma occulutum</i>	ペリディニウム ビペス フォルマ オックルタータム
III. 珪藻綱	
A-22: <i>Skeletonema costatum</i>	スケルトネマ コスタータム
A-23: <i>Leprocylindrus danicus</i>	レプトシリンドラス ダニカス
A-24: <i>Chaetoceros coarctatus</i>	キートセロス コアークタータス
A-25: <i>Chaetoceros costatus</i>	ケートセロス コスタータス
A-26: <i>Chaetoceros curvisetus</i>	ケートセロス カービセタス
A-27: <i>Chaetoceros paradoxum</i>	ケートセロス パラドックス
IV. ラフィド藻綱	
A-28: <i>Chattonella antiqua</i>	シャットネラ アンティーカ
A-29: <i>Chattonella marina</i>	シャットネラ マリーナ
A-30: <i>Heterosigma akashiwo</i>	ヘテロシグマ アカシオ
A-31: <i>Fibrocapsa japonica</i>	フィブロカプサ ジャポニカ
V. 黄金色藻綱	
A-32: <i>Distephanus speculum</i>	ディステファヌス スペキュラム
VI. ハプト藻綱	
A-33: <i>Gephyrocapsa oceanica</i>	ゲフィロカプサ オセアニカ
VII. 原生動物	
A-34: <i>Mesodinium rubrum</i>	メソディニウム ルブラム
追加	
A-35: <i>Chrysochromulina quadriconta</i>	クリソクロムリナ クアドリコンタ (ハプト藻綱)
A-36: <i>Heterocapsa sp.</i>	ヘテロカプサ エスピー (渦鞭毛藻綱)

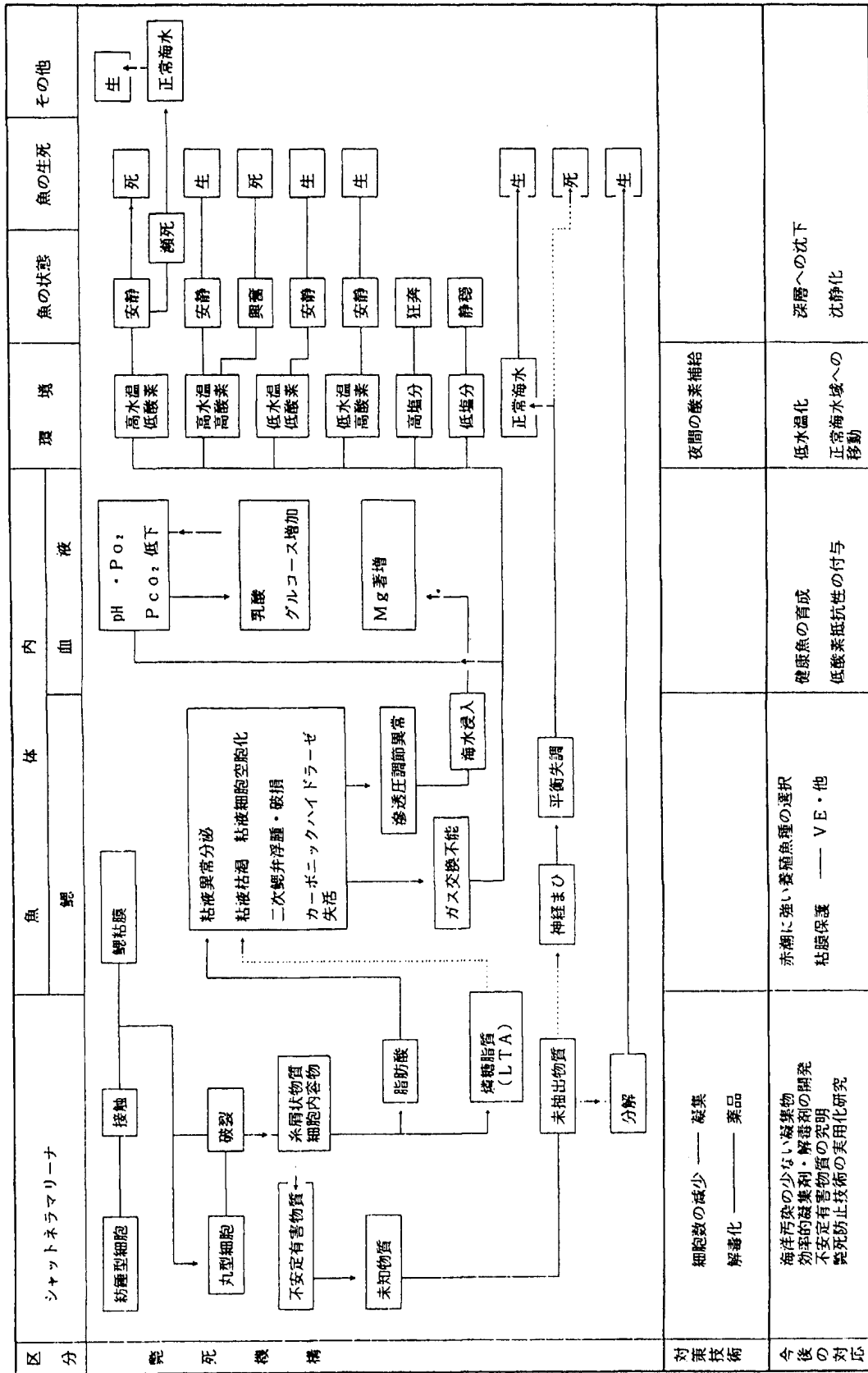


表2 シェットネラマリーナ赤潮による魚類致死機構とその対策¹¹⁾

表3. 各種対策技術

分類	対 策	ね ら い
負 荷 軽 減 対 策	流入水対策	下水の高度処理, 合成洗剤等の抑制
	養殖手法の適正化	魚種, 放養密度の適正化・投餌量のコントロール
	生簀の移動(輪作)	周年にわたって同一地区に負荷を与えない
	沖合養殖	養殖漁場の沖合化
	海産微小藻類による排水処理	<i>Skeletonema costatum</i> 等により, 窒素, リンを吸収させ回収する
	モイストペレットによる自家汚染防止	粘結剤と生餌を混合, 造粒化し捕食率を高めることにより負荷を軽減する
水・底質改良対策	浚渫	有機物質の蓄積した底泥を回収する
	海水交換の促進	湾口改良, 作濤等による海水交換の促進
	海水の鉛直混合, 曝気	貧酸素化した底層水を溶存酸素豊富な上層水と混合または曝気する
	底質被覆	海砂等で底質を被覆し, 底泥での有機物質の分解, 栄養塩の溶出を抑止する
水・底質改良対策	粘土散布による底質改良	水・底質の酸素消費速度を遅延させ, 栄養塩(PO_4-P)の溶出を抑止する
	石灰散布による底質改良	底質の難分解性有機物の分解を促進し, 硫化水素の発生を抑止する
	カキ殻被覆による底質改良	底質をカキ殻で被覆し, pH調整して栄養塩類の溶出を抑止する
	酸素供給物質投入による底質改良	酸素供給剤を投入し, 放出される酸素によって有機物の好氣的分解菌を増殖した多孔性物質を添加し, 底質を改善
	海底耕うん	耕うんし, 浮泥の拡散過程で酸素との接触により未分解有機物の好氣的分解を促進する
	海底曝気	底質に酸素を供給し好氣的分解を促進するとともに一部を上部に拡散させ系外に流出させる
	海藻による栄養塩の吸収	オゴノリ・アラメ・アカモク等の海藻により栄養塩を吸収
発生赤潮対策	赤潮回収	船上に赤潮を回収し, 加圧浮上により海水と分離する, 海水は濾過後放流する
	生簀の移動沈下	赤潮発生域から養殖魚を緊急に避難させる
	粘土散布による赤潮沈降	モンモリロナイト系粘土により, 赤潮生物を凝集沈澱または殺除する

(九万田 一巳)