

2. 管理方策の検証方法と結果

(5) 施肥（感度実験）

1) 設定条件

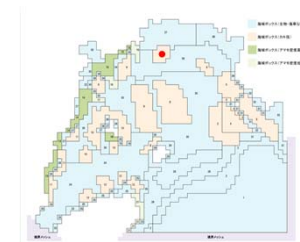
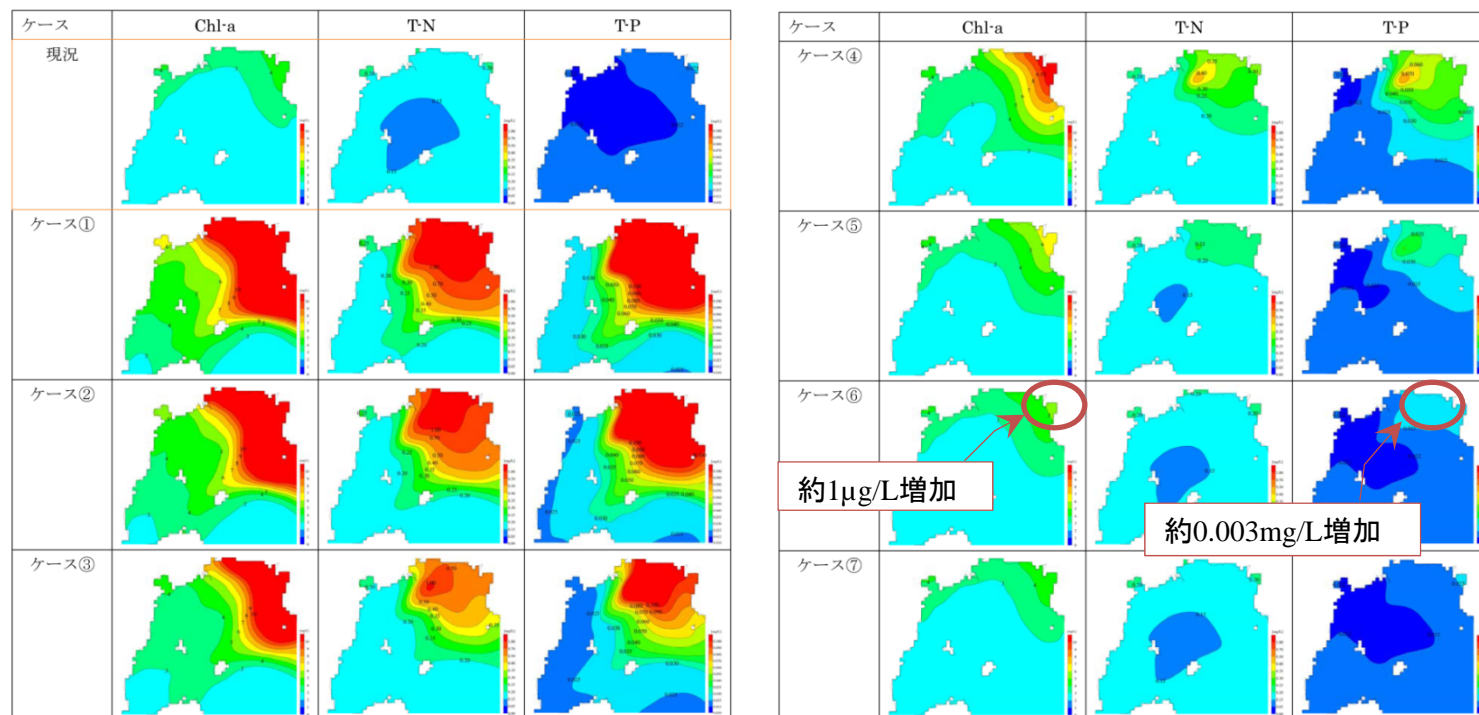
本感度実験における設定条件を表6のとおりとした。

2) 実験結果（水質）

- ケース⑥、⑦では湾口東部におけるChl. aがほとんど変化しなかったことから、ケース⑥及び⑦程度の負荷量であれば、湾外への影響はないと考えられた。
- ケース⑥の場合、湾奥東部を中心にChl. a及びT-P濃度が微増した。

表6 “施肥（感度実験）”の設定条件

感度実験	施肥（感度実験）		
目的	湾内及び周辺海域における水質などに対する施肥の影響を把握する。		
設定方法	流速が遅いボックス7（下図の●）に栄養塩を直接負荷する。		
計算ケース		無機態窒素（IN）負荷量 (kg/day)	無機態りん（IP）負荷量 (kg/day)
	ケース①	9,720	1,950
	ケース②	6,480	1,300
	ケース③	3,240	650
	ケース④	972	195
	ケース⑤	324	65
	ケース⑥	97	19.5
	ケース⑦	32	6.5
期間	10月1日～11月30日に実施		



施肥位置（●）

図21 10月の月平均Chl. a、T-N、T-P濃度分布図

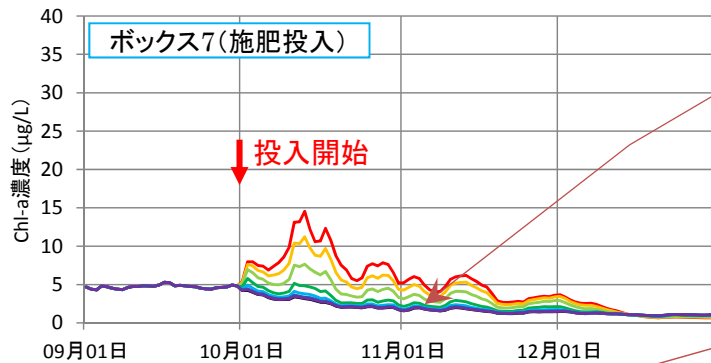
2. 管理方策の検証方法と結果

(5) 施肥（感度実験） 2) 実験結果

➤ ボックス7に施肥した場合、Chl. aはボックス7よりもボックス6で高くなりやすかった。

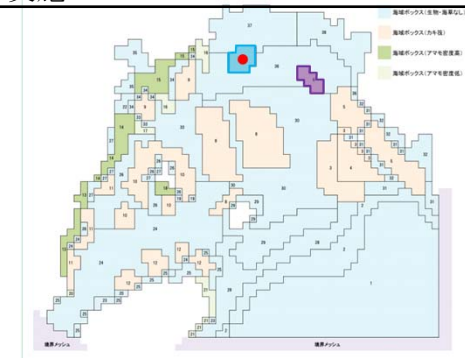
表6 “施肥（感度実験）”の設定条件

感度実験	施肥（感度実験）		
目的	湾内及び周辺海域における水質などに対する施肥の影響を把握する。		
設定方法	流速が遅いボックス7（下図の●）に栄養塩を直接負荷する。		
計算ケース	無機態窒素（IN）負荷量（kg/day）	無機態りん（IP）負荷量（kg/day）	
	ケース①	9,720	1,950
	ケース②	6,480	1,300
	ケース③	3,240	650
	ケース④	972	195
	ケース⑤	324	65
	ケース⑥	97	19.5
	ケース⑦	32	6.5
期間	10月1日～11月30日に実施		



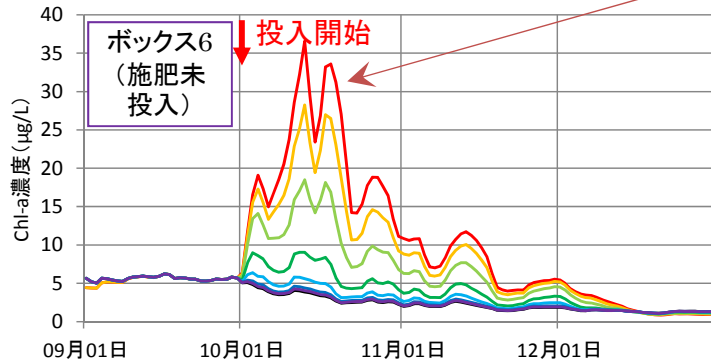
【ボックス7】
ケース⑥、⑦ではChl. aはほとんど増加しない。

【Chl. aの変化】
ボックス7に施肥すると、ボックス6の方でChl. aが高くなりやすい。



施肥位置及びボックス位置

施肥位置(●)
ボックス7(■)
ボックス6(■)



仮にケース⑥と⑦の栄養塩を供給するには、乳用牛堆肥の可給態養分含量（無機態窒素：1.077mg/g）で考えると、
 ➤ケース⑥：約90.1トン（2トントラック：約45台）
 ➤ケース⑦：約29.7トン（2トントラック：約15台）
 の堆肥が毎日必要となる。

図22 Chl. a濃度の経時変化

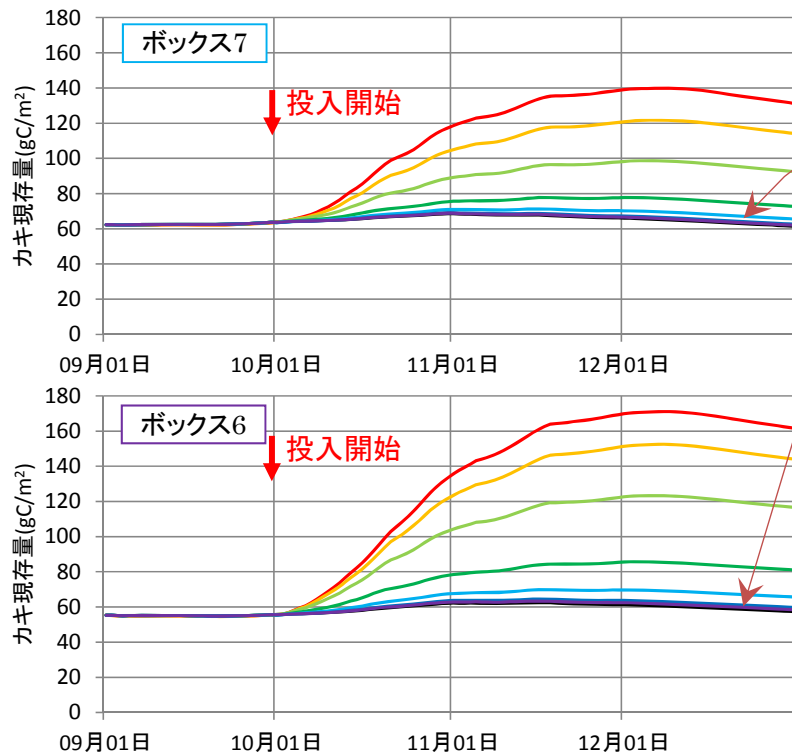
2. 管理方策の検証方法と結果

(5) 施肥（感度実験） 2) 実験結果（カキ）

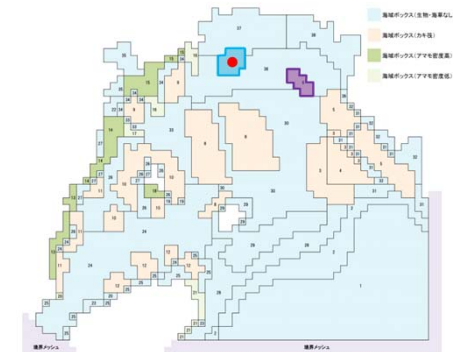
➤ ボックス6でChl. aが高くなるため、カキの現存量も施肥をしたボックス7よりもボックス6で増加しやすかった。

表6 “施肥（感度実験）”の設定条件

感度実験	施肥（感度実験）		
目的	湾内及び周辺海域における水質などに対する施肥の影響を把握する。		
設定方法	流速が遅いボックス7（下図の●）に栄養塩を直接負荷する。		
計算ケース	無機態窒素（IN）負荷量 （kg/day）	無機態りん（IP）負荷量 （kg/day）	
	ケース①	9,720	1,950
	ケース②	6,480	1,300
	ケース③	3,240	650
	ケース④	972	195
	ケース⑤	324	65
	ケース⑥	97	19.5
	ケース⑦	32	6.5
期間	10月1日～11月30日に実施		



【カキ現存量の変化】
ケース⑥、⑦は、現況に比べてほとんど変化がない。



施肥位置及びボックス位置
施肥位置（●）
ボックス7（■）
ボックス6（■）

図23 カキ現存量の経時変化

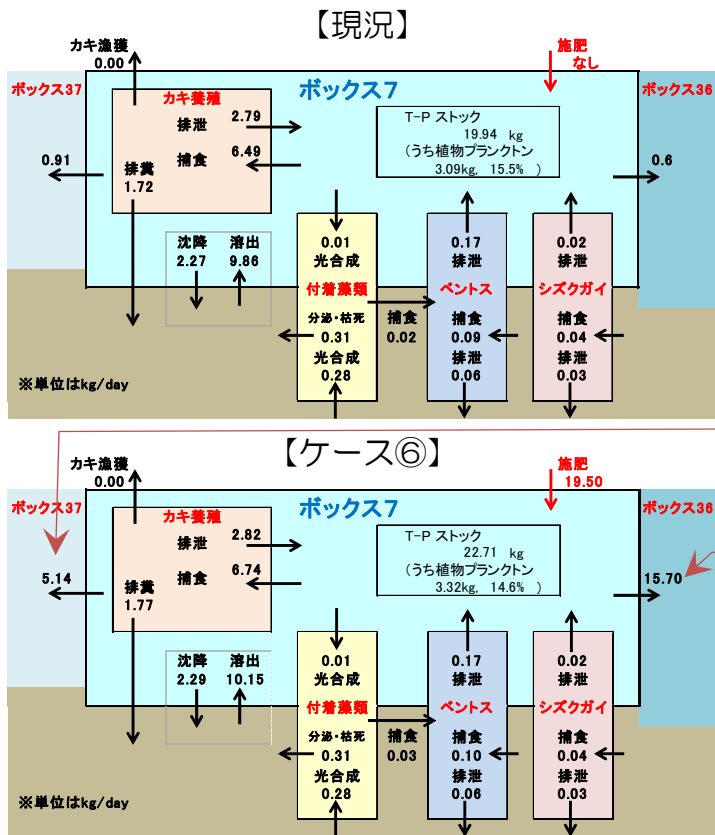
2. 管理方策の検証方法と結果

- (5) 施肥（感度実験）
- 2) 実験結果（物質循環）

➤ ボックス7に負荷した栄養塩類のほとんどが、ボックス外に流出した。

表6 “施肥（感度実験）”の設定条件

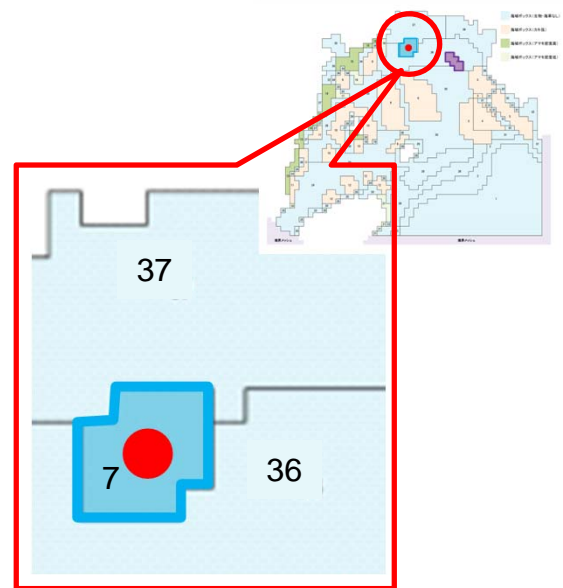
感度実験	施肥（感度実験）		
目的	湾内及び周辺海域における水質などに対する施肥の影響を把握する。		
設定方法	流速が遅いボックス7（下図の●）に栄養塩を直接負荷する。		
計算ケース		無機態窒素（IN）負荷量 (kg/day)	無機態りん（IP）負荷量 (kg/day)
	ケース①	9,720	1,950
	ケース②	6,480	1,300
	ケース③	3,240	650
	ケース④	972	195
	ケース⑤	324	65
	ケース⑥	97	19.5
	ケース⑦	32	6.5
期間	10月1日～11月30日に実施		



【ボックス37への流出】
 現況に比べて4.23kg/day増加する。
 これは、施肥投入(19.5kg/day)の21.7%に相当する。

【ボックス36への流出】
 現況に比べて15.1kg/day増加する。
 これは、施肥投入(19.5kg/day)の77.4%に相当する。

【本モデルでは】
 施肥(19.5kg/day)のうち、計99.1%が隣接するボックスに流出する(ただし、本モデルは、局所的(カキ筏内外)の変化は表現しにくい)。



施肥位置及びボックス位置
 施肥位置 (●)
 ボックス7 (■)
 ボックス6 (■)

図24 現況(上)及びケース⑥(下)におけるT-Pの循環(ボックス7、10月)

2. 管理方策の検証方法と結果

(6) アマモ場の有無による差（感度実験）

1) 設定条件

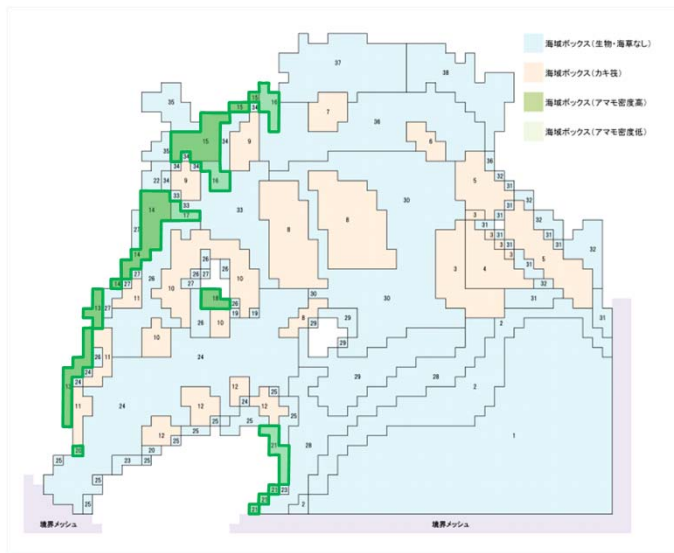
本感度実験における設定条件を表7のとおりとした。

2) 実験結果（水質）

▶ アマモ場が存在すると、特に北西部のDO（溶存酸素量）が増加すると予測された。

【DOの変化】

DO、特に北西部のDOの増加にアマモが大きな役割を担っていると考えられた。



計算対象ボックス(アマモボックス ■)

表7 “アマモ場の有無による差(感度実験)”の設定条件

感度実験	アマモ場の有無による差（感度実験）	
目的	三津湾におけるアマモ場の存在意義を確認する。	
設定方法	アマモの現存量を0とした場合の物質循環を把握する。	
計算ケース		計算ボックス
	現況（アマモあり）	ボックス13～18、21
	ケース①（アマモなし）	

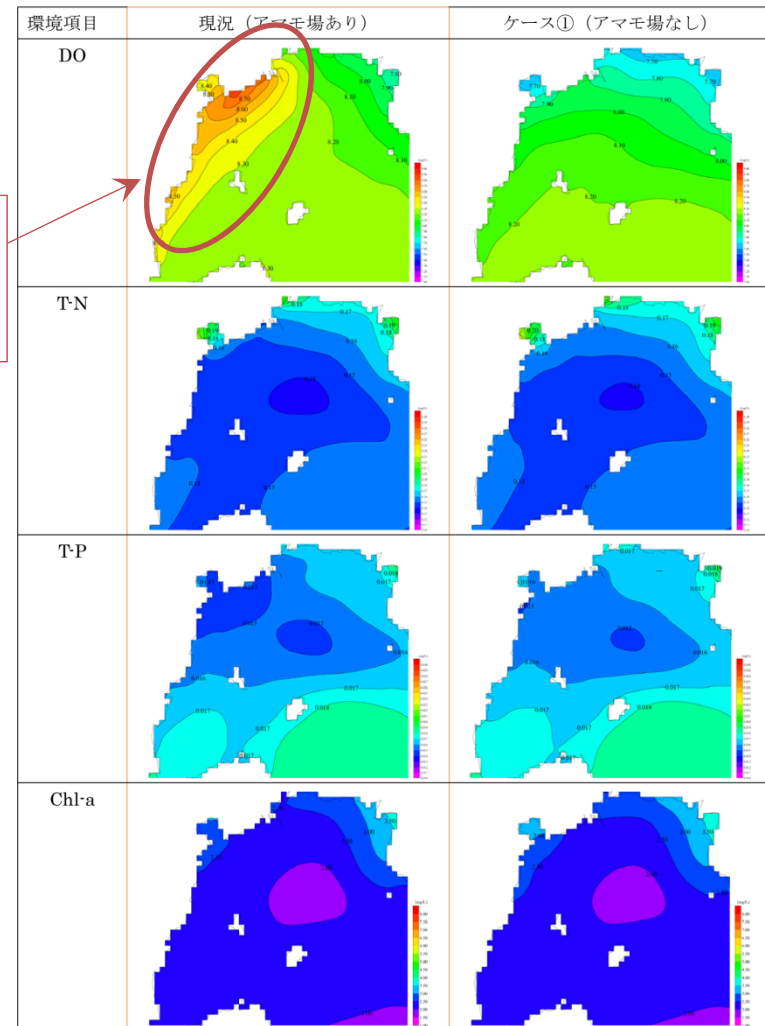


図25 6月の月平均DO、T-N、T-P、Chl. a濃度分布図

2. 管理方策の検証方法と結果

(6) アマモ場の有無による差（感度実験） 2) 実験結果（物質循環）

➤ 三津湾においては、アマモ場の有無によって、物質循環の状況に大きな変化は生じなかった。

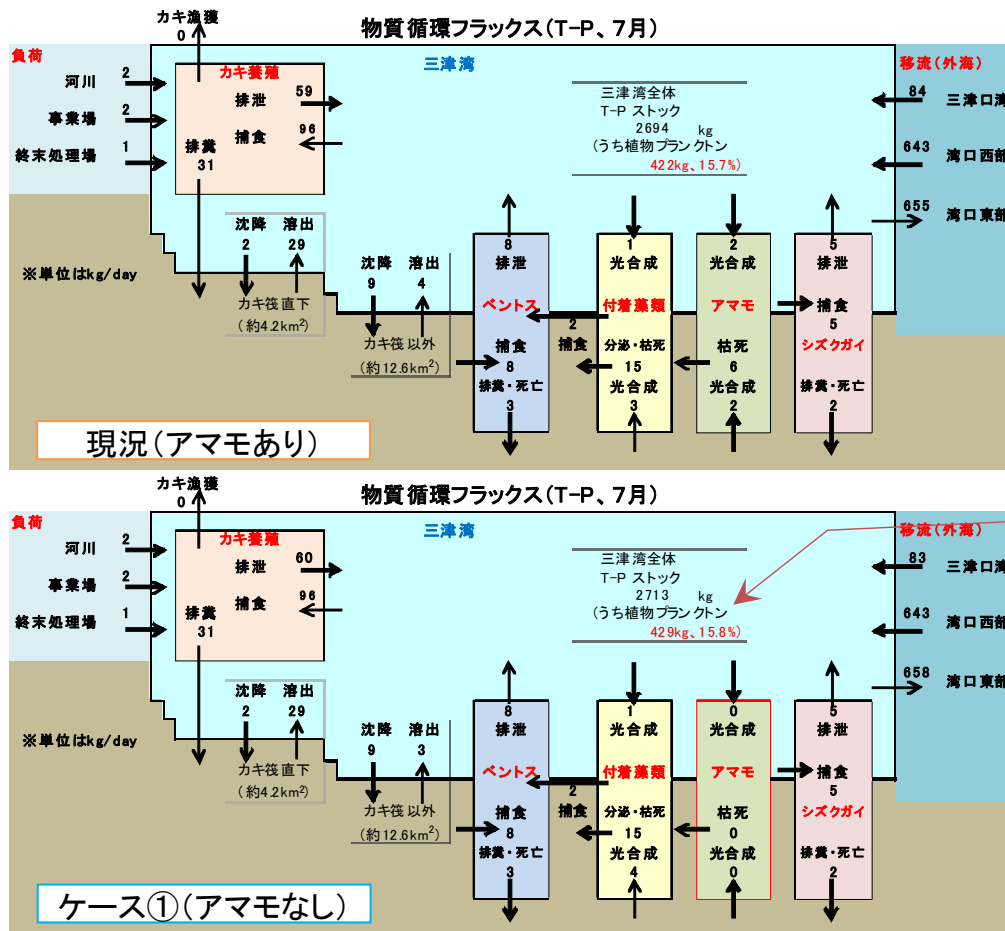
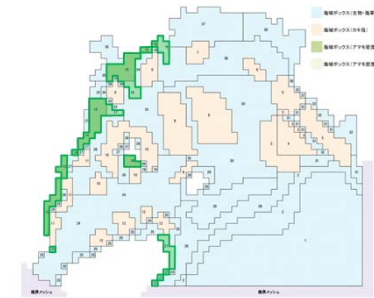


図26 アマモの有無による物質循環フラックスの違い

表7 “アマモ場の有無による差(感度実験)”の設定条件

感度実験	アマモ場の有無による差 (感度実験)	
目的	三津湾におけるアマモ場の存在意義を確認する。	
設定方法	アマモの現存量を0とした場合の物質循環を把握する。	
計算ケース		計算ボックス
	現況 (アマモあり)	ボックス13~18、21
	ケース① (アマモなし)	



計算対象ボックス(アマモボックス)

【T-Pの物質循環】

湾全体のT-Pストックが19kg増加し、そのうち植物プランクトンが7kg増加するが、付着藻類などの生物には影響がなく、湾外への流出が3kg増加する程度であり、T-Pの物質循環はほとんど変化しない。

(物質循環の状況に大きな変化はなかったが) 本モデルでは計算できないが、アマモの存在下で、生物の生息空間が形成されることがある。

2. 管理方策の検証方法と結果

(7) カキ付着物の底質への影響（感度実験）

1) 設定条件

本感度実験における設定条件を表8のとおりとした。

2) 実験結果（底質）

➤ 底質中のT-N濃度及びT-P濃度は現況に対して1%未満の変化であり、負荷開始から1年間ほとんど変化しなかった。

表8 “カキ付着物の底質への負荷（感度実験）”の設定条件

感度実験	カキ付着物の底質への負荷（感度実験）	
目的	カキ殻の付着物が底質へ落下することによる底質への影響を把握する。	
設定方法	カキから底質への負荷量に係数（図27）をかける（係数は最大で4月に1.19倍）。	
計算ケース		計算ボックス
	ケース①	ボックス3～12
設定根拠	川口ら（2011）	

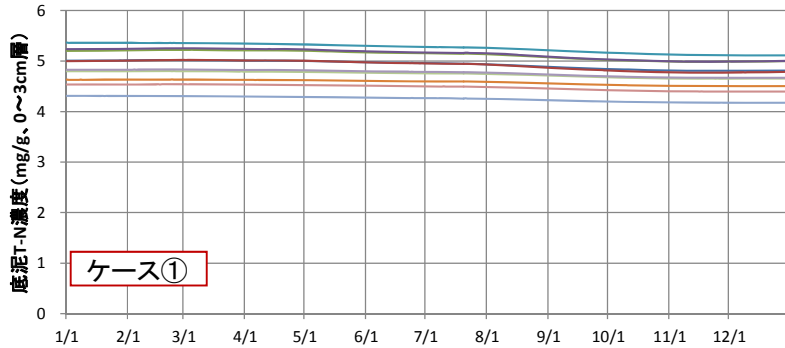
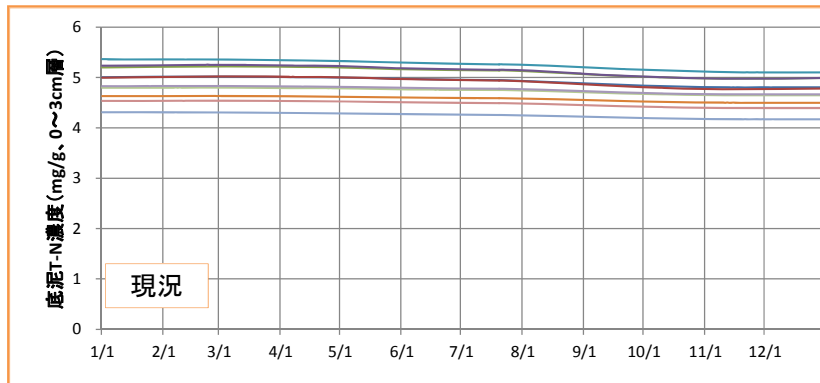
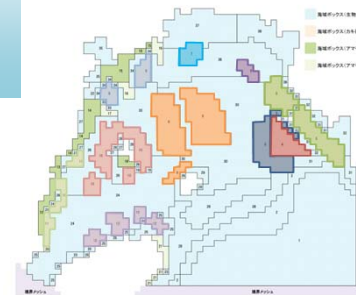


図28 底質中のT-N濃度の計算結果



計算対象ボックス
（カキ筏ボックス）

- ボックス3
- ボックス4
- ボックス5
- ボックス6
- ボックス7
- ボックス8
- ボックス9
- ボックス10
- ボックス11
- ボックス12

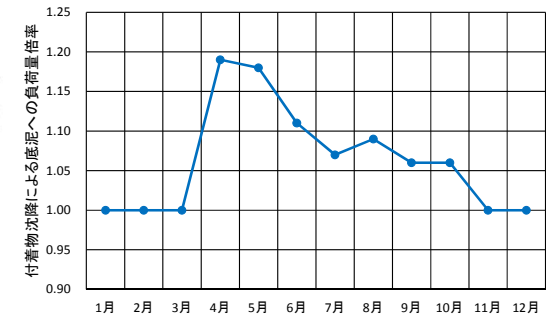


図27 付着物による負荷の係数の経時変化

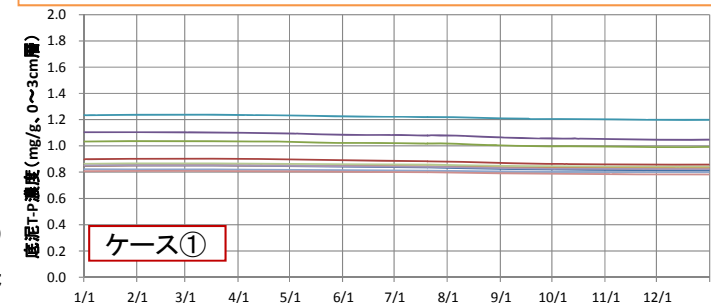
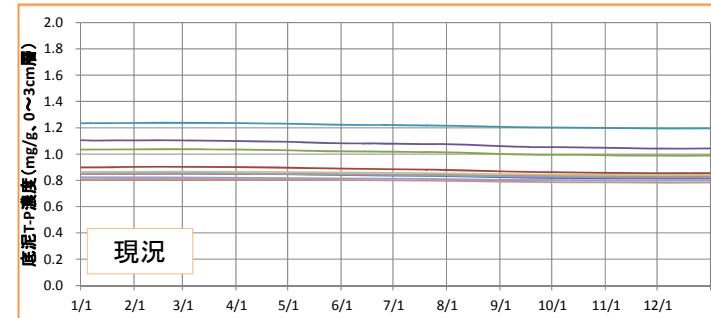


図29 底質中のT-P濃度の計算結果

2. 管理方策の検証方法と結果

(7) カキ付着物の底質への影響（感度実験） 2) 実験結果（底生生物及びカキ）

➤ 底生生物及びカキの現存量の変化は小さく、それぞれ最大約2%、約4%の微増にとどまった。

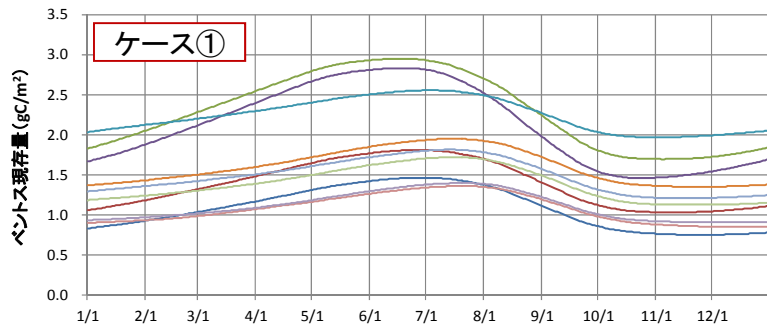
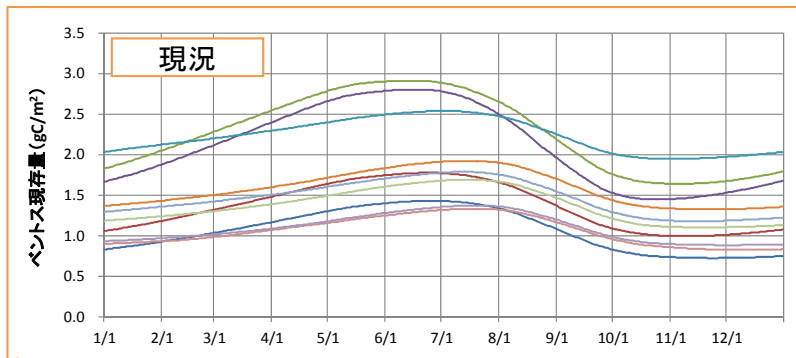


図30 現況(上)及びケース①(下)における底生生物現存量の計算結果

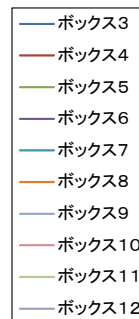
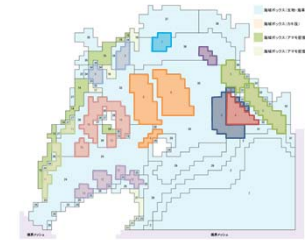


表8 “カキ付着物の底質への負荷（感度実験）”の設定条件

感度実験	カキ付着物の底質への負荷（感度実験）	
目的	カキ殻の付着物が底質へ落下することによる底質への影響を把握する。	
設定方法	カキから底質への負荷量に係数（図27）をかける（係数は最大で4月に1.19倍）。	
計算ケース		計算ボックス
	ケース①	ボックス3～12
設定根拠	川口ら（2011）	



計算対象ボックス
(カキ筏ボックス)

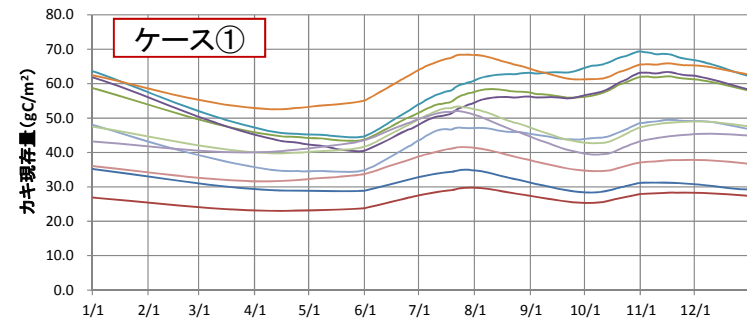
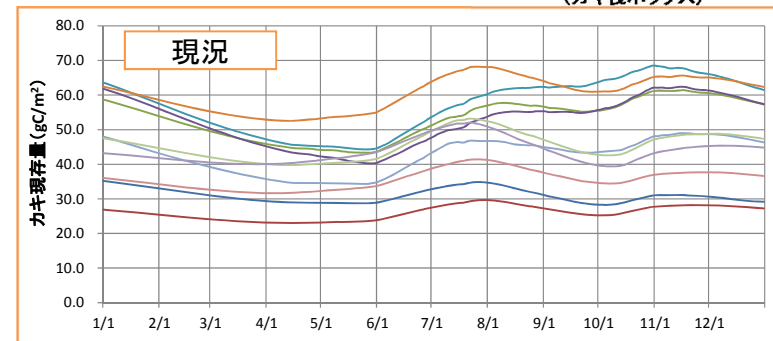


図31 現況(上)及びケース①(下)におけるカキ現存量の計算結果

3. 管理方策の効果の評価

【地域検討委員会における健全化基本方針(案)】

三津湾の海域利用と連携した 底質環境の改善と基礎生産力の向上による物質循環健全化



基本方針	方策	主な評価（シミュレーションによる計算結果）	三津湾の 海域利用への影響
底質改善 対策	底質改善剤の 鋤き込み	<ul style="list-style-type: none"> ▶底質間隙水中の硫化水素は減少し、底質改善剤の硫化水素最大吸着量に達するには約10年かかる。 ▶カキ現存量に影響が少なく、底生生物の現存量は増加する。また、底生生物の増加に伴う魚類推定現存量は、方策開始後2年半で最大52.7%の増加が見込まれる。 	カキ養殖への影響がなく、魚類の現存量の増加が期待される。その移動や取り上げ（漁獲）は、系外への有機物の移出となり、物質循環の健全化に資する。
	人工中層海底の 設置	<ul style="list-style-type: none"> ▶冬季における堆積物の捕捉状況によって、底質及び底生生物の現存量に対する効果が異なった。 ▶カキ現存量が微減する可能性もある。 	カキ現存量に影響を及ぼす可能性がある。また、水深が浅い場所では設置が困難。
栄養塩不足 対策	下水処理水の 放流調整	▶放流口付近のT-N濃度は若干高くなるが、湾全体には効果が及ばない。	変化なし。
	カキ養殖量の 調整	<ul style="list-style-type: none"> ▶カキ初期養殖量を増やすと、底質間隙水の硫化水素が発生しやすくなる可能性がある。 ▶カキ初期養殖量を減らすと、1個体あたりの重量は増加する。 	カキ初期養殖量を減らす場合、成長は良くなるが、湾奥以外のカキの現存量が減少する可能性がある。
感度実験	施肥	<ul style="list-style-type: none"> • 近隣海域に影響を及ぼさない程度の栄養塩の負荷では、現状とほとんど変わらない可能性がある。 • 海水交換が良いため、栄養塩を負荷しても、負荷場所と異なる場所に影響が及ぶ可能性がある。 	本モデルは湾全体を表すのに適しているが、局所的（カキ筏内外）な変化は表現しにくいので、今後、詳細な検討が必要。
	アマモ場の 有無の差	• 三津湾において、アマモの存在はDOの増加に大きな役割を担っていると考えられる。	生息場としての評価は、本モデルではできない。
	カキ付着物の 底質への負荷	• 現況に対するカキ付着物が及ぼす変化率は、底質のT-N、T-Pともに1年間で1%未満である。	今後、モデルを改良し、改めて現況再現を行うことが望ましい。

3. 管理方策の効果の評価

基本方針	方策	メリット	デメリット
底質改善対策	底質改善剤の鋤き込み	<ul style="list-style-type: none"> 方策の方法が簡易 底生生物及び魚類への好影響が期待される 	
	人工中層海底の設置	<ul style="list-style-type: none"> 底質への負荷が小さくなる可能性がある 	<ul style="list-style-type: none"> 水深が浅い場所では設置が困難
栄養塩不足対策	下水処理水の放流調整		<ul style="list-style-type: none"> 湾全体への効果がない
	カキ養殖量の調整	<ul style="list-style-type: none"> 1個体あたりの成長が良くなる 	<ul style="list-style-type: none"> 湾奥以外のカキ現存量が減少する可能性がある
感度実験	施肥	<ul style="list-style-type: none"> 負荷場所と異なるが、基礎生産力のUPが見込まれる。 	<ul style="list-style-type: none"> 近隣海域への配慮が必要 本モデルでは効果の検証が困難

(三津湾地域ヘルシープランとして)
 三津湾では“底質改善剤の鋤き込み”が、「硫化水素の発生の低減⇒底生生物の増加⇒魚介類の蛸集⇒系外への移動・取り上げの増加」による有機物の系外への移出を増大させ、物質循環の健全化に最も効果的であると考えられる。

