

(2)物質循環バランス向上対策(案)の
シミュレーション結果について

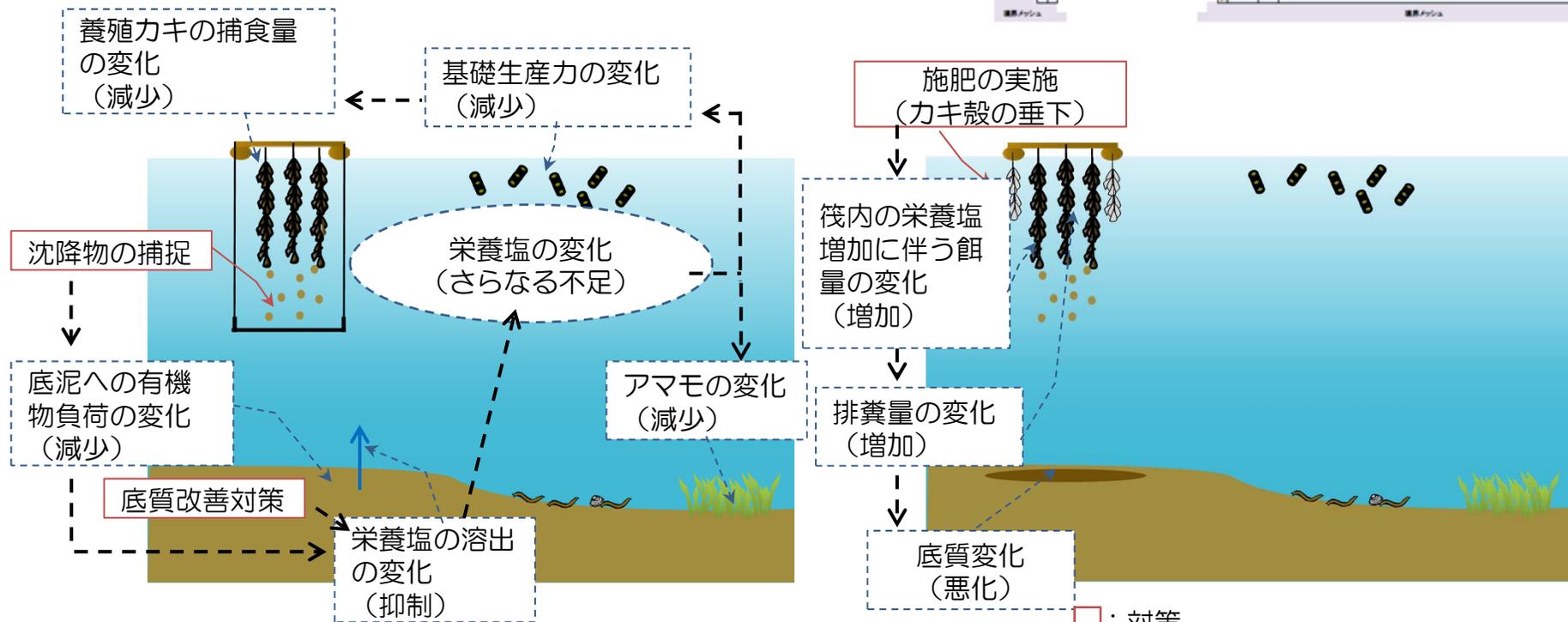
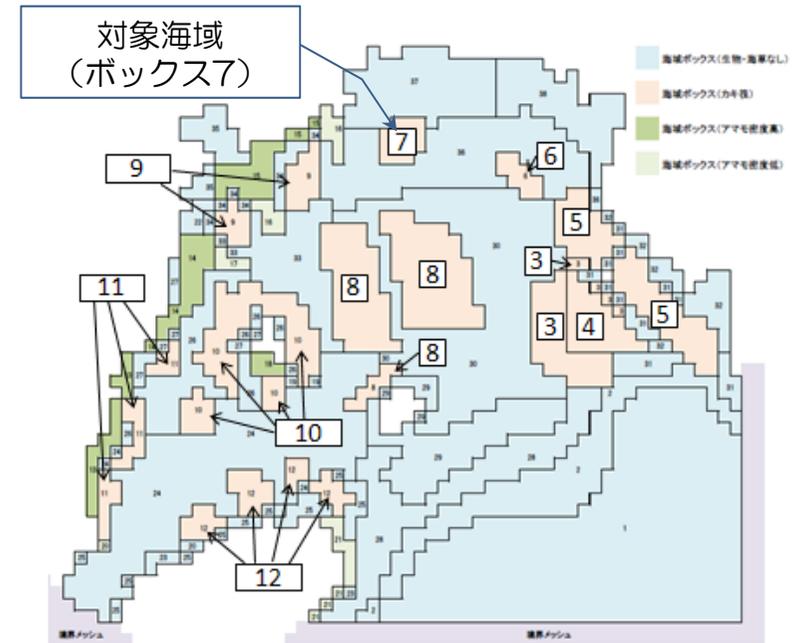
1. シミュレーションの前提条件

(1) 各シミュレーションの計算範囲

三津湾では、対策及び課題を整理した結果、相互的に矛盾している。

そのため、対策を実施した場合の相互的な影響を予測しておく必要がある（例：底質改善による栄養塩の変化（ニカキ現存量の変化）など）。

そこで、現地調査の結果、底質の悪化が確認されたSt.5を含むボックス7に加え、湾内全域の筏（もしくは筏直下の海底）に対策を施した場合の湾全体のボックスの物質循環を計算することで、相互的な影響を予測し、各対策を比較した。



【対策の矛盾点（左：底質改善、右：施肥による栄養塩不足対策）】

□：対策

□：対策による変化（カッコ内は想定）

1. シミュレーションの前提条件

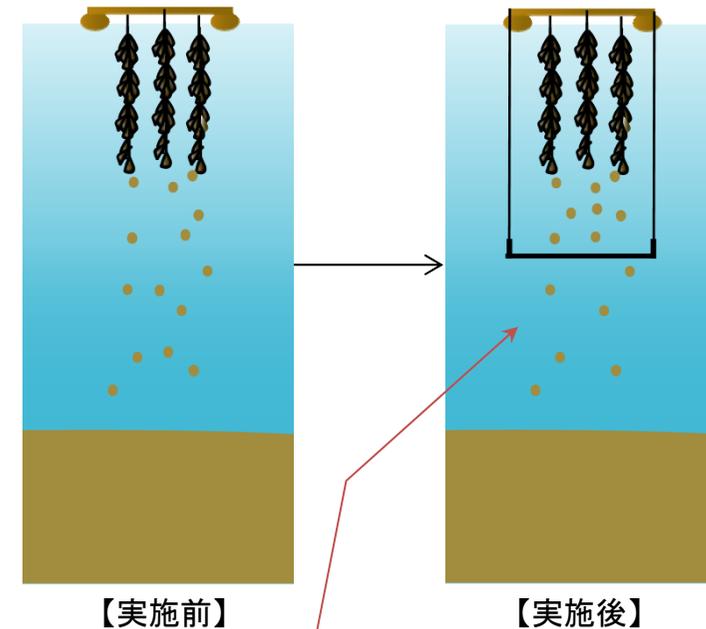
(2) 各シミュレーションの前提条件

【ケース1①】人工中層海底の設置（底質改善）

- 方法：カキ筏直下に人工中層海底を設置
- 効果：カキ筏からの沈降有機物の捕捉
- 設定：カキ筏からの排糞量に係数をかけて増減
- 係数：12～5月；1.29倍
6、11月；0.94倍
7～10月；0.906倍
- 期間：計算全期間で設定
- 参考文献：山本ら（2009）

【ケース1②】【ケース1①】を夏季～秋季のみ設置した場合

- 係数：12～5月；1.00倍
6、11月；0.94倍
7～10月；0.906倍



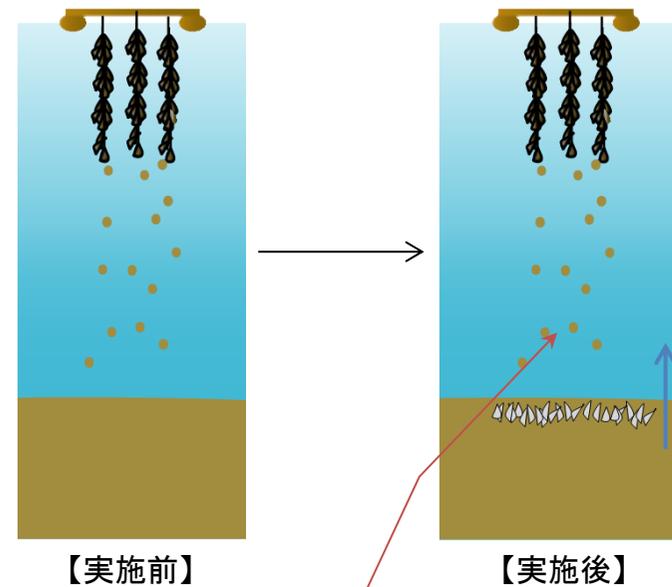
【人工中層海底による下方フラックスの軽減率】
7～10月： 9.4%
10～11月：6.0%
11～1月： -29%（増加）…ケース1②では削除

1. シミュレーションの前提条件

(2) 各シミュレーションの前提条件

【ケース2】 耕耘+底質改善材の混合

- 方法：底泥に熱風乾燥カキ殻を1：1で混合
- 効果：硫化水素の減少、リンの溶出削減
- 設定：①底泥間隙水中の硫化水素濃度を0 mg/L
②底泥からのリンの溶出を54%削減
- 期間：計算全期間で設定
- 参考文献：浅岡（2009）他



【耕耘+底質改善材の混合】
間隙水の硫化水素濃度：0 mg/L
リンの溶出：54%削減（全期間と仮定）

1. シミュレーションの前提条件

(2) 各シミュレーションの前提条件

【ケース3】施肥（栄養塩不足対策）

- ▶方法：カキ殻を筏に付けて海域に投入し、付着物、貝柱を分解させる。
- ▶効果：海域への直接負荷
- ▶設定：筏1つあたりカキ殻200個分の負荷を算出
⇒T-N；1.50 g/メッシュ/day
T-P；0.17 g/メッシュ/day
- ▶期間：5月1日、10月15日に投入
(効果持続期間：30日間)
- ▶参考：地域WGの分析結果（下表参照）

【カキ殻の付着物・貝柱のT-N、T-P】

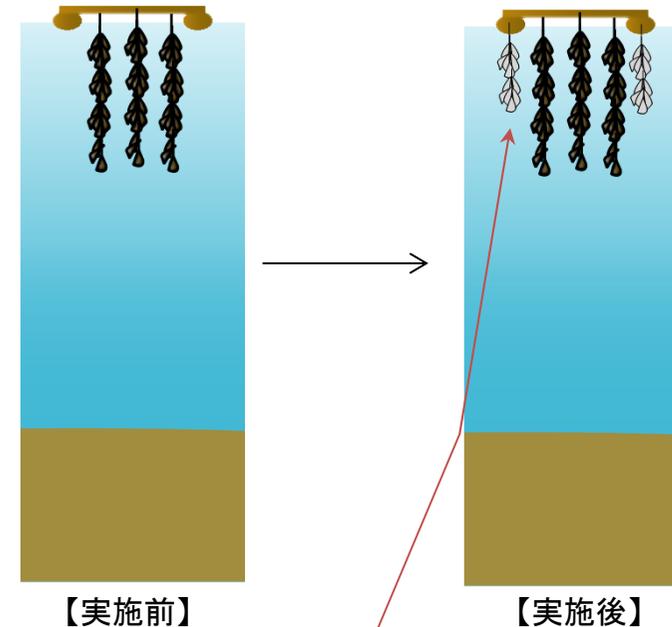
(目的)：貝柱及びカキ殻の付着物のT-N、T-Pの把握

(方法)：カキ殻に残っていた貝柱の重量を基に、既往知見よりT-N、T-Pを算出した。付着物に関しては、カキ殻から付着物を回収し、回収した試料のT-N、T-Pを測定した。

これらの値をカキ殻の湿重量1gあたりに換算した。

(結果)：

	T-N	T-P
貝柱	0.060 mg/g wet	0.0084 mg/g wet
付着物	0.58 mg/g wet	0.063 mg/g wet
※カキ殻付き湿重量 1 g wetあたりのT-N、T-P		

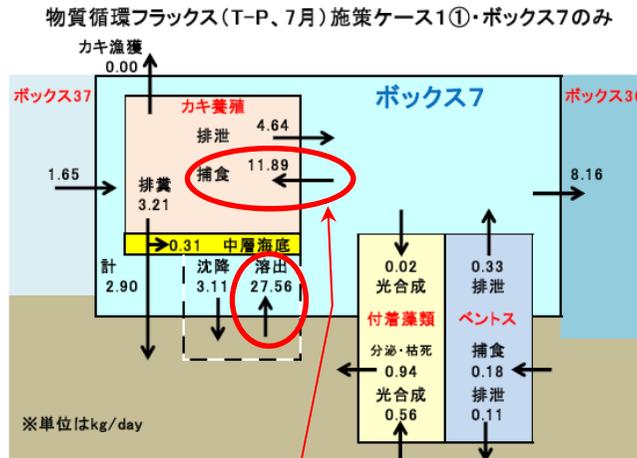
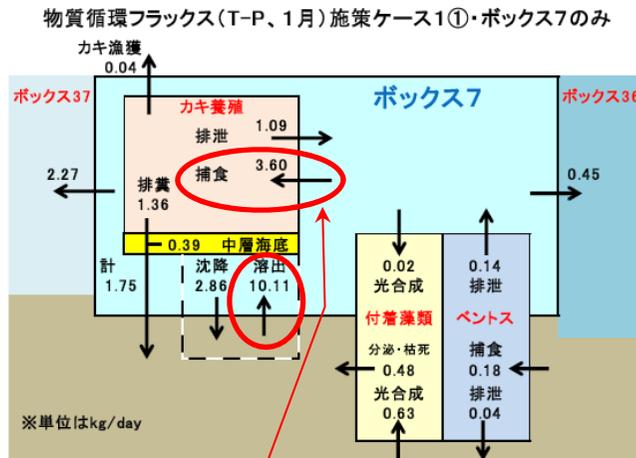
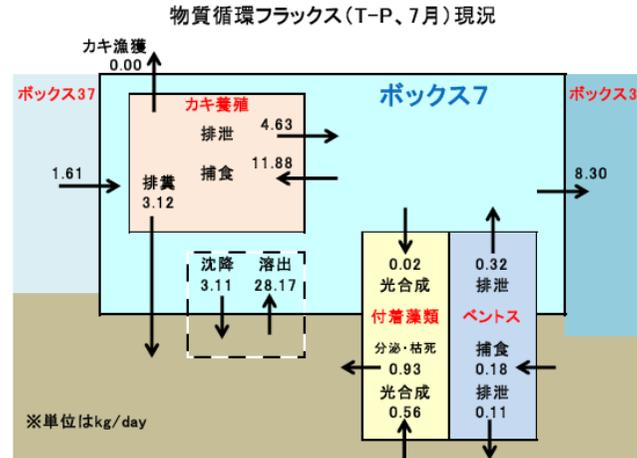
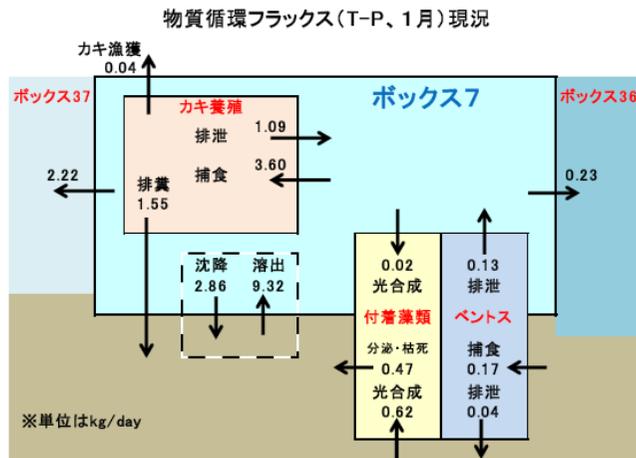
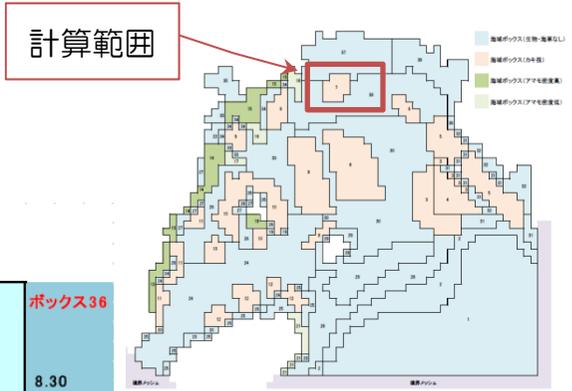


【施肥】
筏1つあたりのカキ200個分の負荷
T-N：1.50 g/メッシュ/day
T-P：0.17 g/メッシュ/day

2. シミュレーションの結果概要

(1-1) 【ケース1①】の計算結果（ボックス7のみ）

- 設定条件：BOX7のカキ筏に人工中層海底を設置した場合



【カキの捕食（1月）】
底泥からの栄養塩の溶出が若干増加したが、カキの捕食には影響がない。

【カキの捕食（7月）】
底泥からの栄養塩の溶出が若干減少したが、カキの捕食には影響がない。

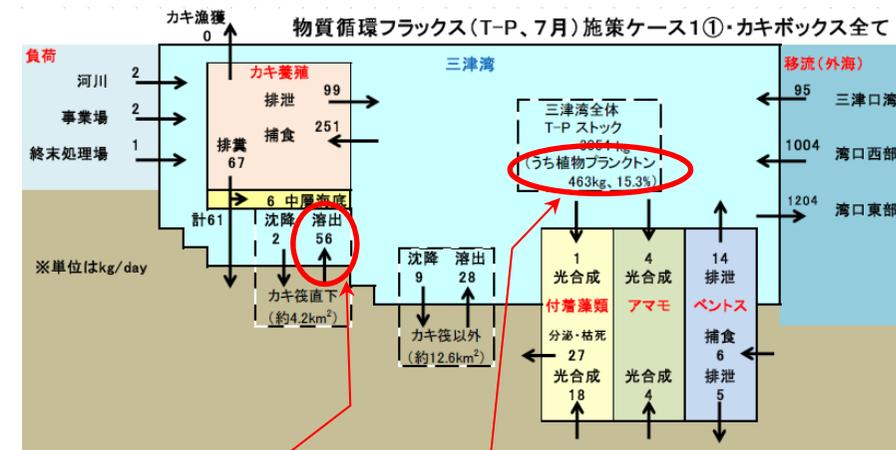
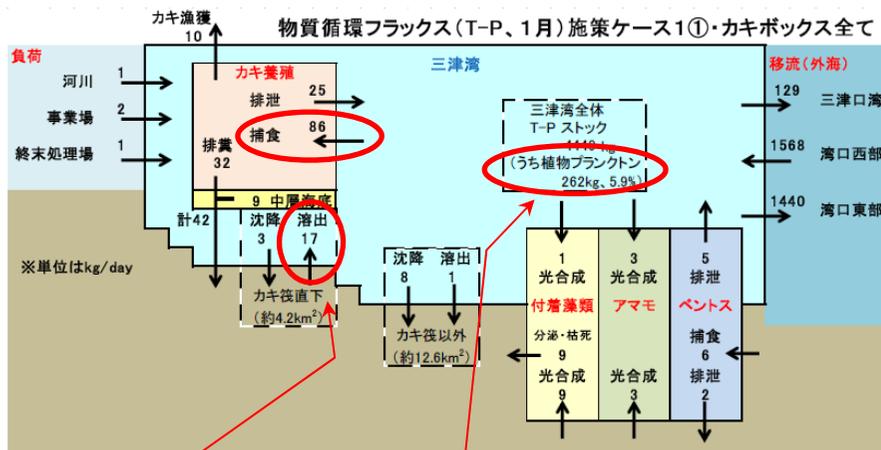
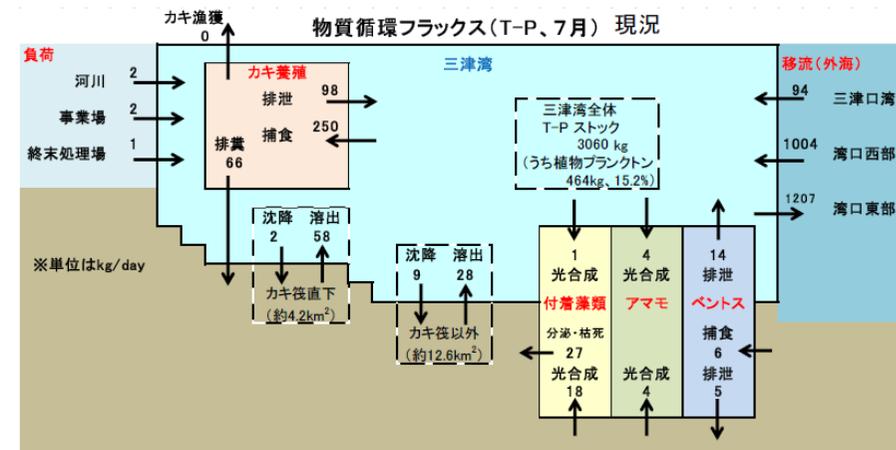
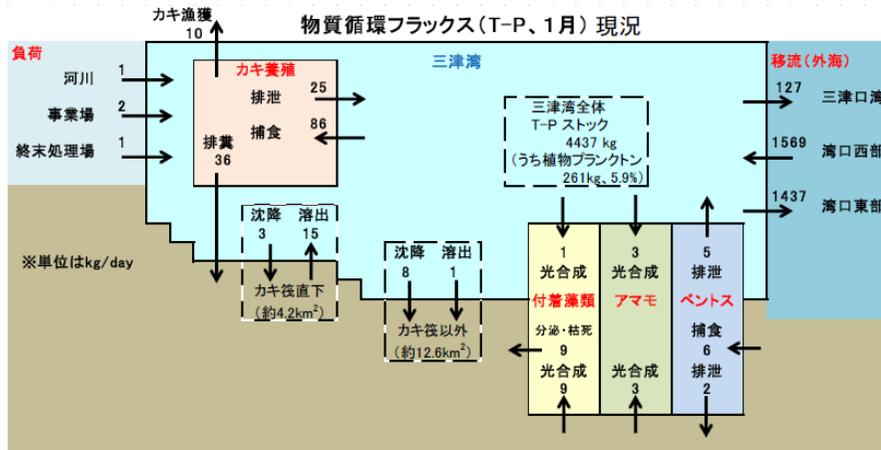
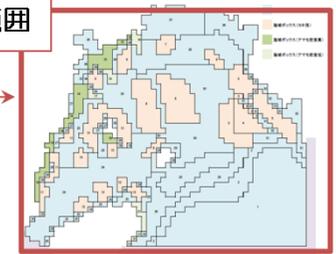
【T-Pの物質循環フラックス（対象海域付近のみ）】

2. シミュレーションの結果概要

(1-2) 【ケース1①】の計算結果（湾全体）

- 設定条件：湾全体のカキ筏に人工中層海底を設置した場合

計算範囲



【底泥からの溶出】
ほとんど変化がない。

【植物プランクトン】
あまり影響がない。

【底泥からの溶出】
ほとんど変化がない。

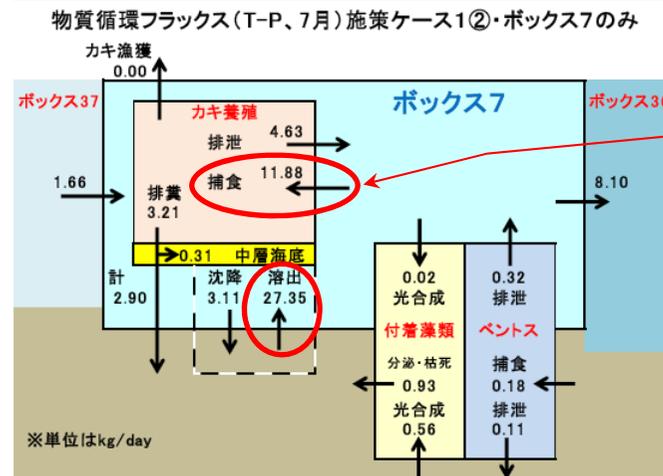
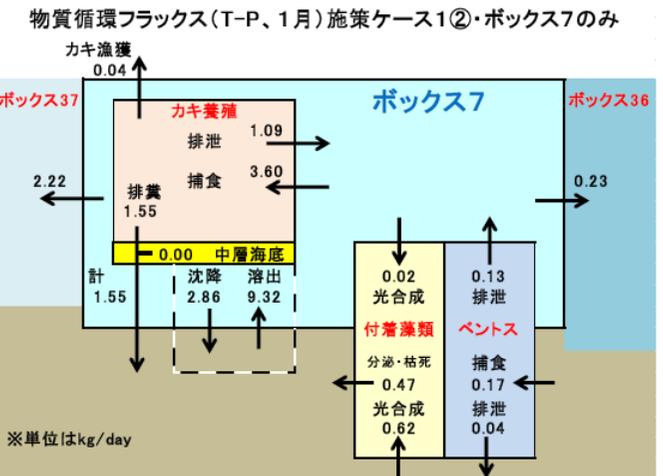
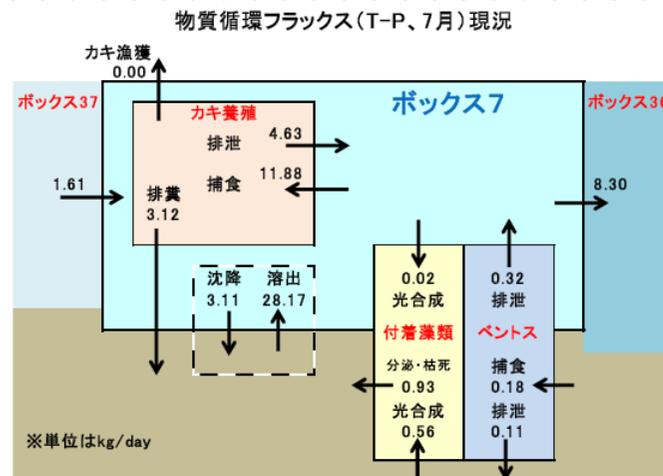
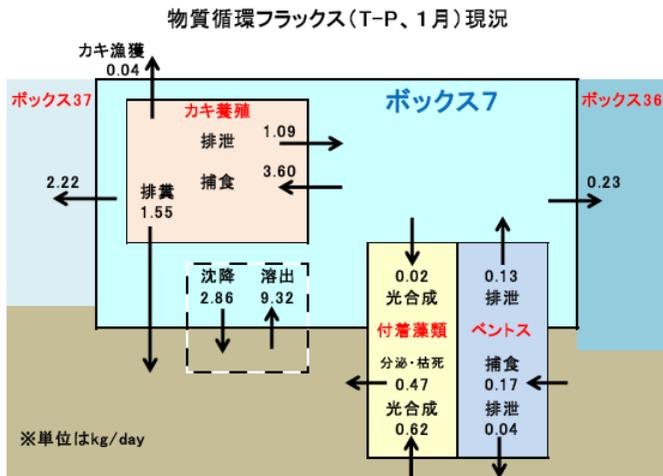
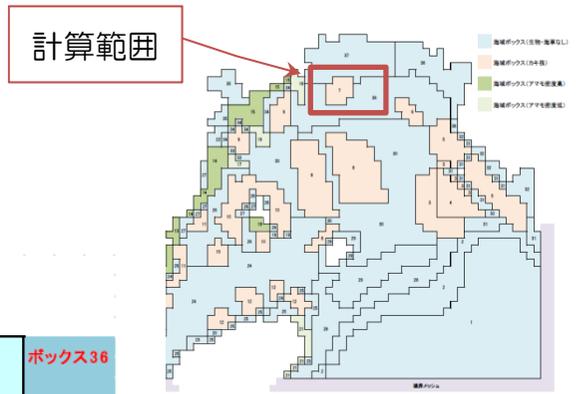
【植物プランクトン】
あまり影響がない。

【T-Pの物質循環フラックス（湾全体）】

2. シミュレーションの結果概要

(1-3) 【ケース1②】の計算結果（ボックス7のみ）

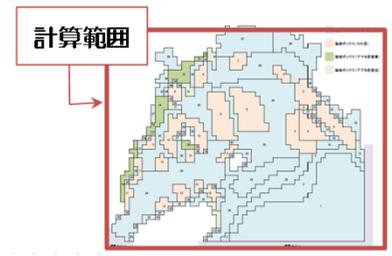
- 設定条件：BOX7のカキ筏に人工中層海底を設置した場合
 （【ケース1①】を夏季～秋季のみ設置した場合：12～5月の堆積量の増加なし）



【カキの捕食（7月）】
 底泥からの栄養塩の溶出にほとんど変化がなく、カキの捕食には影響がない。

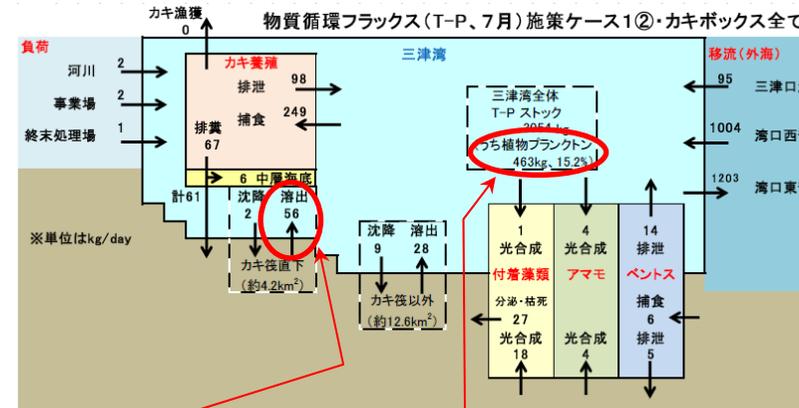
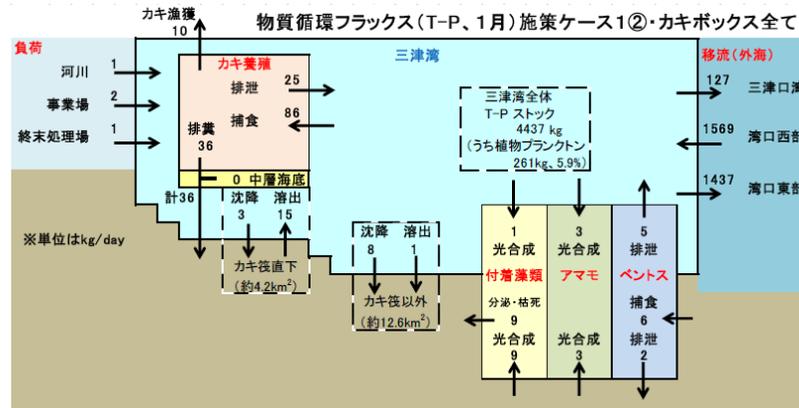
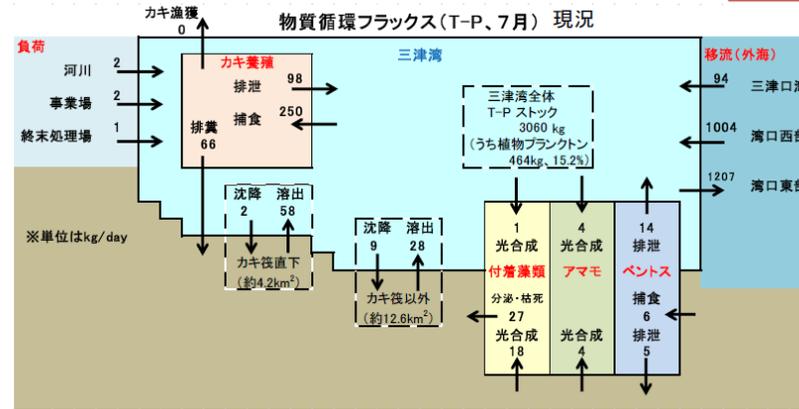
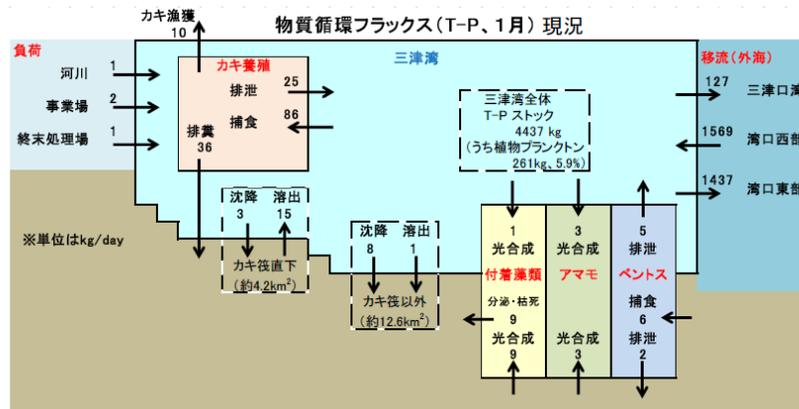
【T-Pの物質循環フラックス（対象海域付近のみ）】

2. シミュレーションの結果概要



(1-4) 【ケース1②】の計算結果（湾全体）

- 設定条件：湾全体のカキ筏に人工中層海底を設置した場合
 （【ケース1①】を夏季～秋季のみ設置した場合：12～5月の堆積量の増加なし）



【底泥からの溶出】
ほとんど変化がない。

【植物プランクトン】
あまり影響がない。

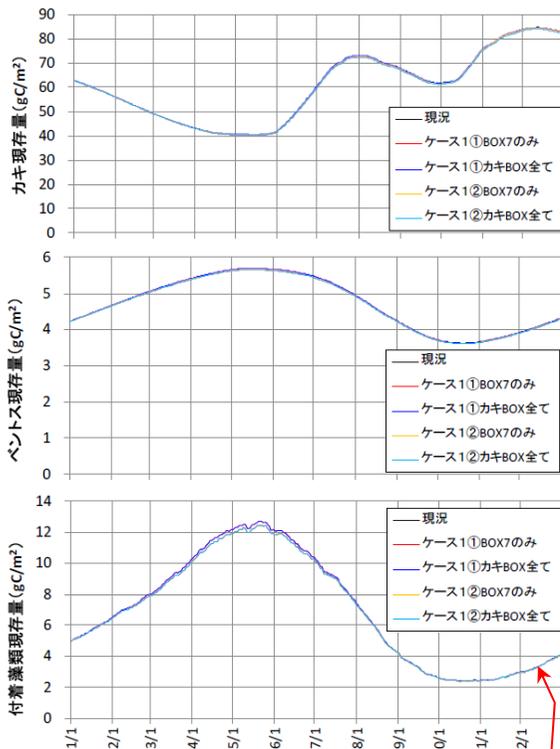
【T-Pの物質循環フラックス（湾全体）】

【ケース1の物質循環フラックス（T-P）のまとめ】
 ▶ ケース1①と②ともに、底泥からの溶出に変化がなく、植物プランクトンにはあまり影響がない。

2. シミュレーションの結果概要

(1-5) 【ケース1】の計算結果（生物（カキ、ベントス、付着珪藻）、底質への影響）

【生物に対する影響】

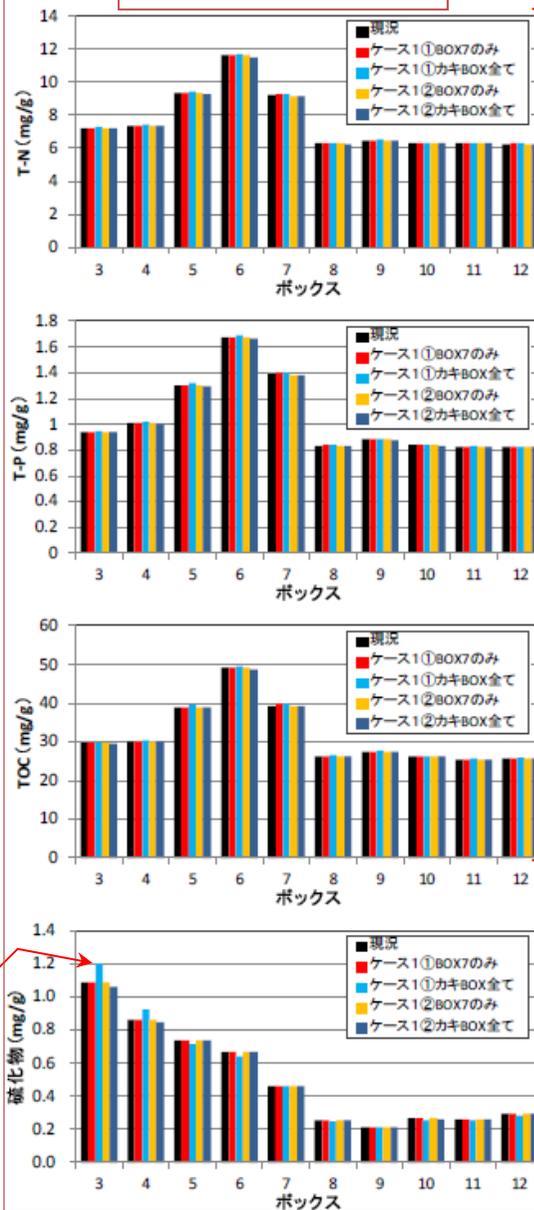


【生物への影響】
ケース1①と②ともに現況と比べて変化が小さい。

【硫化物】

ボックスによって増減の程度が異なる。
ケース1①カキBOX全て：-4.5~+9.9%
ケース1②カキBOX全て：-2.3~+0.0%

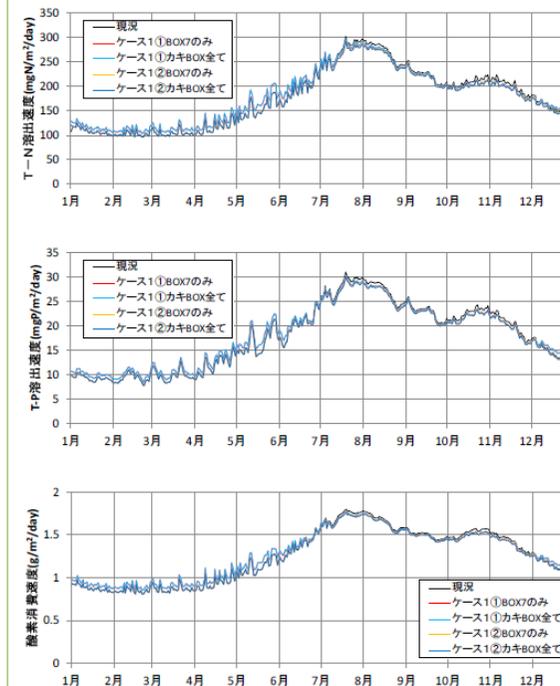
【底質の成分変化】



【T-N、T-P、TOC（湾全体）】
現況に比べて変化が小さい。
ケース1①：最大1.1%増加
ケース1②：最大0.8%減少

【T-NとT-Pの溶出速度、酸素消費速度】
ケース1①の場合、現況に比べて5月までは増加し、8月に減少する傾向がある。

【栄養塩の溶出、酸素消費の変化】



※「BOX7のみ」の結果は、「カキBOX全て」の結果と重なっている

2. シミュレーションの結果概要

(1-6) 【ケース1（人工中層海底の設置）】のまとめ

- ▶ ケース1①及び②ともに、人工中層海底設置によるT-Pの物質循環フラックスの変化が小さい。

【ケース1①（1年を通じて設置した場合）】

- ▶ 生物への影響は、ほとんどないと考えられる。
- ▶ 底泥のT-N、T-P、TOCは最大1.1%増加する程度であり、底質の変化が小さい。
- ▶ 底泥の硫化物は、場所によって増減の程度が異なる。
- ▶ 夏季のT-Pの溶出は、現況と比較して2%程度の減少と、変化が小さい。

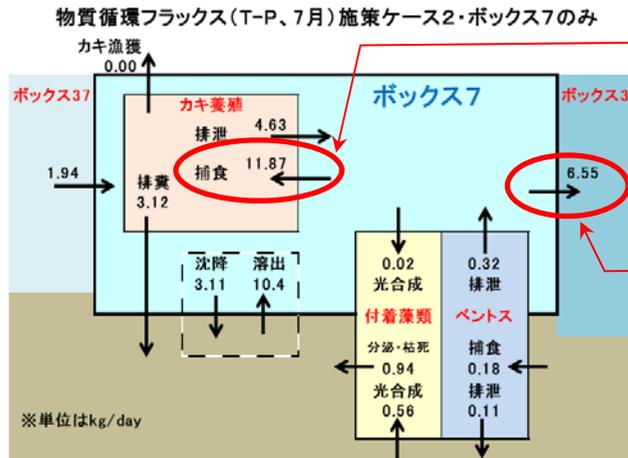
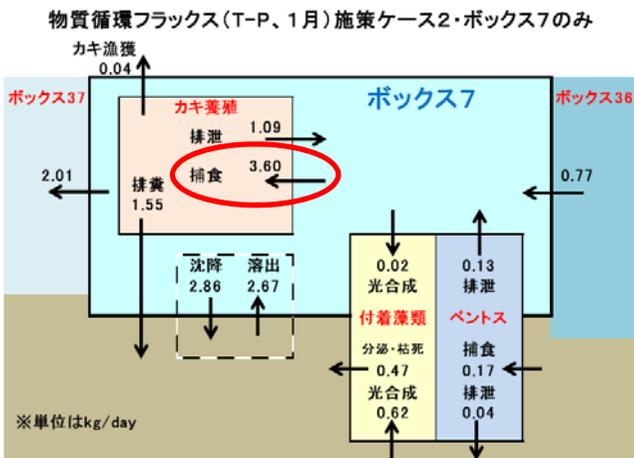
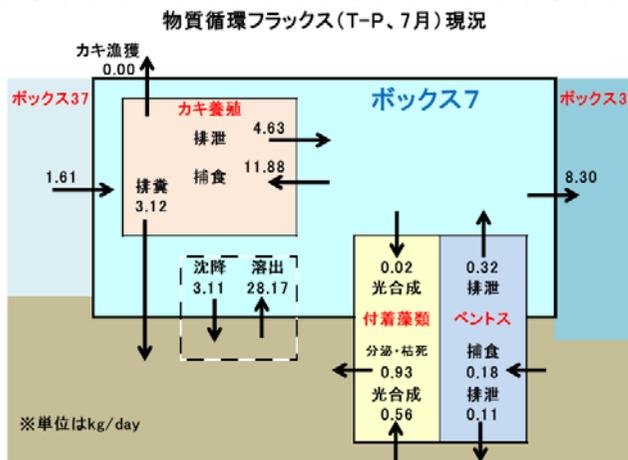
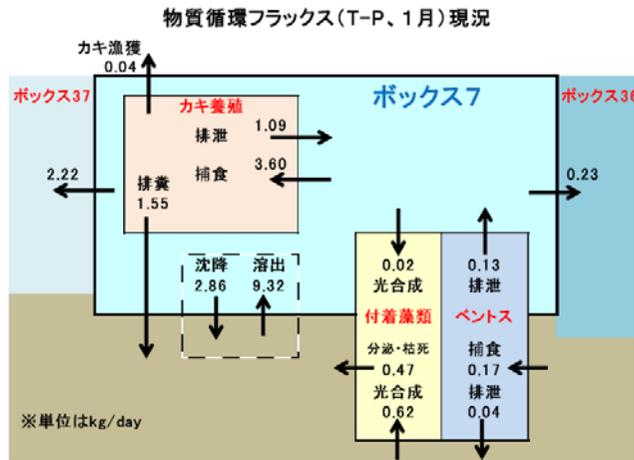
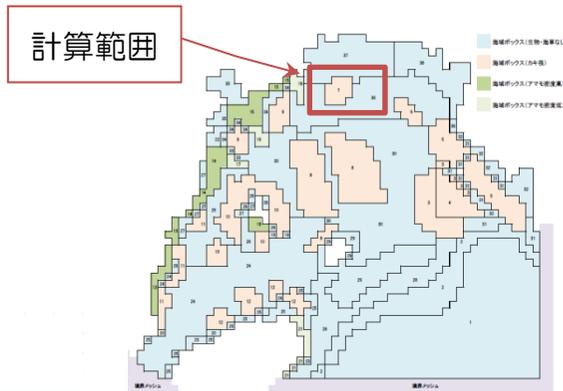
【ケース1②（夏季～秋季に設置した場合）】

- ▶ 生物量への影響は、ほとんどないと考えられる。
- ▶ 底泥のT-N、T-P、TOCは最大0.8%減少する程度であり、底質の変化が小さい。
- ▶ 夏季のT-Pの溶出は、現況と比較して4%程度の減少と、変化が小さい。

2. シミュレーションの結果概要

(2-1) 【ケース2】の計算結果（ボックス7のみ）

- 設定条件：BOX7のみで耕耘+底質改善材の混合を行った場合



【カキの捕食】
底泥からの栄養塩の溶出が減少したが、カキの捕食には変化がない。

【周辺海域への影響】
底泥からの溶出が減少したため、ボックス7からの流出が減少する。

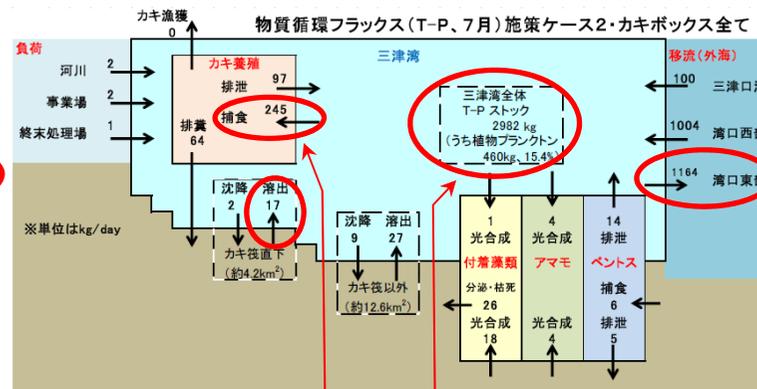
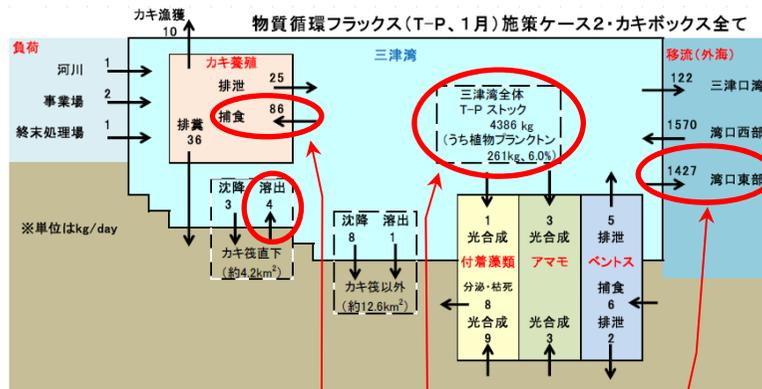
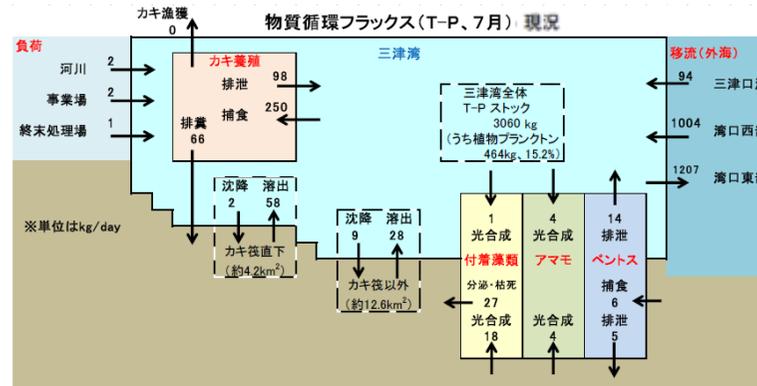
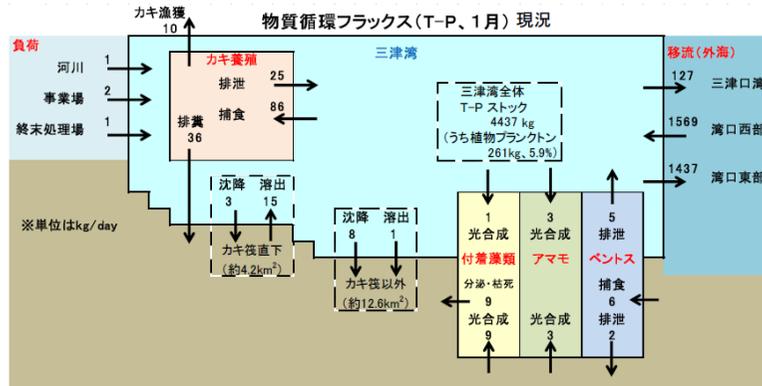
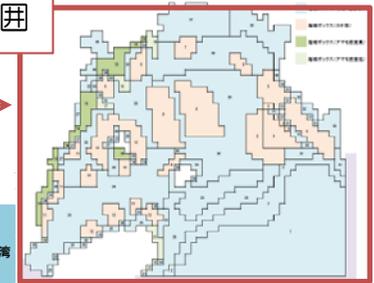
【T-Pの物質循環フラックス（対象海域付近のみ）】

2. シミュレーションの結果概要

(2-2) 【ケース2】の計算結果（湾全体）

➤ 設定条件：湾全体のカキ筏で耕耘+底質改善材の混合を行った場合

計算範囲



【湾外への流出】
湾外への流出は、
3.6%減少する。

【湾外への流出】
湾外への流出は、変化
が小さい。

【カキの捕食】
底泥からの栄養塩の溶出は
減少したが、カキの捕食に
は変化がない。

【植物プランクトン】
底泥からの栄養塩の溶出は
減少したが、植物プランク
トンには変化がない。

【カキの捕食】
底泥からの栄養塩の溶出が
減少し、カキの捕食は若干
減少（2%）する。

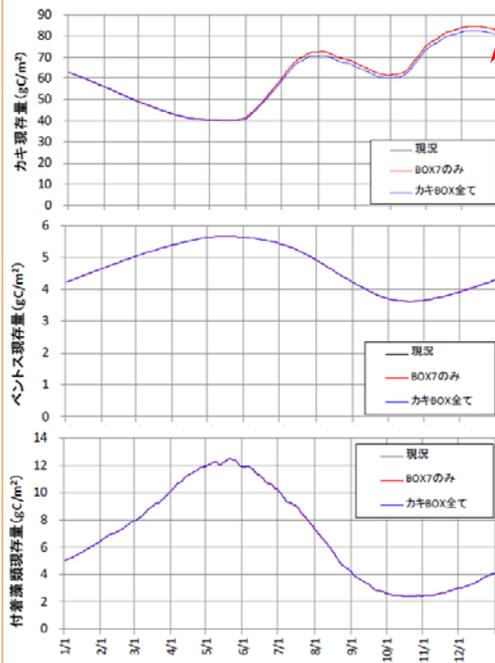
【植物プランクトン】
底泥からの栄養塩の溶出は減
少したが、植物プランクトン
は若干減少（0.9%）する程
度であり、変化は小さい。

【T-Pの物質循環フラックス（湾全体）】

2. シミュレーションの結果概要

(2-3) 【ケース2】の計算結果（生物（カキ、ベントス、付着珪藻）、底質への影響）

【生物に対する影響】



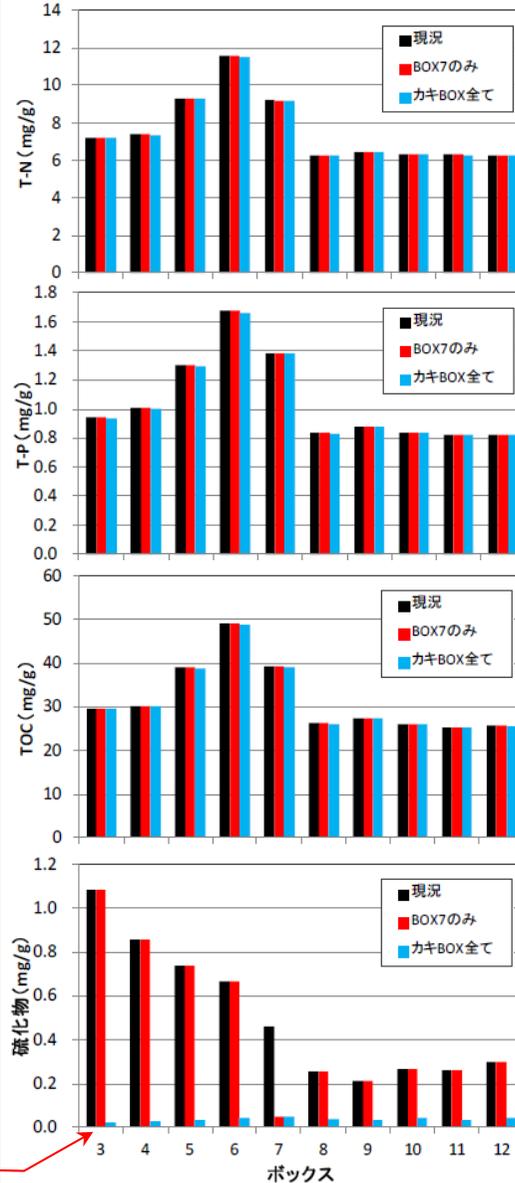
【生物への影響】

カキ現存量は、湾全体の筏の下で対策を実施した場合、わずかに減少する可能性があるが、ボックス7の筏のみで実施した場合は、影響が小さい。ベントス現存量及び付着珪藻現存量への影響は小さい。

【硫化物】

対策を実施したボックスで顕著に硫化物は減少している。

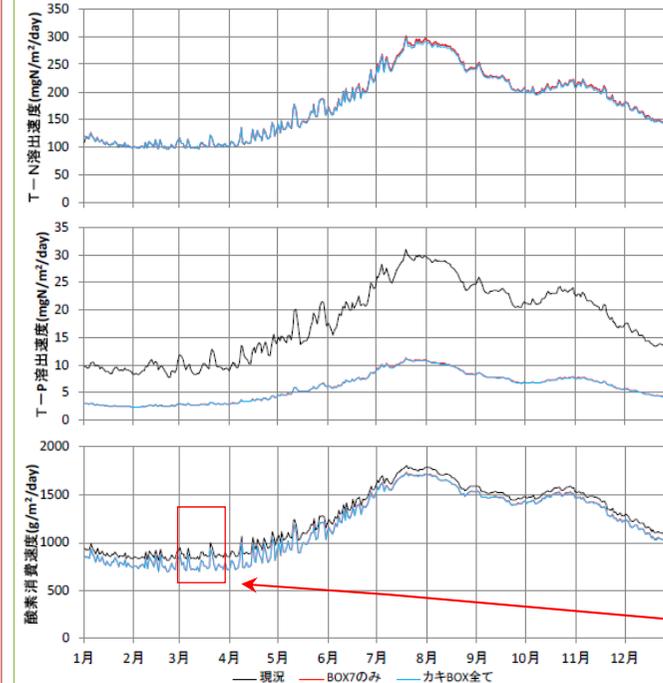
【底質に対する影響（8月）】



【T-N、T-P、TOC】
現況に比べて最大1%程度の減少と、ほとんど変化がない。

【T-NとT-Pの溶出速度、酸素消費速度】
酸素消費速度は減少する傾向があり、3月に15%減少する。

【栄養塩の溶出、酸素消費の変化】



2. シミュレーションの結果概要

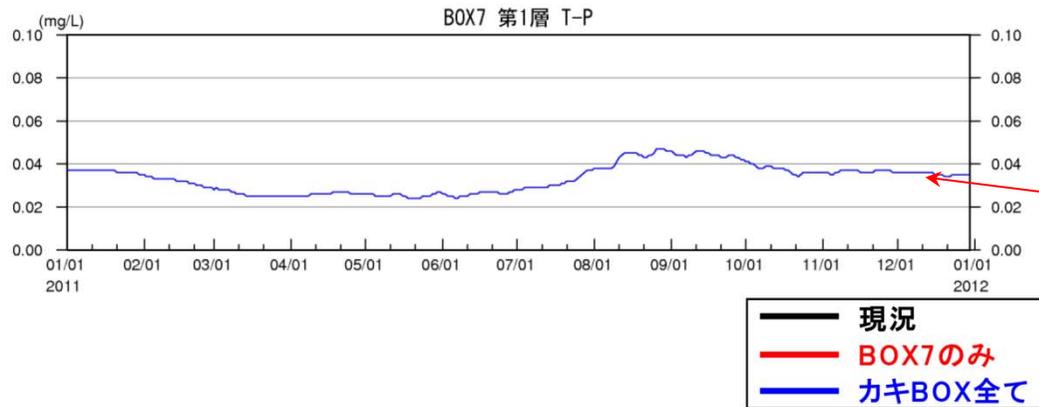
(2-4) 【ケース2（耕耘＋底質改善材の混合）】のまとめ

- ▶ 底泥の硫化物減少には、効果があると考えられる。
- ▶ 底泥からのT-Pの溶出は減少するが、カキ養殖よりも湾外への流出の減少に影響する。
- ▶ 底泥のT-N、T-P、TOCは、最大1%の減少と変化が小さい。
- ▶ カキ現存量は、湾全体の筏の下で対策を実施した場合、わずかに減少する可能性があるが、ボックス7の筏のみで実施した場合は、影響が小さい。

2. シミュレーションの結果概要

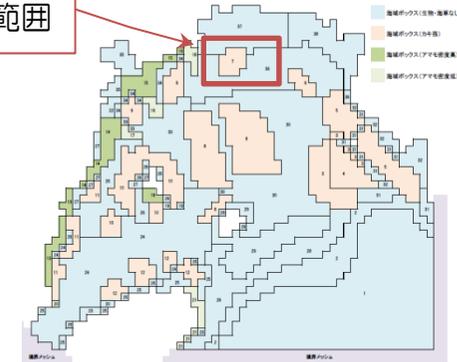
(3-1) 【ケース3】の計算結果（ボックス7のみ）

- 設定条件：BOX7のみ及び湾全体のカキ筏に施肥を行った場合



【BOX7の表層におけるT-Pの経時変化】

計算範囲



【T-Pの負荷量】
カキ殻200枚では、負荷が非常に小さい。

(3-2) 【ケース3のまとめ】

- T-P濃度だけでなく、他の水質濃度、底泥、生物量や物質循環フラックスも変化が小さい。
- 概算※では、T-P濃度を0.001 mg/L上昇させるには、63 g/メッシュ/dayの負荷が必要となる。⇒筏1つあたり約7000枚のカキ殻の投入が必要。

※流況による移動、拡散がない条件設定 → 海水が滞留し、栄養塩供給の効果が現れやすい状況

3. 対策（案）の比較

対策	シミュレーション結果	備考
【ケース1】 人工中層海底の設置	<ul style="list-style-type: none"> ▶T-Pの物質循環フラックスでは、人工中層海底の有無による変化は小さい。 ▶場所によっては、硫化物が微小に増減する。 ▶底泥からのT-Pの溶出は2%程度の減少であり、変化は小さい。 	
【ケース2】 耕耘+底質改善材の混合	<ul style="list-style-type: none"> ▶底泥からのT-Pの溶出の減少は、湾外（系外）への流出量に比較的影響する。 ▶底泥のT-N、T-P、TOCに大きな変化はないが、硫化物の減少には効果があると考えられる。 ▶カキ現存量は、湾全体の筏の下で対策を実施した場合、わずかに減少する可能性があるが、対象海域（ボックス7）のみであれば、その影響はほとんどない。 	
【ケース3】 施肥	<ul style="list-style-type: none"> ▶設定条件（カキ殻200個分=400枚垂下）では、水質に与える影響が小さく負荷として不十分である。 	T-P濃度を0.001 mg/L上昇させるのに、 1つの筏に約7000枚（カキ殻3500個分）のカキ殻の投入が必要となる。

【現段階のモデルによる計算結果の特徴】

- ▶ 【ケース1】では、夏季の設置のみであれば効果がある可能性が高いが、場所によっては底泥中の硫化物が若干増加する可能性がある。
- ▶ 【ケース2】では、**底泥からのT-P溶出の減少は、湾外への流出量に比較的影響する。底泥中の硫化物の削減には一定の効果があるが、湾全体で実施すると、カキの現存量に影響する可能性がある。**
- ▶ 【ケース3】では、約7000枚のカキ殻を投入して、T-Pがようやく0.001 mg/L程度上昇する計算となるため、筏の強度を考えると設置は困難と考えられる。