

三津湾物質循環モデルの構築状況と施策検討の結果

目次

1. 検討の経緯と進捗状況	2
2. 物質循環モデルの構築	3
2-1 物質循環モデルの計算条件	3
2-2 物質循環モデルの計算結果	12
2-3 物質循環フラックスの計算結果	27
3. 物質循環モデルによる施策の検討	37
3-1 モデルでの施策の取り扱い	37
3-2 ケース 1 ・人工中層海底の設置	38
3-3 ケース 2 ・耕耘＋底質改善材の混合	49
3-4 ケース 3 ・施肥	61

1. 検討の経緯と進捗状況

本資料では、三津湾の物質循環モデルの構築の進捗状況と、三津湾の物質循環改善施策のモデルによる検討結果を示す。

検討の経緯と進捗を表 1.1 に示す。本年度第 2 回三津湾地域検討委員会（平成 24 年 12 月）では、流動モデルの再現性が向上したとともに、物質循環モデルである水質—底質結合生態系モデルの構築を進めていることを報告した。その後、物質循環モデルの再現性向上を進め、施策についてモデルを用いた検討を行った。

なお、統括委員会（平成 24 年 7 月、11 月に開催）でも、モデルの進捗状況について報告を行っている。3 月 12 日に開催される本年度第 3 回統括委員会では、本委員会での検討結果を報告する。

表 1.1 検討の経緯と進捗

流動モデル	
2011 年度第 3 回地域検討委員会	ベースモデルの作成（900-300m メッシュ）
2012 年度第 1 回地域検討委員会	詳細モデルの作成
2012 年度第 2 回地域検討委員会	詳細モデルの再現性向上、滞留時間の計算
物質循環モデル（水質—底質結合生態系モデル）	
2011 年度第 3 回地域検討委員会	ベースモデルの作成（900-300m メッシュ）
2012 年度第 1 回地域検討委員会	なし
2012 年度第 2 回地域検討委員会	詳細モデルの作成
2012 年度第 3 回地域検討委員会	詳細モデルの構築・再現性向上、施策検討

2. 物質循環モデルの構築

2-1 物質循環モデルの計算条件

地域からのモデルに対する要望と三津湾の現況、これまでの検討経緯を踏まえ、三津湾地域における物質循環モデルの構築を行った。

1) 計算項目、計算領域

計算を行う項目、生物種を表 2.1、表 2.2 に示す。なお、改善方策の評価を行うために、フロー・ストックの出力も行っている。物質循環モデルの物質循環模式図を図 2.1 に示す。

なお、海藻類（ガラモ）は主な分布域が計算範囲外であること、アサリは現場にて確認されなかったことから、計算を行っていない。

表 2.1 三津湾地域で構築する物質循環モデルの計算項目

計算項目	
水質	植物プランクトン、動物プランクトン、有機物（デトリタス）、栄養塩類、溶存酸素、酸素消費物質（ODU）
底質	有機物、栄養塩類、マンガン、鉄、硫黄、メタン、溶存酸素
生物	付着藻類、懸濁物食者、堆積物食者、海草類の現存量

表 2.2 三津湾地域で構築する物質循環モデルで考慮する生物種

構成要素	生態系モデルで考慮する生物種
植物プランクトン	大型、小型珪藻
動物プランクトン	カイアシ類
海草類（SGS）	アマモ
付着藻類(DIA)	付着藻類
懸濁物食者(BSF)	カキ
堆積物食者(BDF)	ベントス

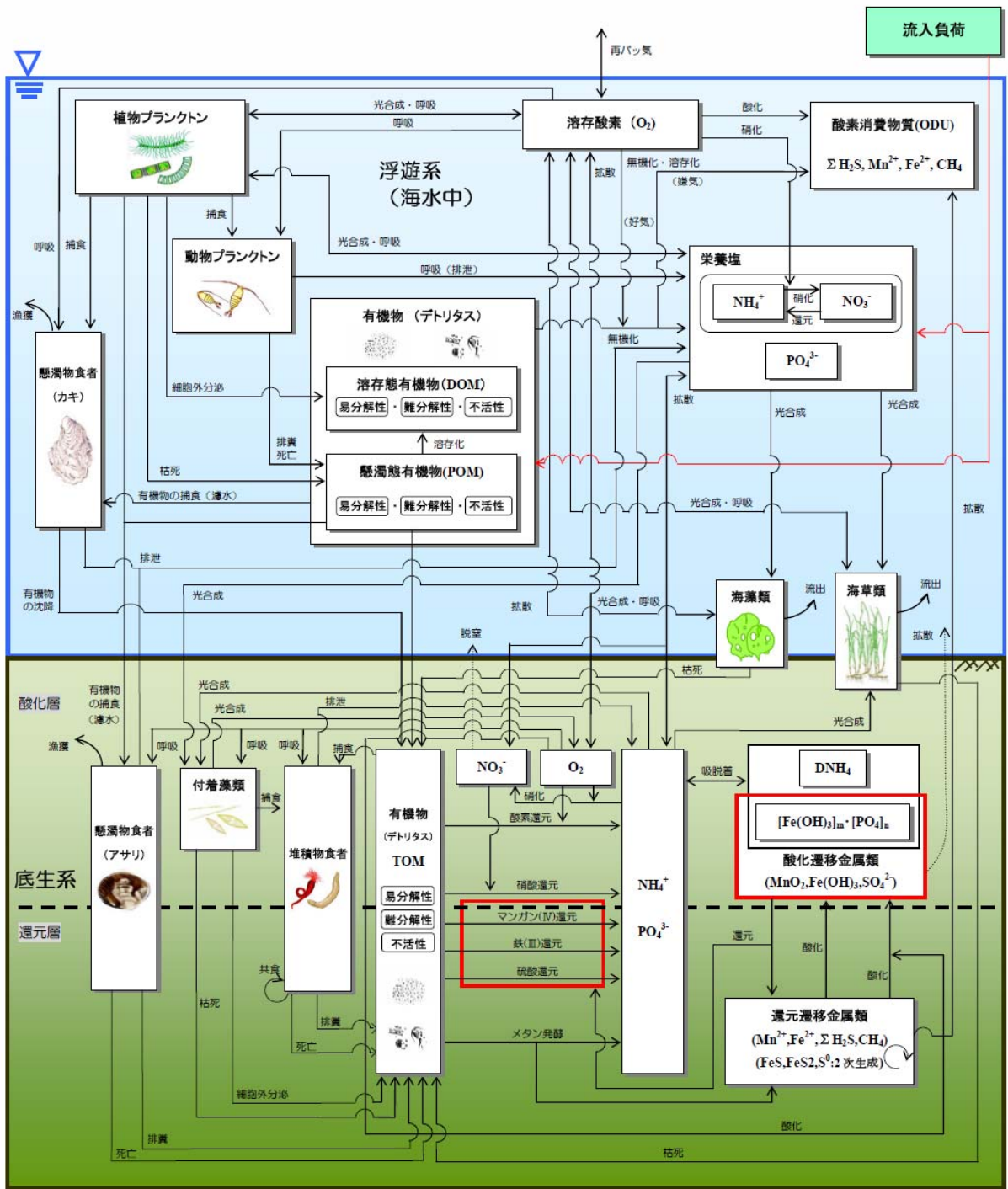


図 2.1 物質循環モデルの物質循環模式図

計算期間、水平格子分割、鉛直層分割は流動モデルと同一とした。ただし、計算対象領域は、水質濃度の勾配が小さい三津湾周辺の状況、調査結果の有無、流れの特徴を鑑みて、図 2.2 において赤線で囲んだ区域のみを計算するものとした。

表 2.3 物質循環モデルの計算条件

項目	設定内容
再現対象年	2011 年
計算期間	2010 年 12 月 1 日～2011 年 12 月 31 日 (初めの 1 カ月は準備計算期間)
鉛直層分割	13 層 (0-3、3-5、5-7、7-9、9-11、11-13、13-15、15-17、17-19、19-22、22-25、25-30、30m 以深)
水平格子分割	三津湾周辺：100m、図 2.2 に示す範囲

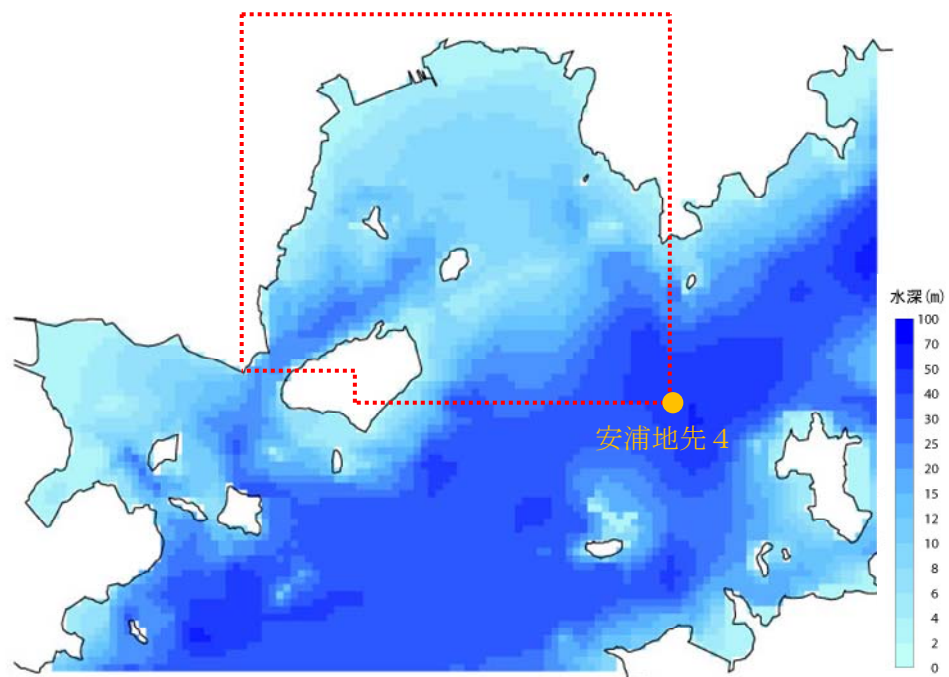


図 2.2 物質循環モデルの計算範囲 (100m メッシュ)

2) 計算条件（水質関連）

表 2.4 に、水質に関連する項目の計算条件を示す。境界濃度の設定値を図 2.3 に示す。境界値には、三津湾沖で観測された公共用水域データに、地域WGによる四季調査から得られた分画比を与えたものを設定した。

図 2.4 に負荷量、図 2.5 に負荷の位置図、表 2.5 に負荷の分画比を示す。年平均では、合計で COD 119kg/日、T-N 40kg/日、T-P 4.2kg/日の負荷量が三津湾に流入している。なお、T-P は約 59%が事業場・終末処理場によるものである。流入負荷の分解性区分は、表 2.6 に示す割合を設定した。

表 2.4 物質循環モデルの計算条件（水質関連項目）

項目	設定内容
負荷流入条件（三津大川、高野川、木谷郷川）	公共用水域水質データによる 2007～2011 年の月平均負荷量から負荷濃度を算出
負荷流入条件（三津湾内事業所等）	地域WGより提供された平均負荷量、流量から、負荷濃度を算出
負荷分画比	地域WGより提供された負荷量データより算出
気象条件（日射量）	2011 年、広島アメダス
境界条件	2007～2011 年公共用水域水質データ「安芸津・安浦地先 4」の月別平均値、分画比は地域WGによる四季調査データ Stn.7、Stn.1 より算出
初期条件	境界条件の初期値と同一

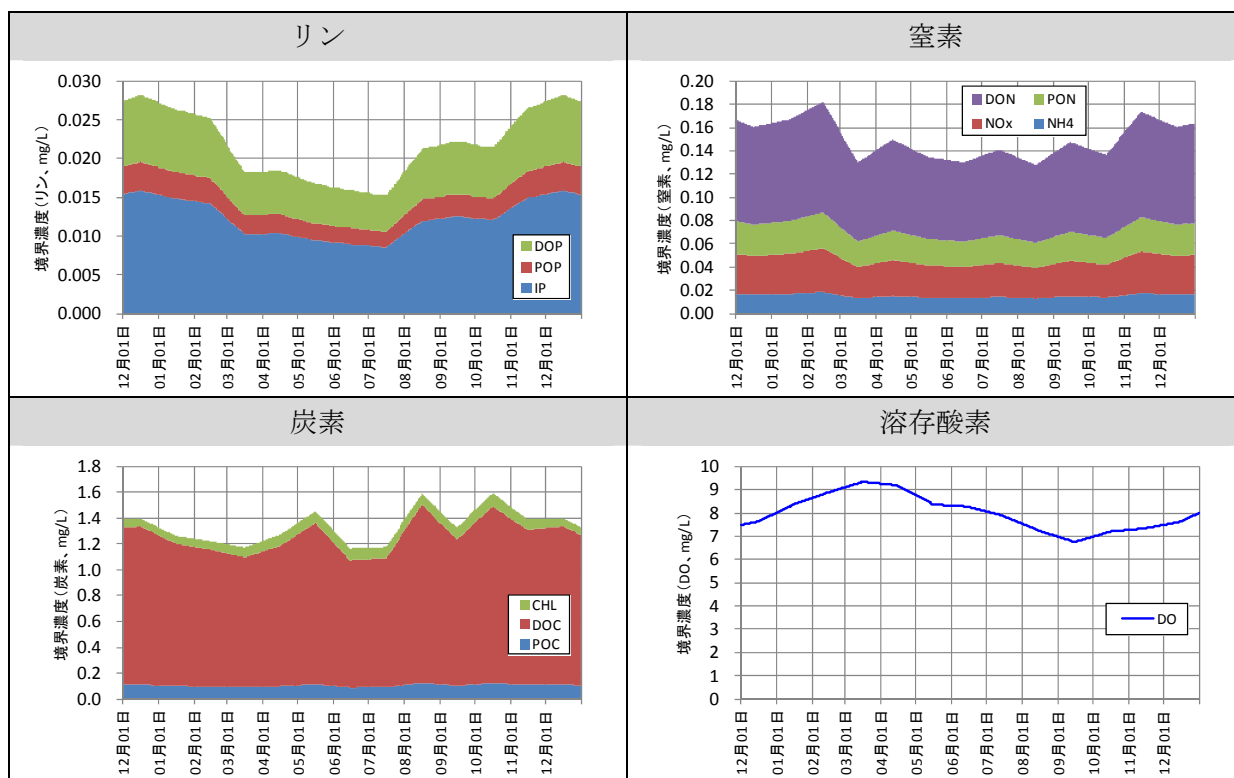


図 2.3 境界条件に設定した濃度

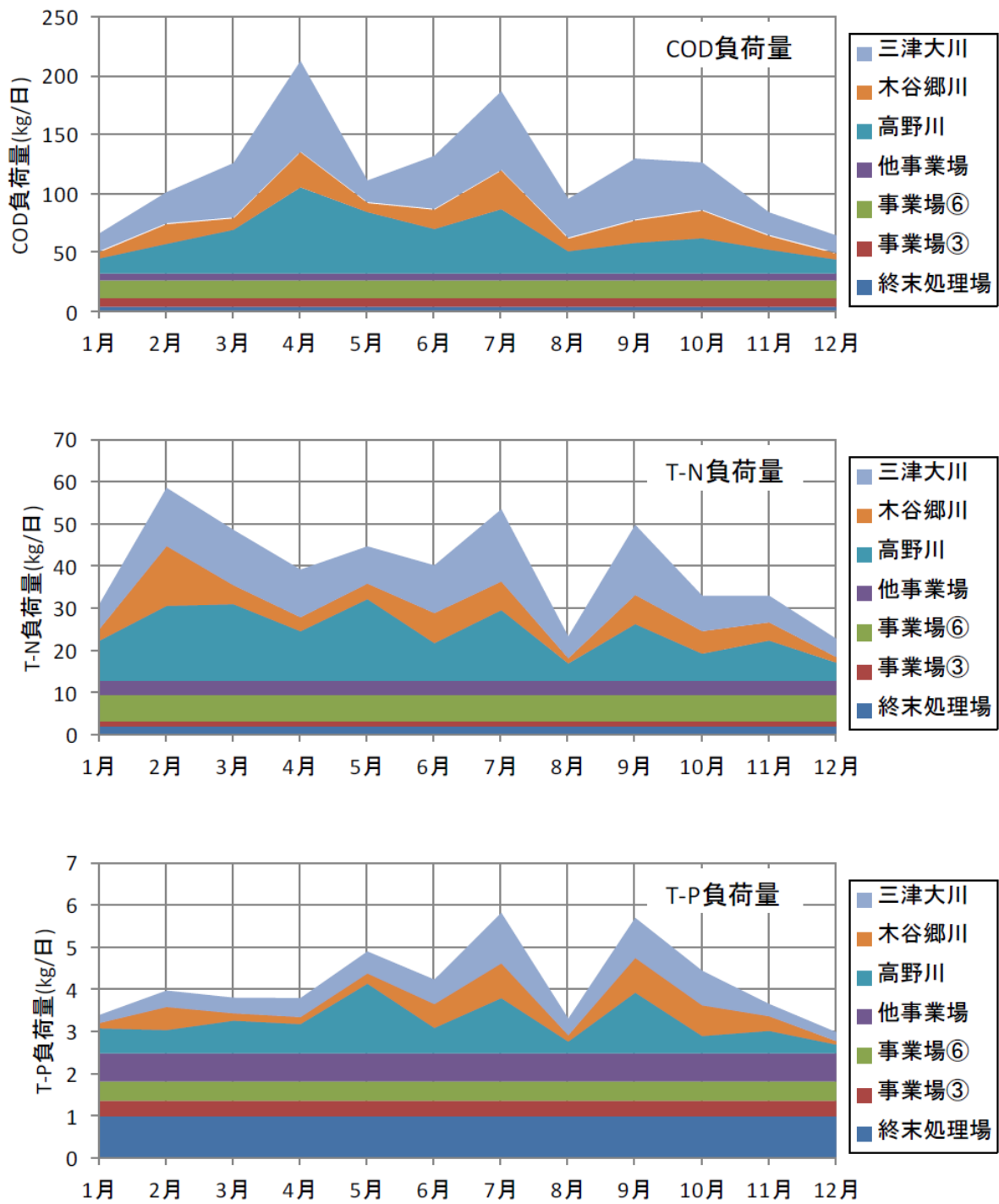


図 2.4 負荷量の時系列分布

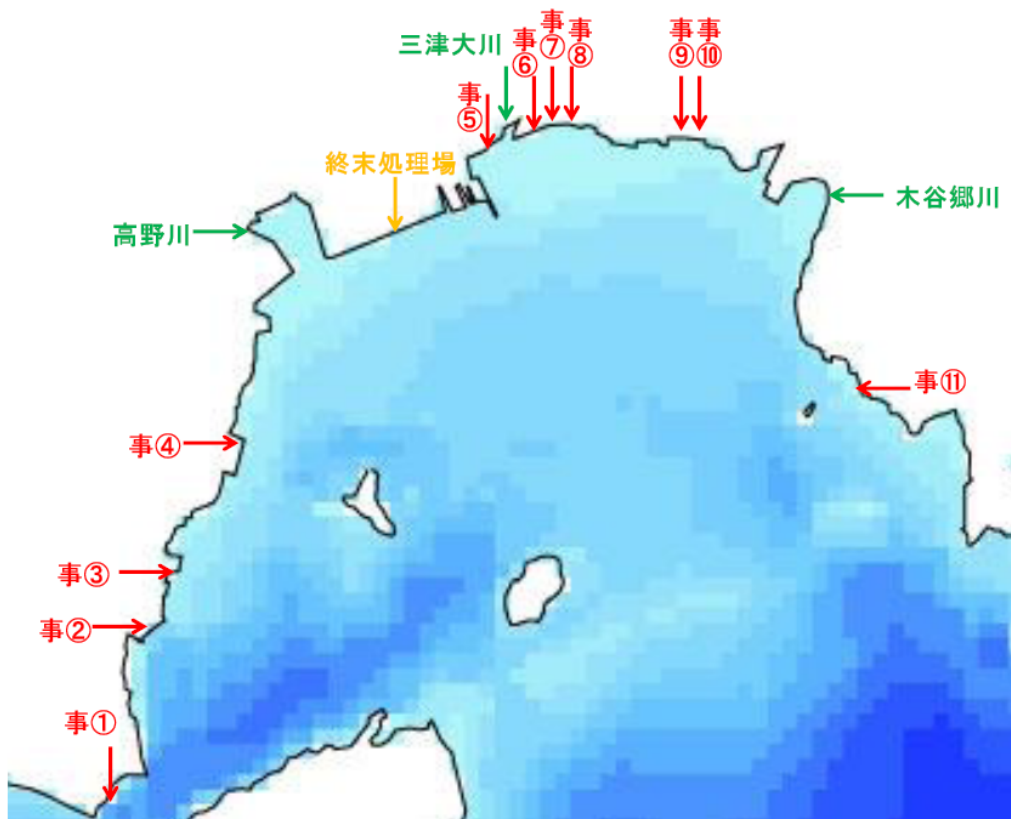


図 2.5 負荷の位置図

表 2.5 負荷分画比（河川流入負荷、事業場・処理場）

分画比	DIP/T-P	DIN/T-N	NH ₄ -N/DIN	POP/TOP
設定値（河川）	0.72	0.75	0.04	0.68
設定値（事業場）	0.91	0.67	0.08	0.10
設定値（処理場）	0.91	0.67	0.08	0.10
分画比	PON/TON	PCOD/COD	POC/PCOD	DOC/DCOD
設定値（河川）	0.26	0.23	0.86	0.93
設定値（事業場）	0.10	0.10	0.86	0.93
設定値（処理場）	0.10	0.10	0.86	0.93

表 2.6 流入負荷物質（懸濁態有機物）の分解性区分

区分率（%）	易分解性	難分解性	不活性
河川	50%	30%	20%
事業場	20%	60%	20%
処理場	20%	60%	20%

3) 計算条件 (底質、生物関連)

表 2.7 に底質関連項目、表 2.8 にカキ関連項目の計算条件を示す。使用したモデルは、水質に関してはメッシュモデルであるが、底質、生物に関してはボックスモデルである。ボックスは、カキ、アマモ (疎・密)、水深、湾内位置を考慮し、38 ボックスに分割した (図 2.6)。

表 2.7 物質循環モデルの主要な計算条件 (底質関連項目)

項目	設定内容
鉛直層数	10 層 (0~0.02、0.02~0.05、0.05~0.1、0.1~0.2、0.2~0.5、0.5~1、1~2.5、2.5~4.5、4.5~6.5、6.5~10cm)
初期値	間隙水中 H ₂ S は 0.1mg/L、その他はゼロとした。 pH は第 1 層 8.0、1 層毎に 0.1 増加、6 層目以降 7.5
準備計算	底質中の物質質量が定常に達するまで準備計算を行う (20 年間)

表 2.8 物質循環モデルの主要な計算条件 (カキ関連項目)

項目	設定内容
生息層	第 1~3 層 (海表~水深 5m)
レン数/筏	600 レン/筏 (20m×10m)
個/レン	25
最適水温	20℃
同化効率	0.75
濾水速度	0.200 m ³ /ind/day
重量	0.380 gC/ind
生息密度に対する半飽和定数	40 gC/m ²
自然死亡速度	0.0017 /day
漁獲	318kgC/day (11 月~5 月、三津湾全体の量)

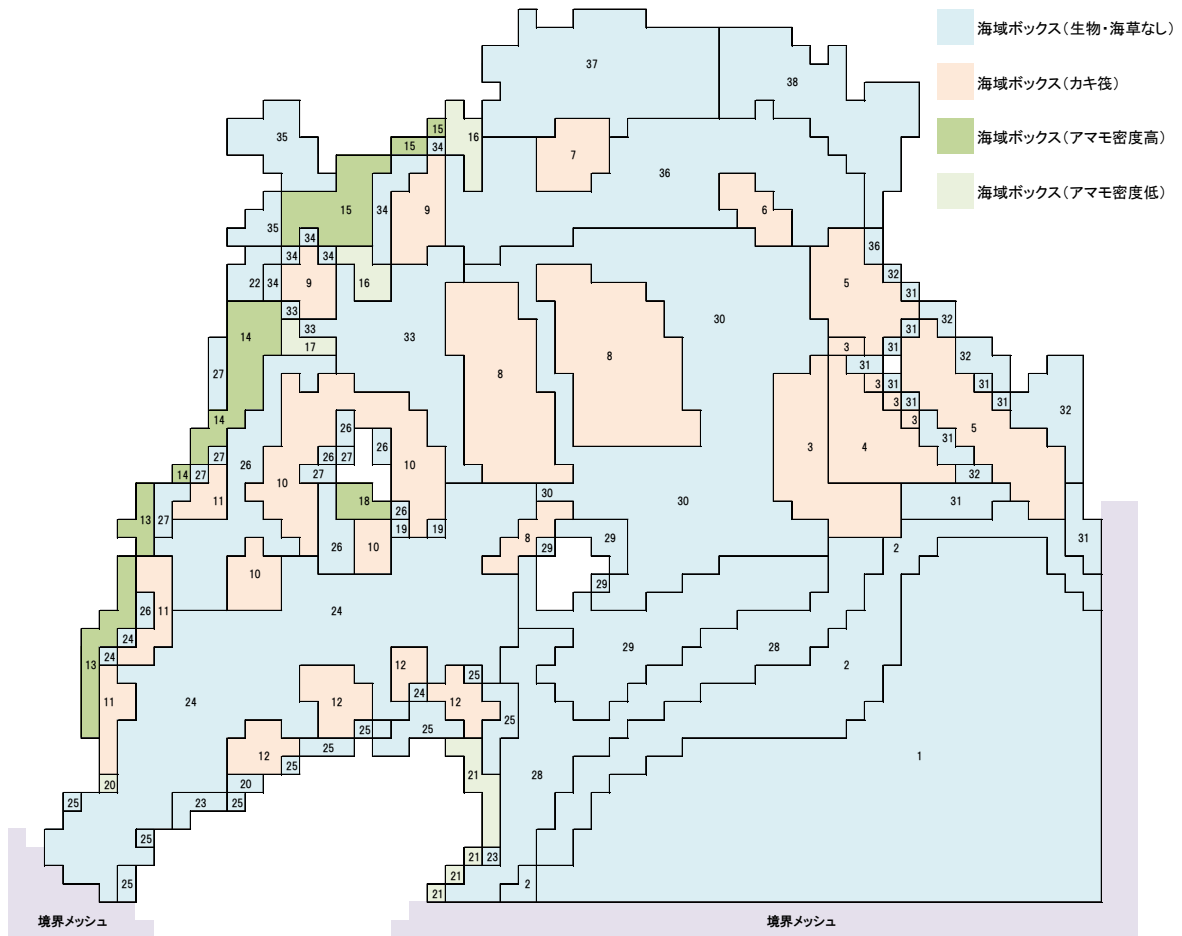


図 2.6 ボックス分割図

2-2 物質循環モデルの計算結果

1) 水質の計算結果と再現性検討

水質の計算結果の時系列図を、図 2.7 に示す。地域WGによる観測値と比較したところ、T-N は冬季に過小、T-P は過大、DO は過小傾向にあった。しかし、Chl-a が夏季に高いといった季節変化や、湾奥ほど栄養塩濃度が高いといった水平分布は概ね捉えられている。計算年次と調査時期は異なることから、厳密に合致した再現は難しいことから、本モデルは三津湾の水質の特徴を概ね再現できていると評価している。

図 2.8 に、8月の水質濃度水平分布図を示す。T-N、T-P、TOC、Chl-a のいずれも、湾口で低く、湾奥で高い分布傾向であった。DO は、湾奥東部では低く、湾奥西部で高かった。しかし、最大値でも T-P が 0.1mg/L、T-N が 0.29mg/L 程度と一般的な都市域の沿岸部と比べると低く、濃度勾配は小さい。

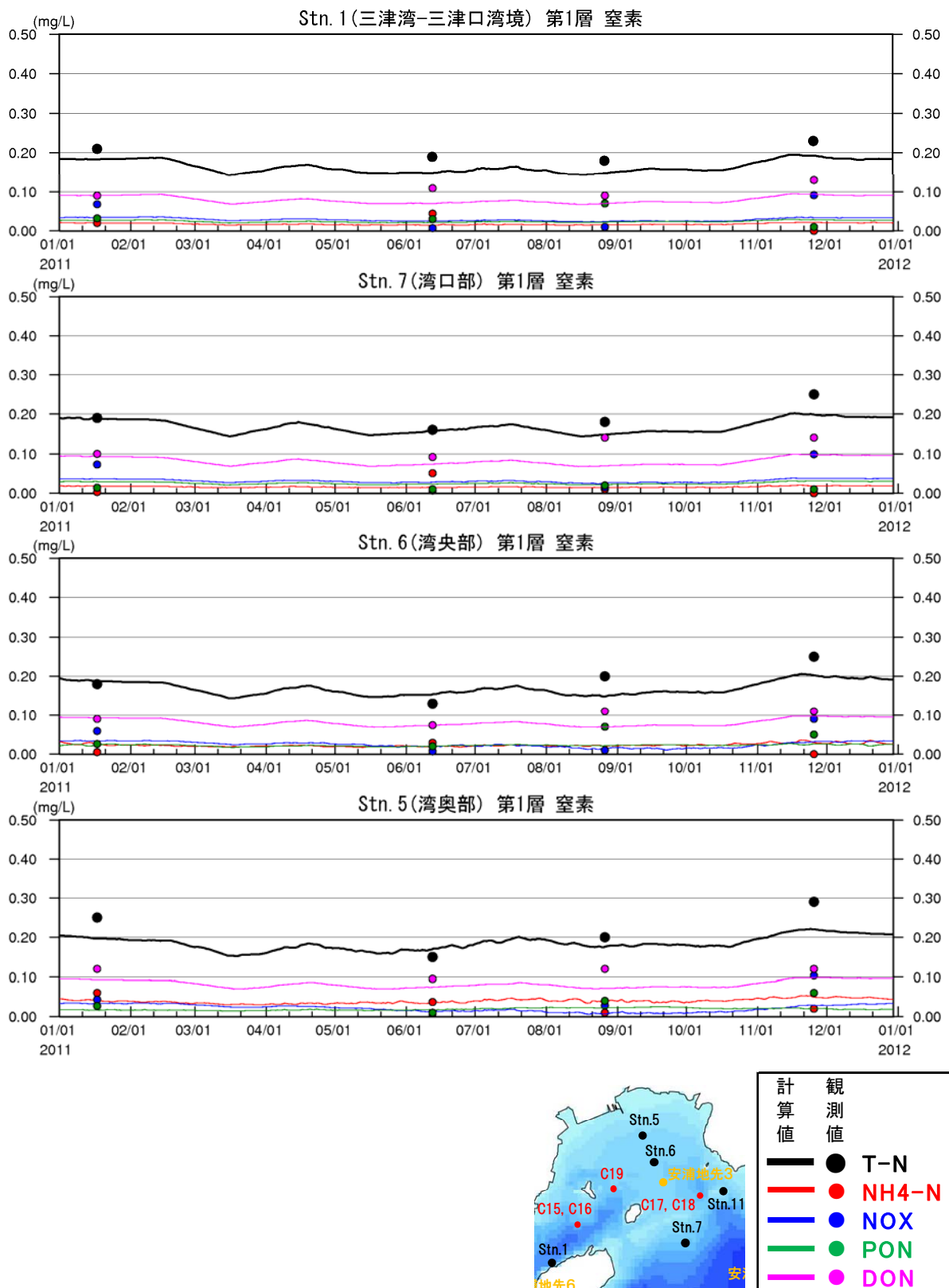


図 2.7 (1) 水質時系列図 (窒素)

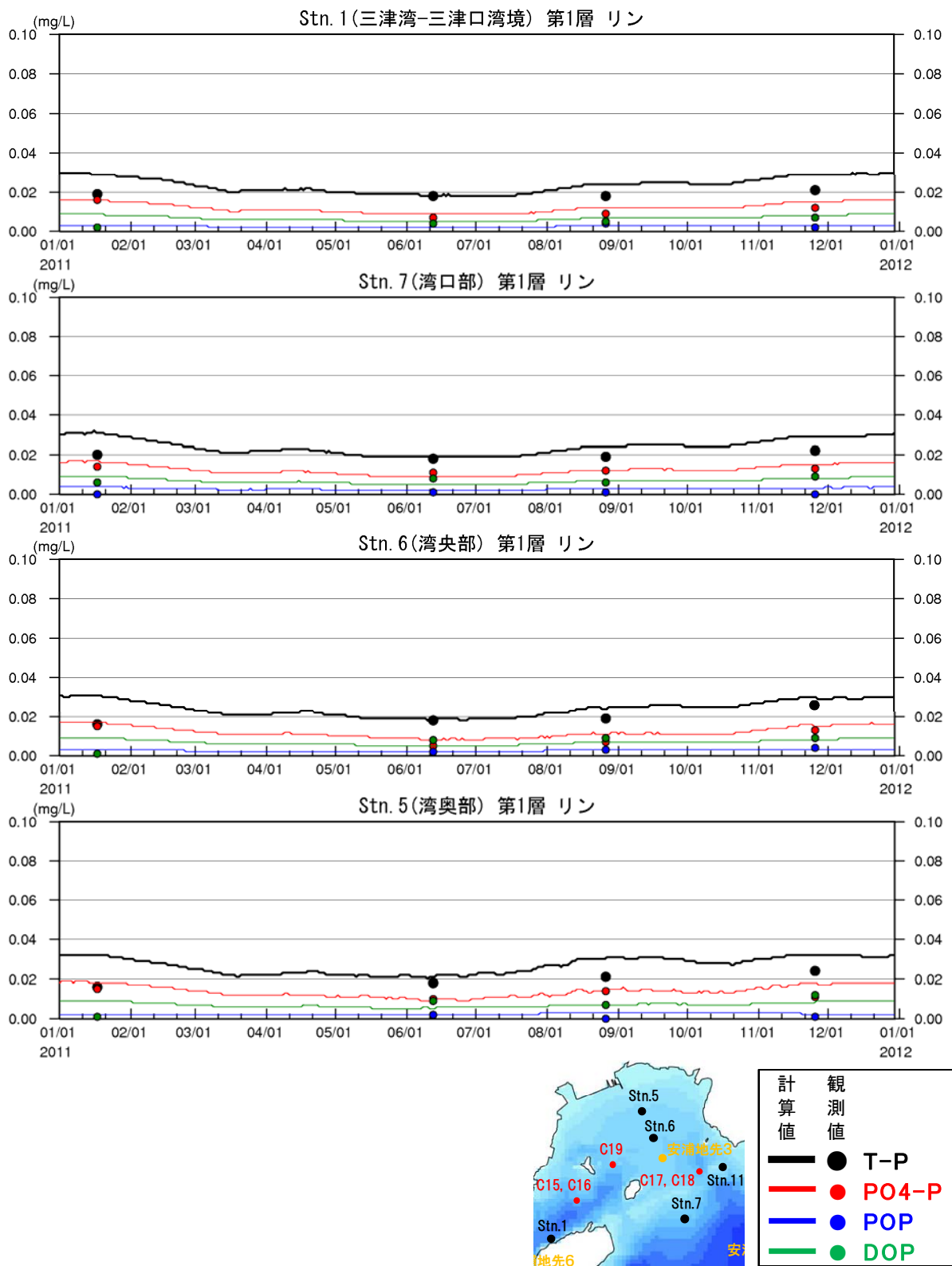


図 2.7 (2) 水質時系列図 (リン)

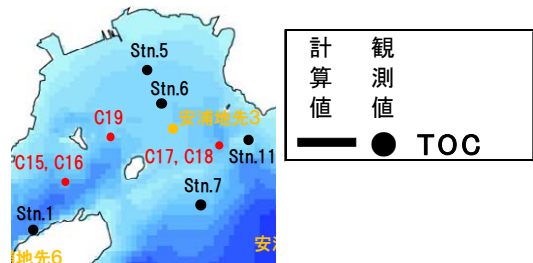
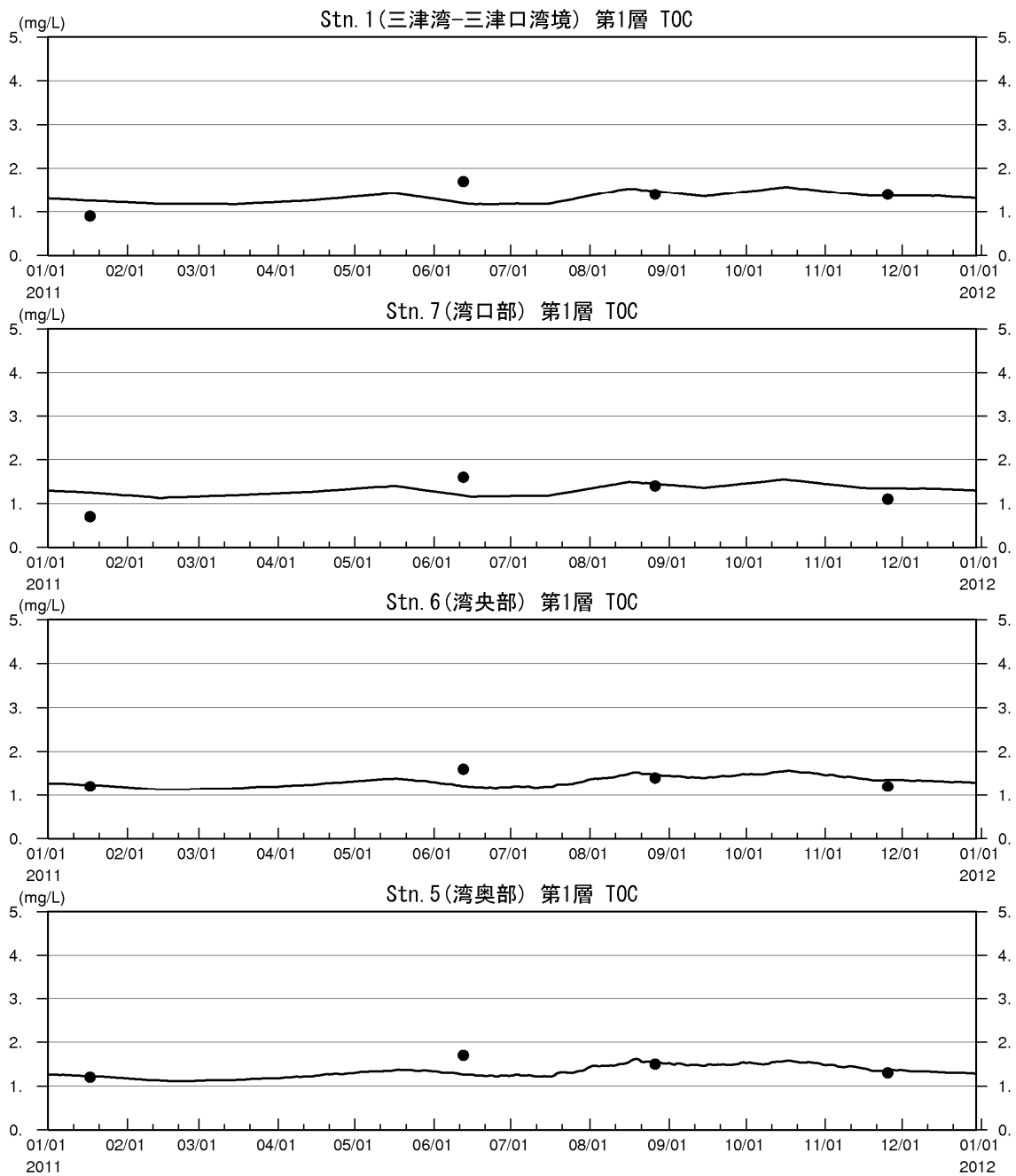


图 2.7 (3) 水质时系列图 (TOC)

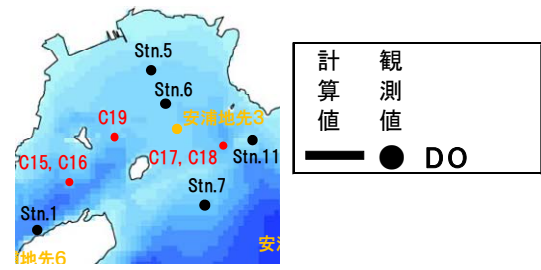
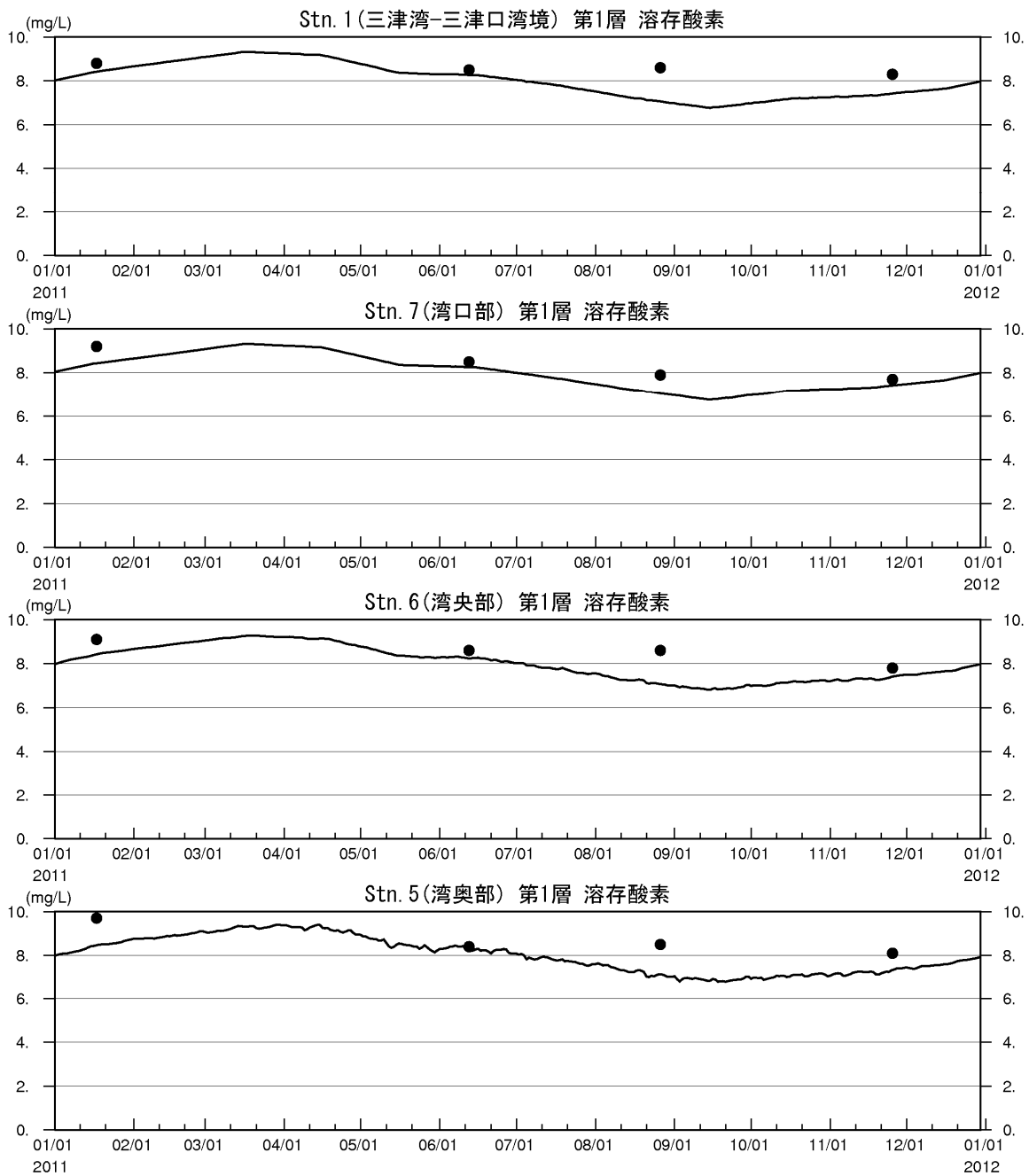


図 2.7 (4) 水質時系列図 (DO)

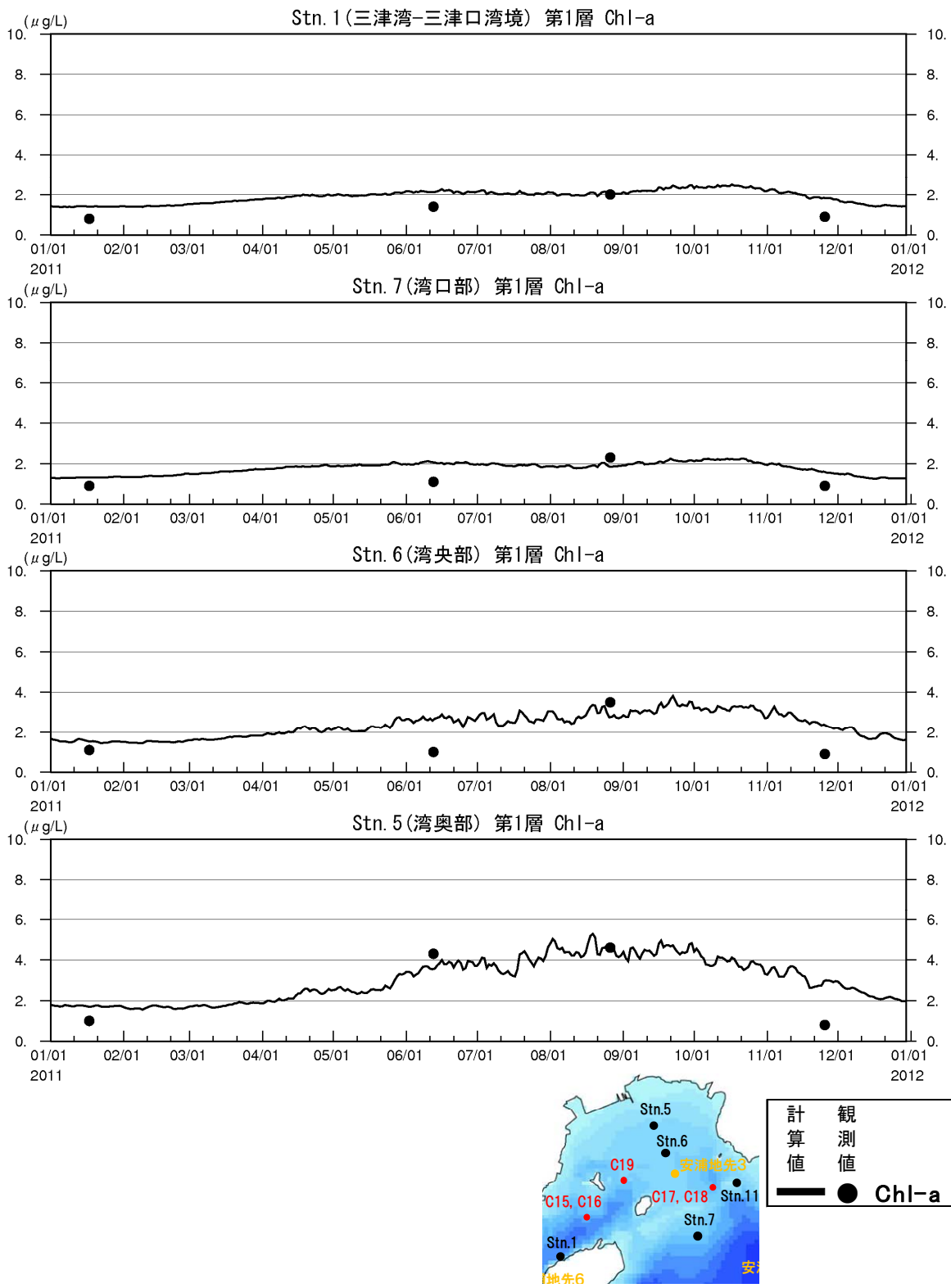


図 2.7 (5) 水質時系列図 (Chl-a)

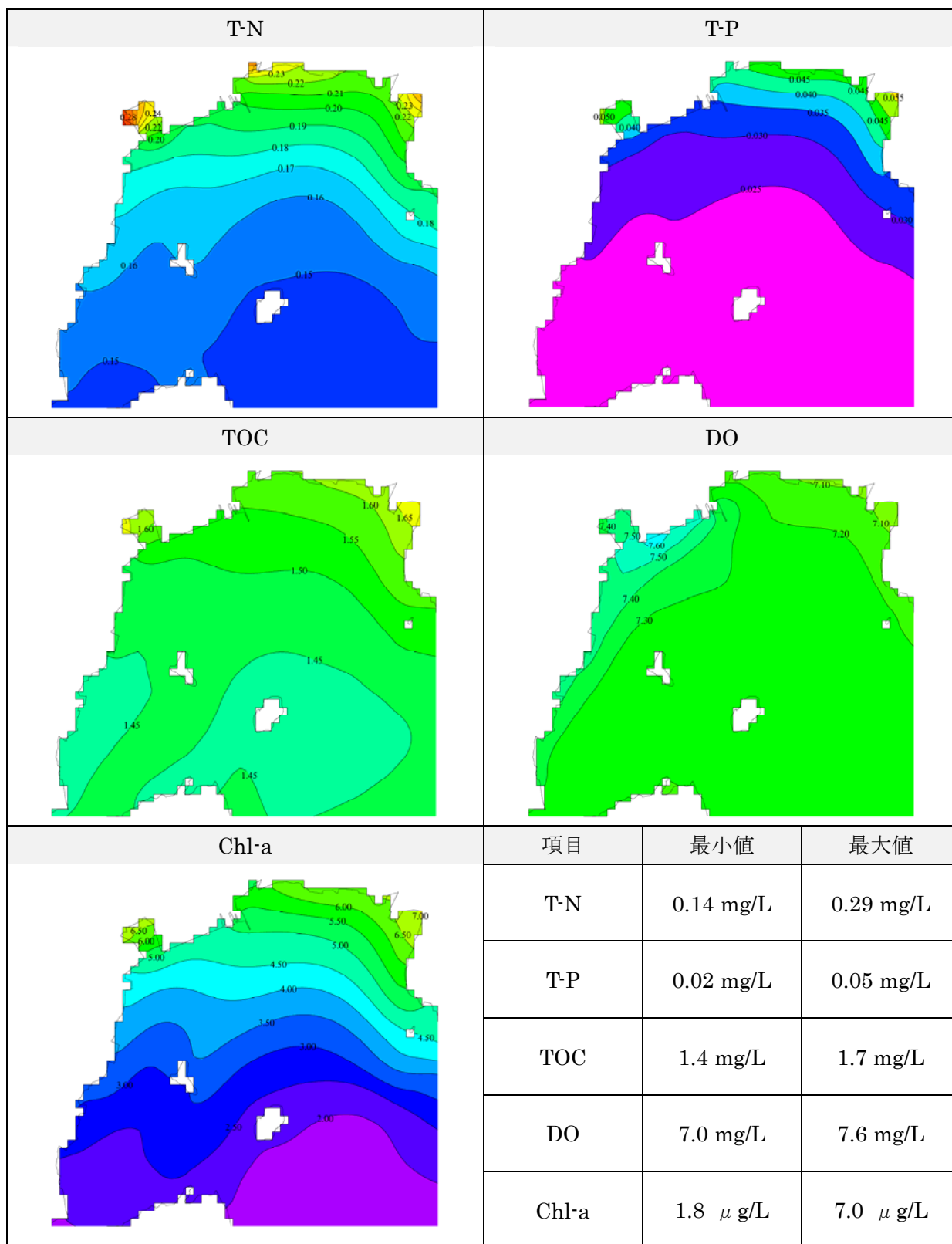


図 2.8 水質水平分布図と三津湾内の最大・最小値（8月平均値）

2) 底質の計算結果と再現性検討

ボックス別の底質濃度を図 2.9 に示す。期間は 8 月平均、0~3cm 層の値である。いずれも、カキ直下のボックス(ボックス 3~12)で高い値を示した。

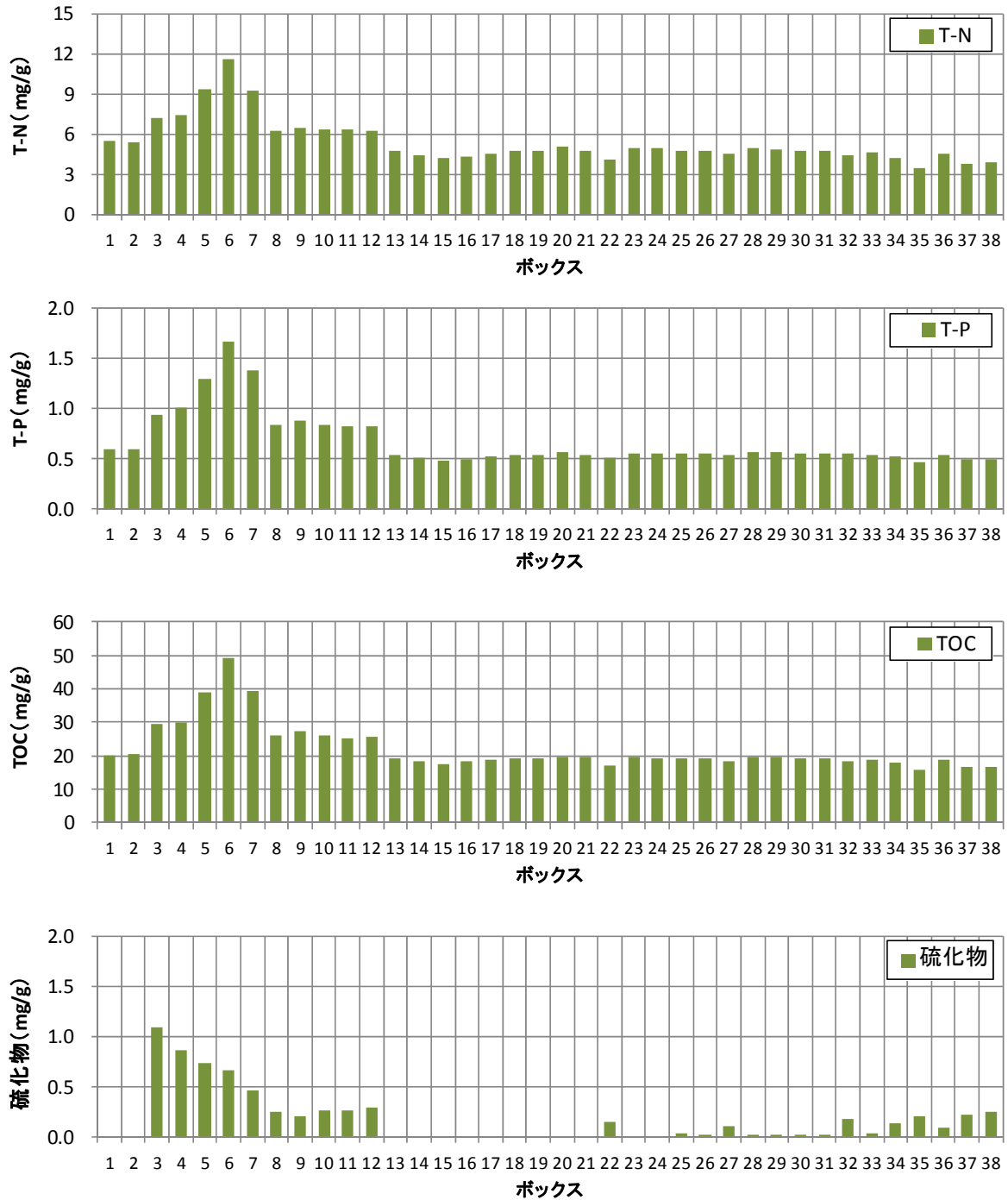


図 2.9 ボックス別底質濃度 (T-N)

底質濃度の計算値と、三津湾WGによる観測値との比較を図 2.10 に示す。T-N が過大な傾向にあるものの、T-P、TOC、硫化物は概ね観測値と同等の濃度であった。また、地点間の相対的な多寡も捉えられている。

なお、各観測地点とボックス番号は表 2.9 のように対応している。

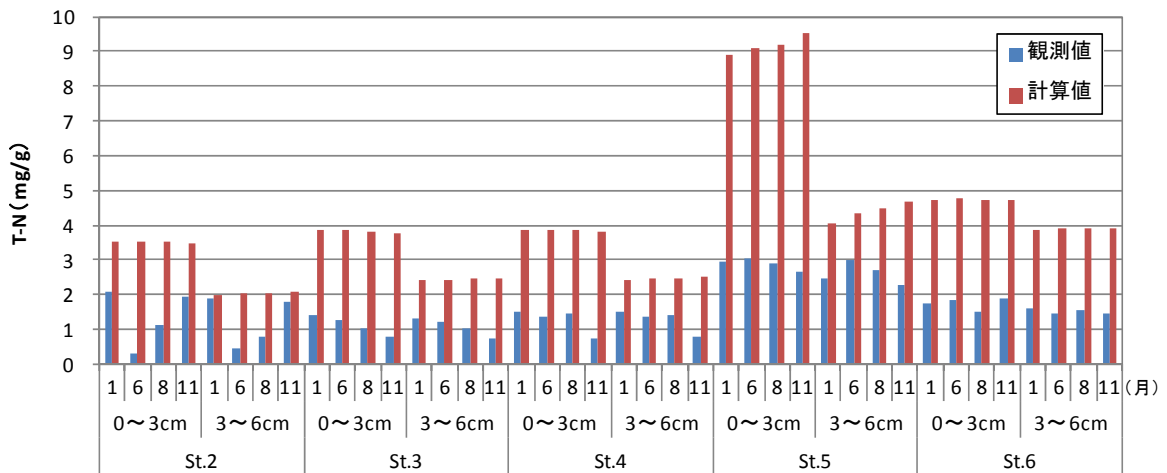


図 2.10(1) 底質の T-N 濃度比較

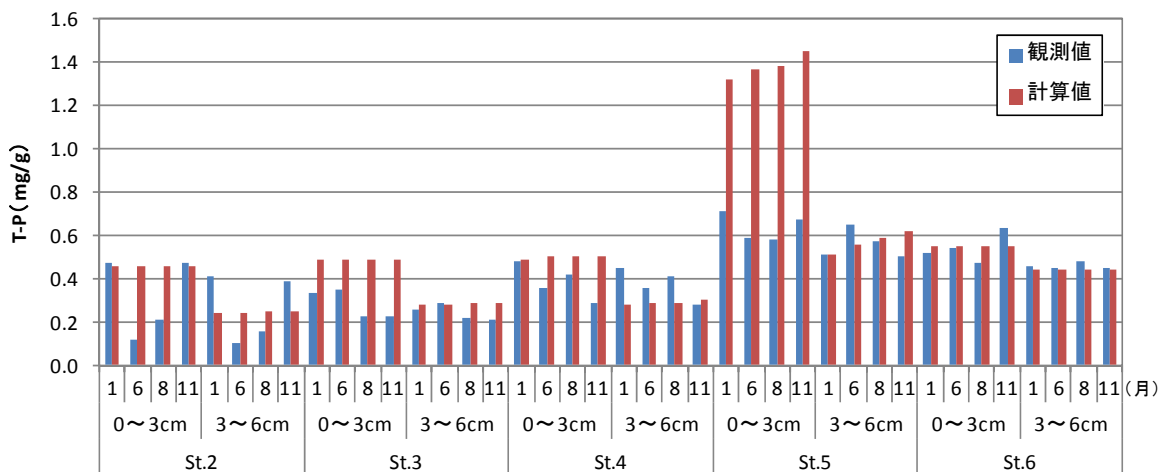


図 2.10 (2) 底質の T-P 濃度比較

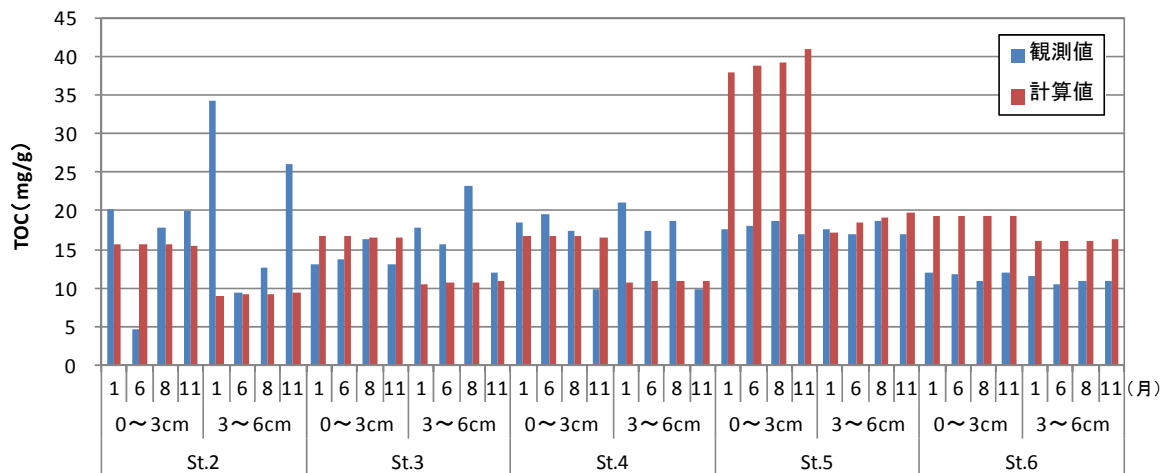


図 2.10 (3) 底質の TOC 濃度比較

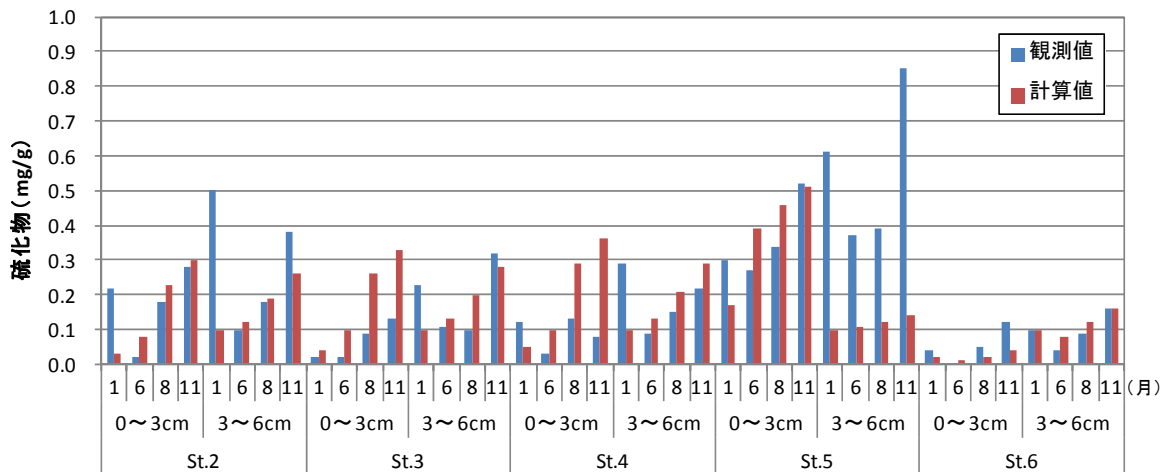


図 2.10 (4) 底質の硫化物濃度比較

表 2.9 観測地点と計算ボックスの対応

観測地点	地点の特徴	ボックス番号
St.2	浄化センター周辺	35
St.3	河口	37
St.4	浅場	38
St.5	カキ養殖場	7
St.6	湾内	30

底泥の酸素消費速度、T-N および T-P の溶出量の時系列変化図を、図 2.11 に示す。いずれも夏季に高く、冬季に低い傾向がある。また、酸素消費速度、T-N (NH₄、NOX) の溶出速度は、カキ直下のボックス、湾奥、湾央、湾口の順に多かった。T-P (PO₄-P) の溶出速度は、夏季は湾奥のボックスもカキ直下のボックスと同等であった。

図 2.12 に、酸素消費速度、T-N および T-P の溶出速度の比較結果を示す。

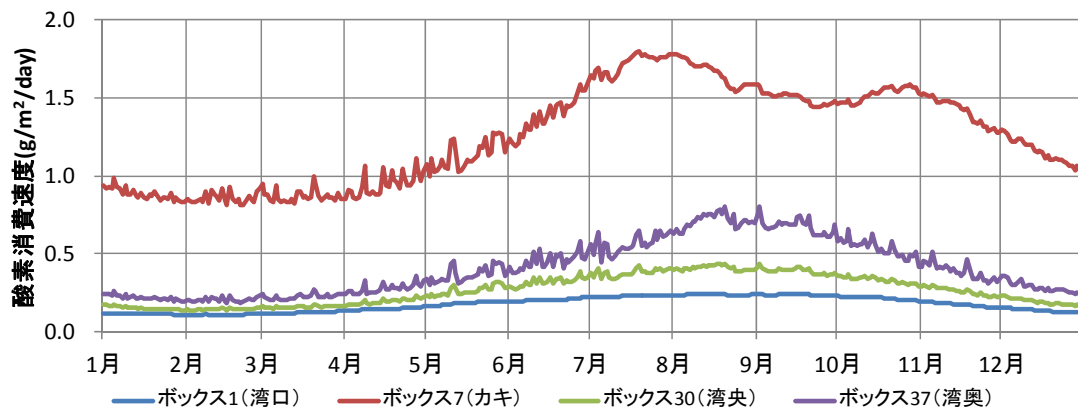


図 2.11(1) 酸素消費速度の時系列変化

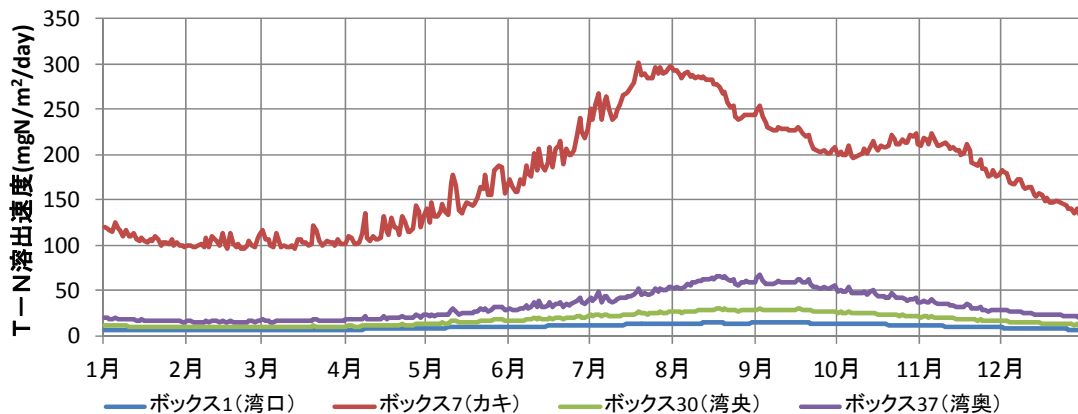


図 2.11(2) 底泥からの T-N 溶出量の時系列変化

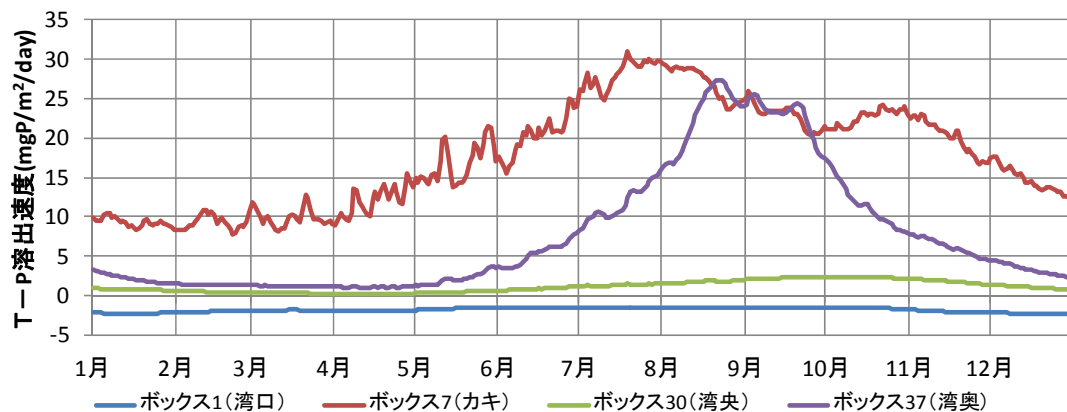


図 2.11(3) 底泥からの T-P 溶出量の時系列変化

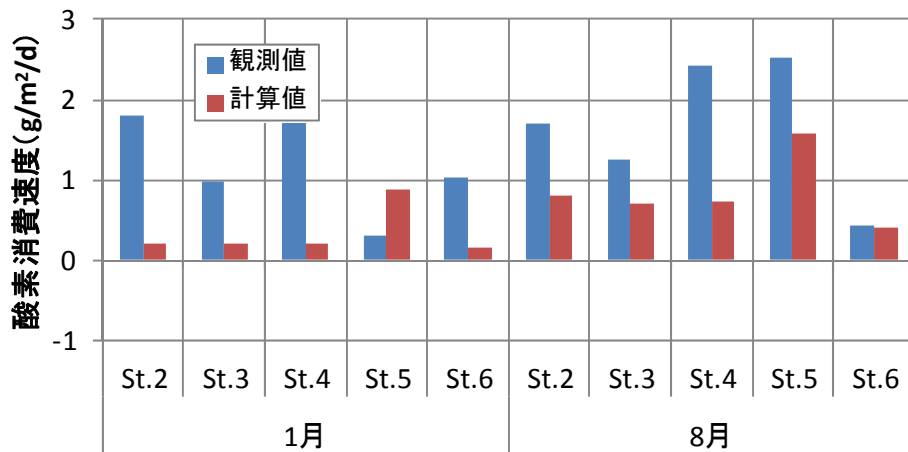


図 2.12(1) 酸素消費速度の比較

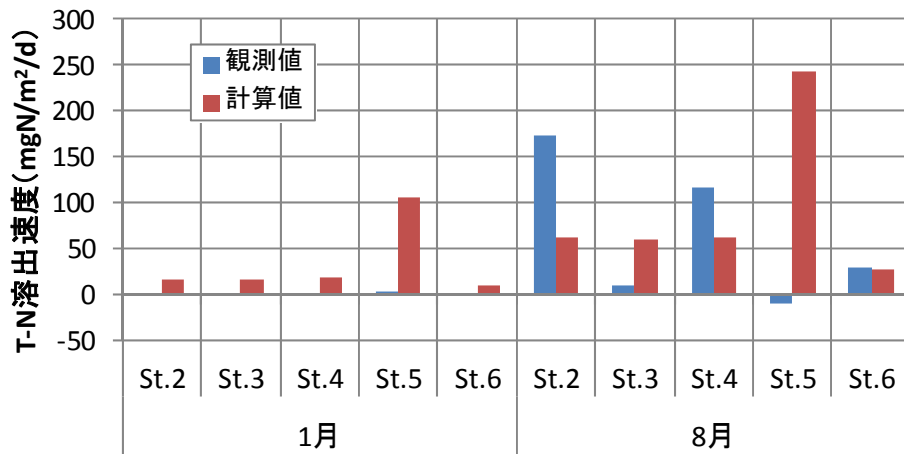


図 2.12(2) T-N 溶出速度の比較

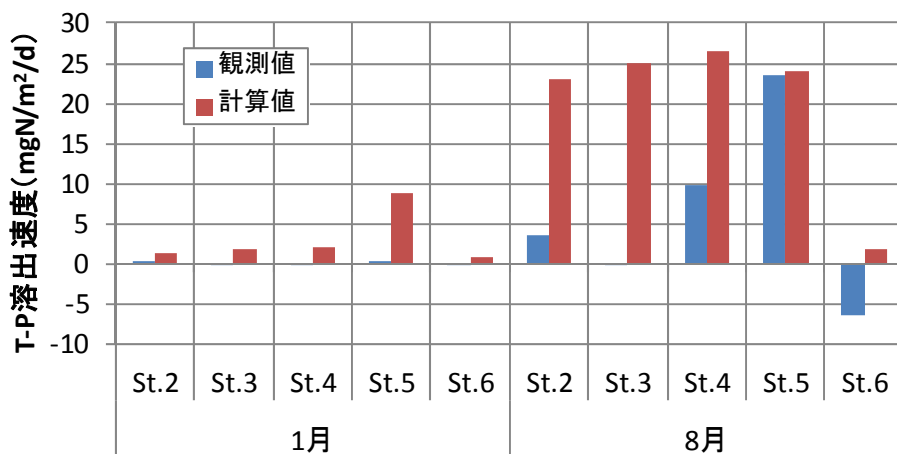


図 2.12 (3) T-P 溶出速度の比較

3) 生物の計算結果

カキ、アマモ、付着藻類、ベントスの現存量（炭素換算）の時系列変化図を図 2.13 に示す。カキは冬季から春季にかけて漁獲によって減少し、その後増加、夏季の高水温によって成長が鈍化し、秋季に再び増加する。アマモ、付着藻類、ベントスはいずれも 5～6月頃に現存量が最大となった。付着藻類、ベントスの現存量は、カキ直下のボックスの現存量が際立って多く、次いで湾奥の浅海域ほど高い傾向にあった。

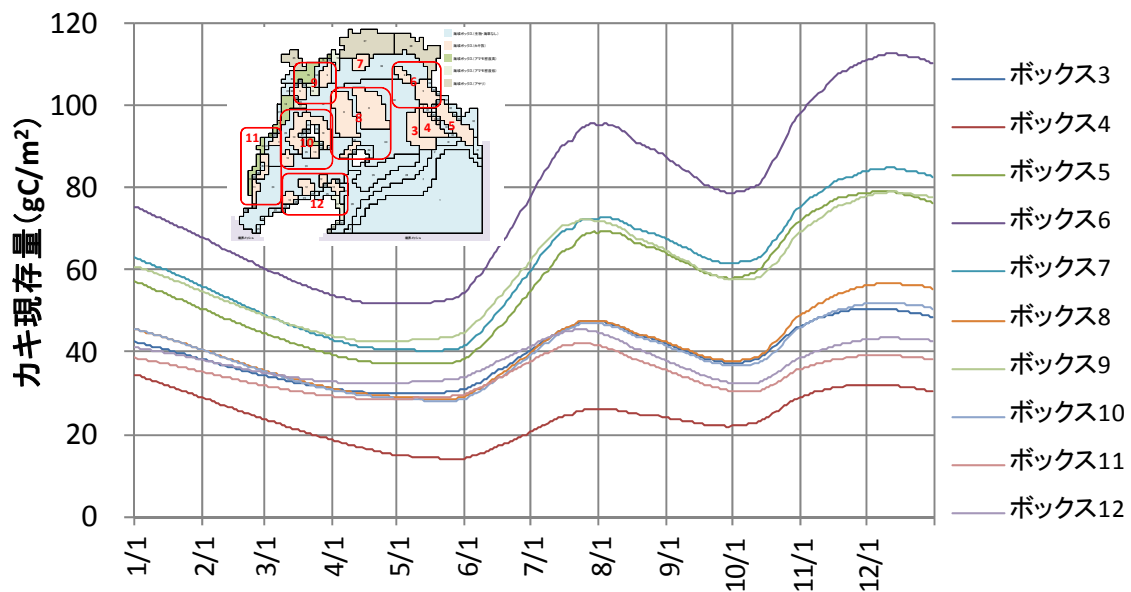


図 2.13 各ボックスにおけるカキの現存量時系列図

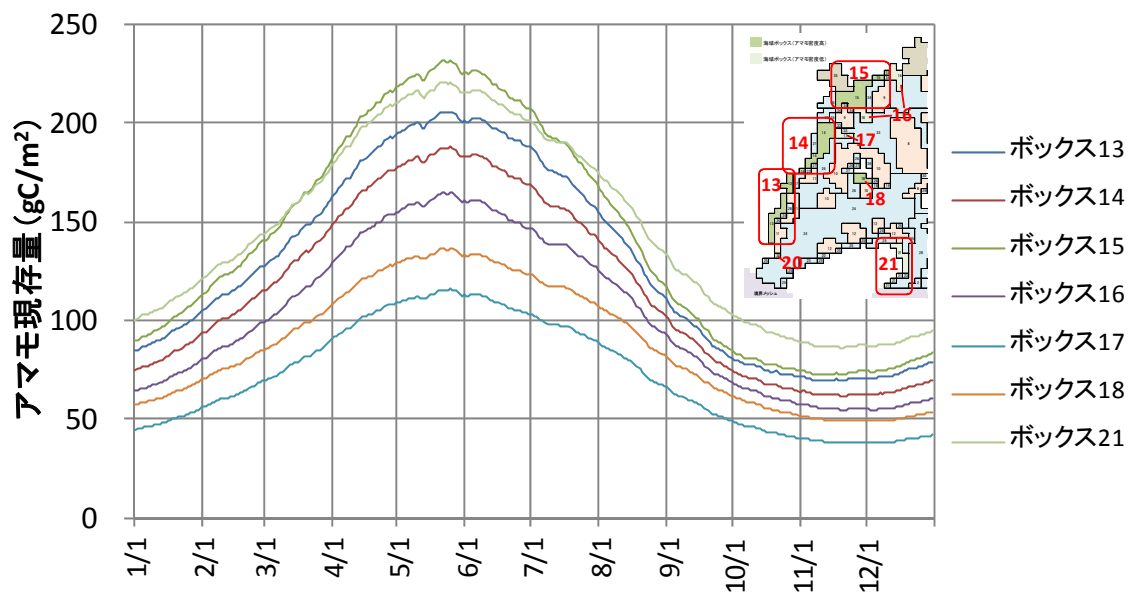


図 2.14 各ボックスにおけるアマモの現存量時系列図

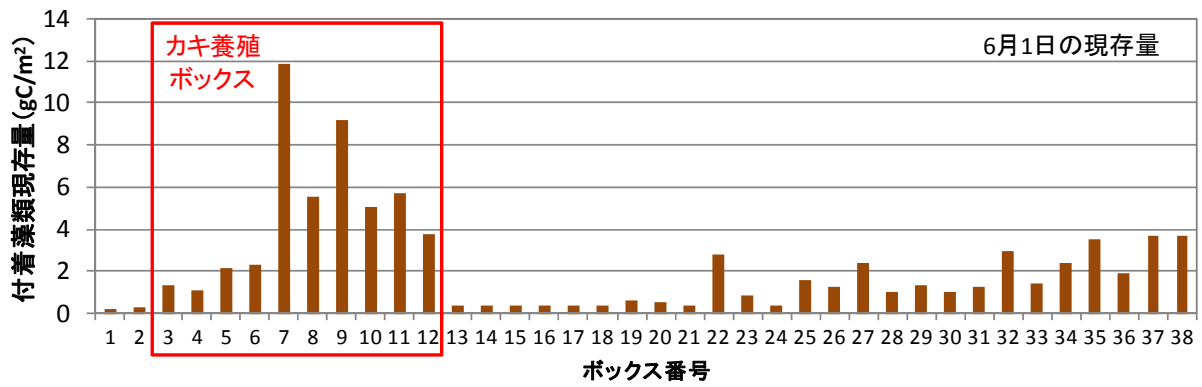
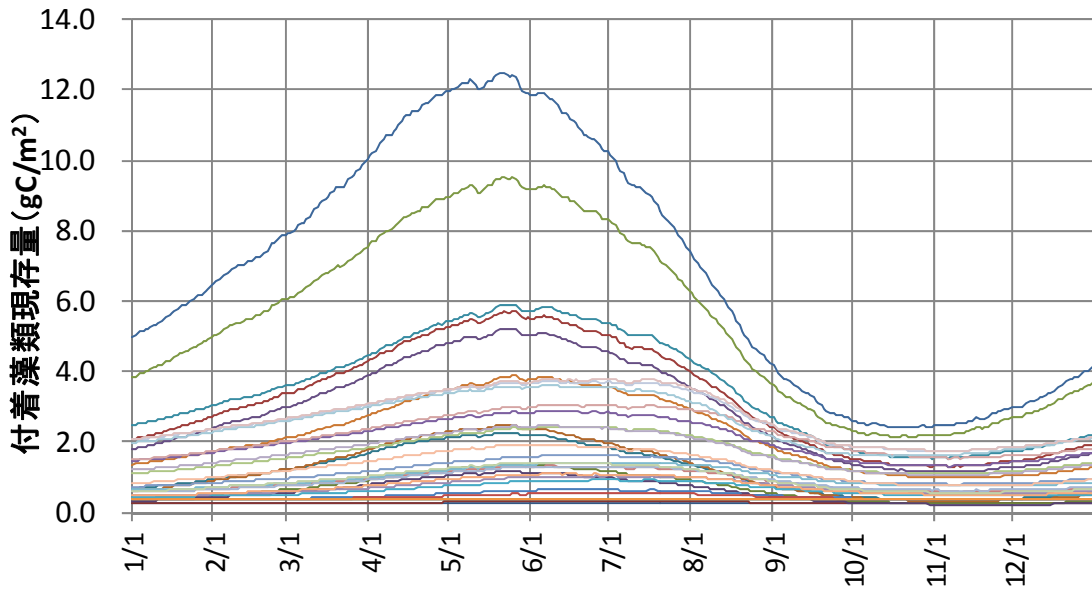


図 2.15 各ボックスにおける付着藻類の現存量時系列図 (全ボックスに設定)

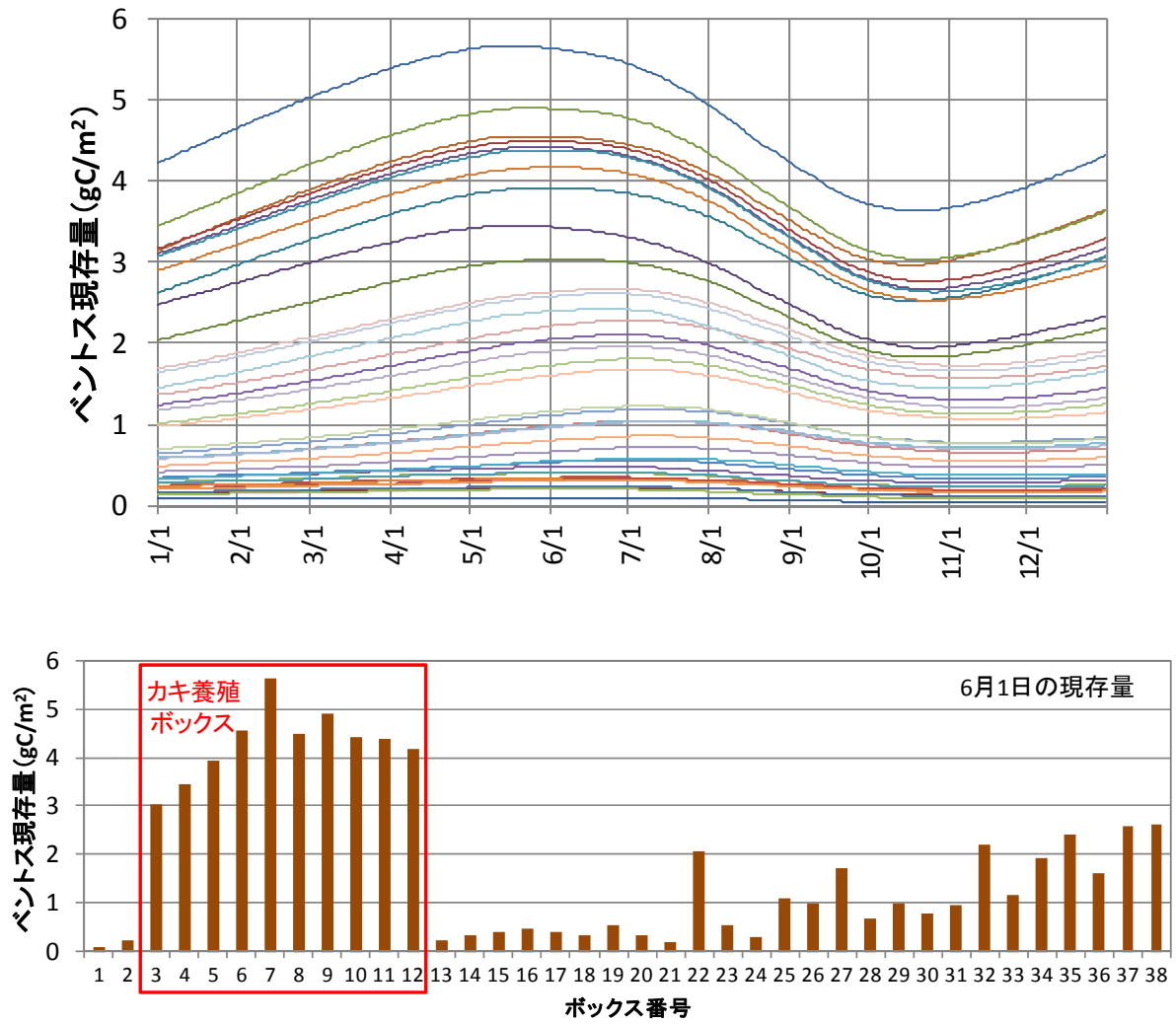


図 2.16 各ボックスにおける堆積物食者の現存量時系列図

2-3 物質循環フラックスの計算結果

物質循環モデルの計算結果を用いて、三津湾の物質循環フラックスを算出した。

外海からの移流フラックスは、三津湾湾口を、図 2.17 に示すように三津口湾との境界、三津湾湾口西部、三津湾湾口東部の 3 区間に分けて算出した。なお、平均流が三津湾に流入するメッシュを三津湾湾口西部、流出するメッシュを湾口東部として設定した。

流量フラックスを図 2.18 に、窒素・リン・炭素の移流フラックスを図 2.19～ 図 2.21 に示す。いずれも、大潮・小潮によって移流量は大きく変動していた。季節によっても変動し、9 月頃に最も小さく、冬季に大きい傾向があった。形態別の比率は、窒素は DON、リンは $PO_4\text{-P}$ が最も多く、炭素は DOC が全体の 80～90% を占めていた。ただし、これは境界に与えた分画比による影響が大きい。

また、三津湾湾口西部で流入する際と三津湾湾口東部で流出する際で、形態別比率に大きな差はなかった。

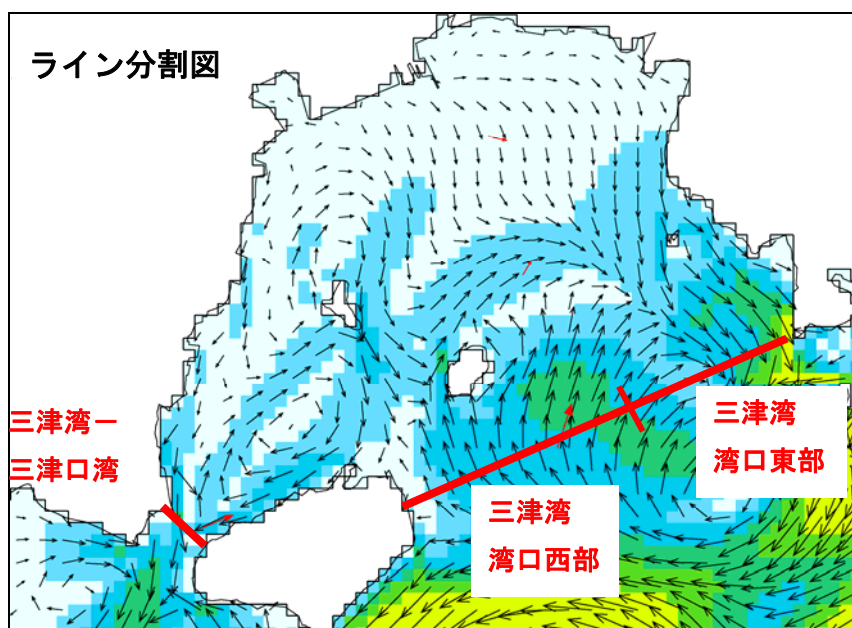


図 2.17 ライン分割図

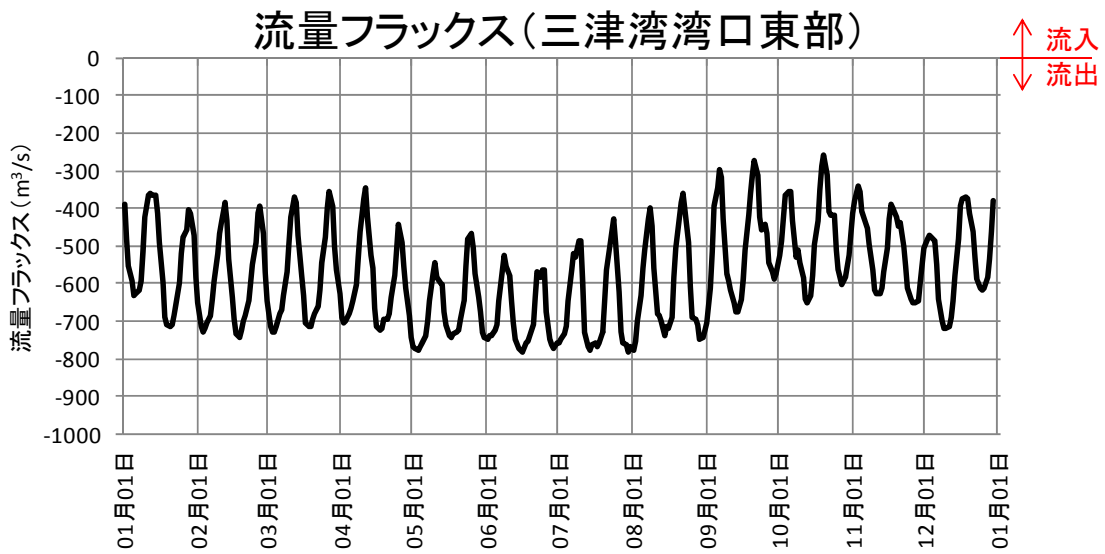
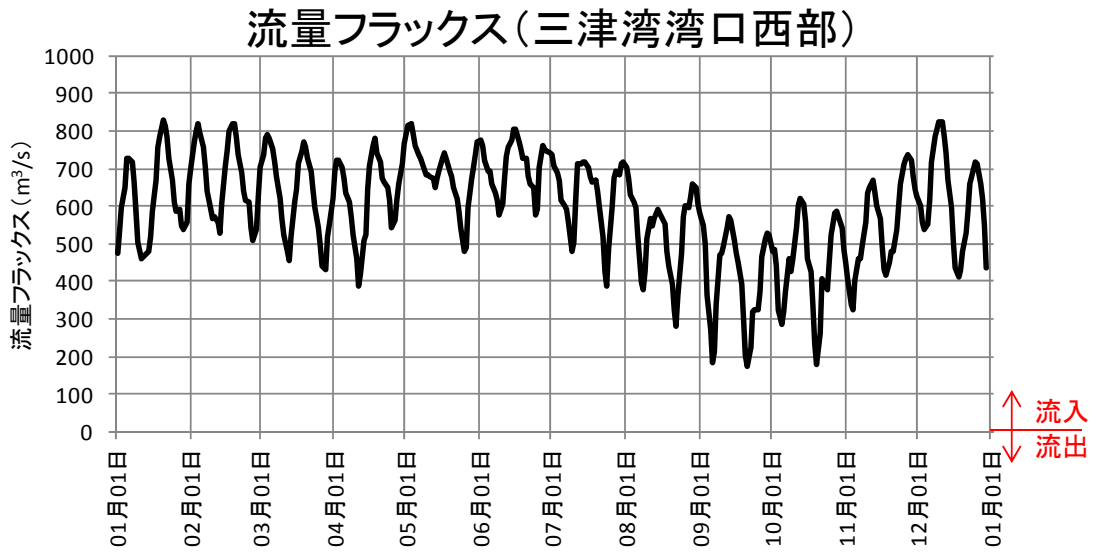
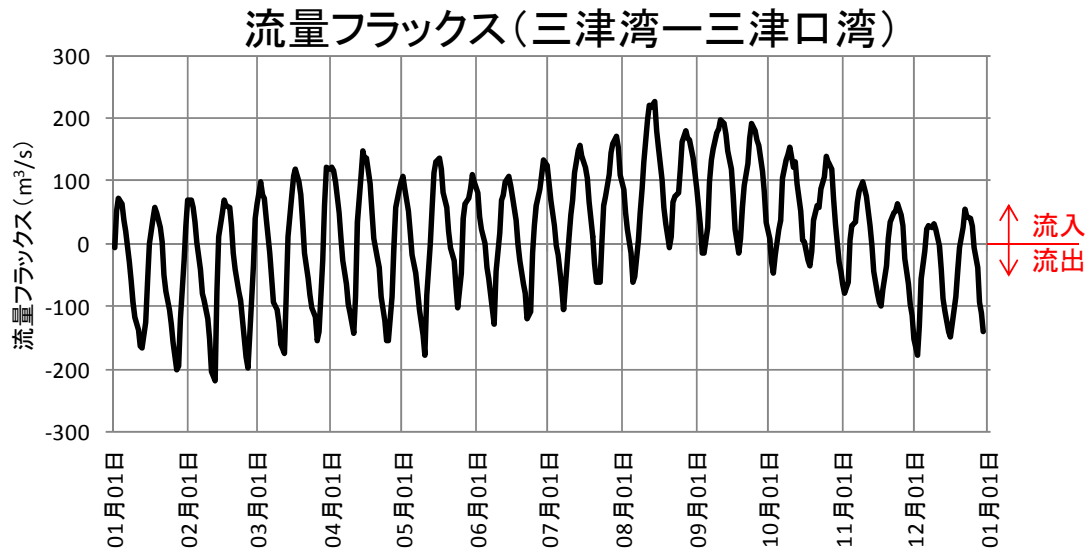


図 2.18 流量フラックス

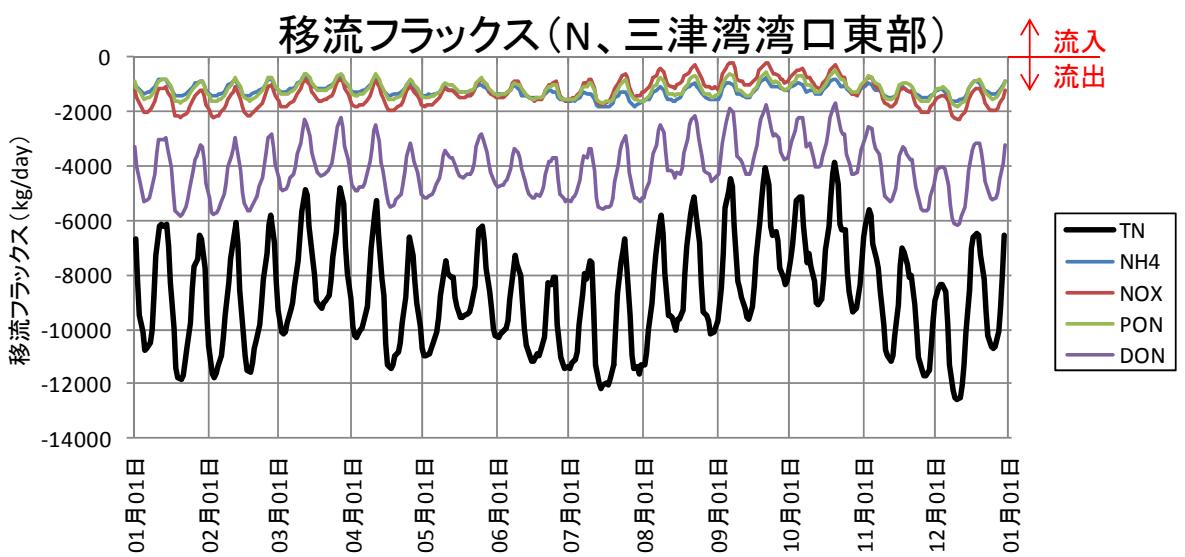
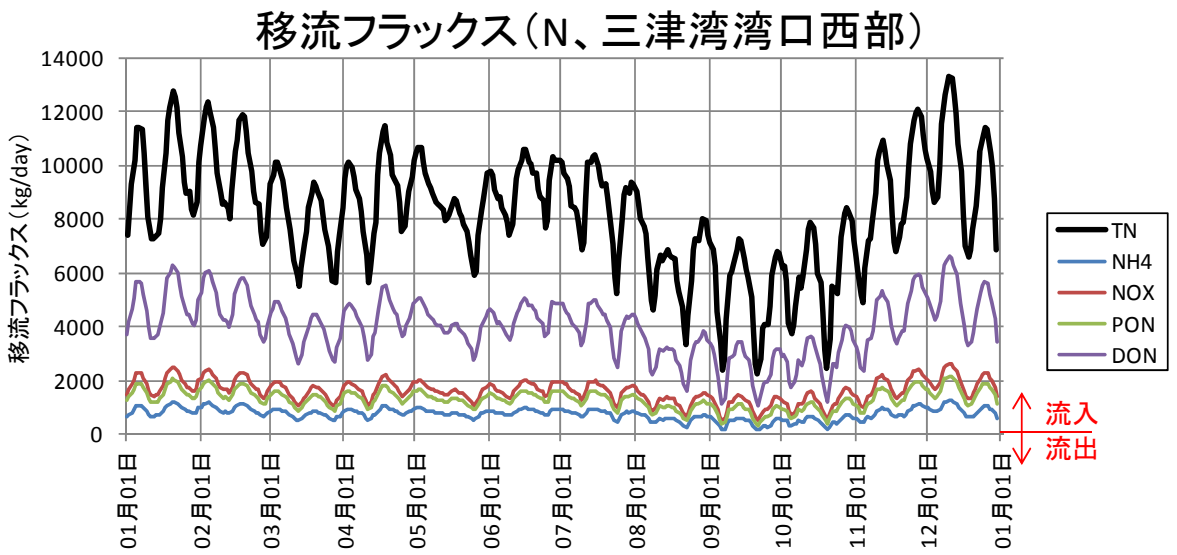
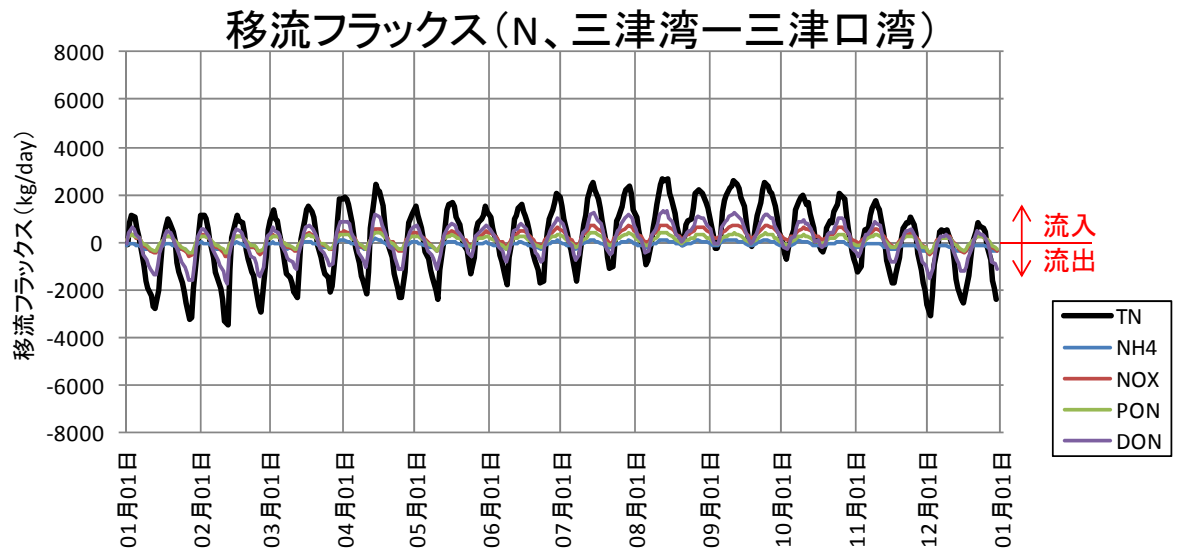


図 2.19 窒素の移流フラックス

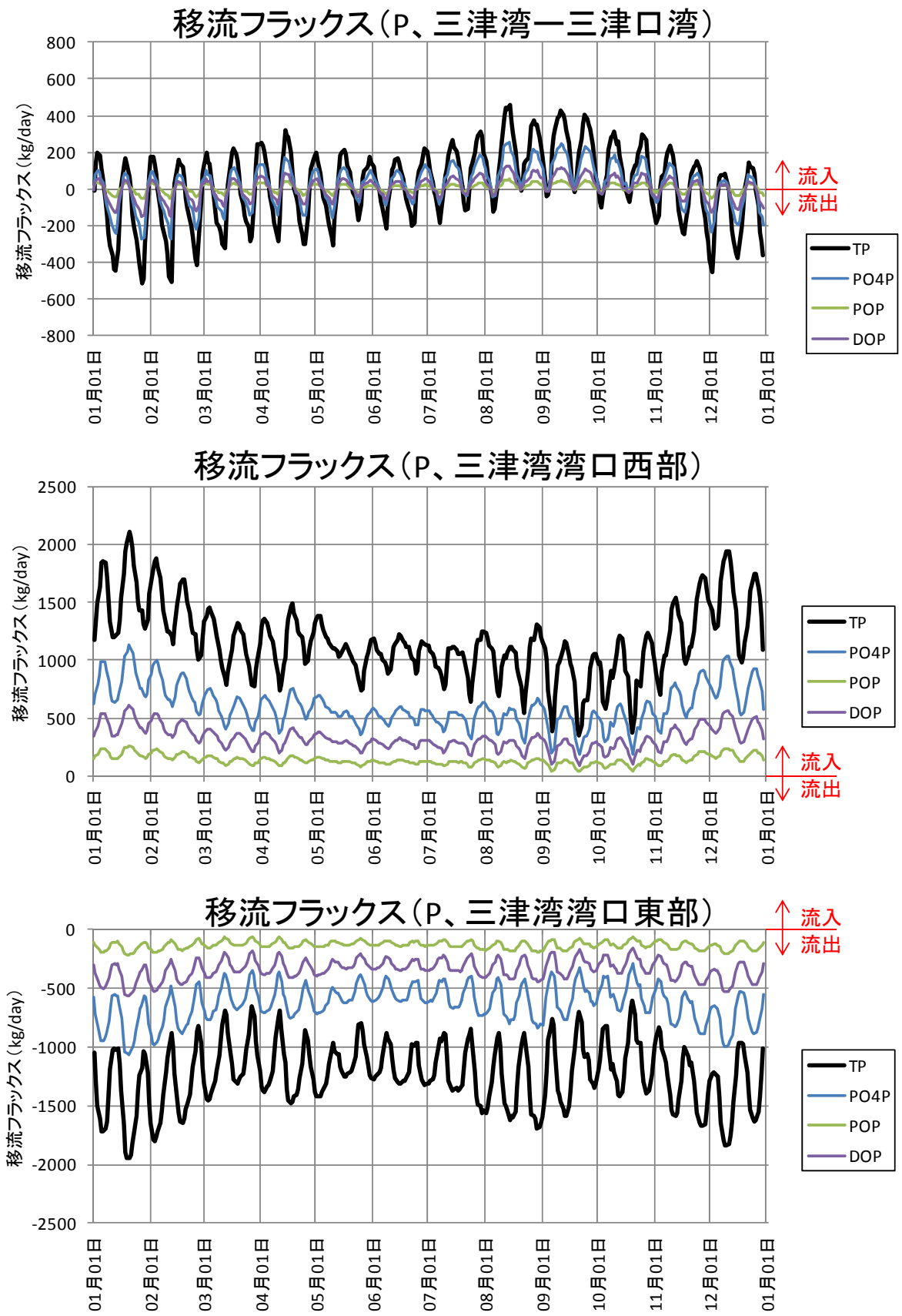


図 2.20 リンの移流フラックス

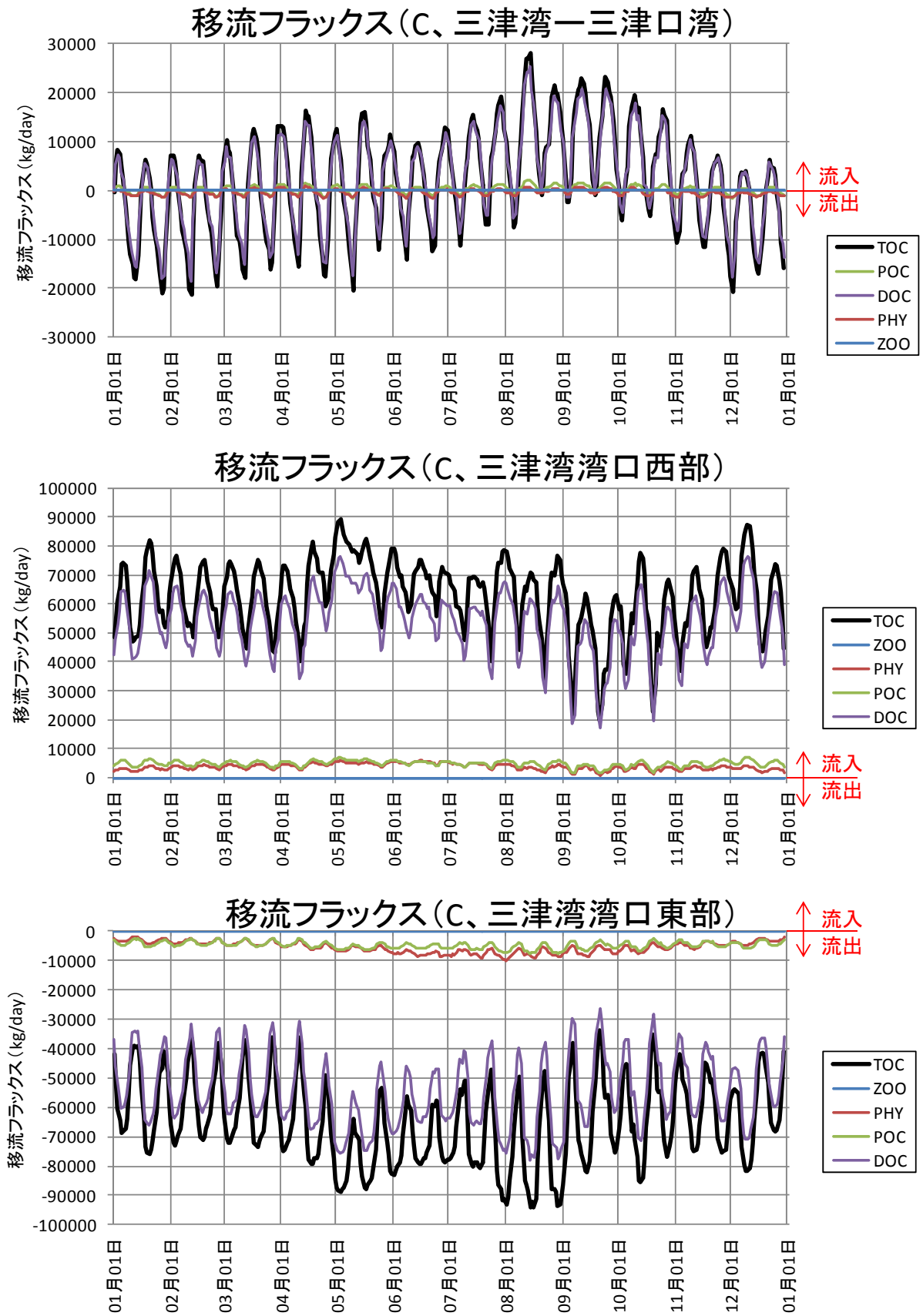


図 2.21 炭素の移流フラックス

三津湾の物質循環フローを図 2.22～図 2.24 に示す。窒素、リン、炭素のそれぞれについて、1月および7月の平均値を算出した。いずれも、移流による外海とのやりとりが最も多く、カキに関するフラックスと底泥への沈降・底泥からの溶出フラックスは1オーダー小さい。その他の生物や流入負荷に関するフラックスは、さらに1オーダー小さかった。また、生物および底泥に関連するフラックスは、1月より7月の方が活発であった。

表 2.10 に、単位面積に換算した底泥とのフラックスを示す。溶出量は、カキ筏直下がカキのないボックスよりも T-N は約4倍多かった。T-P はカキのないボックスでは1月は底泥からの溶出はなかったが、カキ筏直下では季節に関係なく溶出があった。7月はカキ筏直下はカキのないボックスの約6倍の溶出があった。カキによる排糞を除く堆積量は、T-P では同等、T-N、TOC ではカキのないボックスの方が多かったが、これはカキのないボックスが河口付近を含んでいるためと思われる。

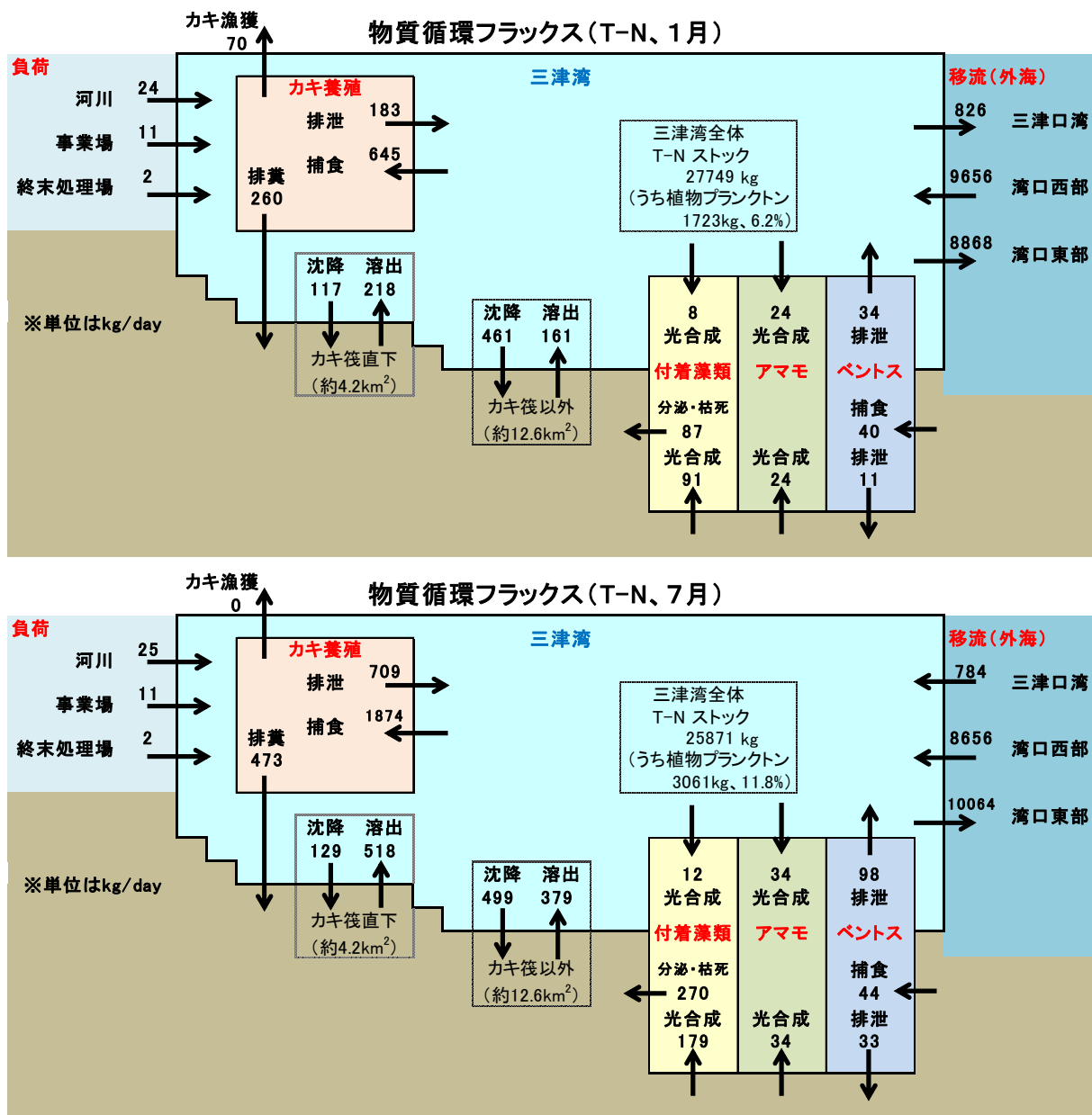


図 2.22 窒素の物質循環フラックス

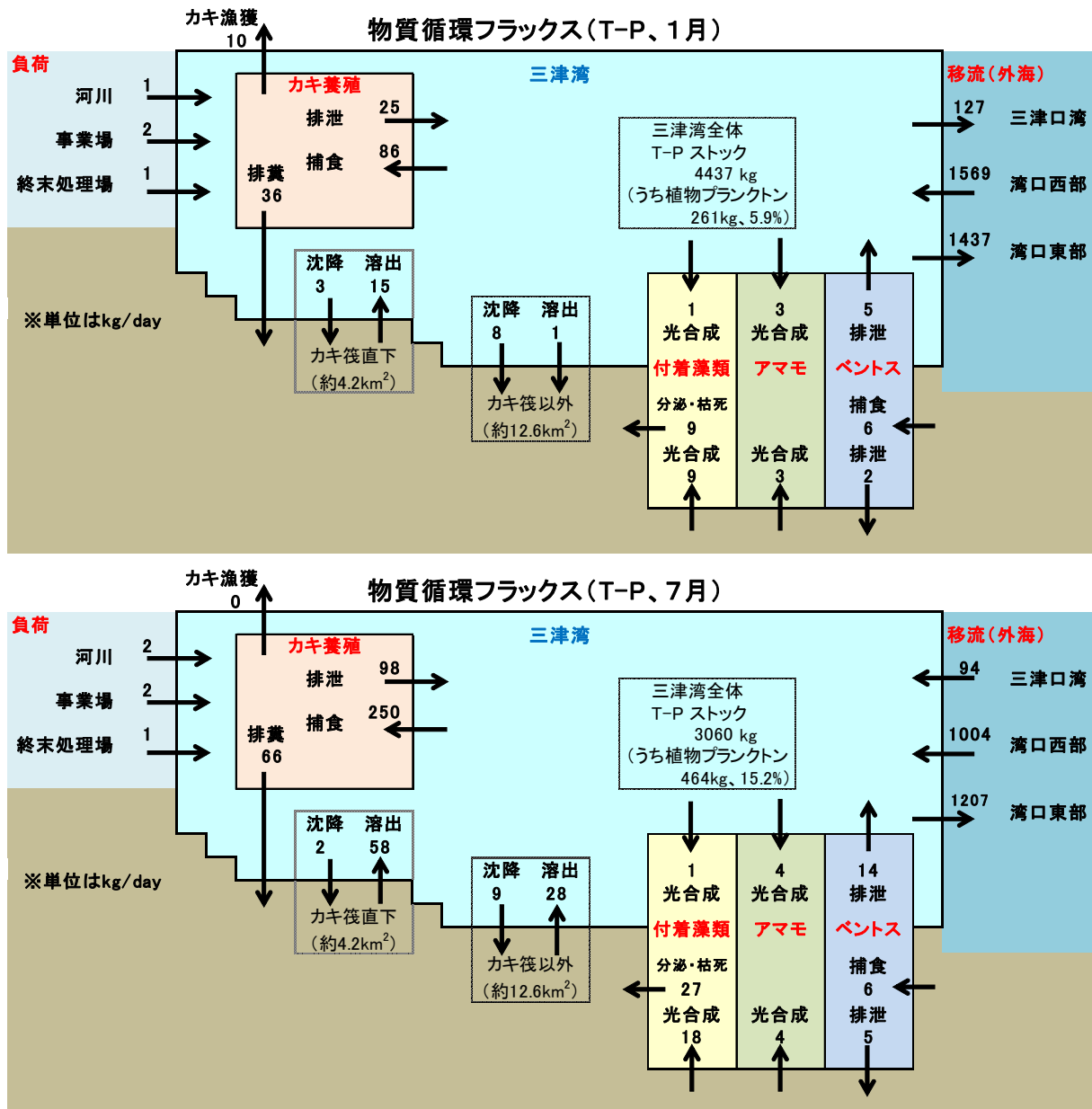


図 2.23 リンの物質循環フラックス

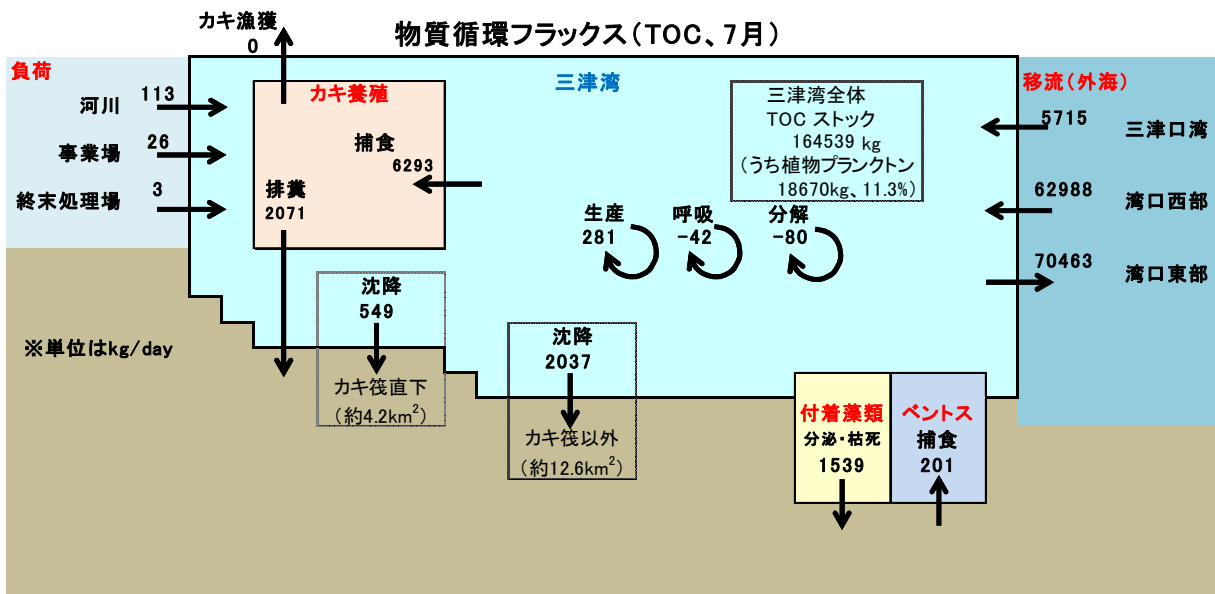
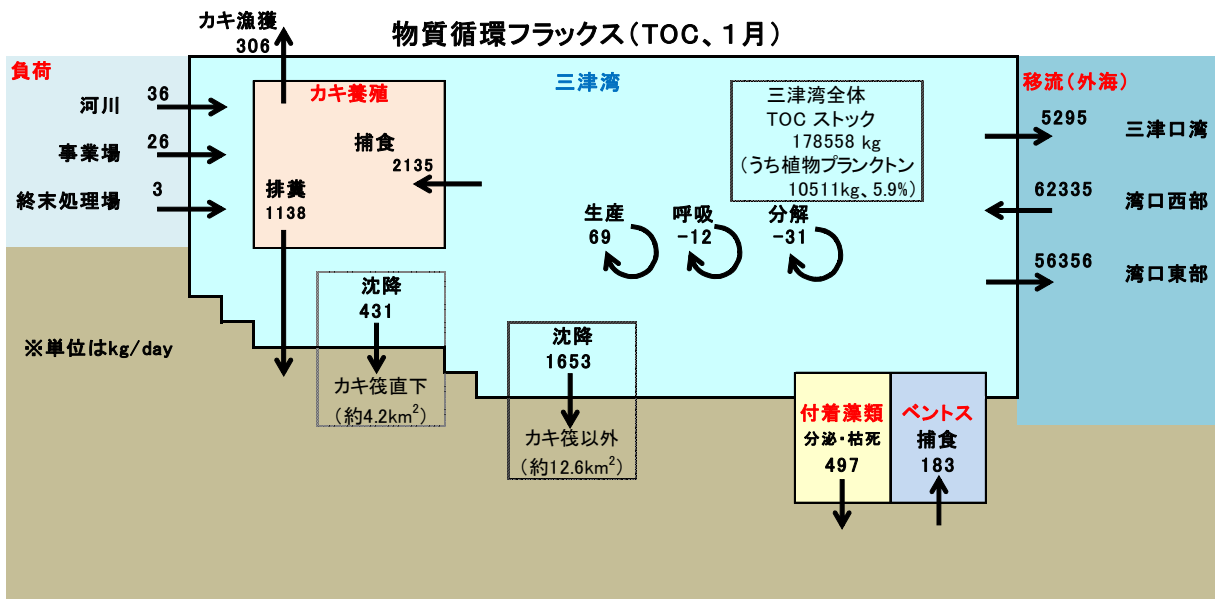


図 2.24 炭素の物質循環フラックス

表 2.10 単位面積あたりの底泥とのフラックス量

項目	ボックス	1月			7月		
		溶出	堆積	カキ排糞	溶出	堆積	カキ排糞
T-N	カキ直下	5.17	2.78	6.16	1.38	0.04	11.20
	カキなし	1.28	3.66	—	0.22	0.07	—
T-P	カキ直下	0.355	0.066	0.855	1.381	0.044	1.556
	カキなし	-0.010	0.061	—	0.224	0.071	—
TOC	カキ直下	—	10.22	26.98	—	13.02	49.07
	カキなし	—	13.14	—	—	16.19	—

単位: mg/m²/day

3. 物質循環モデルによる施策の検討

3-1 モデルでの施策の取り扱い

地域WGによる検討結果に従って、構築した物質循環モデルで施策の効果の予測を行った。施策は「人工中層海底の設置」「耕耘+底質改善材の混合」「施肥」の3ケースである。「人工中層海底の設置」については、冬季の底泥へ供給される堆積量の増加は中層海底に蓄積された捕捉物により、底生系が形成された影響があると考えられるため、冬季の堆積量増加を考慮するケース、考慮しないケースの2通りを計算した。

いずれの施策でも、カキ筏があるうち、湾奥の「ボックス7のみ」で施策を行った場合、「カキボックス全て(ボックス3~12)」で施策を行った場合、2通りの計算を行った。

表 3.1 施策の計算条件

ケース1：人工中層海底の設置			
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（排糞）の捕捉		
設定方法	カキ筏からの排糞量を底泥に堆積（移行）させる際に、中層海底による捕捉をモデル外除去／追加として係数をかけて増減（カキからの排糞量自体は変化させない）		
係数		ケース1①	ケース1②
		冬季堆積量増加あり	冬季堆積量増加なし
	12～5月	1.29倍	1.00倍
	6、11月	0.94倍	0.94倍
	7～10月	0.906倍	0.906倍
期間	計算全期間で設定		
設定根拠	山本ら(2009)		
ケース2：耕耘+底質改善材の混合			
方法	底質に焼成カキ殻を1:1で混合		
効果	硫化水素の吸着、リンの溶出削減		
設定方法	①底泥間隙水中の硫化水素濃度を0mg/Lとする ②リンの溶出を54%削減		
期間	計算全期間で設定		
設定根拠	浅岡ら(2011)、山本・日比野(2009)、広島大学HP		
ケース3：施肥			
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		
設定方法	筏1つあたりカキ200個分の負荷を算出 →T-N 1.50g/メッシュ/day、T-P 0.17g/メッシュ/day		
期間	5月1日と10月15日に投入し、30日間効果が持続		
設定根拠	地域WGによる分析結果		

3-2 ケース 1・人工中層海底の設置

施策により、変化が現れると考えられるのは、以下の項目である。

- ・設定ボックスの底泥濃度
- ・設定ボックスの底泥からの溶出量、底泥への沈降量
- ・設定ボックスの生物量（カキ、付着藻類、ベントス）変化
- ・設定ボックス付近の水質濃度
- ・周辺ボックスとのフラックス

本モデルでは、カキからの排糞を直接底泥へ堆積させているが、カキからの排糞量は変化させず、底泥へ堆積させる量を係数倍することで中層海底の効果を表現した。実際には、中層海底設置後十分な時間が経過すると、中層海底上に底生系が形成され、底泥や海水と物質のやり取りが行われることが予想される。また、中層海底で捕捉された排糞が巻き上げられることは考慮していない。

ケース 1 ①では、冬季～春季のカキ排糞による底泥への供給量を 1.29 倍としたが、これは人工中層海底上で長期間沈降物を捕食することによって形成された生態系の影響が大きいものと考えられる。したがって、設置直後は削減効果のみが見込まれるものと思われるため、冬季～春季を 1.00 倍（現況と同じ）としたケース 1 ②も計算した。

図 3.1 に、ボックス 7 で底泥へ供給される堆積量（炭素換算）を示す。ケース 1 ①では、冬季～春季はカキの排糞量に対して底泥へ供給される量を 1.29 倍にしたため増加している。夏季～秋季にかけては、排糞量を 0.94 倍、0.906 倍にしたために、減少している。

図 3.2 に、ボックス 7 における生物量の時系列と変化量を示す。生物量は、ケース 1 ①では増加、ケース 1 ②では減少する傾向にある。しかし、変化は最大でも 2%程度である。カキは、ケース 1 ①をカキ BOX 全てで行った場合、1%ほど増加した。

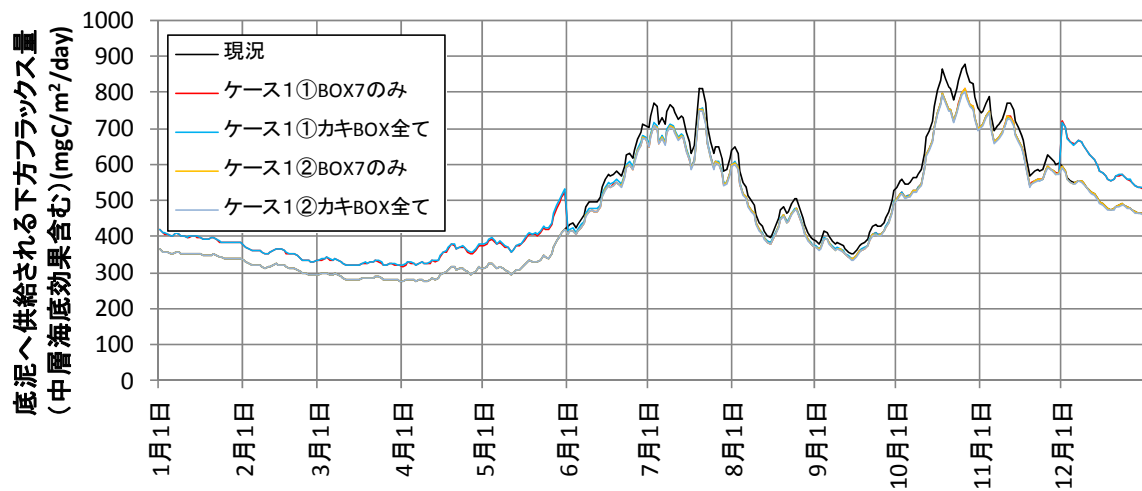
ボックス別の底泥濃度変化およびボックス 7 の溶出量の時系列変化を図 3.3～図 3.4 に示す。底泥の T-N、T-P、TOC 濃度は、ケース 1 ①では最大で 1.1%増加、ケース 1 ②では最大で 0.8%減少した。ボックス 7 のみの施策でも、他ボックスの底泥濃度はわずかながら上昇した。溶出量、酸素消費速度は、ケース 1 ①では現況に比べて 5 月まで増加（T-N 溶出量が最大 10%、T-P 溶出量が最大 12%、酸素消費速度が最大 7%増）したが、夏季は 2%程度の減少に転じた。ケース 1 ②では、5 月までは現況と計算条件が同じであるため差はなかったが、夏季は 4%程度減少した。

図 3.5 に、ボックス 7 直上の水質濃度の時系列変化を示す。水質に大きな変化はなかった。

三津湾全体の T-P の物質循環フラックスの変化を、図 3.6 に示す。ここでは、現況とカキボックス全てのケースを比較した。カキの増加により、カキに関するフラックスに大きな変化はみられなかったが、夏季には中層海底の捕捉効果によって、排糞が底泥へ

沈降する量は減少した。

図 3.7 には、ボックス7に着目した T-P の物質循環フラックスの変化を示す。ここでは、現況とボックス7のみのケースを比較した。中層海底設置の影響で、底泥からの溶出が増加した。また、7月はカキ周りのフラックスも増加するとともに、周辺ボックスとの移流量も、水質濃度の上昇に伴って増加した。



※「BOX7のみ」の結果は、「カキBOX全て」の結果と重なっている

※「現況」の5月末までの結果は、「ケース1②」の2線と重なっている

図 3.1 ボックス7でカキから底泥へ供給される炭素換算排糞量

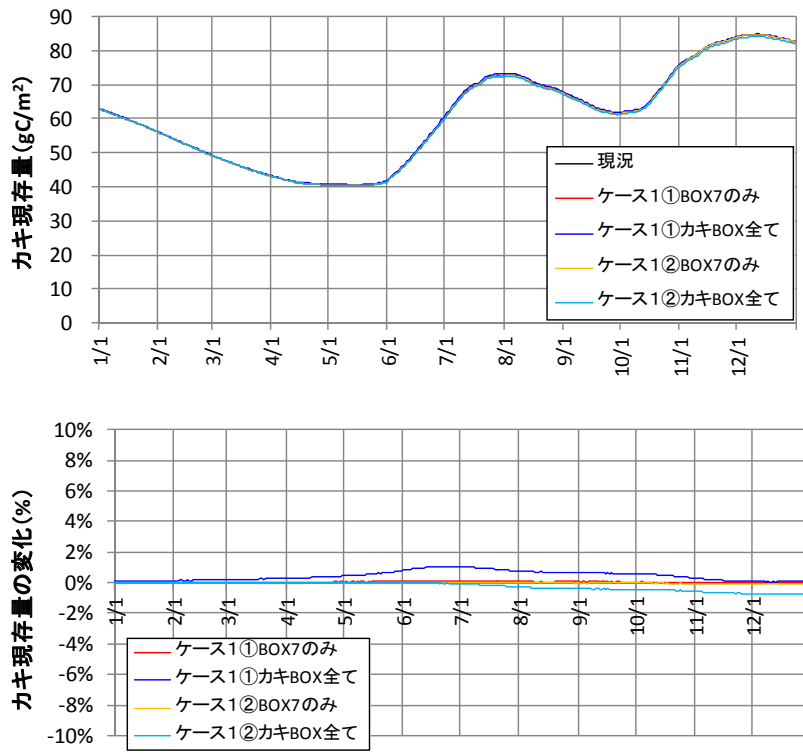


図 3.2(1) ボックス7のカキ現存量 (上) と施策による変化率 (下)

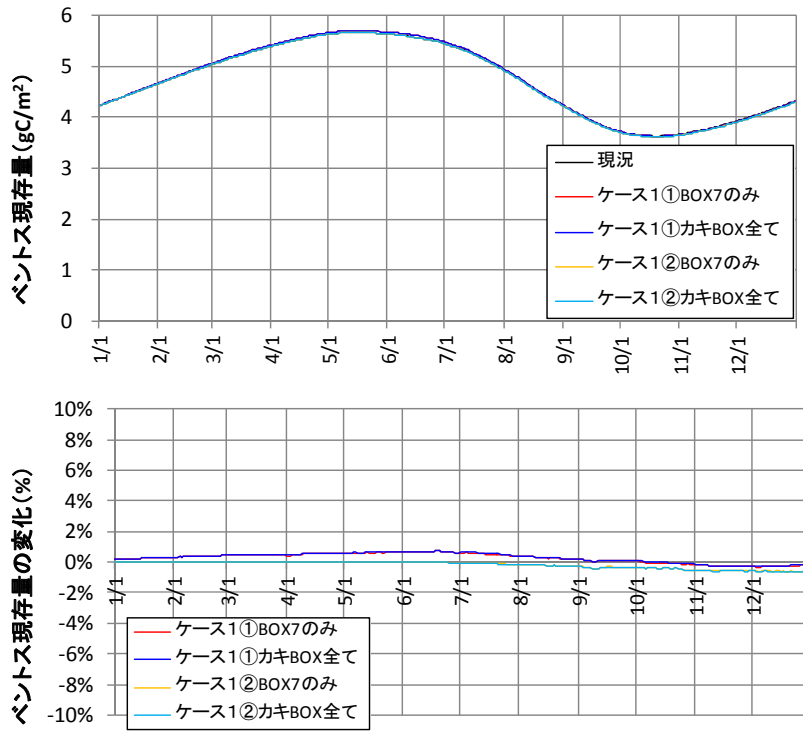


図 3.2(2) ボックス7のベントス現存量 (上) と施策による変化率 (下)

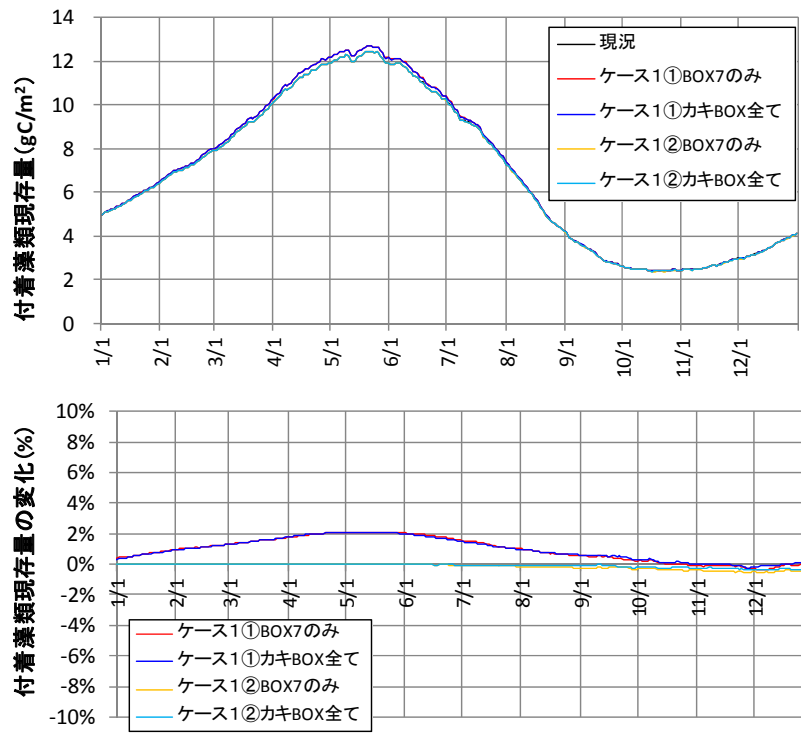


図 3.2(3) ボックス7の付着藻類現存量（上）と施策による変化率（下）

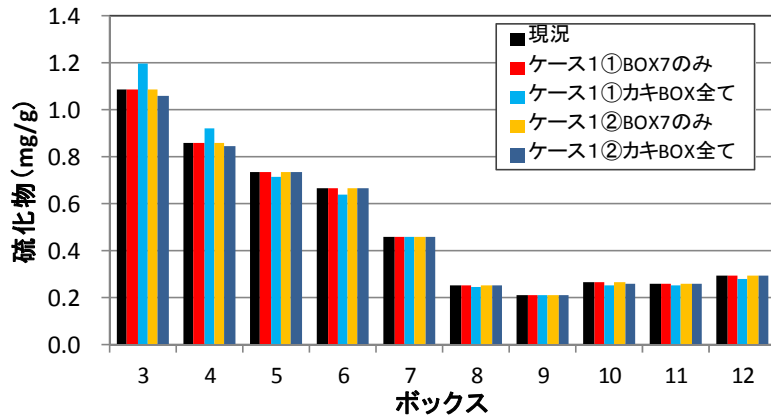
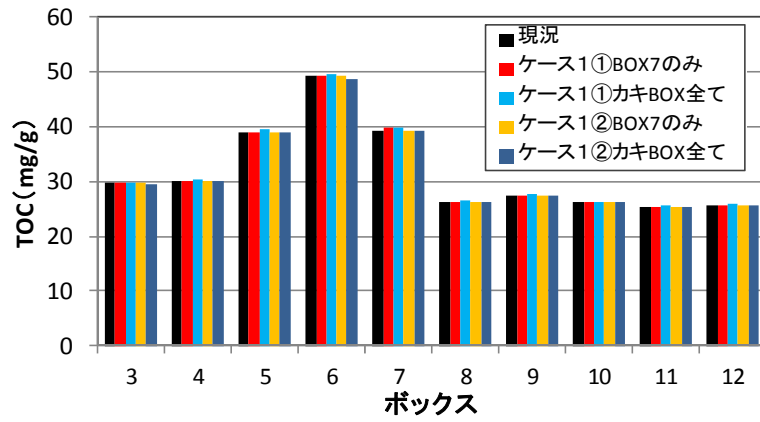
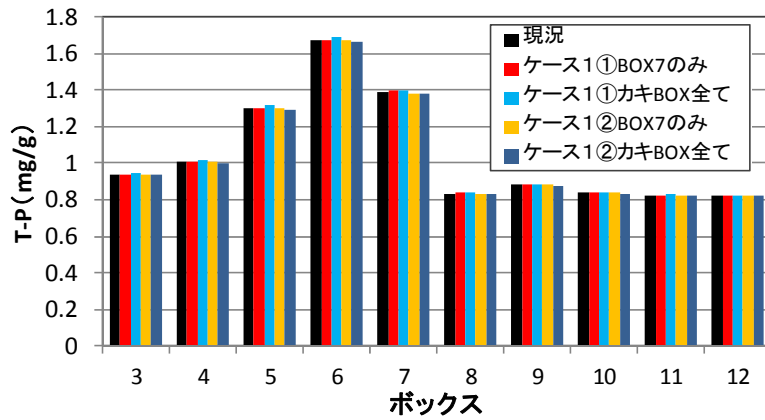
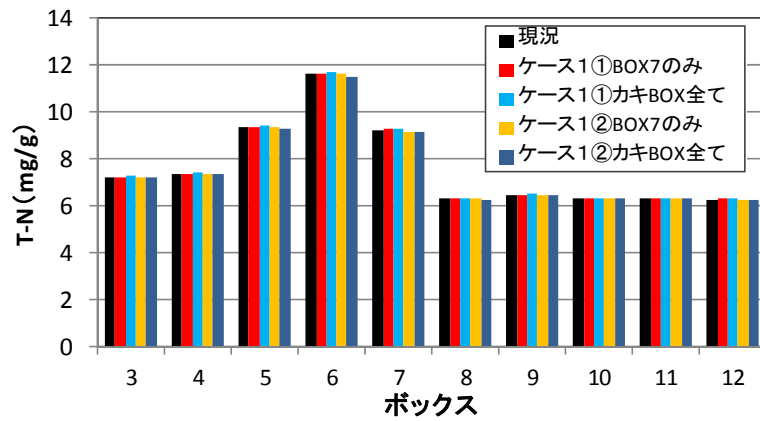
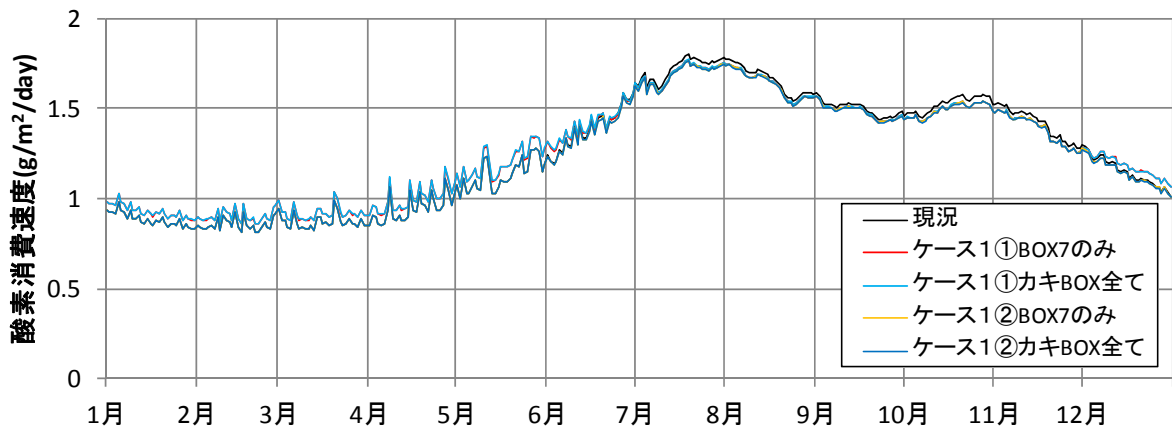
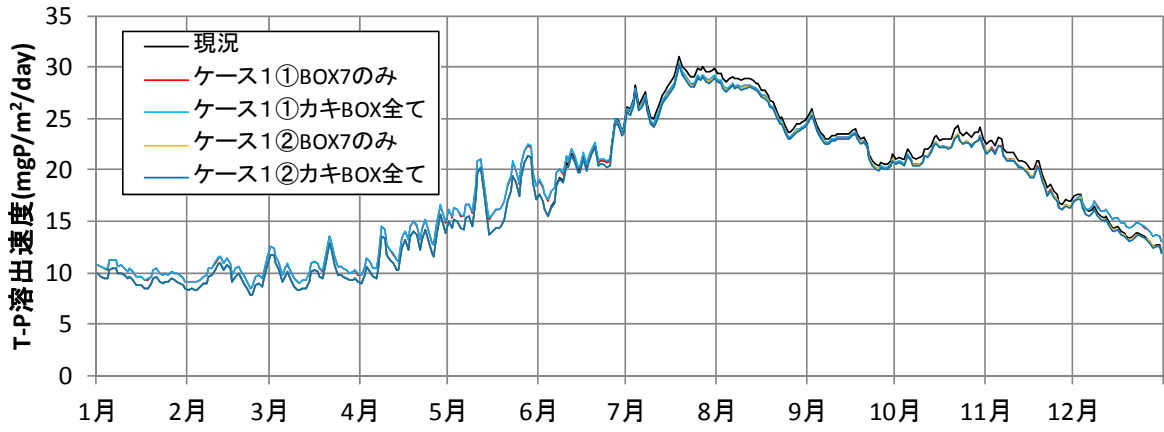
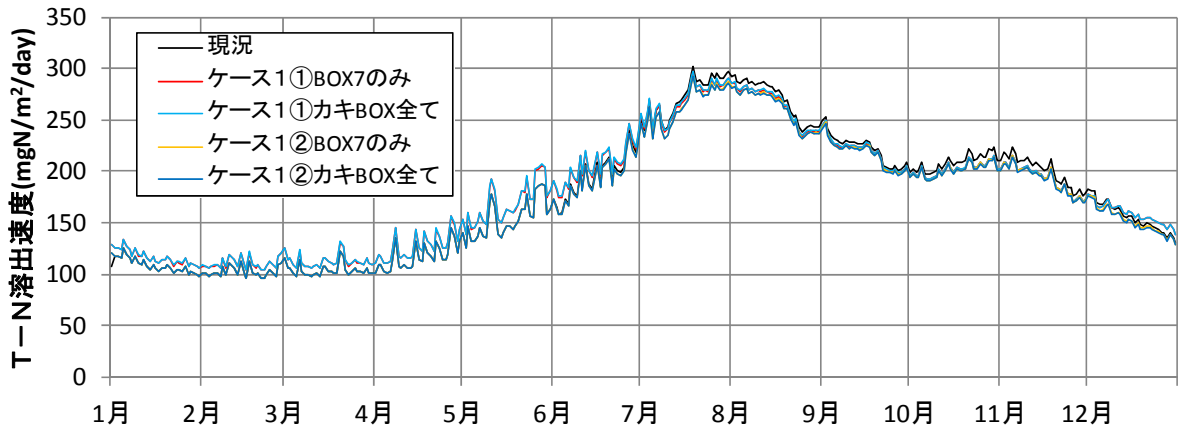
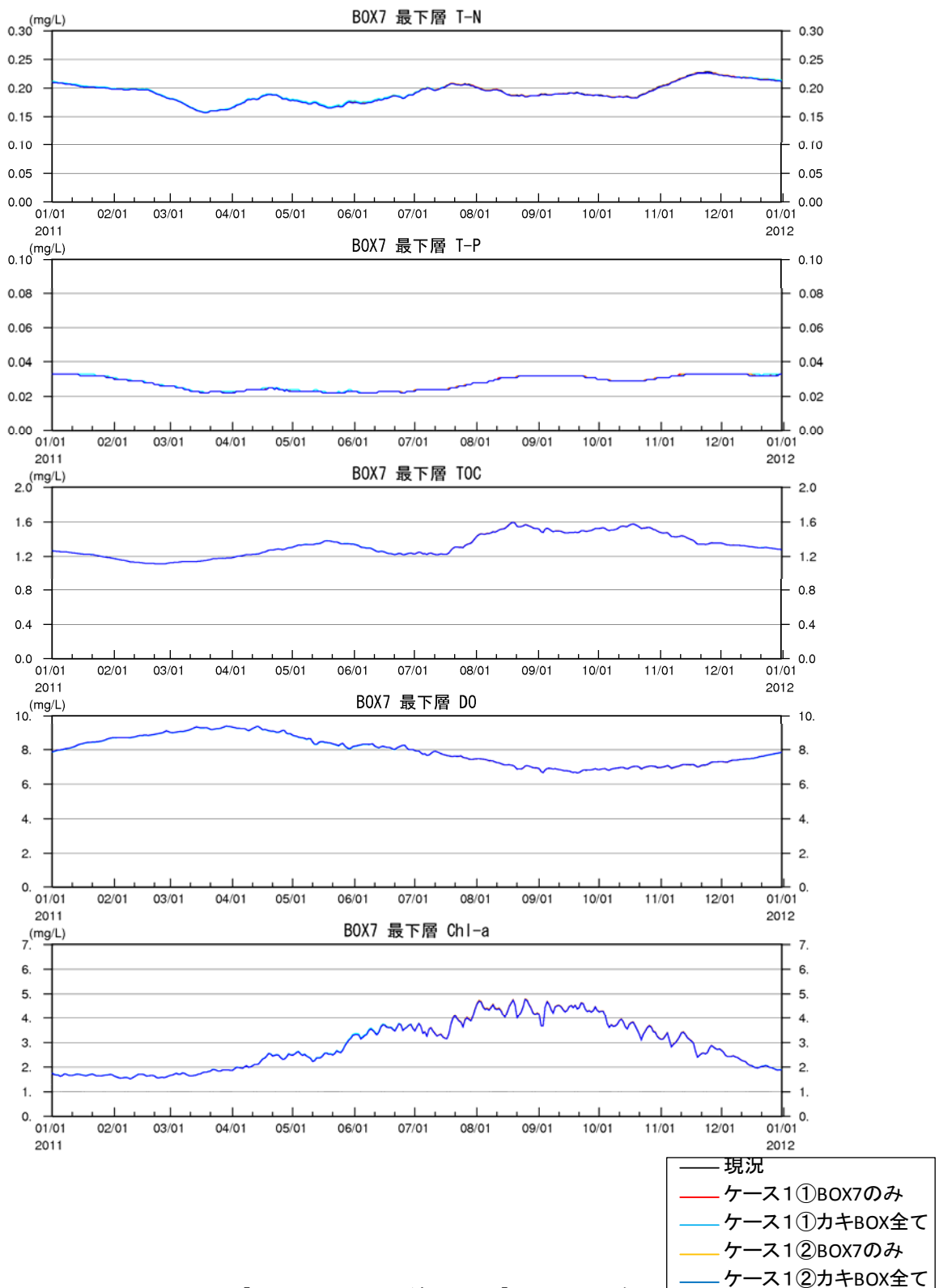


図 3.3 底泥濃度の変化 (ボックス別、8月平均値)



※「BOX7のみ」の結果は、「カキBOX全て」の結果と重なっている

図 3.4 ボックス7の底泥からの溶出量の変化



※ 「BOX7 のみ」の結果は、「カキ BOX 全て」の結果と重なっている

図 3.5 ボックス7直上の水質濃度の時系列変化

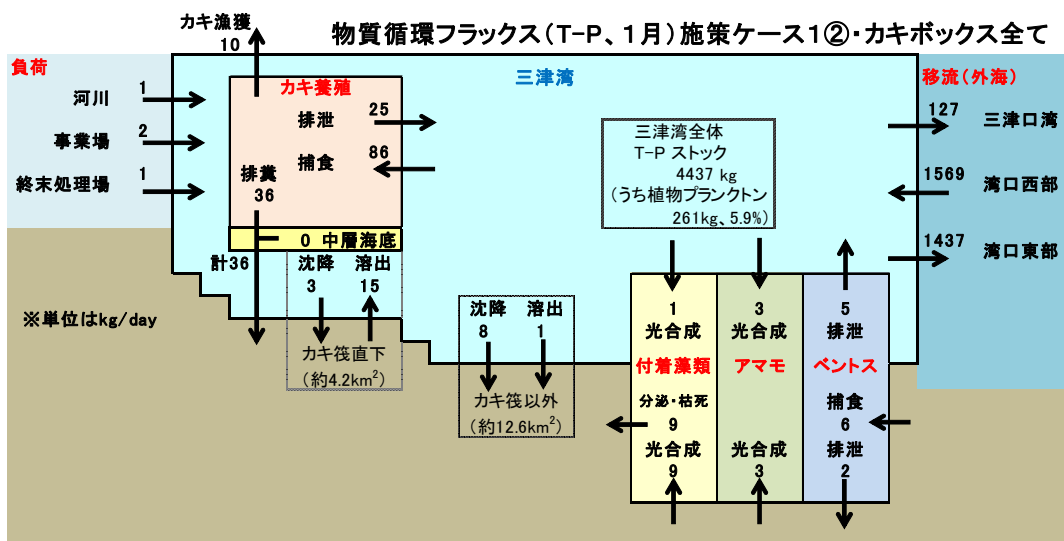
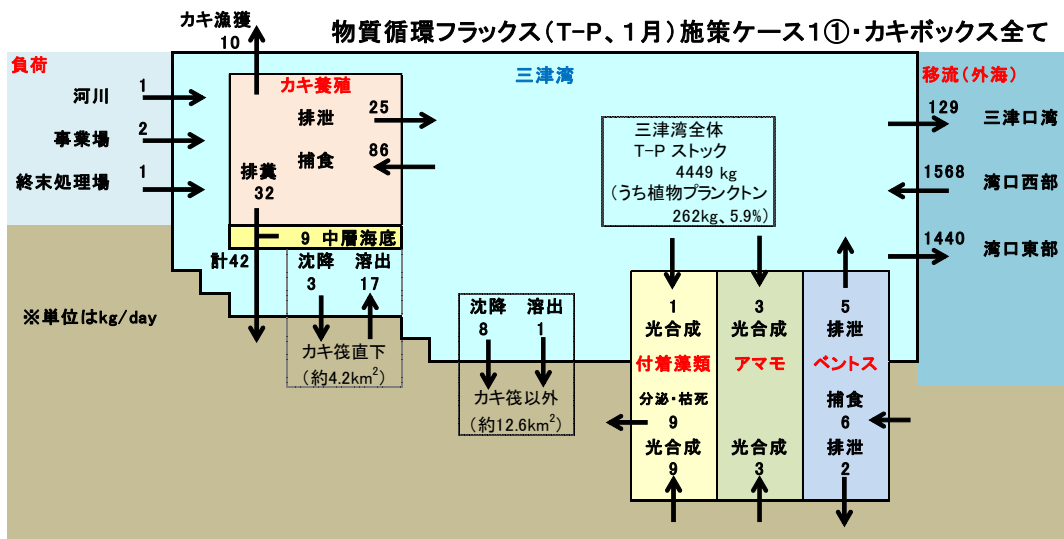
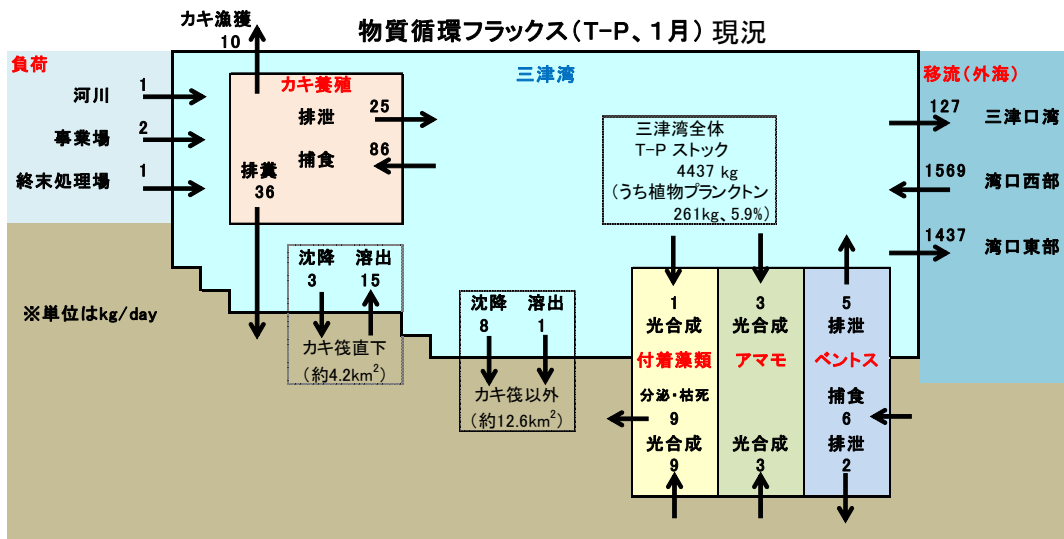


図 3.6(1) T-P の物質循環フラックス (1月、現況・施策ケース1 (カキボックス全て) 比較)

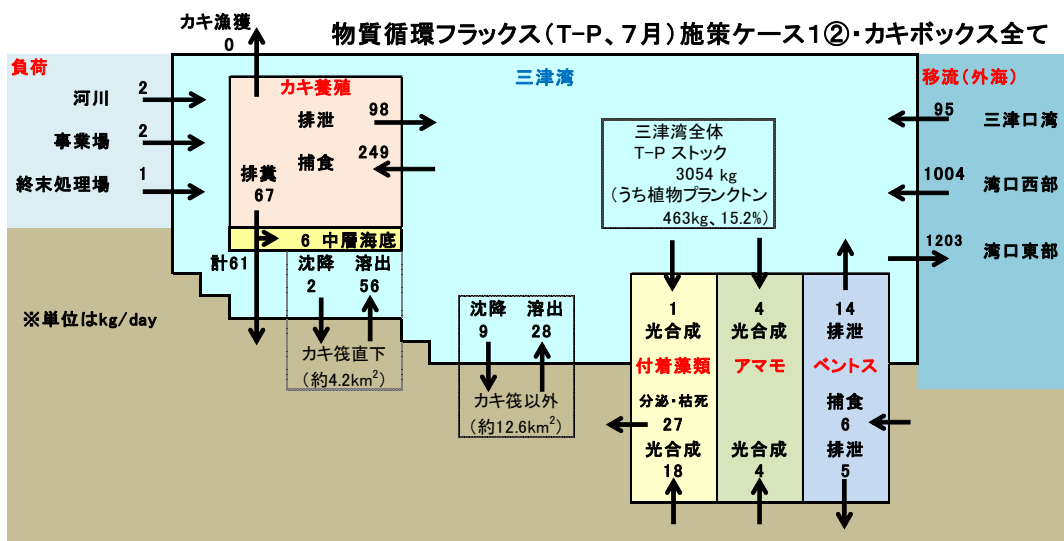
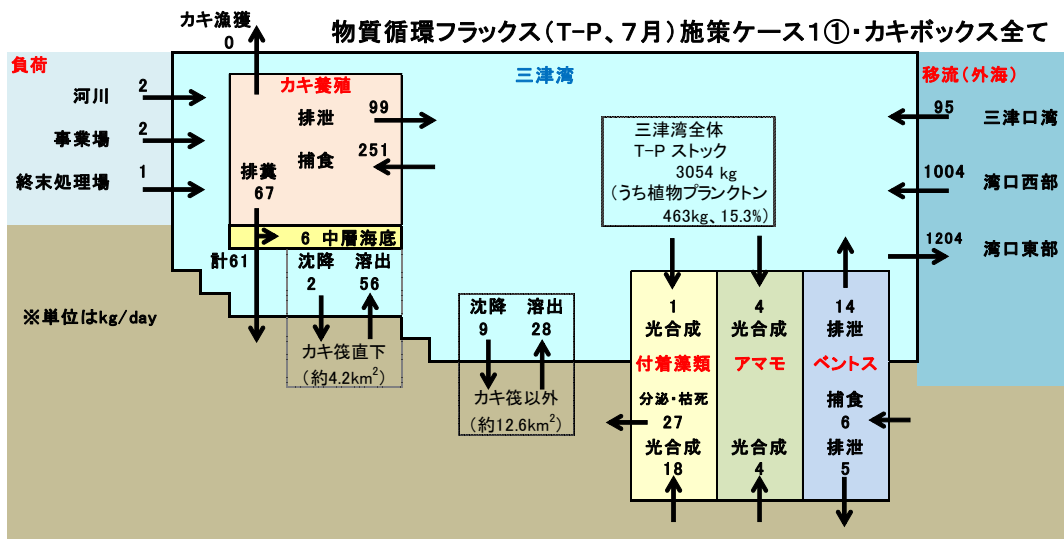
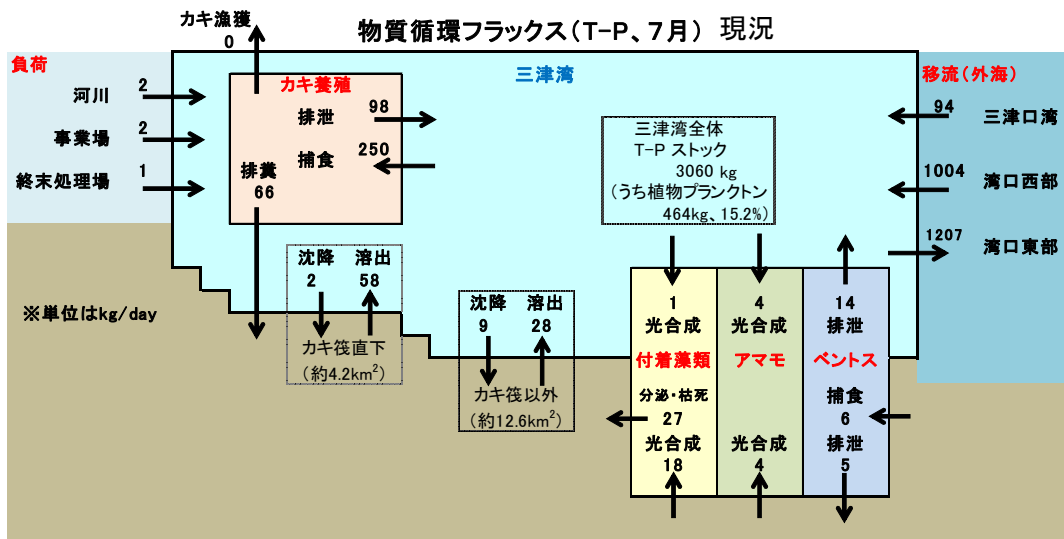
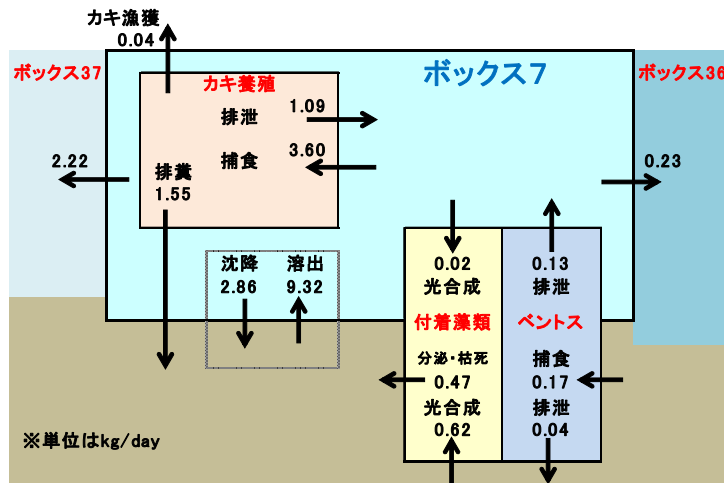
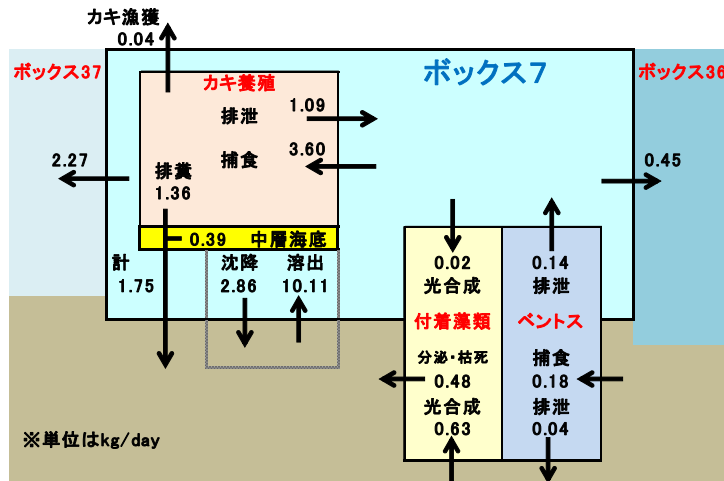


図 3.6 (2) T-P の物質循環フラックス (7月、現況・施策ケース1 (カキボックス全て) 比較)

物質循環フラックス(T-P、1月)現況



物質循環フラックス(T-P、1月)施策ケース1①・ボックス7のみ



物質循環フラックス(T-P、1月)施策ケース1②・ボックス7のみ

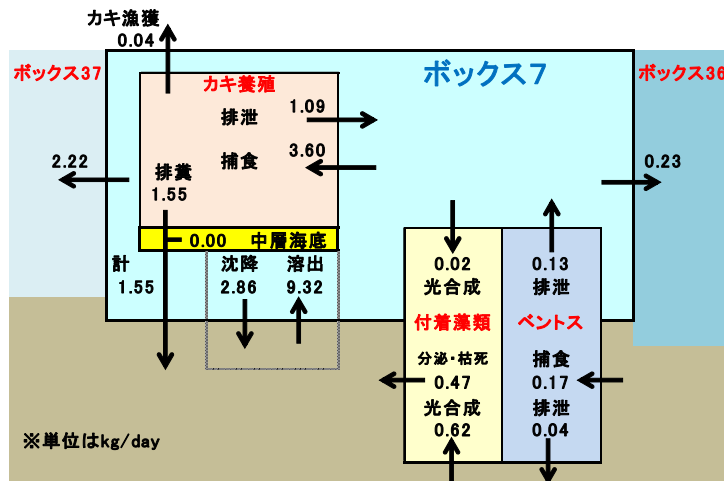
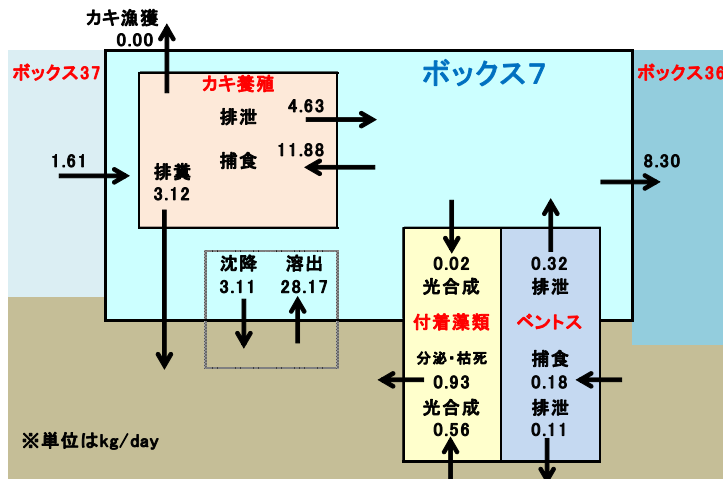
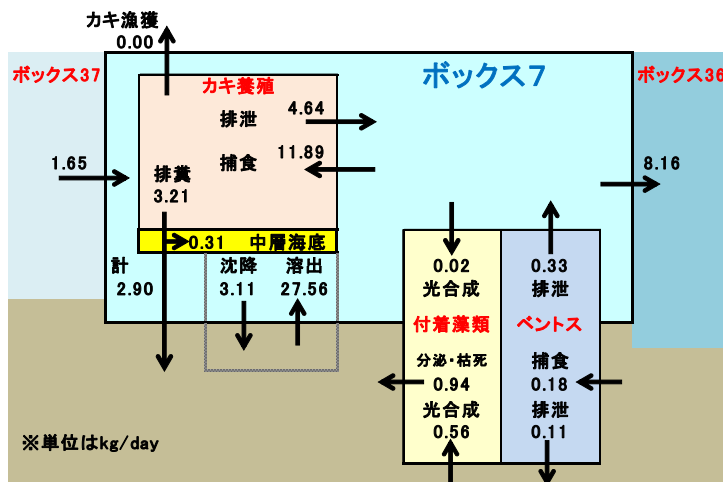


図 3.7(1) ボックス7の T-P の物質循環フラックス (1月、現況・施策ケース1 (ボックス7のみ) 比較)

物質循環フラックス(T-P、7月) 現況



物質循環フラックス(T-P、7月) 施策ケース1①・ボックス7のみ



物質循環フラックス(T-P、7月) 施策ケース1②・ボックス7のみ

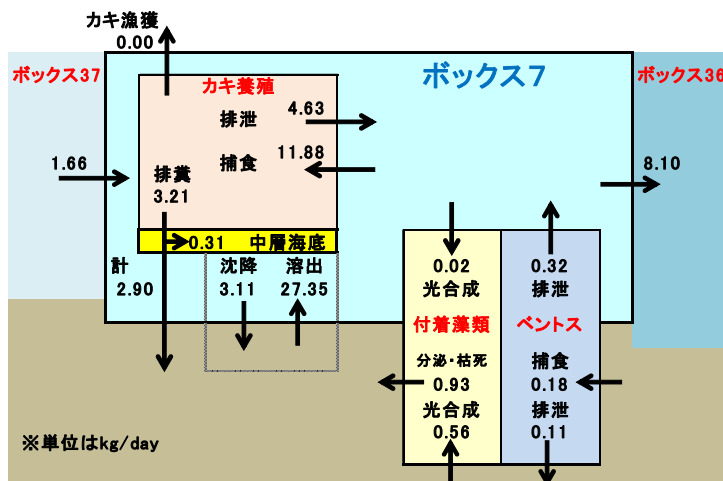


図 3.7(2) ボックス7の T-P の物質循環フラックス (7月、現況・施策ケース1 (ボックス7のみ) 比較)

3-3 ケース 2 ・ 耕耘＋底質改善材の混合

「耕耘＋底質改善材の混合」の施策により、変化が現れると考えられるのは、以下の項目である。

- ・ 設定ボックスの底泥濃度
- ・ 設定ボックスの底泥からの溶出量
- ・ 設定ボックス付近の水質濃度
- ・ 設定ボックスの底生生物量の変化
- ・ 周辺ボックスとのフラックス

本検討では、耕耘＋底質改善材の混合を、底泥間隙水中の硫化水素濃度を 0mg/L とすること、底泥からのリンの溶出を 54%削減することで表現した。なお、現在のモデルには、硫化水素による生物の死亡は、情報が不足していることもあり考慮していない。また、耕耘による底泥への酸素供給も考慮していない。

ボックス 7 の底泥からの溶出量の変化を、図 3.8 に示す。リンの溶出量を削減し、硫化水素濃度をゼロにしたことによって、リンの溶出速度は大きく減少し、酸素消費速度も春季には 15%程度減少した。

図 3.9 に 8 月の底泥濃度を示す。T-N、T-P、TOC 濃度は、施策の有無によって最大 1%程度減少した。硫化物は、施策を行うことでほぼ 0.1mg/g 未満に減少した。

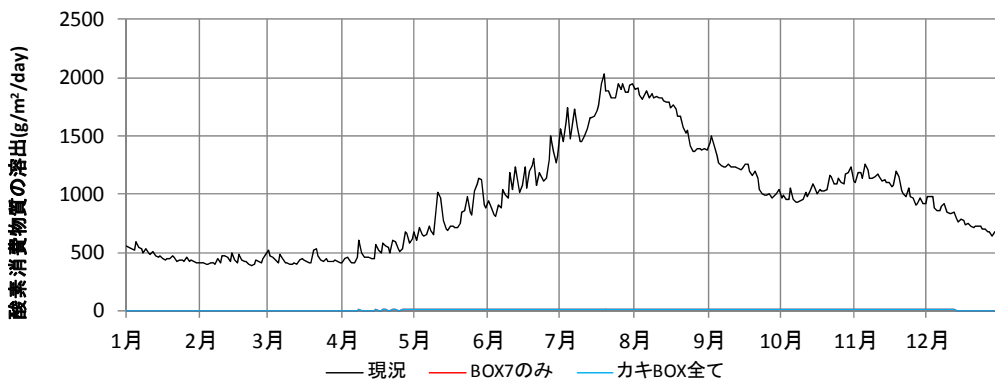
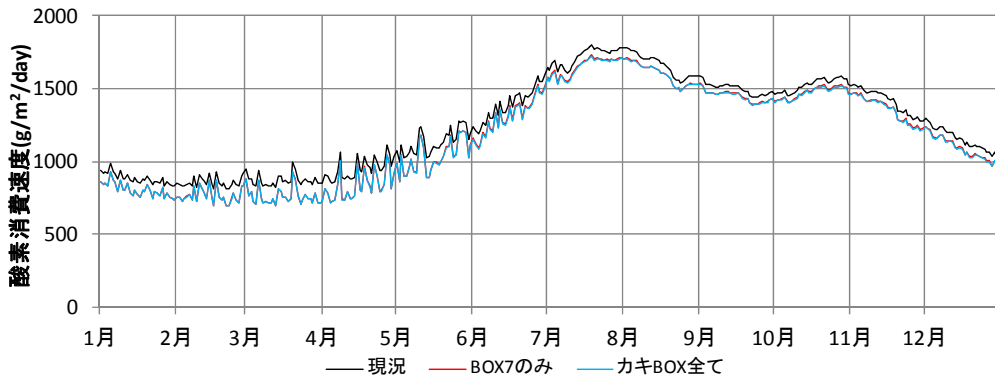
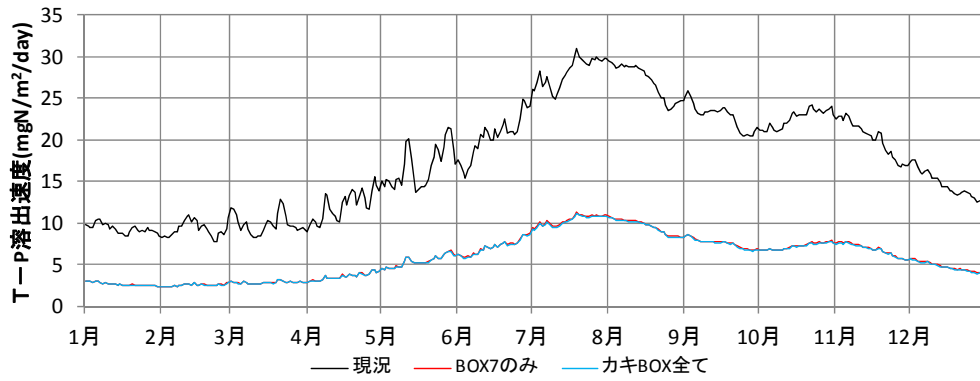
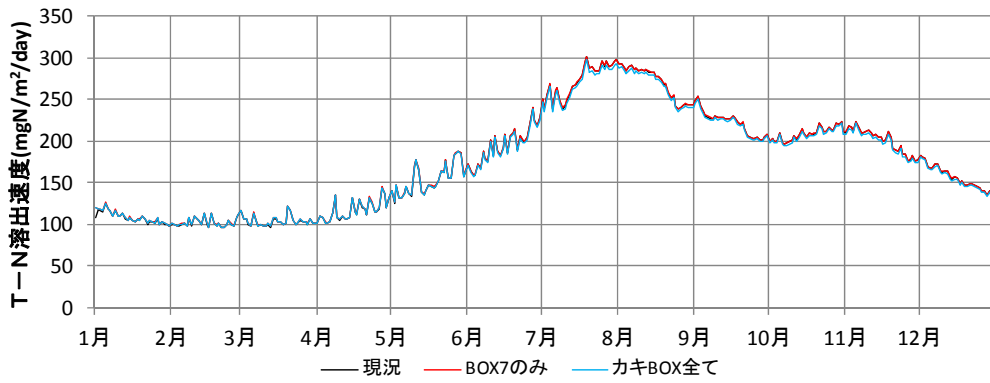
図 3.10 に、ボックス 7 の生物量の変化を示す。カキ、ベントスはわずかに減少する傾向にあり、付着藻類は増加する傾向にあった。

図 3.11 に、ボックス 7 直上の水質濃度を示す。リンの溶出減少により、T-P 濃度はわずかに減少した。Chl-a 濃度も、わずかではあるが夏季に減少した。一方で、DO は底泥の酸素消費の減少により、わずかに増加した。いずれも、ボックス 7 のみの施策よりも、カキボックス全てで施策を行った方が変化は大きかった。

図 3.12 に、T-P、Chl-a の 8 月の水平分布図を示す。湾奥部の高濃度域が後退しているが、大きな分布傾向に変化はない。

三津湾全体のリンの物質循環フラックスの変化を、図 3.13 に示す。ここでは、現況とカキボックス全てのケースを比較した。リンの溶出を削減したために、カキ筏直下からの溶出量は大きく減少した。それに伴い、三津湾から湾外への移流量も減少した。

図 3.14 には、ボックス 7 に着目した T-P の物質循環フラックスの変化を示す。ここでは、現況とボックス 7 のみのケースを比較した。溶出が減少した影響は、移流量の変化に現れている。



※「BOX7のみ」の結果は、「カキBOX全て」の結果と重なっている

図 3.8 ボックス7の底泥からの溶出量の変化

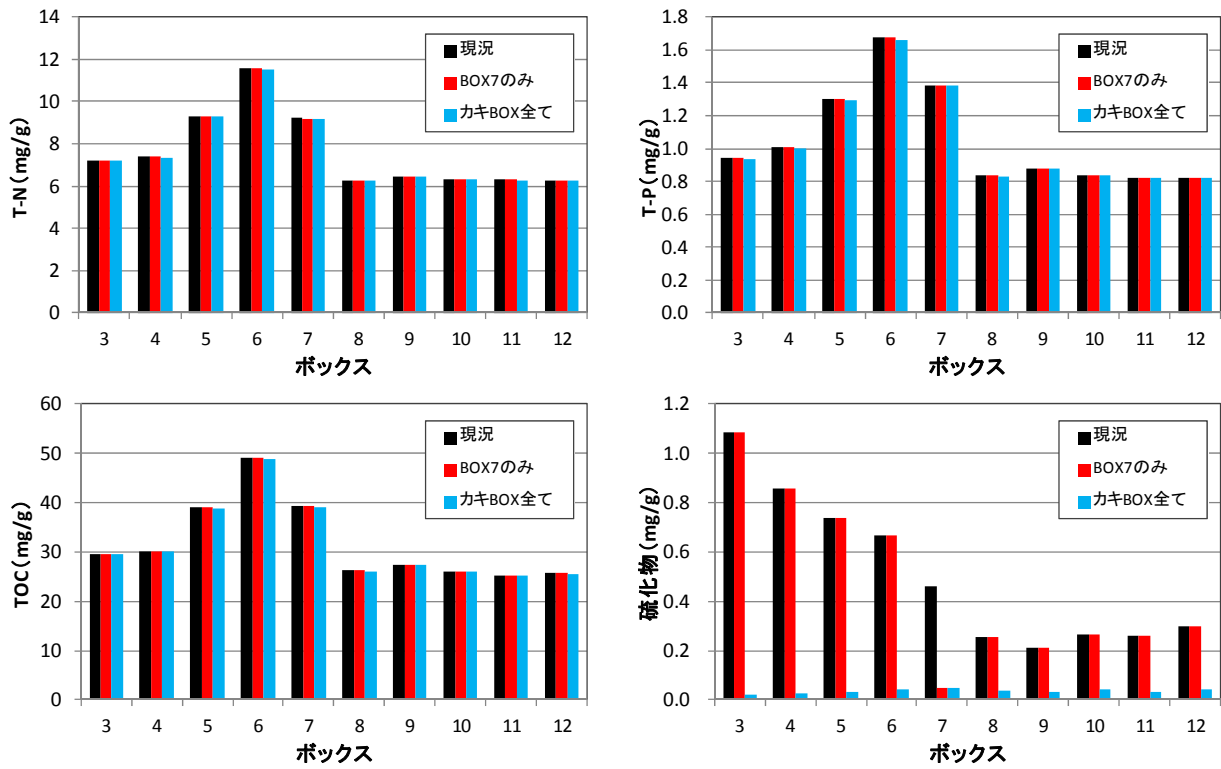


図 3.9 底泥濃度の変化 (ボックス別、8月平均値)

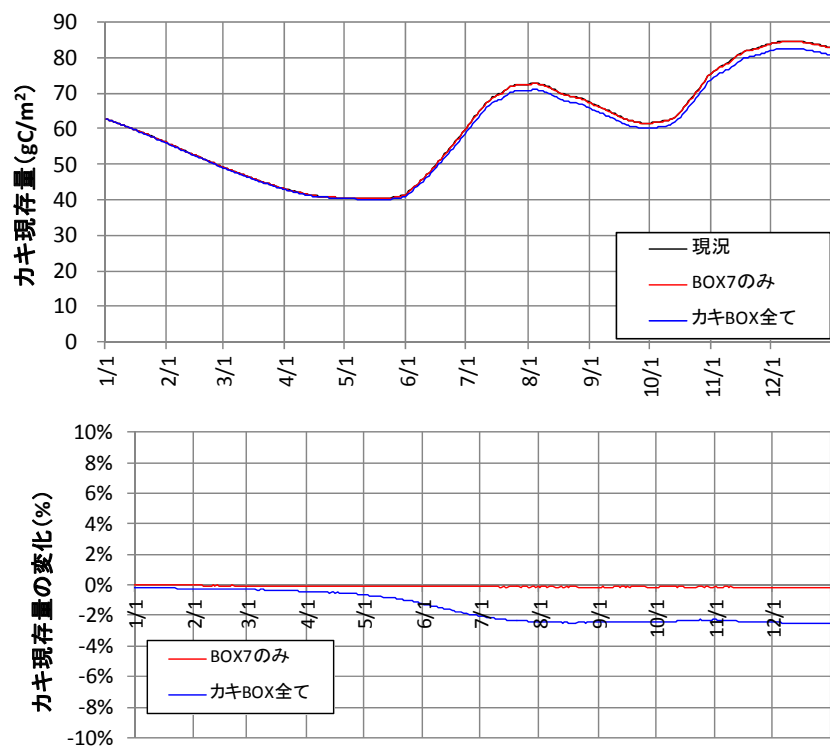


図 3.10(1) ボックス7のカキ現存量 (上) と施策による変化率 (下)

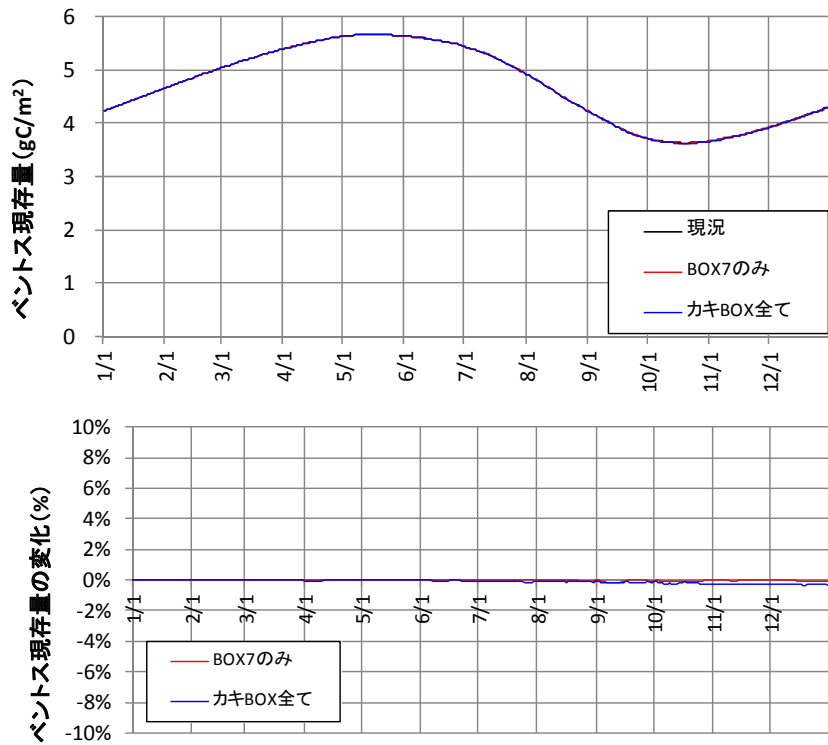


図 3.10(2) ボックス7のベントス現存量 (上) と施策による変化率 (下)

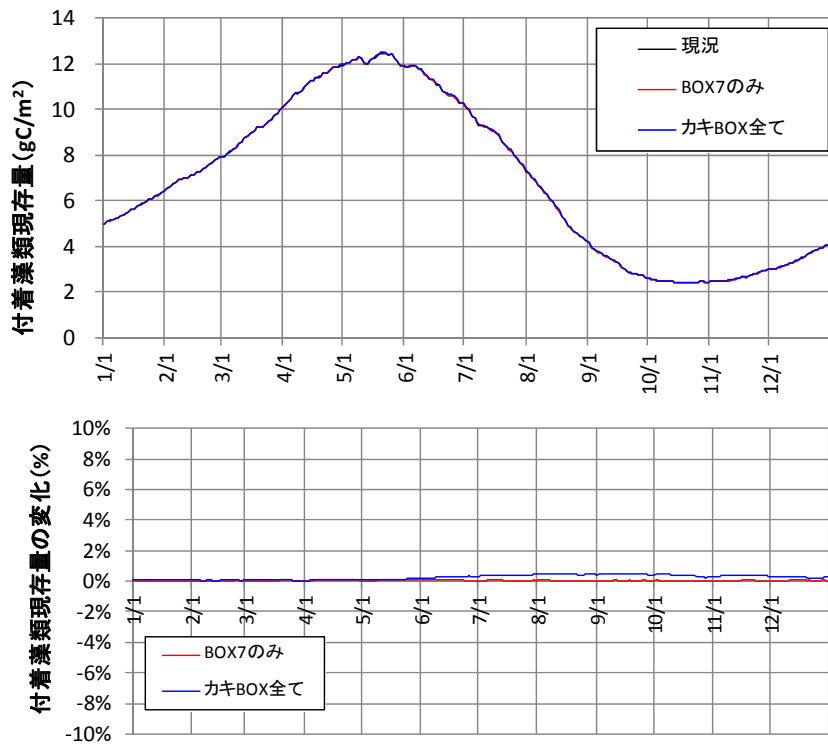


図 3.10(3) ボックス7の付着藻類現存量 (上) と施策による変化率 (下)

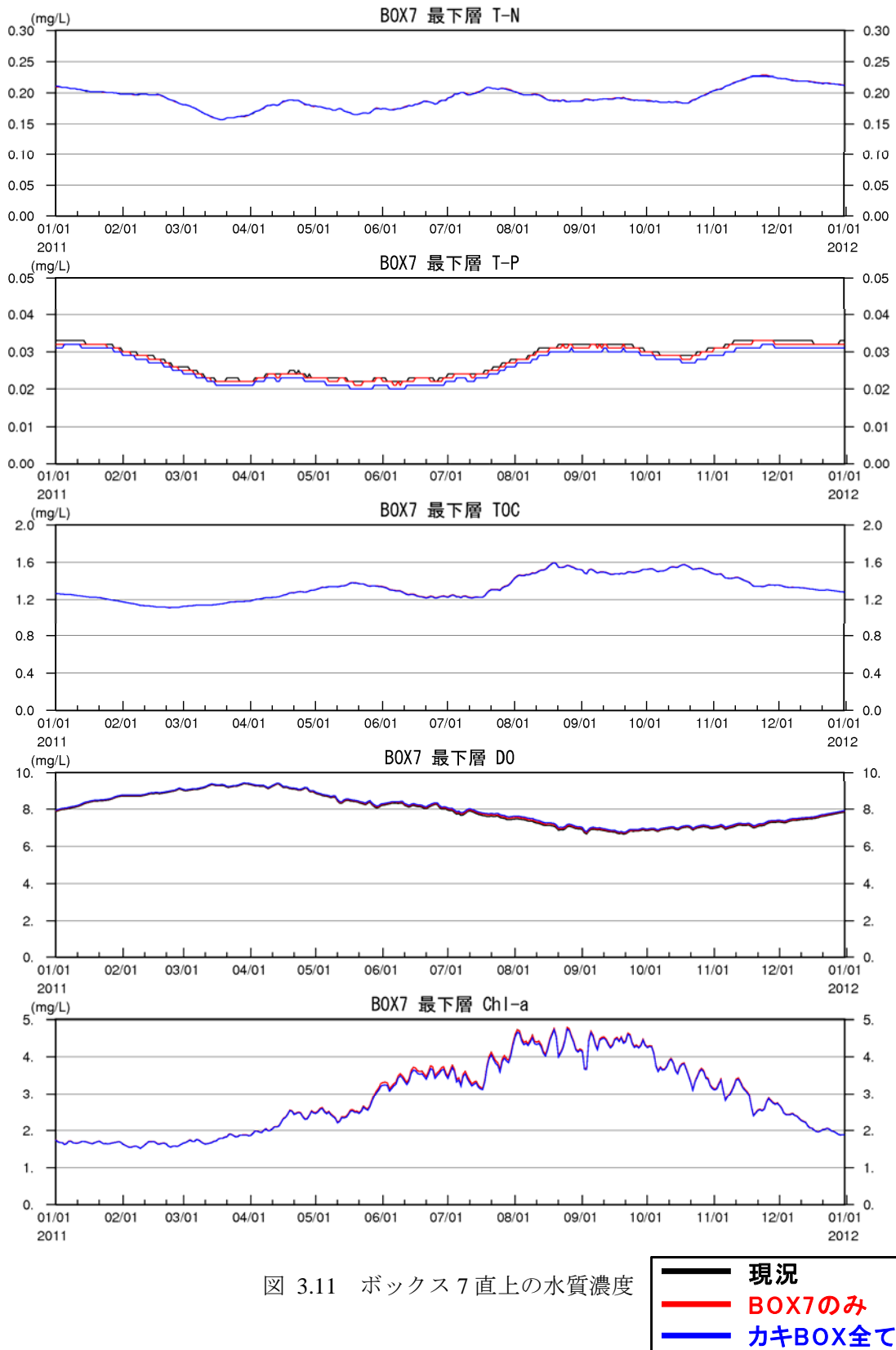
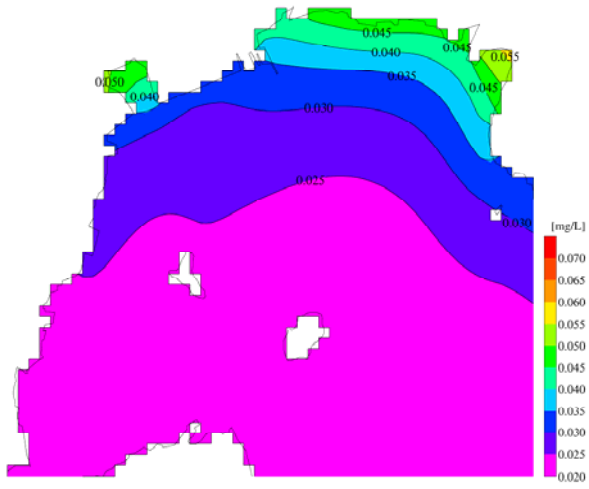
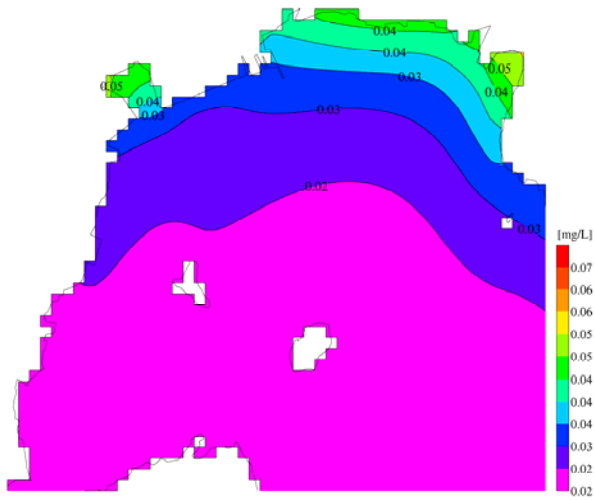


図 3.11 ボックス 7 直上の水質濃度

現況



BOX7 のみ



カキ BOX 全て

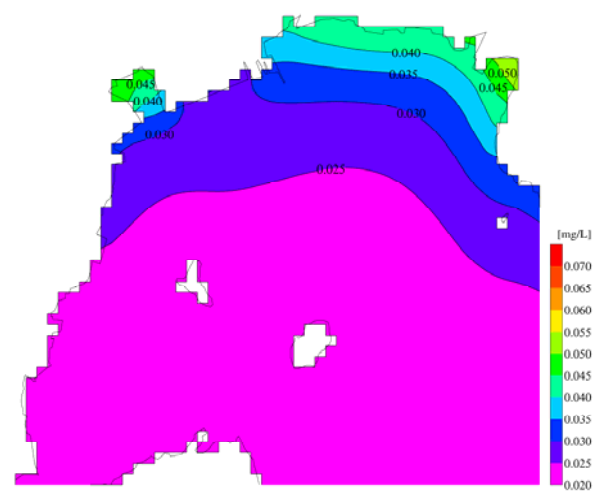
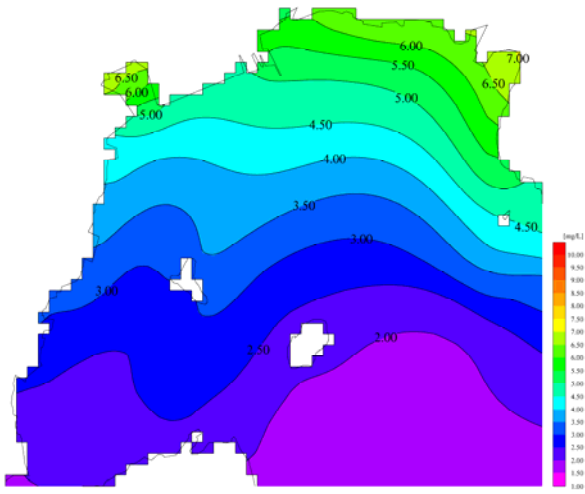
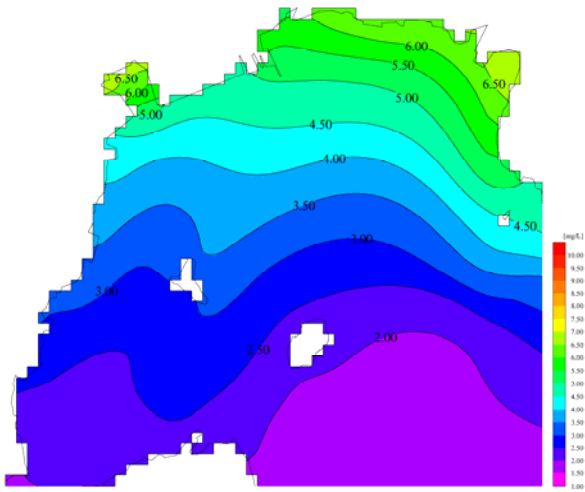


図 3.12(1) 水質濃度 (T-P) の変化 (8 月平均値)

現況



BOX7のみ



カキ BOX 全て

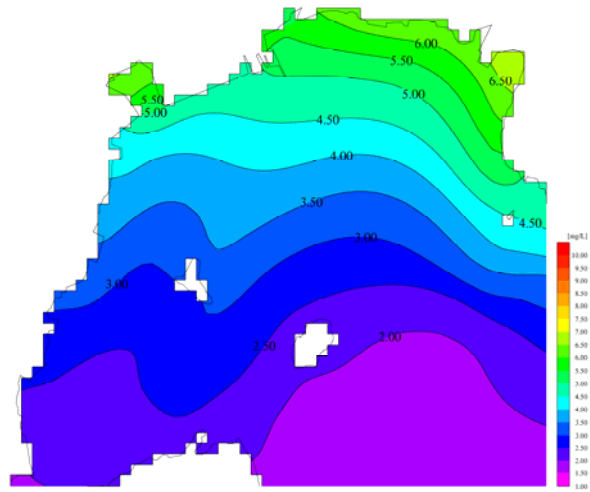


図 3.12(2) 水質濃度 (Chl-a) の変化 (8月平均値)

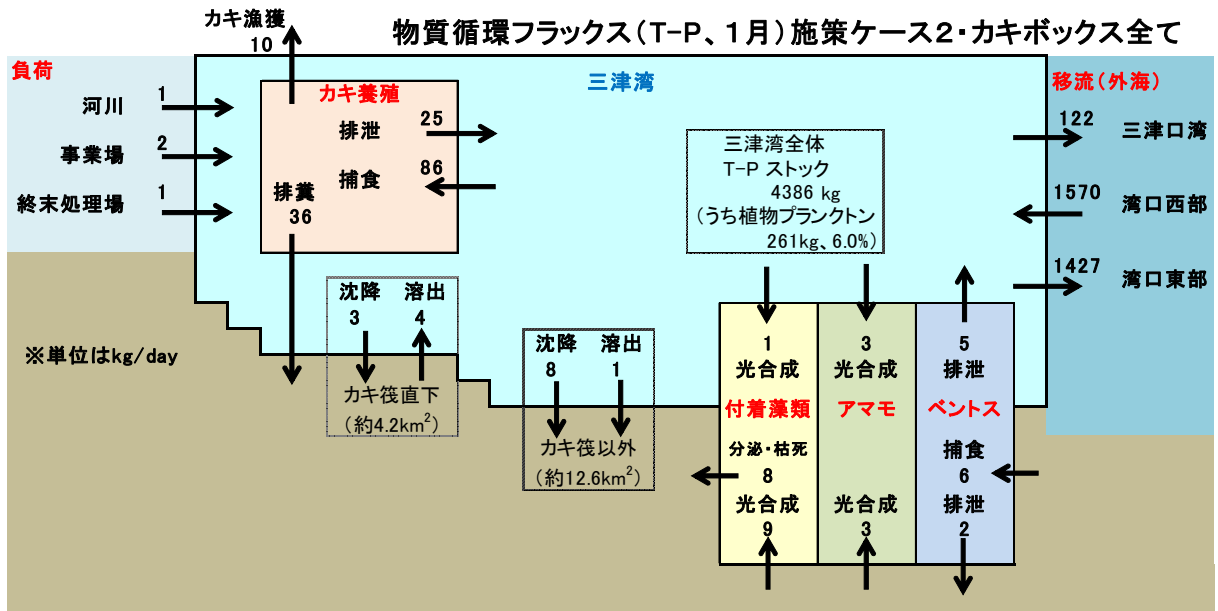
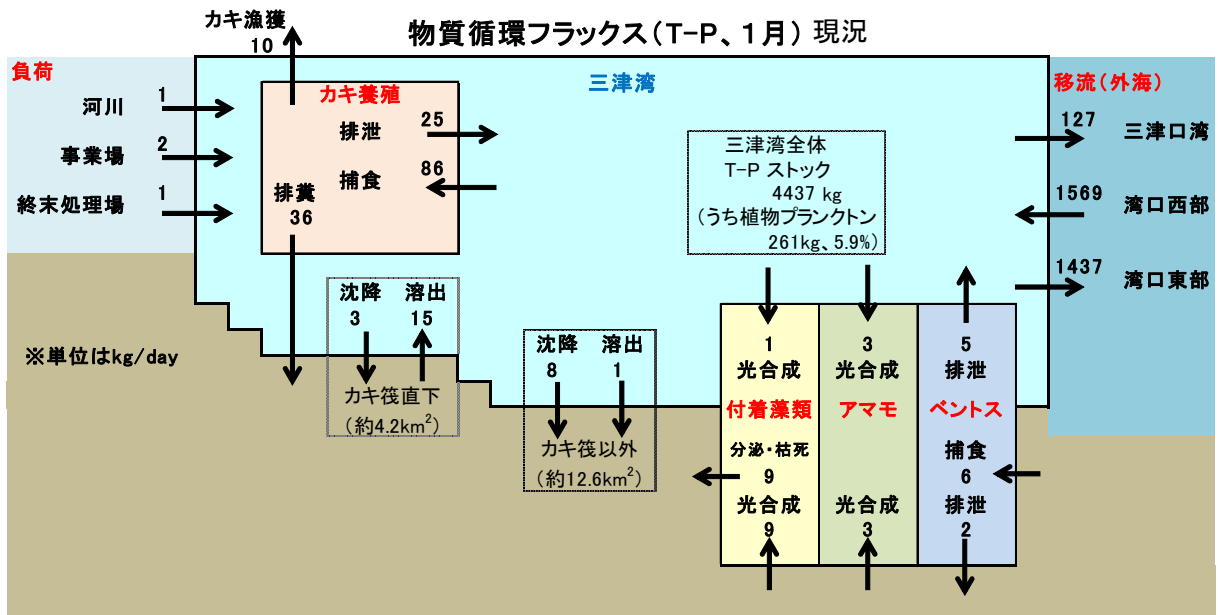


図 3.13(1) リンの物質循環フラックス (1月、現況・施策ケース2 (カキボックス全て) 比較)

現況

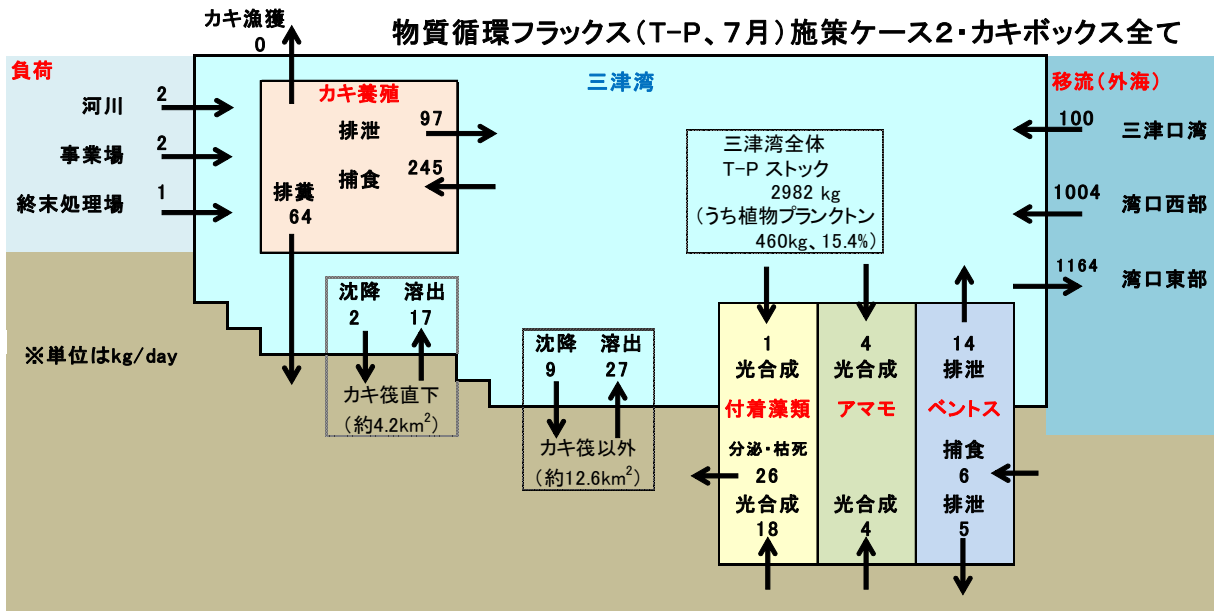
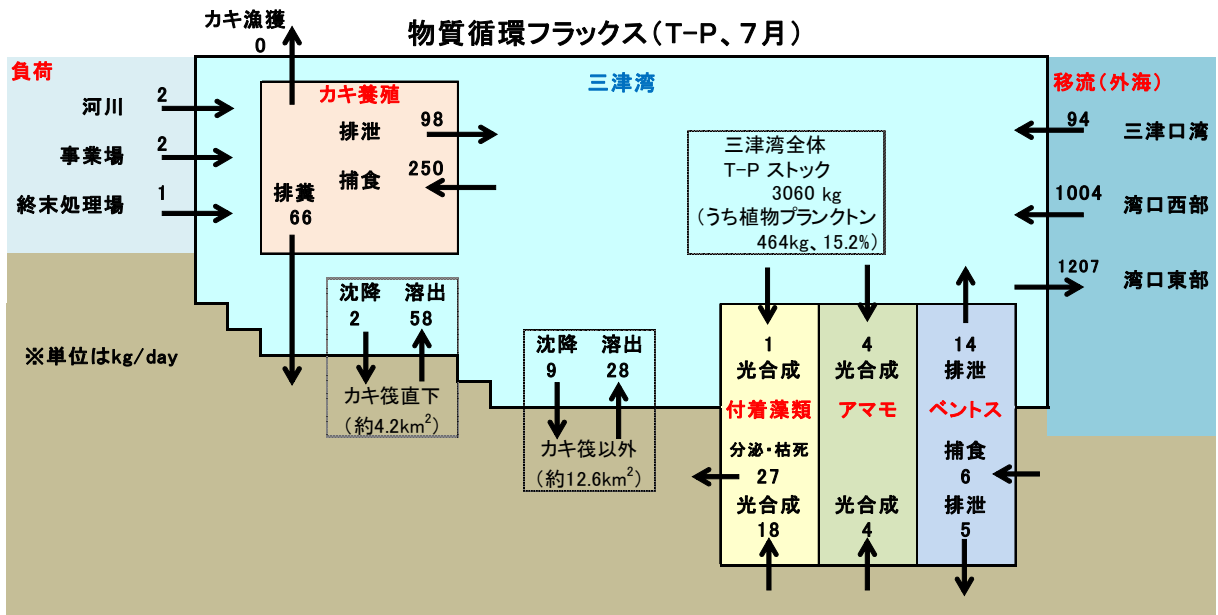
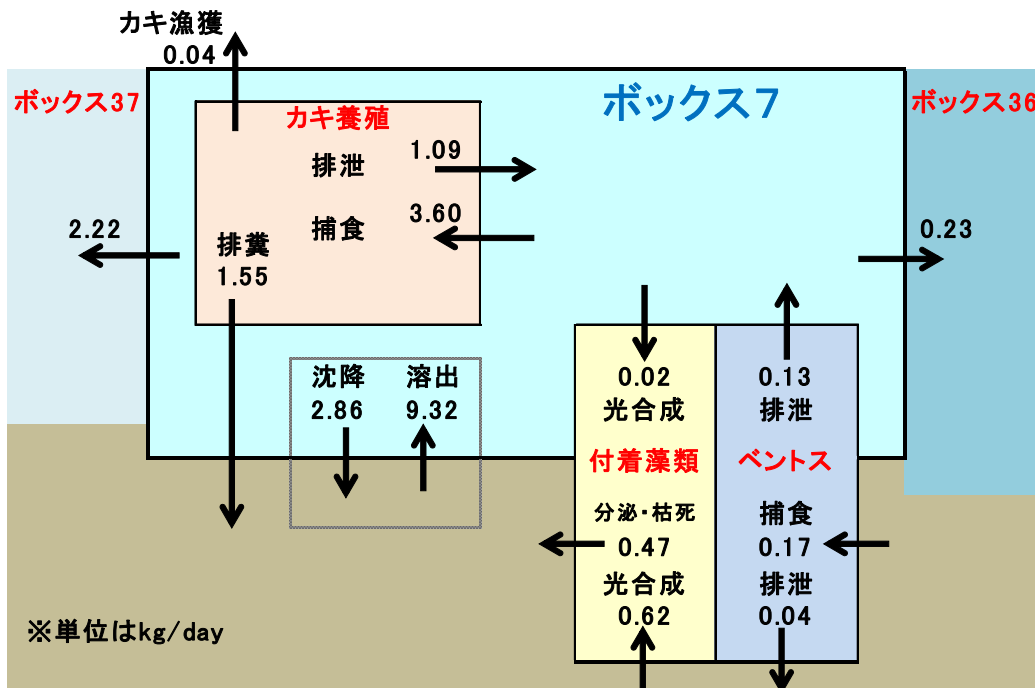


図 3.13(2) リンの物質循環フラックス (7月、現況・施策ケース2 (カキボックス全て) 比較)

物質循環フラックス(T-P、1月) 現況



物質循環フラックス(T-P、1月) 施策ケース2・ボックス7のみ

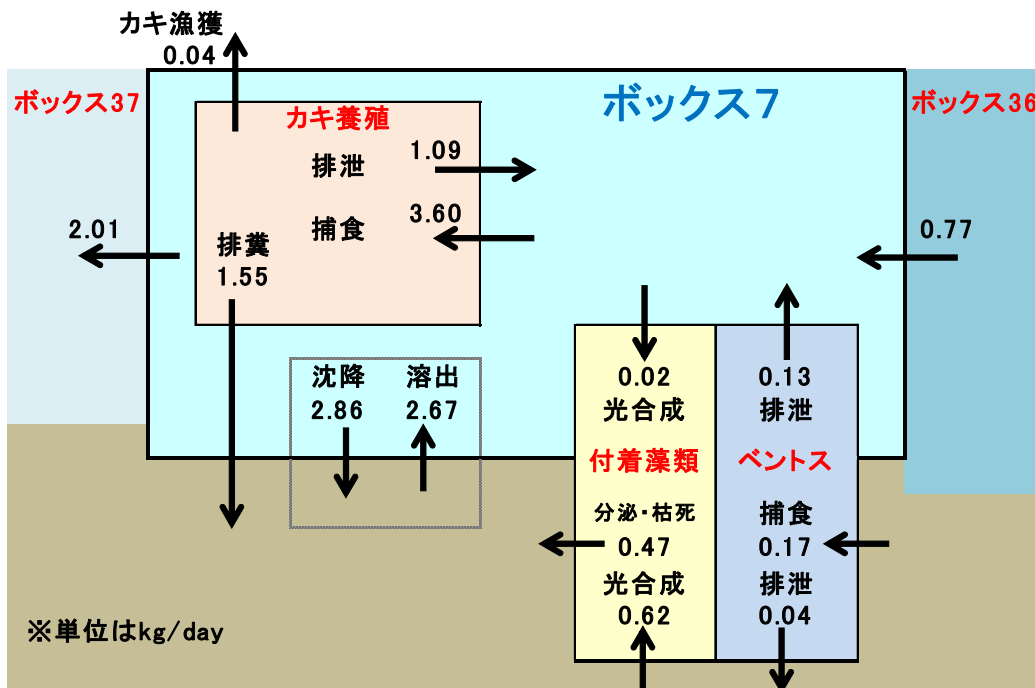
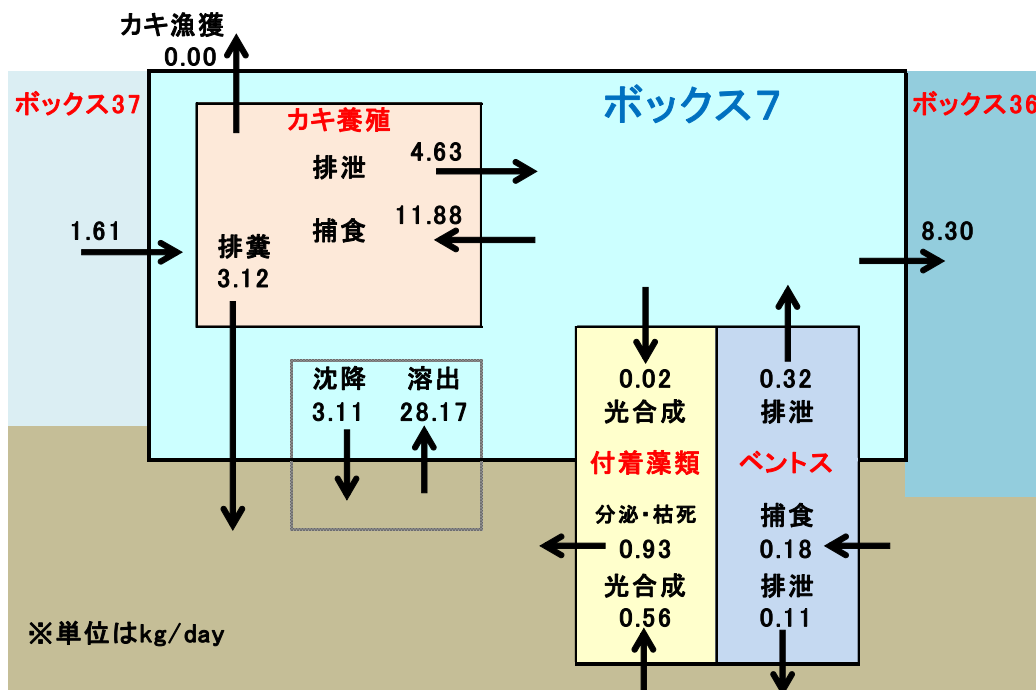


図 3.14(1) ボックス7のリンの物質循環フラックス
(1月、現況・施策ケース2 (ボックス7のみ) 比較)

物質循環フラックス(T-P、7月)現況



物質循環フラックス(T-P、7月)施策ケース2・ボックス7のみ

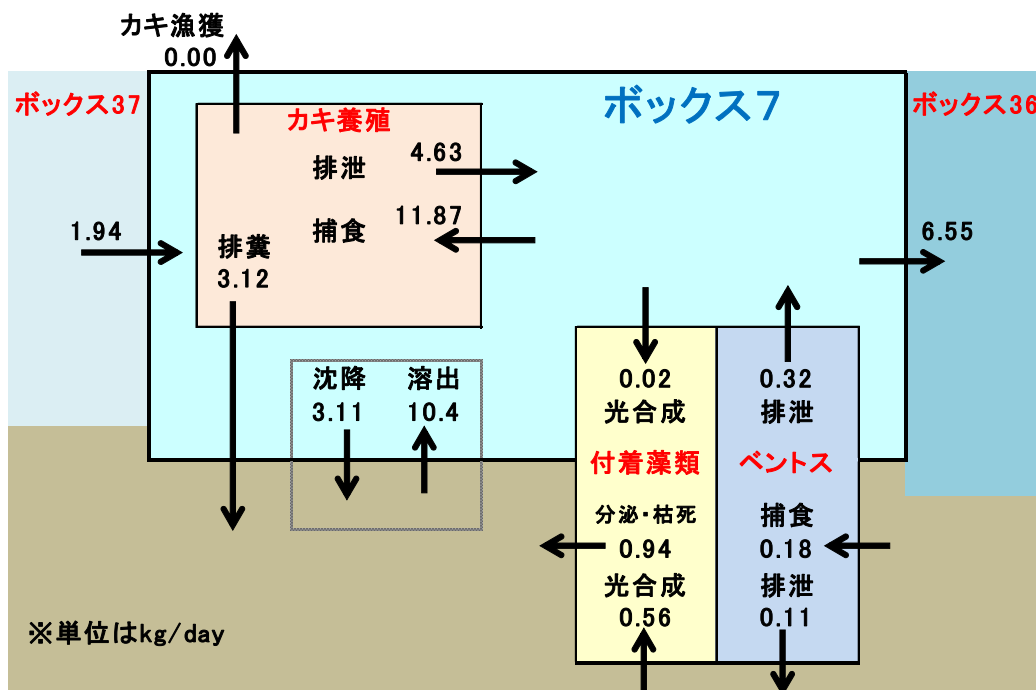


図 3.14 (2) ボックス7のリンの物質循環フラックス (7月、現況・施策ケース2 (ボックス7のみ) 比較)

3-4 ケース 3 ・ 施肥

「施肥」の施策により、変化が現れると考えられるのは、以下の項目である。

- ・ 設定ボックス付近の水質濃度
- ・ 周辺ボックスとのフラックス

図 3.15 に施肥を行ったボックス 7 直上の T-P 濃度の時系列を示す。施肥の実施によって、T-P の濃度に変化はなかった。これは、施肥による負荷が非常に小さいためと考えられる。その他の水質濃度、底泥、生物量および物質循環フラックスも同様であった。

なお、概算ではあるが、T-P 濃度を 0.001mg/L 上昇させるには、63g/メッシュ/day の負荷が必要であると算定された。これは筏 1 つあたり約 7000 枚のカキ殻を投入することに相当する。

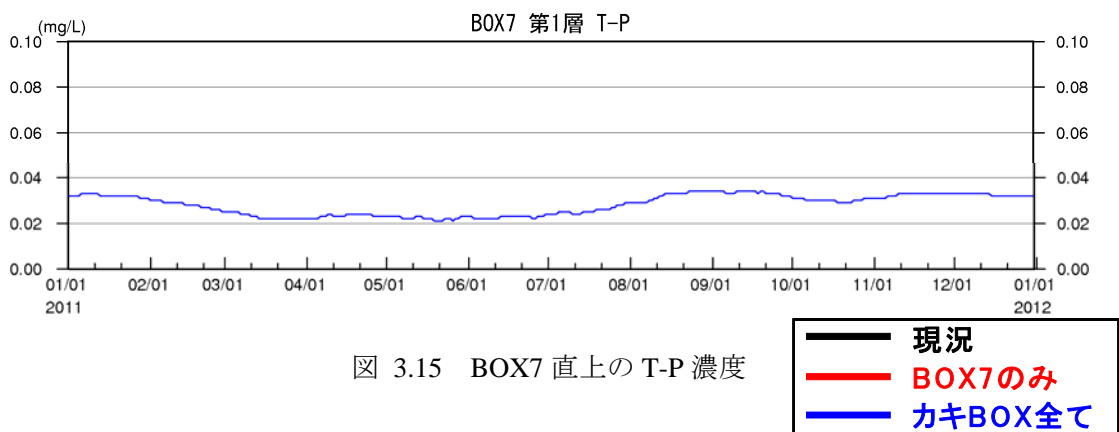


図 3.15 BOX7 直上の T-P 濃度

