

3-3 ケース 2：下水処理水の放流調整

下水処理場からの負荷を調整し、負荷を増加させることで、水質濃度を上昇させる施策である。計算条件を表 3.3、図 3.8 に示す。

現況ケースおよび施策を行った場合の 11 月の平均濃度を図 3.9 に示す。T-N、Chl-a の濃度が排水口付近で上昇したが、影響は排水口付近のみに留まっており、生物、底質にも大きな変化は見られなかった。なお、T-P は負荷量の変化が小さいため、濃度に差は見られなかった。

表 3.3(1) 施策の計算条件

ケース 2：下水処理水の放流調整	
条件変更点	下水処理場から海域へ放流される負荷の濃度の変更
設定方法	IN の負荷濃度を 20mg/l、IP の負荷量を 2mg/l とする
期間	10 月 1 日～11 月 30 日に実施

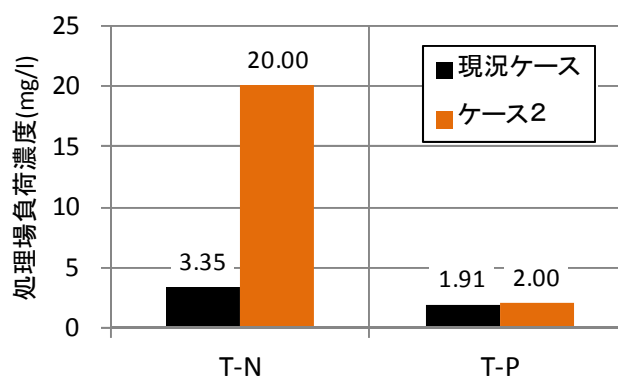


図 3.8 現況ケースとケース 2 の処理場負荷濃度

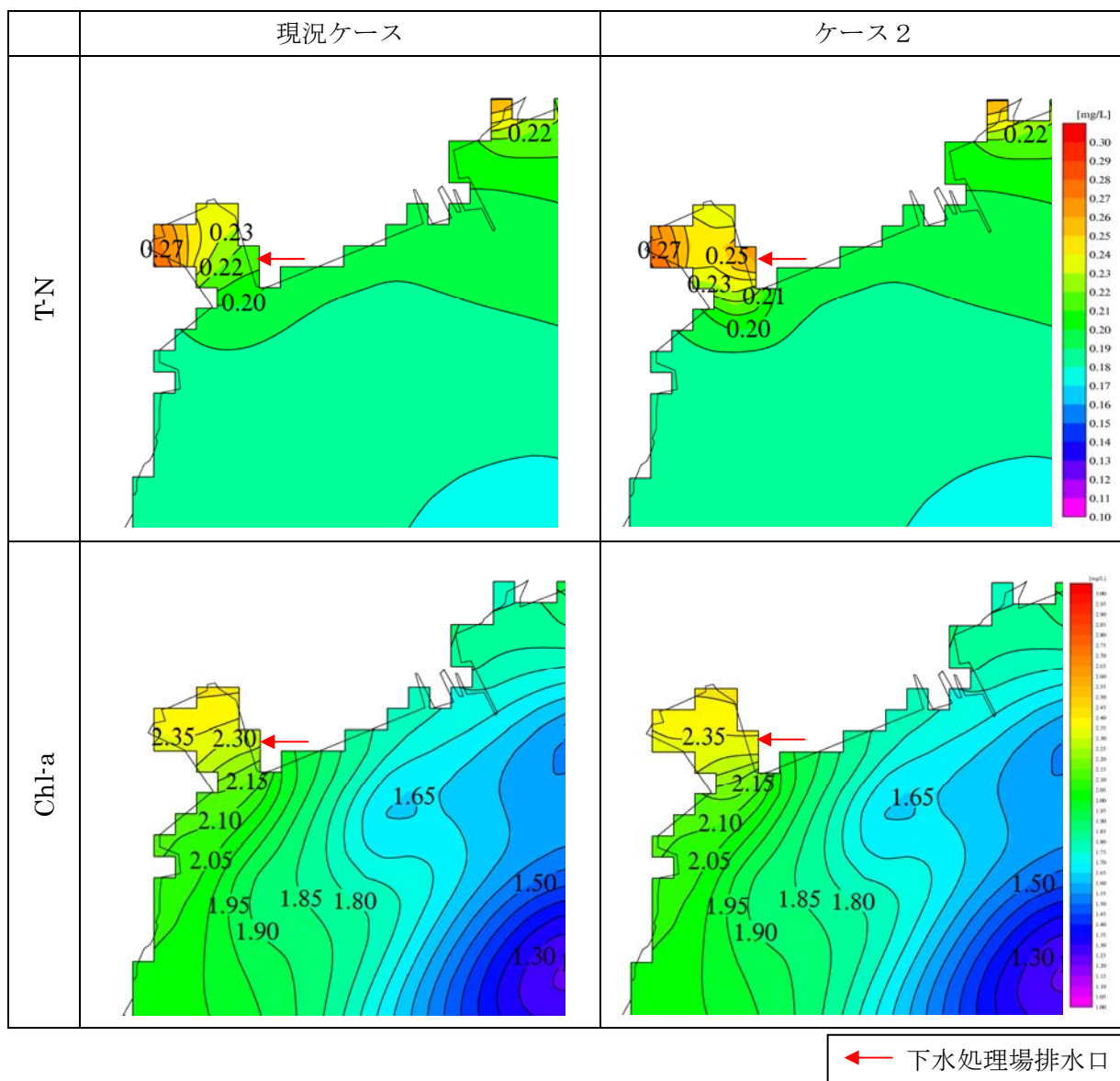


図 3.9 現況ケースとケース 2 の T-N、Chl-a 濃度 (11 月平均、第 1 層)

3-4 ケース 3 : カキ養殖量の調整

カキの初期養殖量および漁獲量を調整し、成長（実入り）や生物量、水質・底質への影響を調べる。計算条件を表 3.4 に、結果を図 3.10～図 3.15 に示す。

カキの現存量は、いずれのケースでも、カキの重量は増加したが、養殖量を減少させるほど重量の増加幅は大きくなった。この傾向は、特に湾奥のボックスで顕著であった。

日別の成長量は、成長に適した水温となる初夏および秋に多くなった。夏季も、湾奥のボックスでは Chl-a の濃度が高いため、成長量は他のボックスに比べ大きかった。

8月の底質の T-N や硫化物濃度は、養殖量を減らす程少なくなったが、差はわずかであった。硫化水素濃度は、1.50 倍は 0.50 倍のケースに比べ、約 14% 多かった。

Chl-a の濃度は、養殖量を増加させるほど湾全体で減少、T-N、T-P の濃度は逆に養殖量を減少させるほど湾全体で減少した。しかし、いずれも変化はわずかであり、養殖量が三津湾の水質に与える影響は小さかった。

なお、本モデルでのカキの成長は、カキの密度が高い場合に低くなる「密度効果」を導入している（詳細は参考資料）。したがって、養殖量と漁獲量を同じ係数倍を施した場合、両者を減少させた方が成長は促進される。同様に、水質や底質への影響も、それぞれの係数によって傾向が大きく変化することに注意すべきである。

また、本モデルは現存量モデルであり、個体モデルではないため、実入りや個体重量はあくまで概算であり、ボックス内の代表値であることに注意されたい。

表 3.4 施策の計算条件

ケース 3 : カキ養殖量の調整		
条件変更点	現況再現計算に対し、カキの現存量と漁獲量を変更	
設定方法	カキの初期養殖量および全期間漁獲量に係数をかけて計算	
計算ケース	係数	
	ケース 3 ①	1.50 倍
	ケース 3 ②	1.25 倍
	ケース 3 ③	0.75 倍
	ケース 3 ④	0.50 倍
期間	初期の養殖量および全期間の漁獲量を変更	

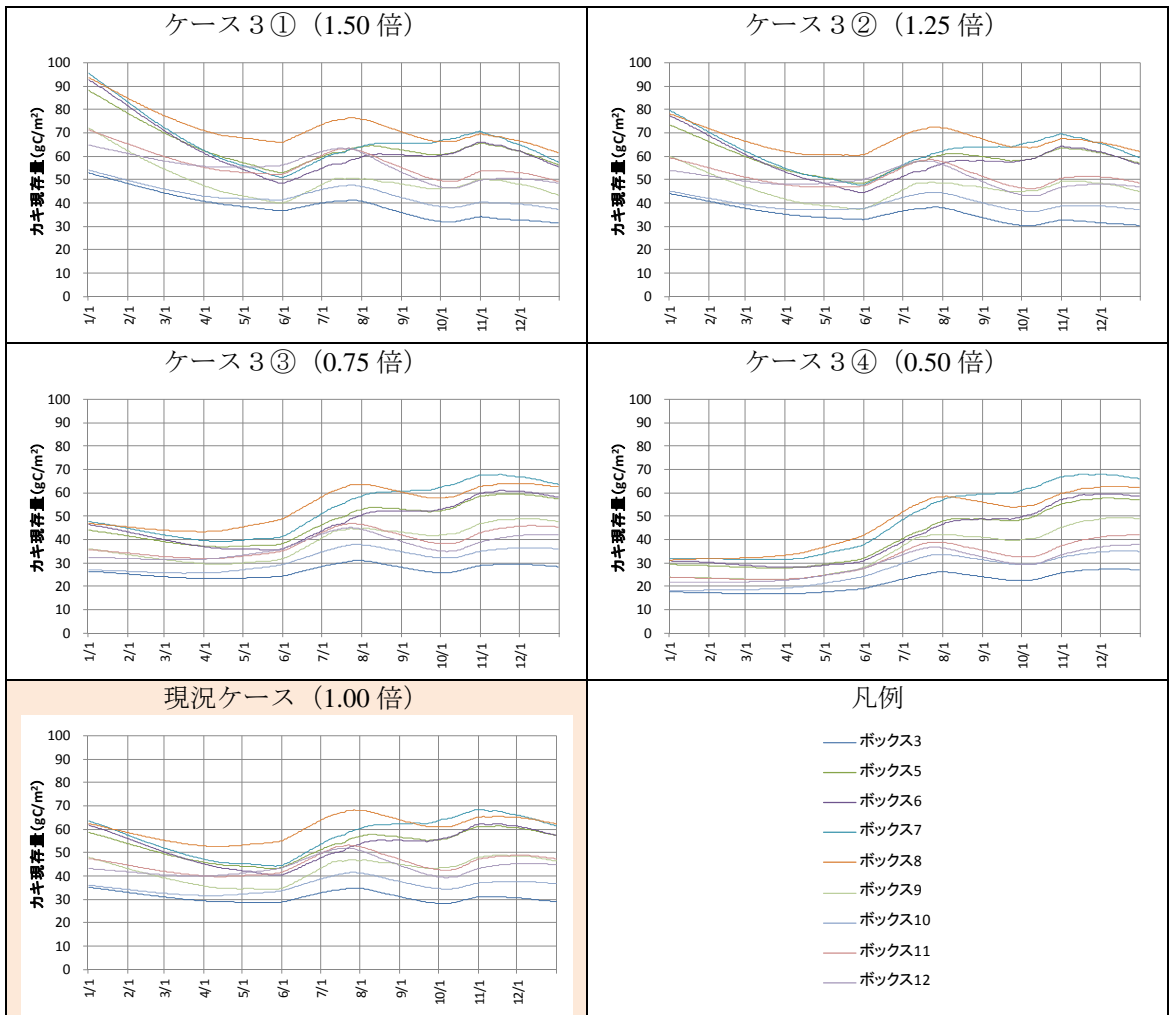


図 3.10 カギ現存量の時系列変化

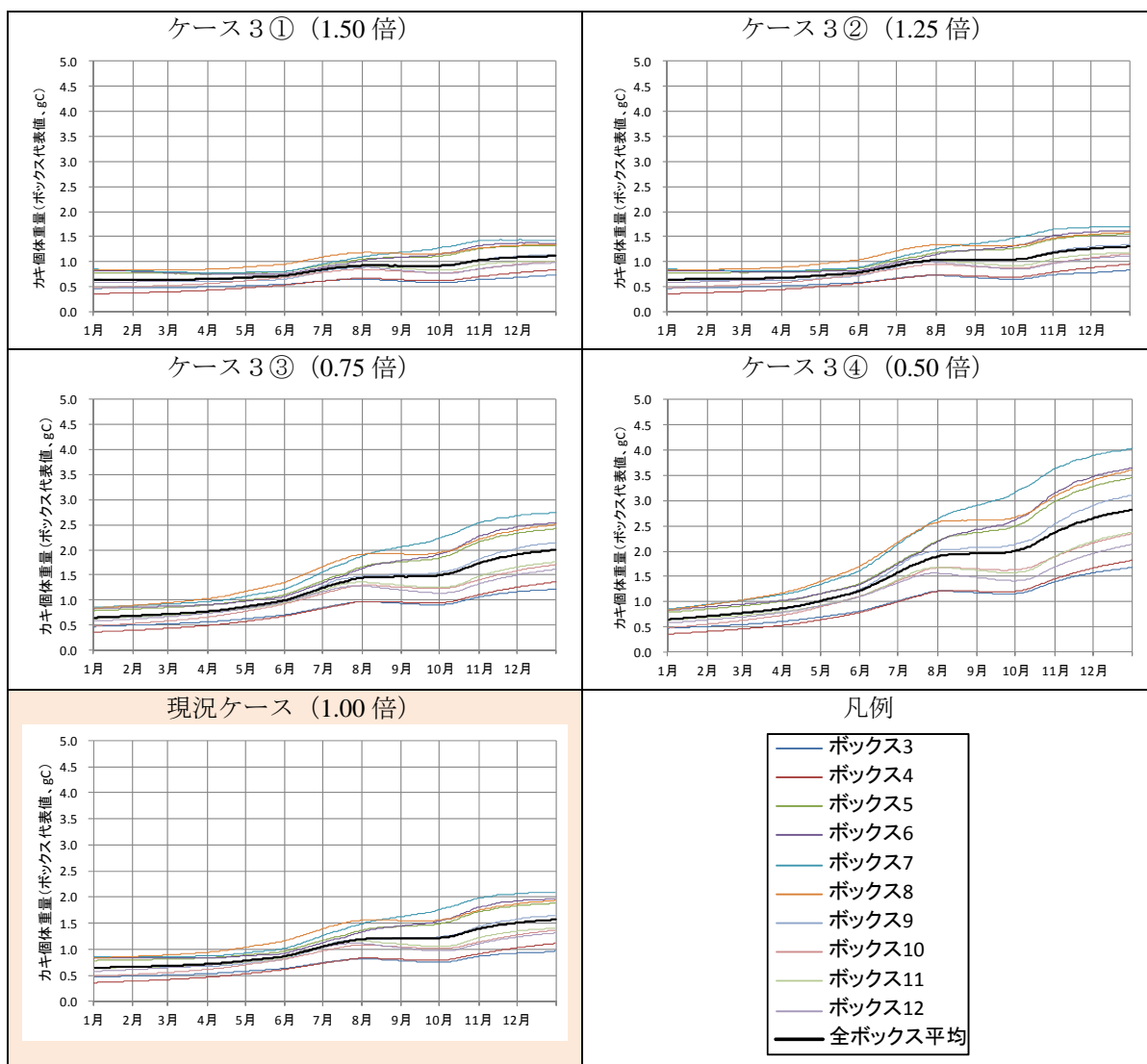


図 3.11 カキの個体重量の時系列変化

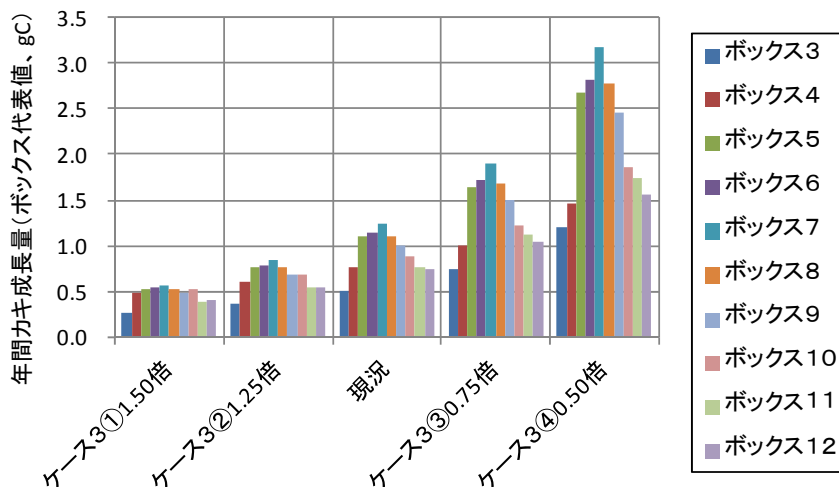


図 3.12 規格化した個体数あたりの、カキの年間合計成長量

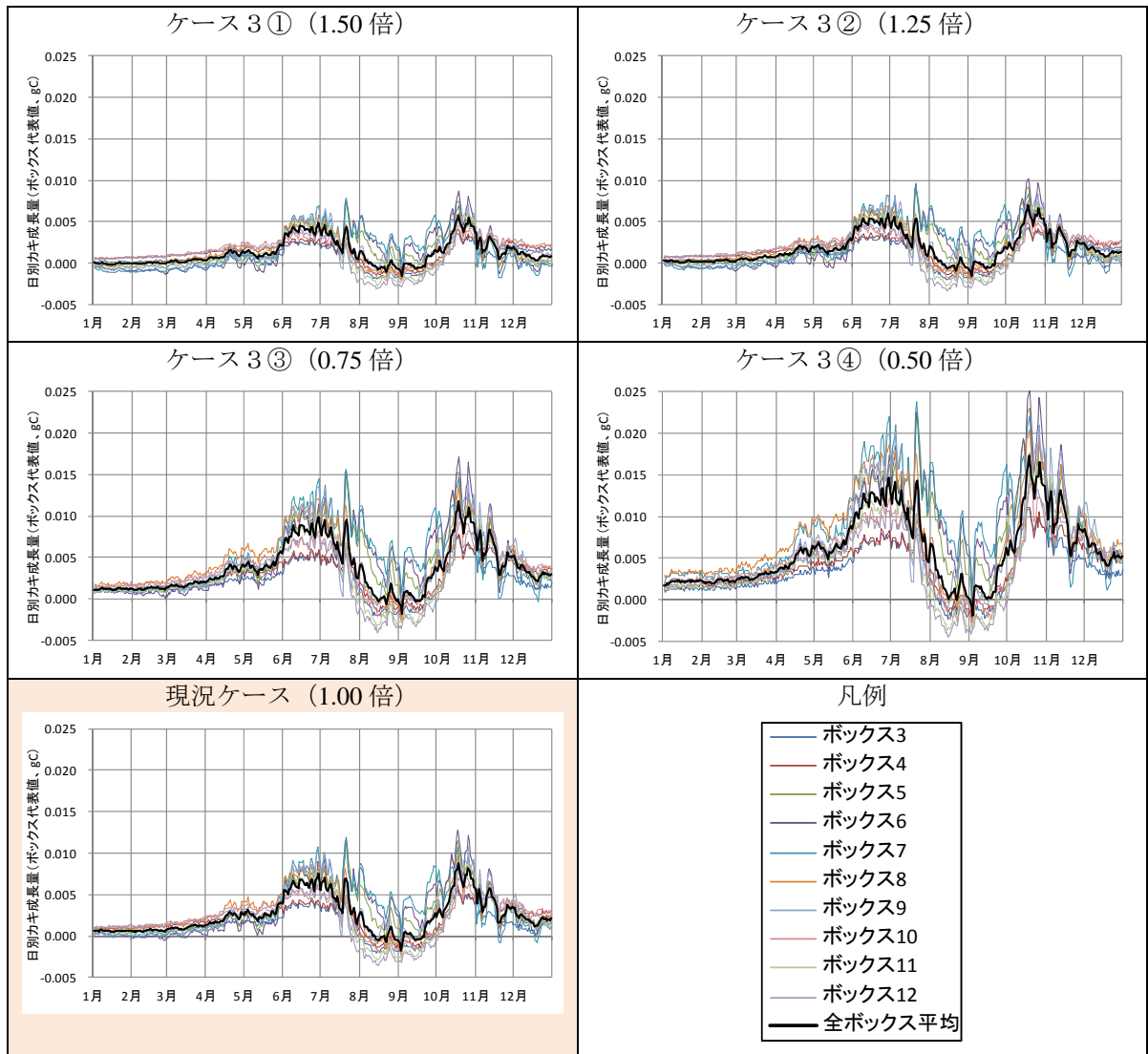


図 3.13 カキの日別成長量の時系列変化

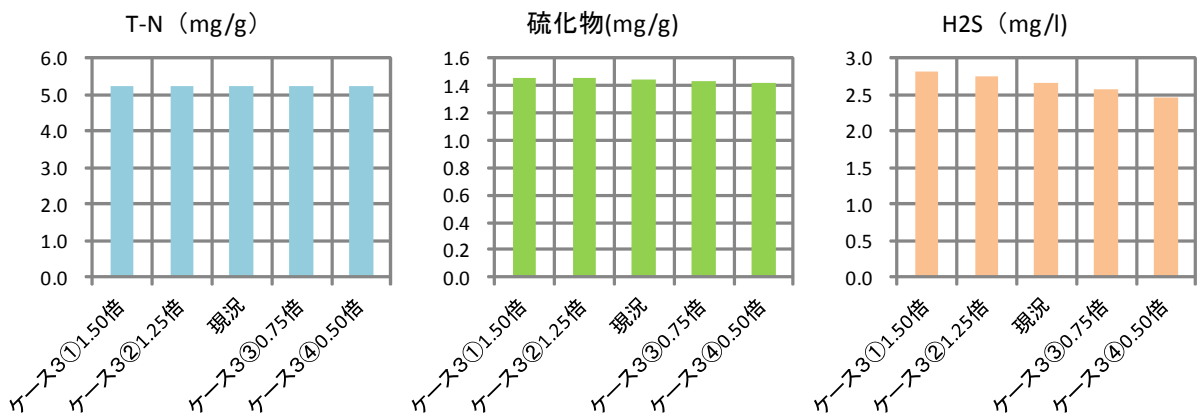


図 3.14 底質濃度比較 (ボックス7、8月、0~3cm層)

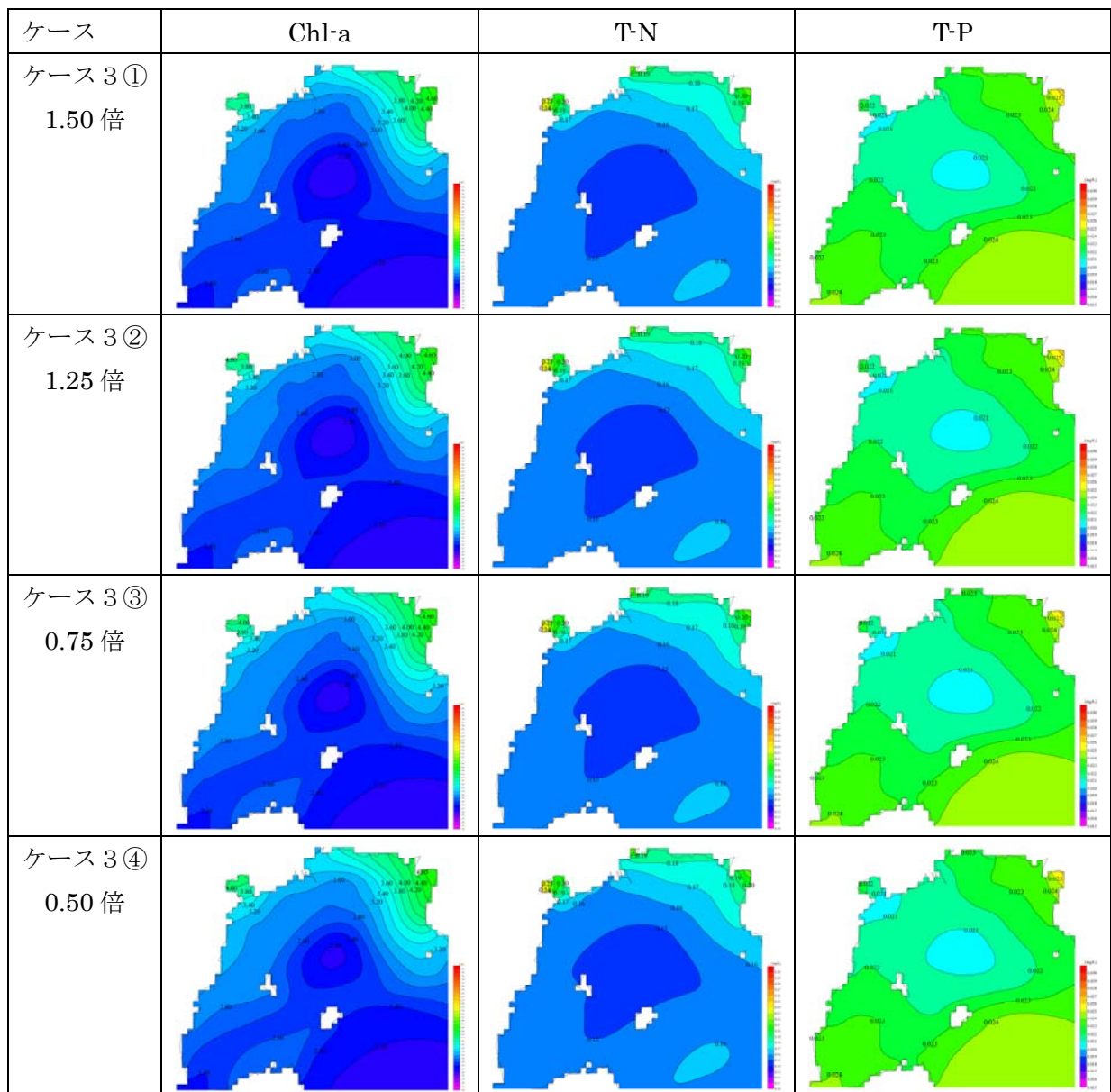


図 3.15 8月の月平均 Chl-a、T-N、T-P 濃度分布図

3-5 ケース 4 : 人工中層海底の設置

カキ筏の直下に中層海底を設置する効果を考え、カキからの排糞量に対し、底泥へ堆積する量を係数倍し、それによる底泥や生物量への影響を調べる。計算条件を表 3.5 に、結果を図 3.17～図 3.22 に示す。

ケース 4 ①、②ともに、6～11 月にかけては、底泥への堆積量の削減効果を見込んでいる。一方、12～5 月の堆積量に関しては、ケース 4 ①では山本ら(2009)を参考に 1.29 倍とした。これは中層海底上で長期間沈降物を捕捉することで形成された生態系の影響が現れたものと考えられる。ケース 4 ②では、この効果は生じないものとし、1.00 倍とした。

底泥への影響について、硫化水素濃度はケース 4 ①では、ボックス 7 では 8～12 月にかけて減少したものの、それ以外の季節では最大 36% 程度増加した。他のボックスは、年中増加する傾向にあった。これは、冬季の堆積量増加の影響が蓄積しているためである。一方、ケース 4 ②では、どのボックスでも減少し、3 年の計算終了時に約 12～20% の減少幅であった。

T-N、硫化物濃度についても、夏季の減少とケース 4 ①では冬季の増加を繰り返し、ケース 4 ①では年々増加、ケース 4 ②では年々減少する傾向にあった。

底泥からの溶出量の増減については、堆積量の増減の傾向と一致している。

したがって、堆積物の削減効果で、底泥環境は良化するが、捕捉した堆積物が底泥に落ち、結果的に堆積量が増える場合には、底泥環境は悪化するといえる。

以上の底泥環境の変化により、3 年計算終了時の生物量はケース 4 ①・ケース 4 ②のそれぞれで、カキは横ばい・約 0～3% 減少、ベントスは約 1% 減少～5% 増加・約 5～0% 減少する傾向にあった。硫化水素濃度やベントス現存量が影響するシズクガイはボックスによって増減が分かれた。

表 3.5 施策の計算条件

ケース4：人工中層海底の設置					
条件変更点	カキ筏からの沈降有機物（排糞）の捕捉				
設定方法	カキ筏（全ボックス）からの排糞量に下記係数をかけて増減				
計算ケース		冬季堆積量 増加	12～5月	6、11月	7～10月
	ケース4①	あり	1.29倍	0.94倍	0.906倍
	ケース4②	なし	1.00倍	0.94倍	0.906倍
期間	計算全期間で設定				
計算期間	3年間				
設定根拠	山本ら(2009)				

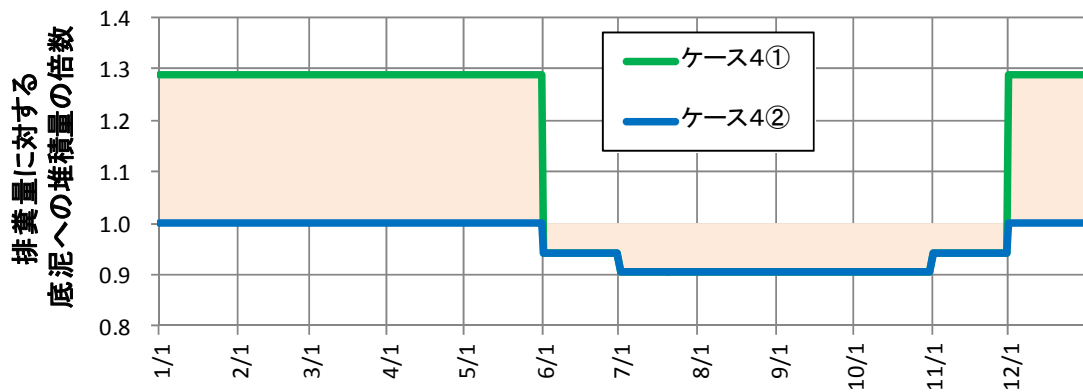


図 3.16 排糞量に対する底泥への堆積量の倍数（設定条件）

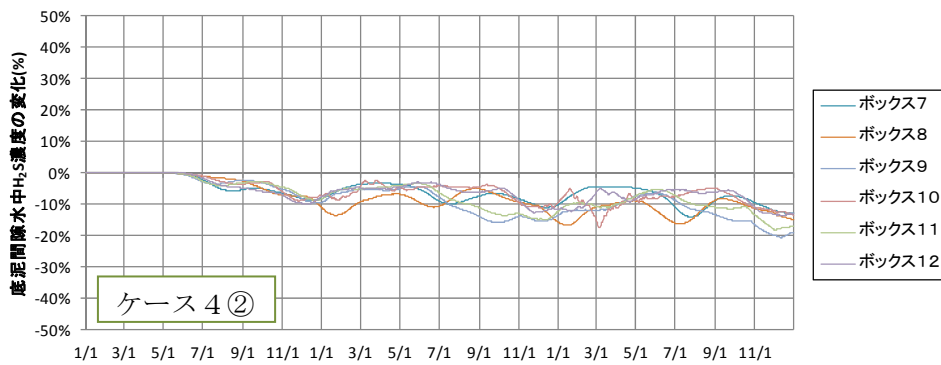
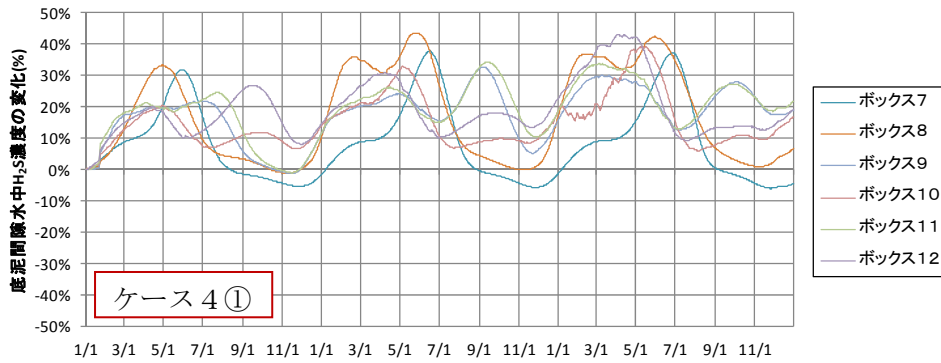
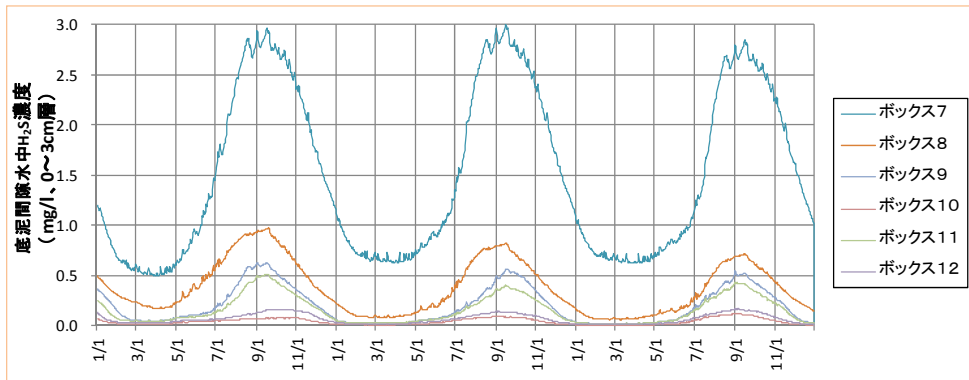


図 3.17 (上) 現況ケースの底泥間隙水中の硫化水素濃度、
(中、下) ケース4①、②の現況ケースに対する底泥間隙水中の硫化水素濃度の変化率

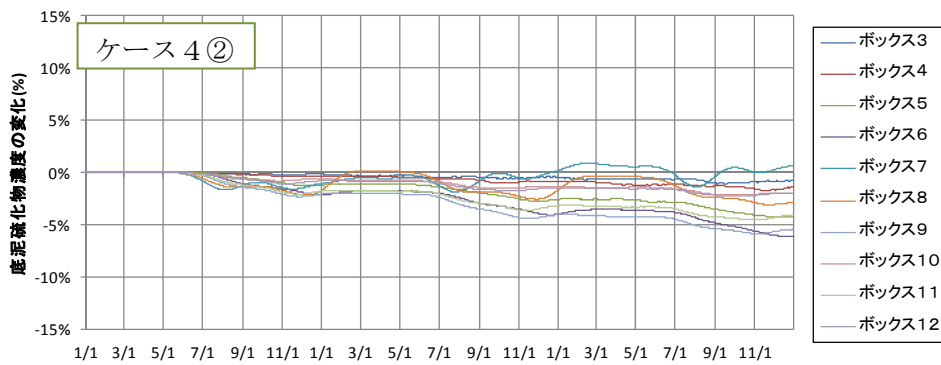
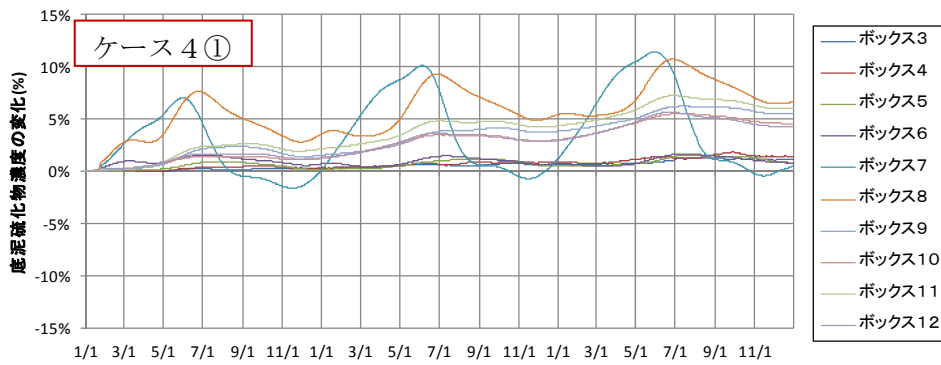
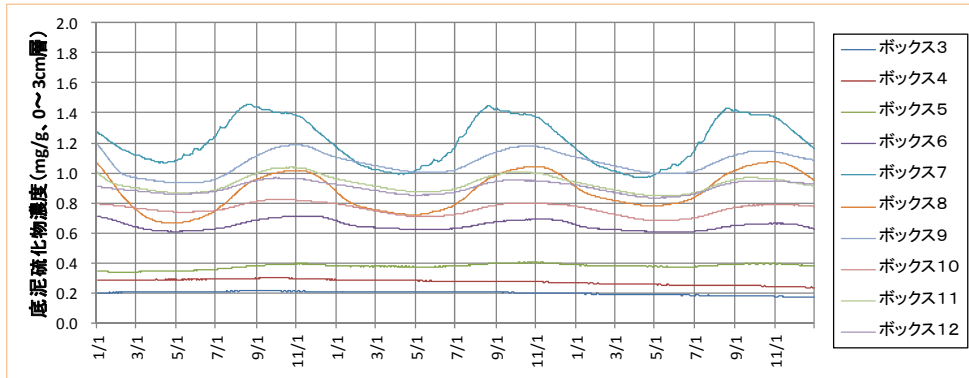


図 3.18 (上) 現況ケースの底泥中の硫化物濃度、
(中、下) ケース4①、②の現況ケースに対する底泥中の硫化物濃度の変化率

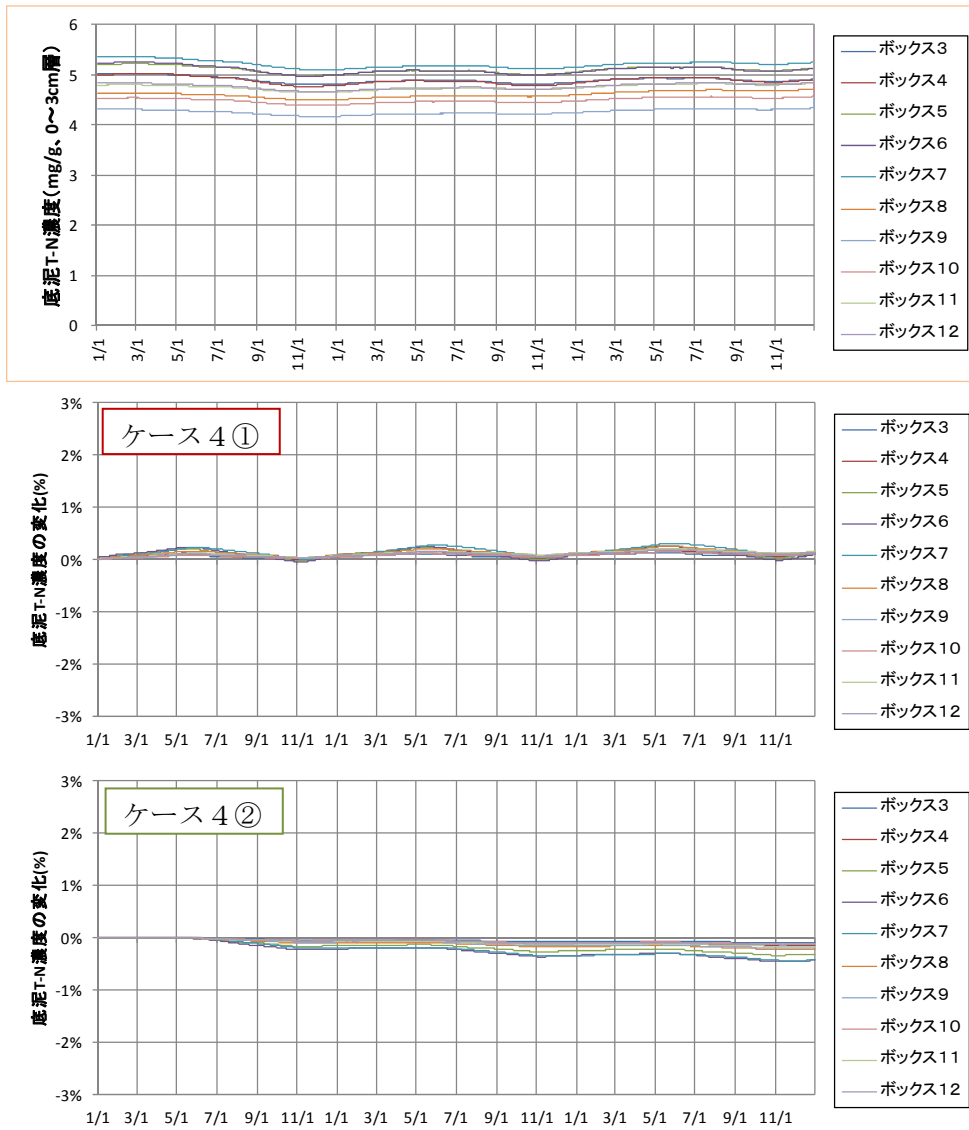


図 3.19 (上) 現況ケースの底泥中の T-N 濃度、
 (中、下) ケース 4 ①、②の現況ケースに対する底泥中の T-N 濃度の変化率

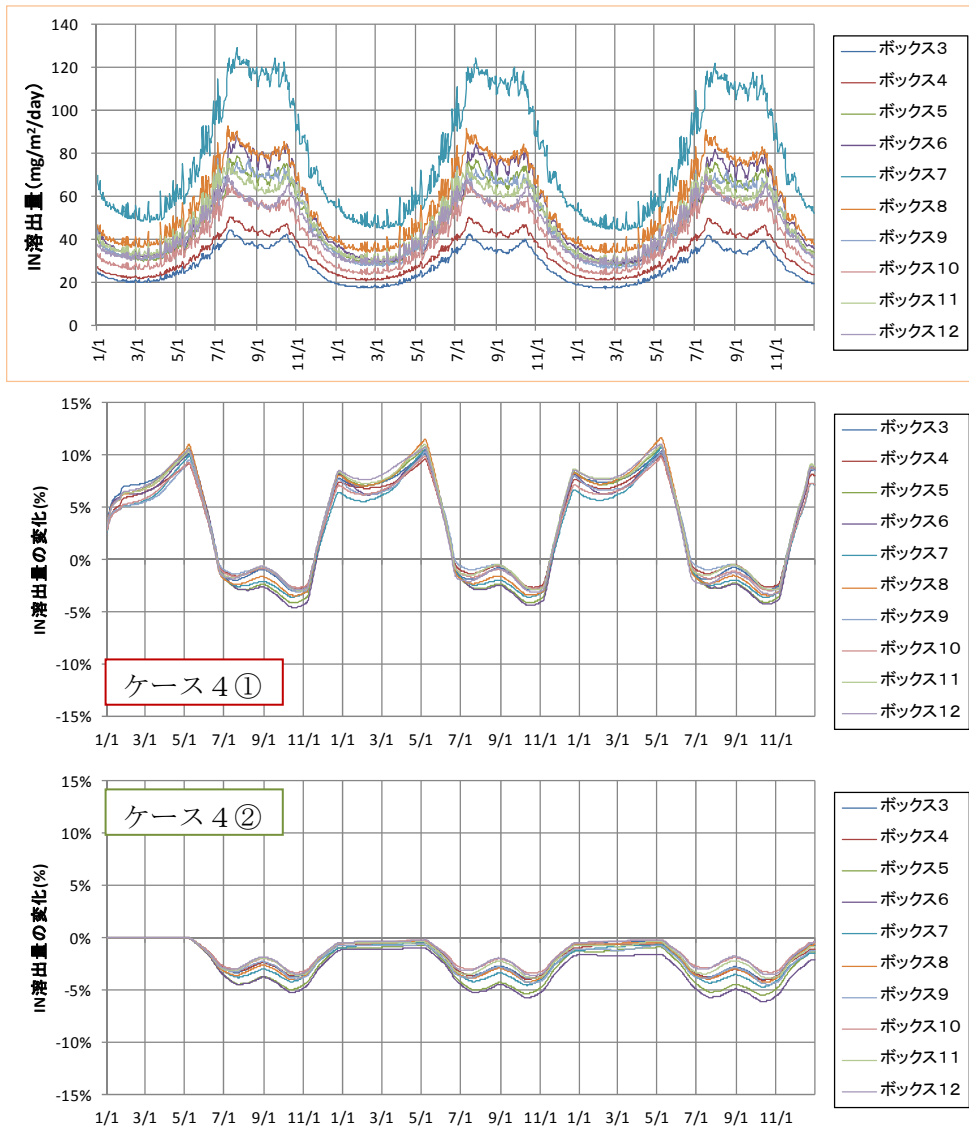


図 3.20 (上) 現況ケースの IN 溶出量、
 (中、下) ケース 4 ①、②の現況ケースに対する IN 溶出量の変化率

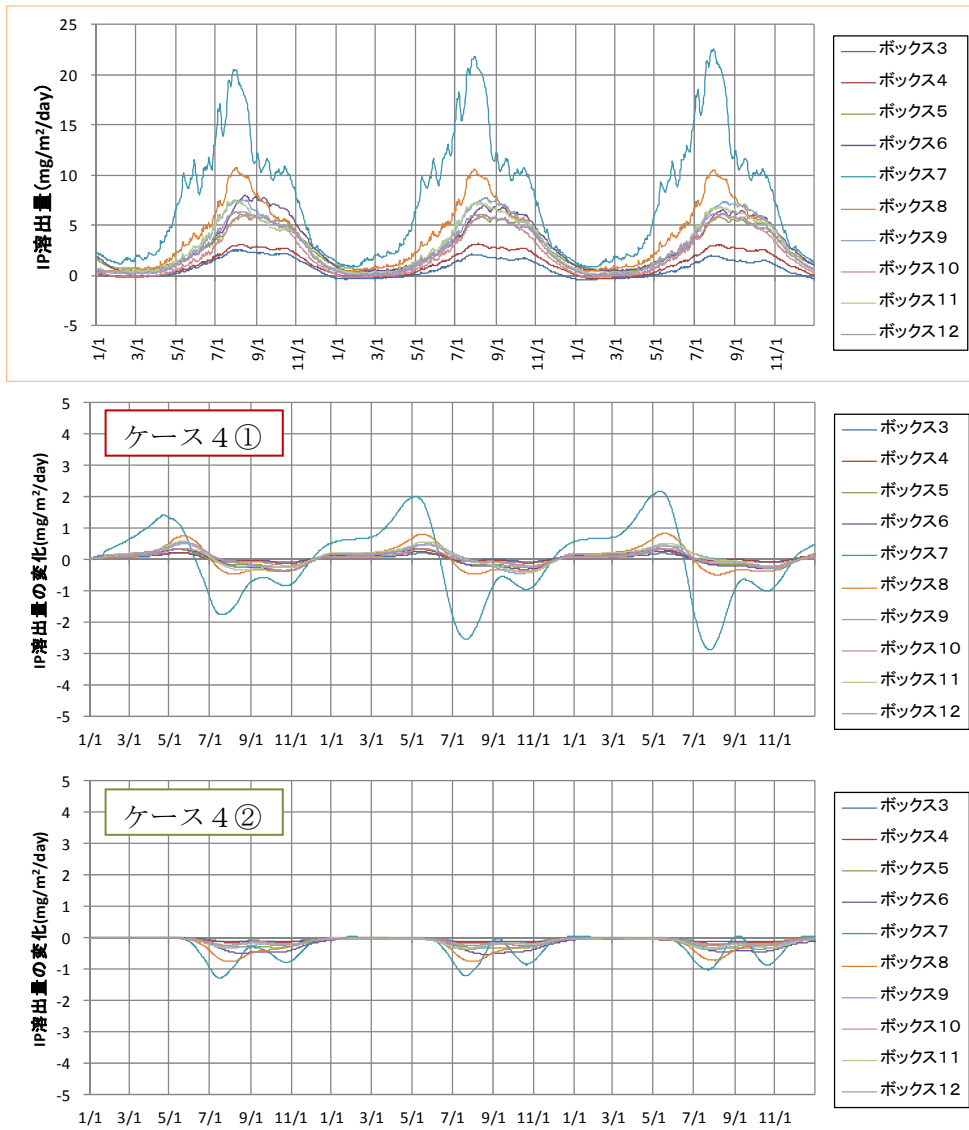


図 3.21 (上) 現況ケースの IP 溶出量、
 (中、下) ケース 4 ①、②の現況ケースに対する IP 溶出量の変化量

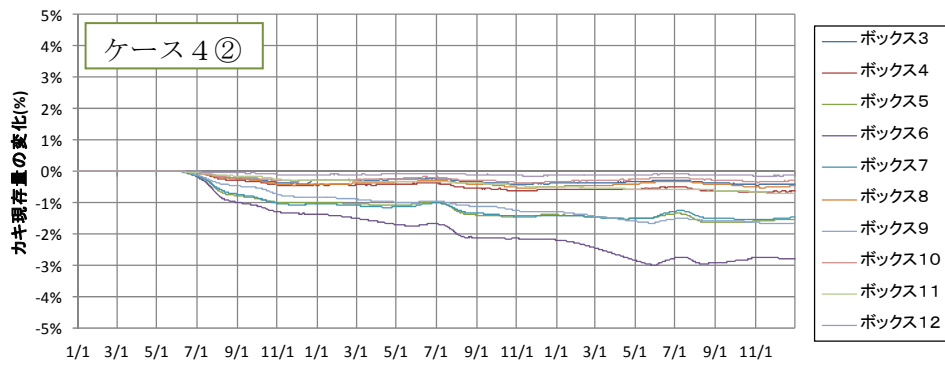
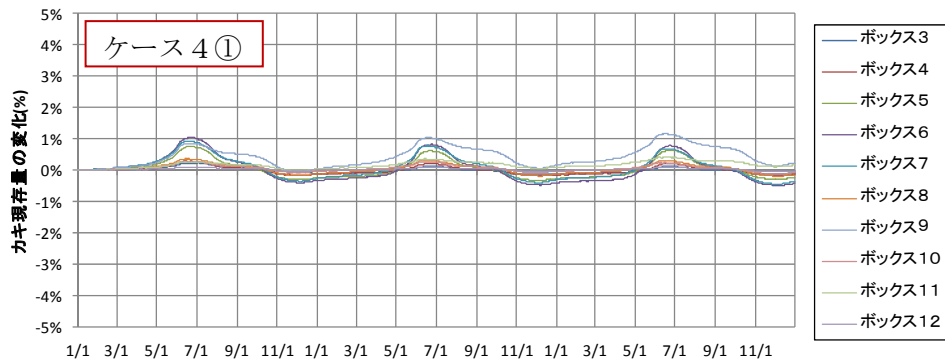
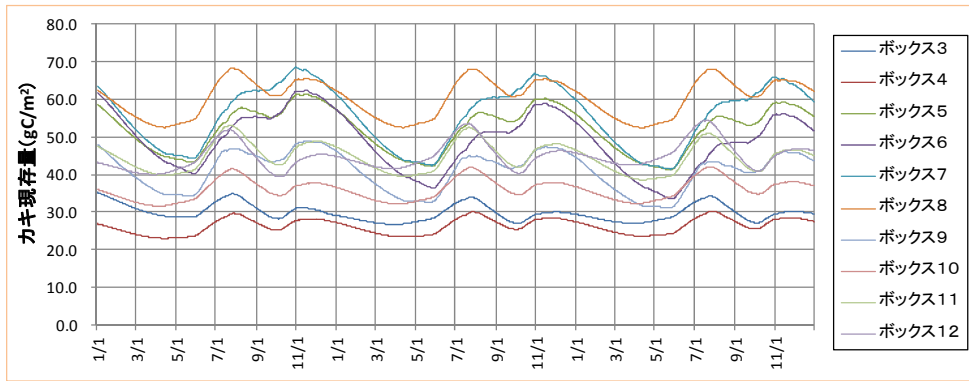


図 3.22 (上) 現況ケースのカキ現存量、
(中、下) ケース 4 ①、②の現況ケースに対するカキ現存量の変化率

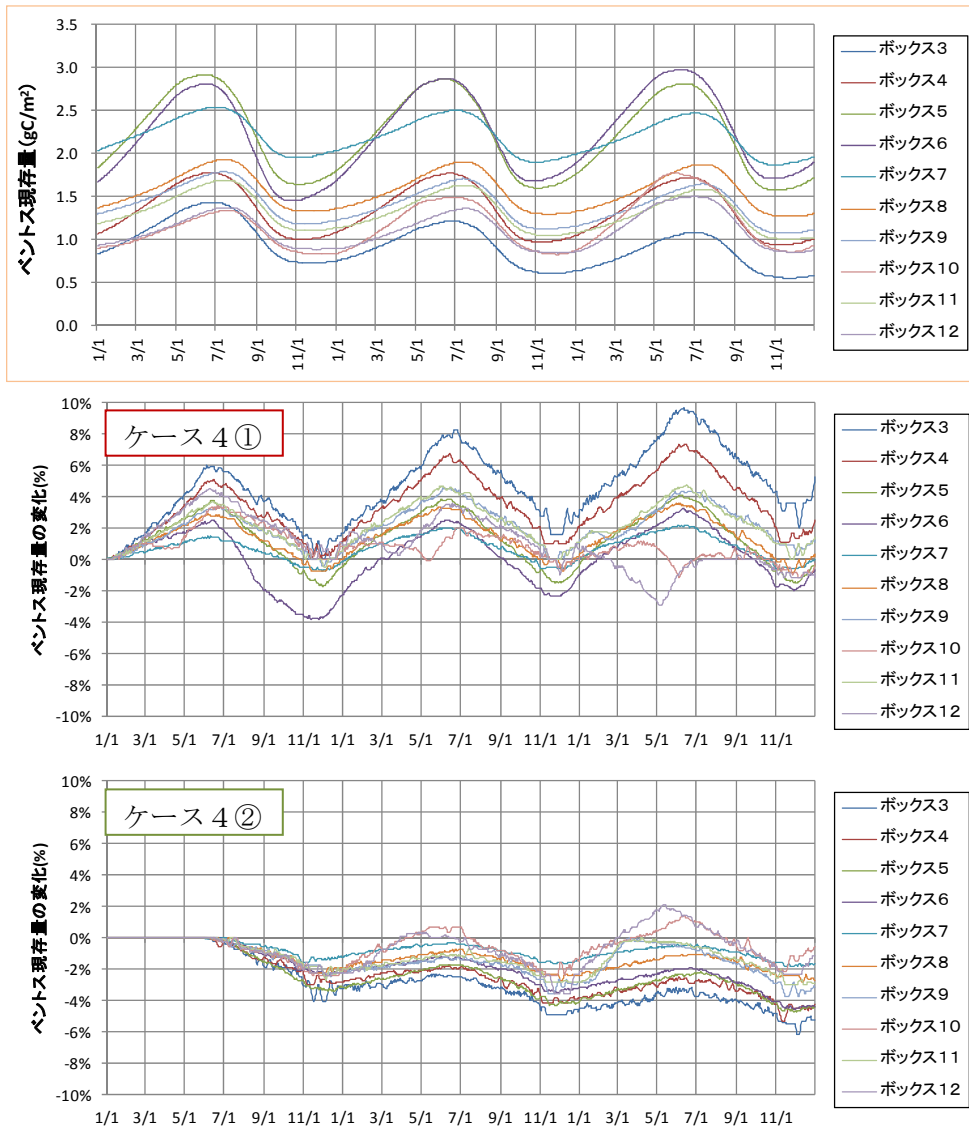


図 3.23 (上) 現況ケースのベントス現存量、
 (中、下) ケース4①、②の現況ケースに対するベントス現存量の変化率

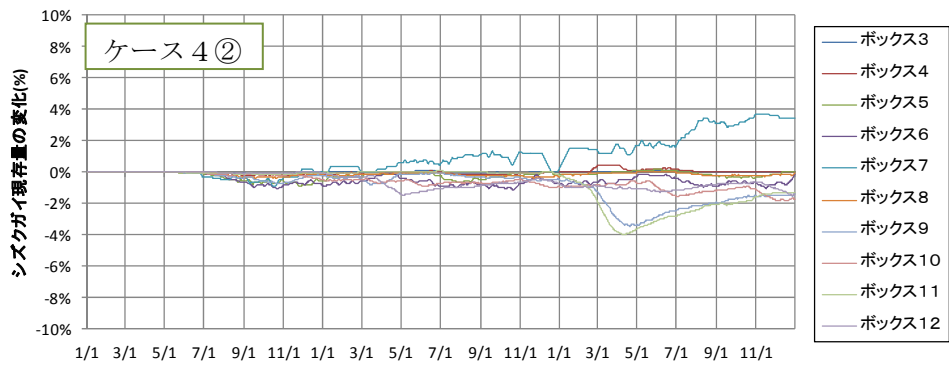
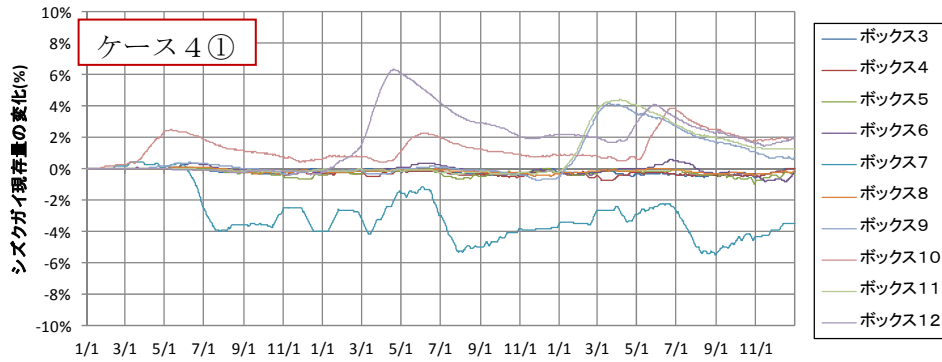
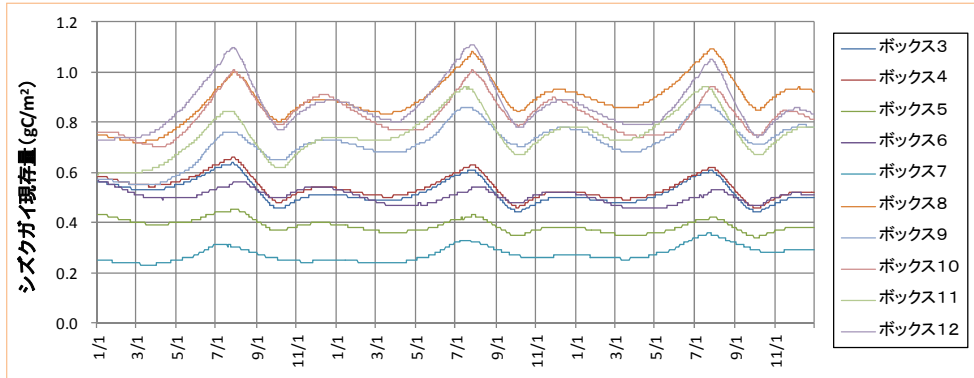


図 3.24 (上) 現況ケースのシズクガイ現存量、
 (中、下) ケース 4 ①、②の現況ケースに対するシズクガイ現存量の変化率

3-6 ケース 5：施肥（感度実験）

感度実験として、BOX7にN、Pの無機態を散布し、広島湾のChl-a濃度（公共用水域 広島湾 14）に近づけるためにはどの程度の負荷量が必要かを算定する。計算条件を表 3.3、図 3.8 に示す。

湾奥中央部のBOX7にN、Pを散布した場合、時計回りの流動場によって東部湾奥で高濃度となる。BOX7を広島湾14の濃度に近づけるためには、INが42ton/day、IPが8.6ton/day程度の負荷が必要である結果となった。

表 3.6 施策の計算条件

ケース 5：施肥（感度実験）			
条件変更点	海域への直接負荷		
設定方法	BOX7（図 3.25 の●）に負荷を投入		
目的	秋季に広島湾のChl-a濃度と等しくなるために必要な負荷量を推定		
計算ケース		IN 負荷量(kg/day)	IP 負荷量(kg/day)
	ケース 5 ①	3240	650
	ケース 5 ②	6480	1300
	ケース 5 ③	9720	1950
期間	10月1日～11月30日に実施		

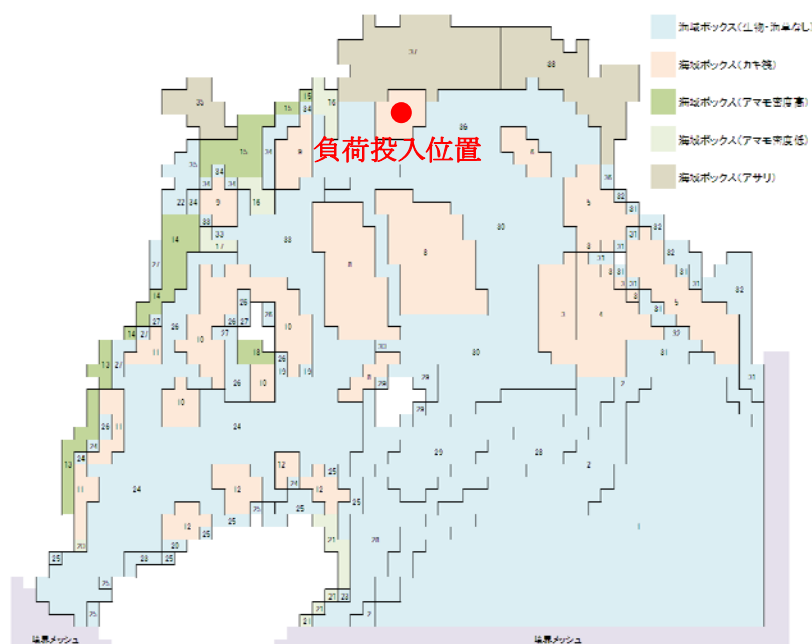


図 3.25 負荷投入位置

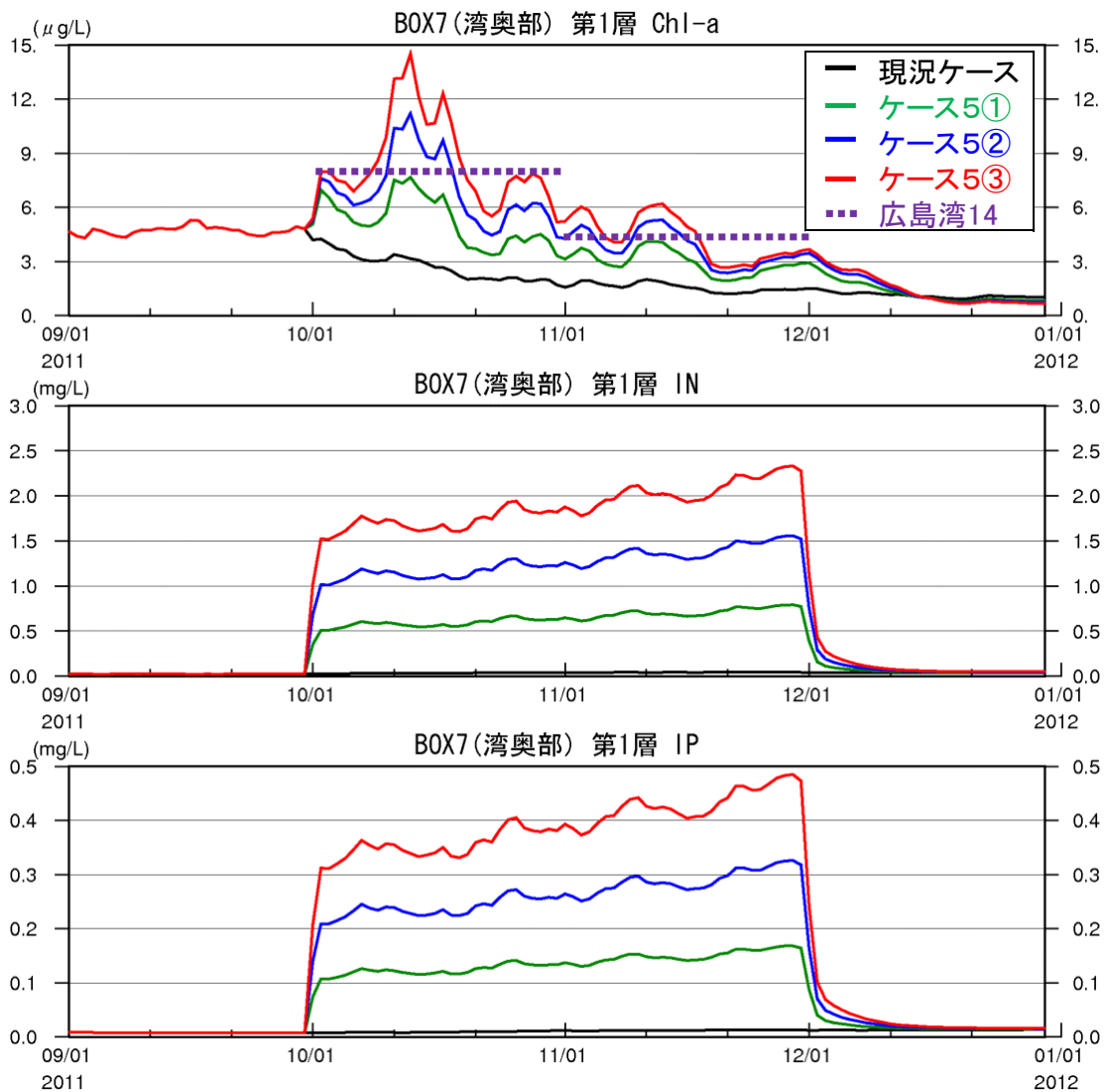


図 3.26 BOX7 の Chl-a、IN、IP 濃度時系列図

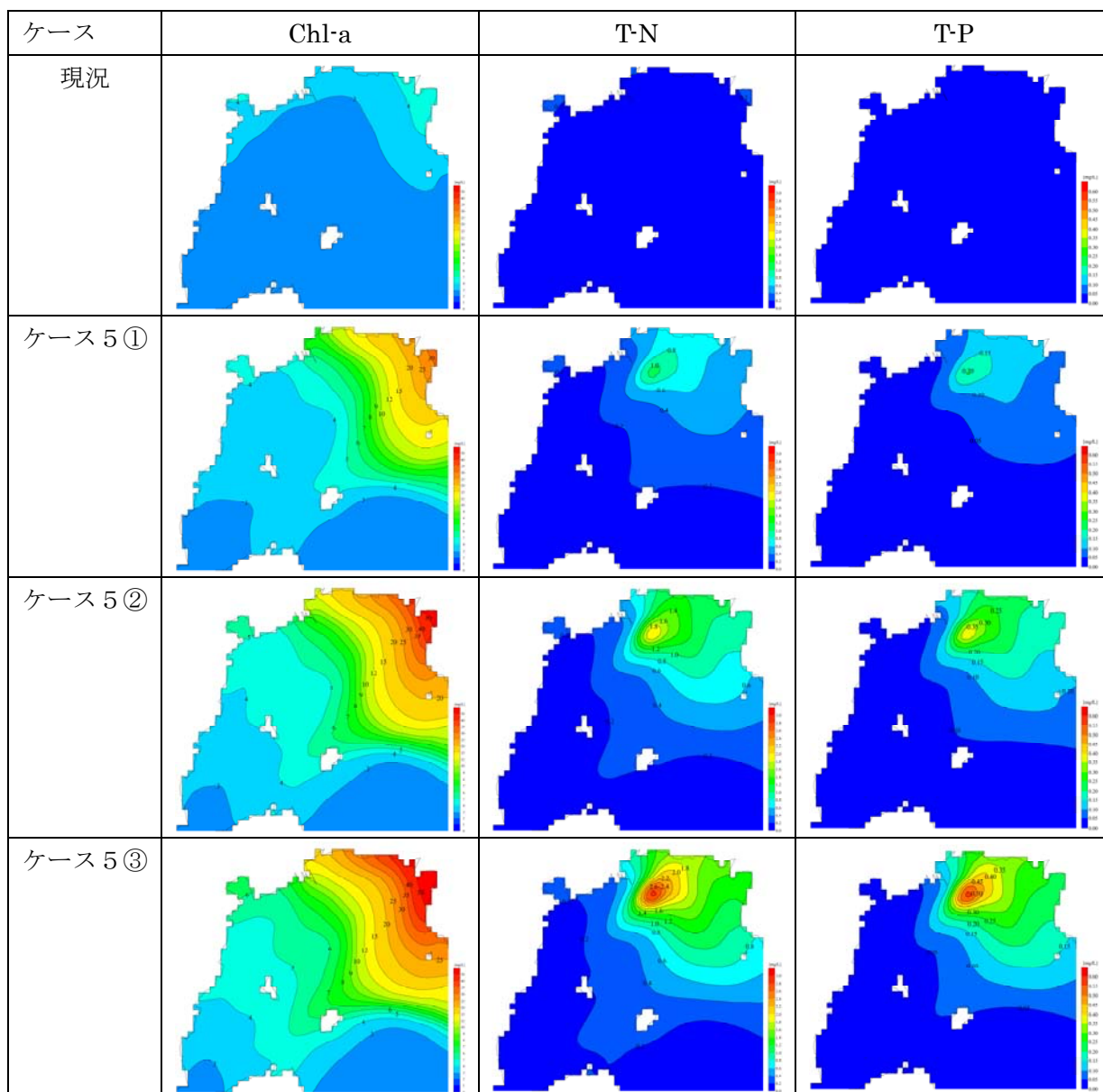


図 3.27 10 月の月平均 Chl-a、T-N、T-P 濃度分布図

表 3.7 計算結果のまとめ

	負荷量(kg/day)		必要水量 (m ³ /sec)※1	Chl-a 濃度(μ g/l)			
	IN	IP		BOX7		三津湾平均	
				10月平均	11月平均	10月平均	11月平均
現況ケース	—	—	—	2.74	1.57	1.21	0.81
ケース5①	3240	650	0.375	5.23	2.96	2.59	1.38
ケース5②	6480	1300	0.750	6.97	3.76	3.57	1.69
ケース5③	9720	1950	1.125	8.52	4.34	4.36	1.92
目標：公共用水域 広島湾 14				7.9	4.3	7.9	4.3

※1 必要水量は、投入する水の T-N 濃度が 100mg/l とした場合の水量

※2 赤字：広島湾 14 の濃度を越えたケース