

三津湾地域の物質収支モデルによる施策検討の結果

1. 物質収支モデルによる施策の検討

1-1 概要

構築した三津湾地域の物質収支モデルを用いて、三津湾地域検討委員会より提示された、管理方策4ケース、感度実験3ケースについてモデル化し、計算を行ってその効果を評価した。

1-2 モデルでの施策の取り扱い

検討を行ったケースは以下の通りである。それぞれの計算条件を表 1.1 に示す。

| | |
|---------------------|--------------|
| <管理方策> | |
| ケース1 | 耕耘+底質改善材の混合 |
| ケース2 | 下水処理水の放流調整 |
| ケース3 | カキ養殖量の調整 |
| ケース4 | 人工中層海底の設置 |
| <感度実験> | |
| ケース5 | 施肥 |
| ケース6 | アマモの有無による差 |
| ケース7 | カキ付着物の底泥への負荷 |

表 1.1(1) 施策の計算条件

| ケース1：耕耘+底質改善材の混合 | | |
|------------------|---|----------|
| 条件変更点 | 底泥間隙水中の硫化水素の吸着 | |
| 設定方法 | Yamamoto et al.(2012)、Asaoka et al.(2009)を基に、底質改善材(熱風乾燥カキ殻)による底泥間隙水中の硫化水素の75.3%が毎日吸着され、モデル系外へ排出されるものとした。12mgS/gという吸着量のポテンシャルに達した場合は吸着効果がなくなるものとした。なお、底泥からのIP溶出量については、施策による強制的な効果を考慮しない。 | |
| 計算ケース | 設定ボックス | |
| | ケース1① | BOX7、8、9 |
| | ケース1② | BOX3~12 |
| 期間 | 1年目7/1に効果開始 | |
| 設定根拠 | Yamamoto et al.(2012)、Asaoka et al.(2009)など | |

表 1.1 (2) 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 | | | | |
| 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、カキの現存量を変更 | | | | |
| 設定方法 | カキの初期養殖量に係数をかけて計算。漁獲量は変化なし。 | | | | |
| 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 | 初期の養殖量を変更 | | | | |
| 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 4 ① | あり | 1.29 倍 | 0.94 倍 | 0.906 倍 |
| | ケース 4 ② | なし | 1.00 倍 | 0.94 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 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 に負荷を投入 | | | | |
| 目的 | 施肥による周辺の底泥・生物への影響を計算 | | | | |
| 計算ケース | | IN 負荷量(kg/day) | IP 負荷量(kg/day) | | |
| | ケース 5 ① | 324 | 65 | | |
| | ケース 5 ② | 97 | 19.5 | | |
| | ケース 5 ③ | 32 | 6.5 | | |
| 期間 | 10 月 1 日～11 月 30 日に実施 | | | | |
| ケース 6 : アマモの有無による影響 | | | | | |
| 条件変更点 | アマモの計算の有無 | | | | |
| 設定方法 | アマモの現存量をゼロとし、増減を計算しない | | | | |
| 目的 | アマモ場の存在の有無による影響を計算 | | | | |
| ケース 7 : カキ付着物の底泥への負荷 | | | | | |
| 条件変更点 | カキから底泥への負荷量を変更 | | | | |
| 設定方法 | カキから底泥への負荷量を係数倍する。人工中層海底と同様。 | | | | |
| 目的 | カキ殻の付着物が底泥へ落下することによる底泥への負荷に対する影響を計算 | | | | |
| 設定根拠 | 川口ほか(2011) | | | | |

1-3 ケース 1：耕耘＋底質改善材の混合

熱風乾燥カキ殻を用いた底質改善材を底泥に耕耘とともに混ぜ込み、底泥間隙水中の硫化水素の削減効果による底泥や生物量への影響を調べる。計算条件を表 1.2 に、結果を図 1.2～図 1.11 に示す。

表 1.2 施策の計算条件

| ケース 1：耕耘＋底質改善材の混合 | | |
|-------------------|--|----------|
| 条件変更点 | 底泥間隙水中の硫化水素の吸着 | |
| 設定方法 | Yamamoto et al.(2012)、Asaoka et al.(2009)を基に、底質改善材による底泥間隙水中の硫化水素の 75.3%が毎日吸着され、モデル系外へ排出されるものとした。12mgS/g という吸着量のポテンシャルに達した場合は吸着効果がなくなるものとした。 なお、底泥からの IP 溶出量については、施策による強制的な効果を考慮しない。 | |
| 計算ケース | | 設定ボックス |
| | ケース 1 ① | BOX7、8、9 |
| | ケース 1 ② | BOX3～12 |
| 期間 | 1 年目 7/1 に効果開始 | |
| 設定根拠 | Yamamoto et al.(2012)、Asaoka et al.(2009)など | |

底泥間隙水中の硫化水素濃度は、最も濃度が高い BOX7 では施策開始から計算終了時（施策開始 2.5 年後）まで、概ね 70%以上の減少となった。BOX9 については、7 月に一部濃度が現況ケースより増加する期間があるものの、現況ケースで濃度がピークとなる 9 月には 60%程度の減少となっており、濃度の最大値は 0.5mg/L から 0.3mg/L に減少している。なお、ボックスの分割図を図 1.1 に示す。

また、硫化水素の吸着量は、最も多い BOX7 で、計算終了時までの累積で 3.15mgS/g であった。計算 2 年目、3 年目で年平均約 1.17mgS/g 吸着されたことから、同量の吸着が続くと仮定すると、施策開始約 10.1 年後に吸着量のポテンシャル 12mgS/g に達する。

底泥中の T-N 濃度は、湾西部に位置する BOX8～11 では減少、その他のボックスでは増加したが、いずれのケースでも変化はわずかであった。底泥中の T-P 濃度は、いずれのボックスでも増加し、BOX7 で計算終了時に約 5%増加した。底泥からの IN 溶出速度は増加し、3 年目の夏季にはケース 1 ①で最大約 20%、ケース 1 ②で最大約 24%の増加となった。底泥からの IP 溶出速度は、施策開始直後に最大約 28%減少したが、その後はボックスによって増減は異なる。

カキの現存量は徐々に増加し、計算終了時でケース 1 ①では最大約 9%、ケース 1 ②では最大約 13%の増加となった。

ベントスの現存量も増加し、3年目4月には最大約184%の増加となった。逆にシズクガイは、計算終了時で最大約56%の減少となった。これは、底泥間隙水中の硫化水素が減少することにより、ベントスの斃死が減って現存量が増加、シズクガイの成長が抑制されたためである。ベントスの現存量から、転換効率が10%と仮定した、計算終了時の魚類推定現存量は、ケース1①で31.2%、ケース1②で52.7%の増加となった。

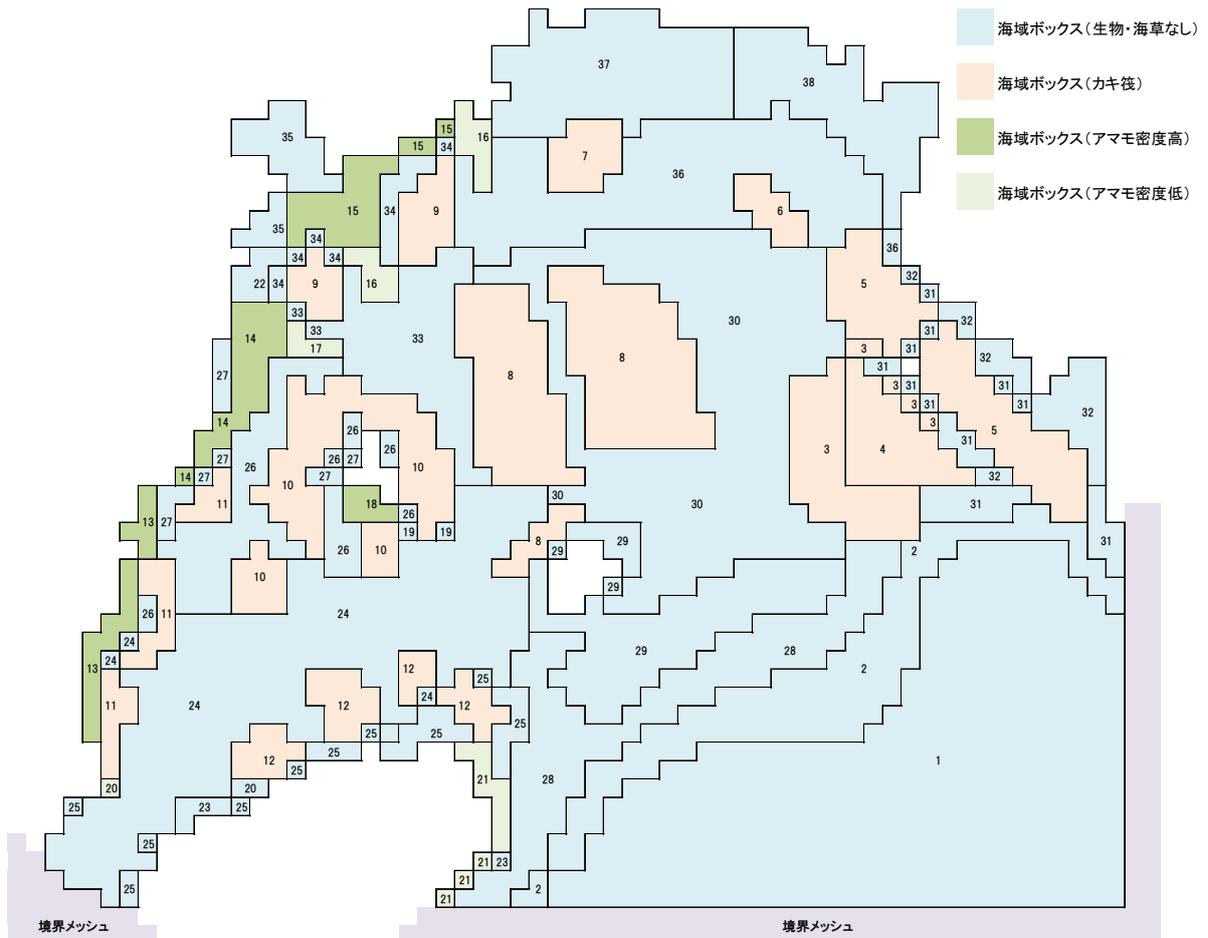


図 1.1 ボックス分割図

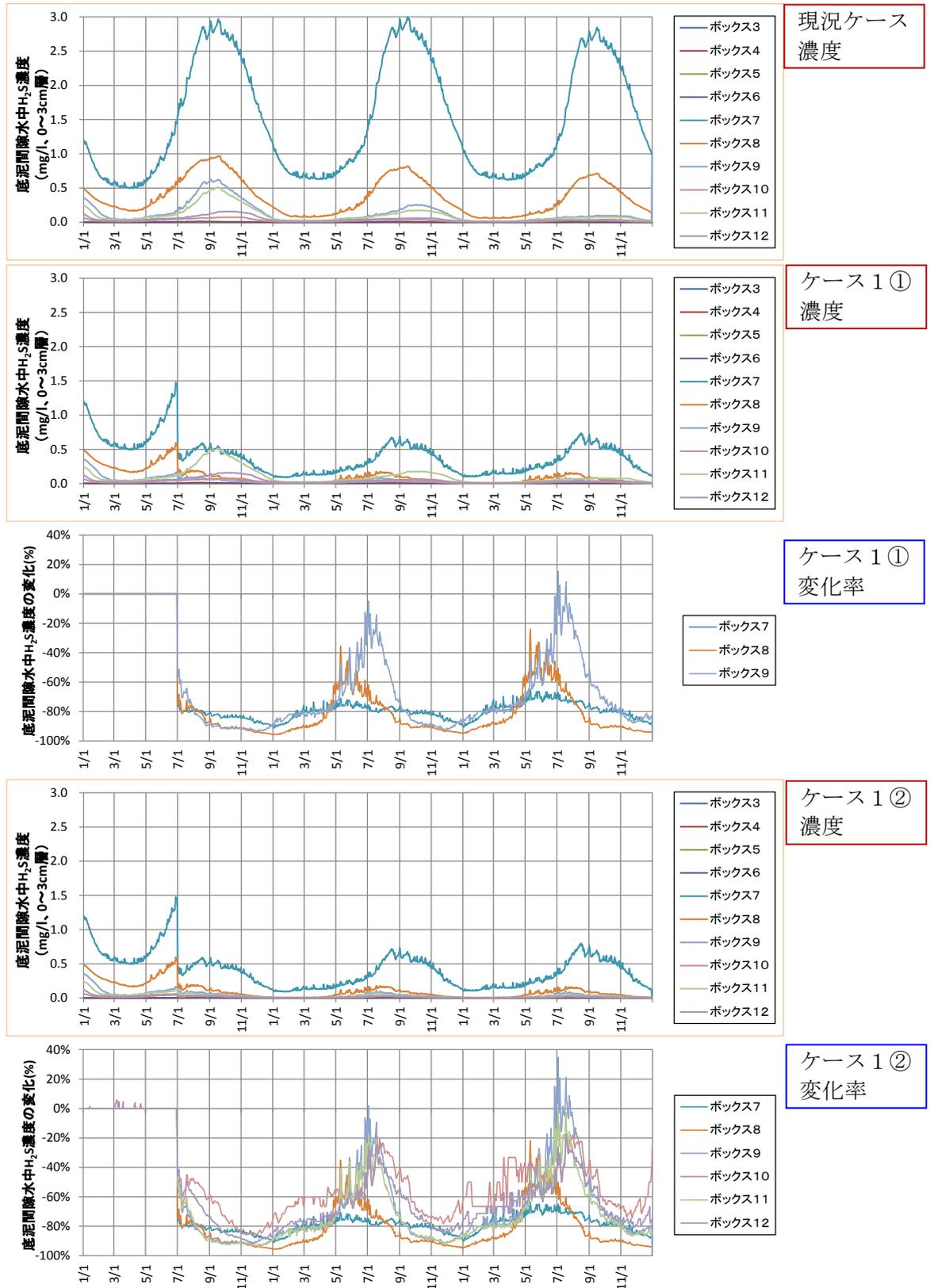


図 1.2 底泥間隙水中の H₂S 濃度および変化率

(上から) 現況ケースの濃度、ケース1①の濃度、ケース1①の現況ケースに対する変化率、ケース1②の濃度、ケース1②の現況ケースに対する変化率 (底泥 0~3cm 層)

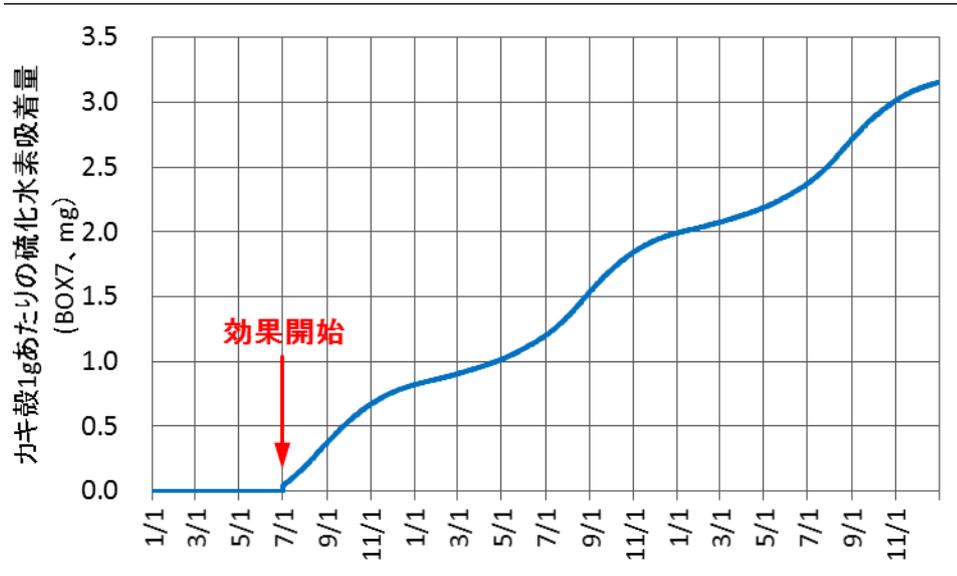


図 1.3 熱風乾燥カキ殻 1g あたりの硫化水素吸着量

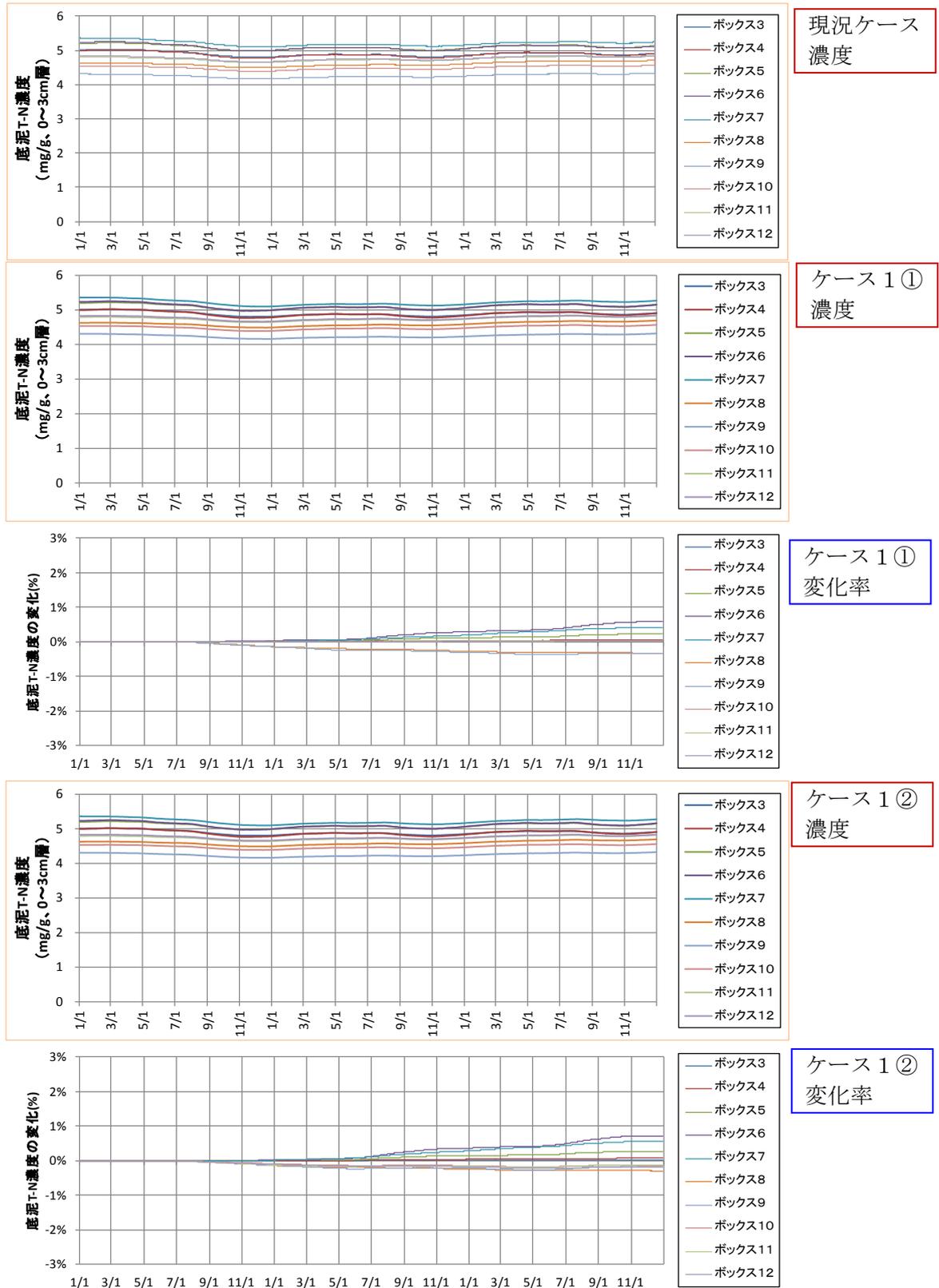


図 1.4 底泥中の T-N 濃度および変化率

(上から) 現況ケースの濃度、ケース 1 ①の濃度、ケース 1 ①の現況ケースに対する変化率、ケース 1 ②の濃度、ケース 1 ②の現況ケースに対する変化率 (底泥 0~3cm 層)

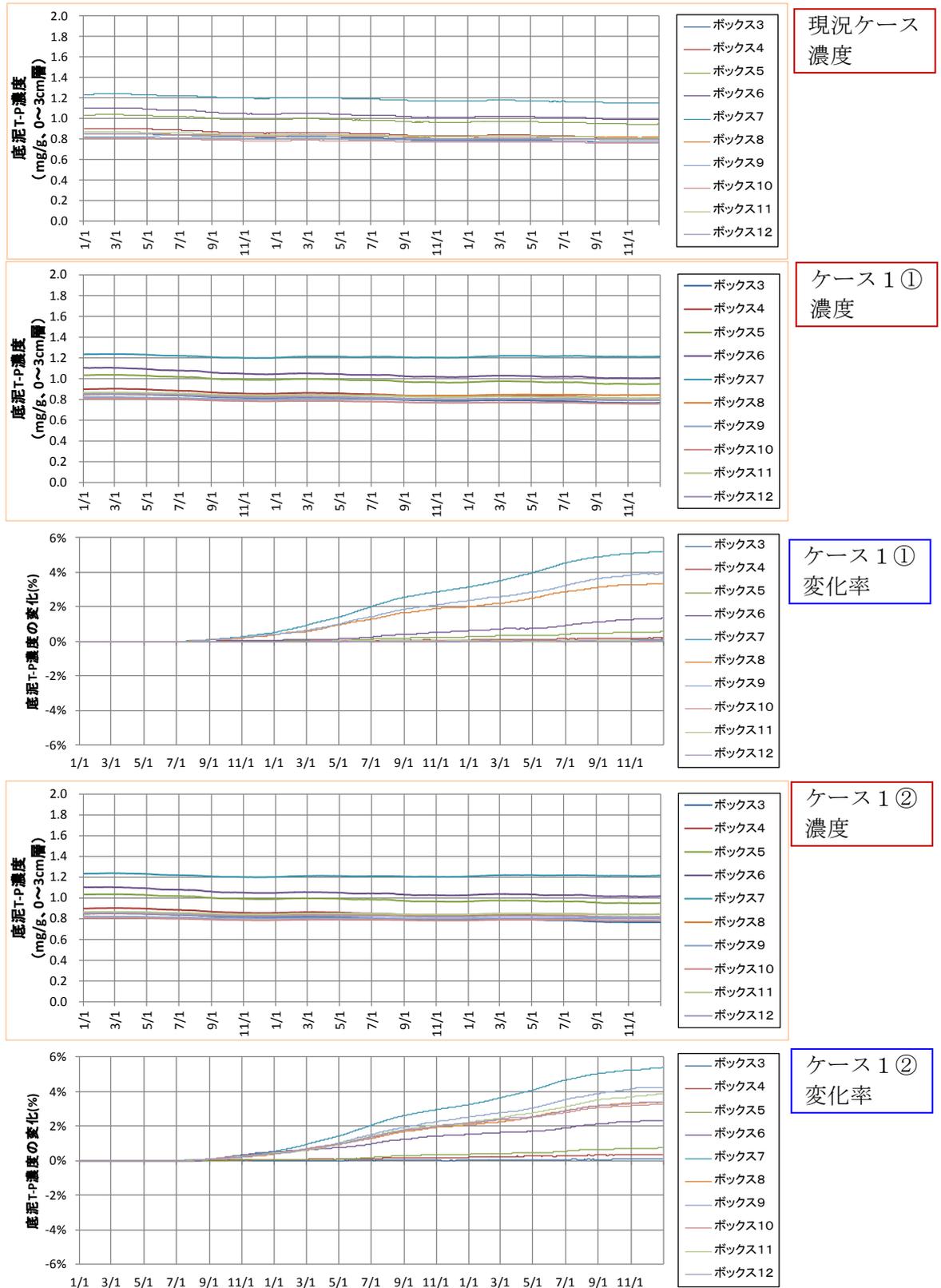


図 1.5 底泥中の T-P 濃度および変化率

(上から) 現況ケースの濃度、ケース 1 ①の濃度、ケース 1 ①の現況ケースに対する変化率、ケース 1 ②の濃度、ケース 1 ②の現況ケースに対する変化率 (底泥 0~3cm 層)

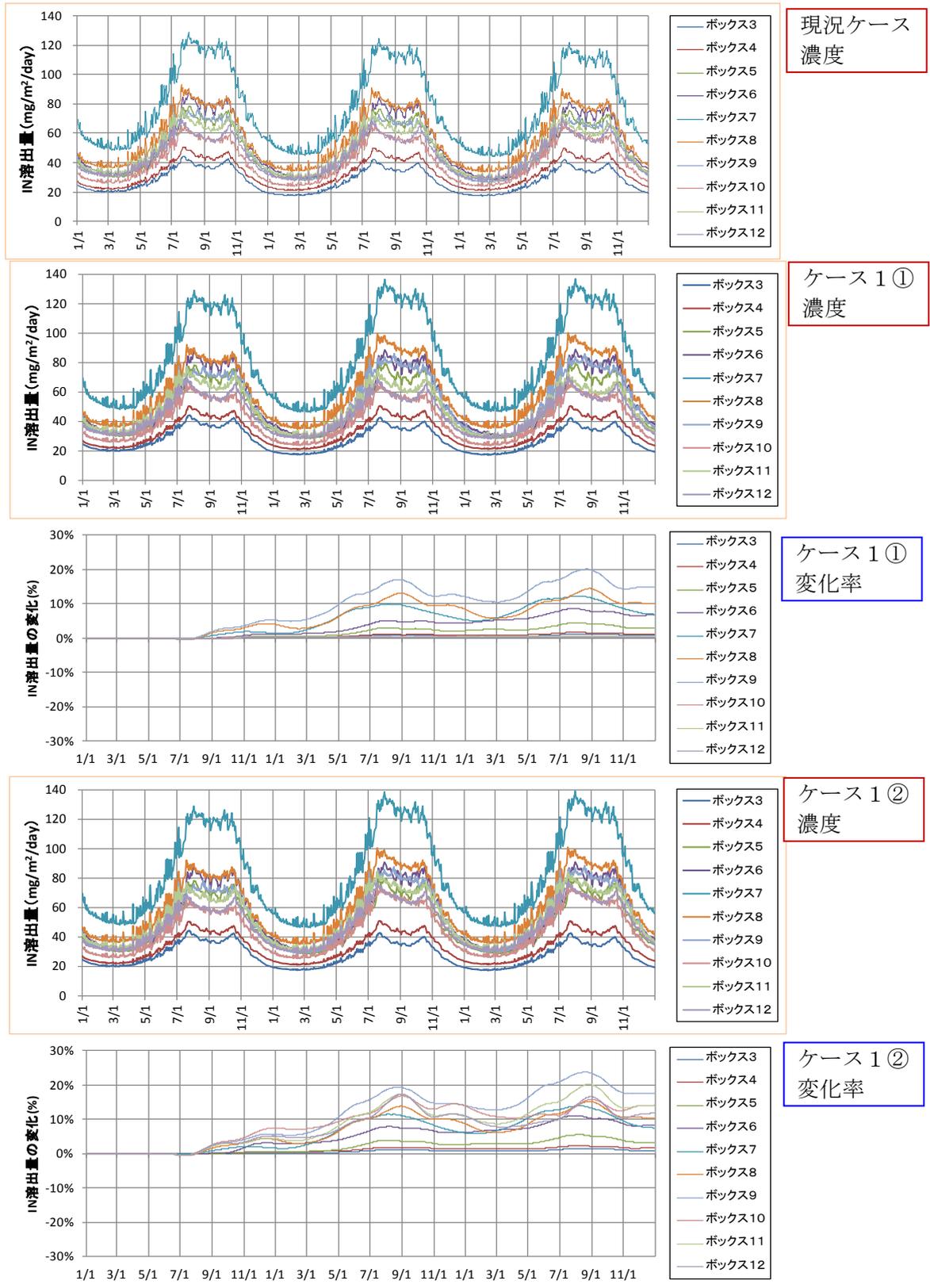


図 1.6 底泥からの IN 溶出量および変化率

(上から) 現況ケースの溶出量、ケース1①の溶出量、ケース1①の現況ケースに対する変化率、ケース1②の溶出量、ケース1②の現況ケースに対する変化率

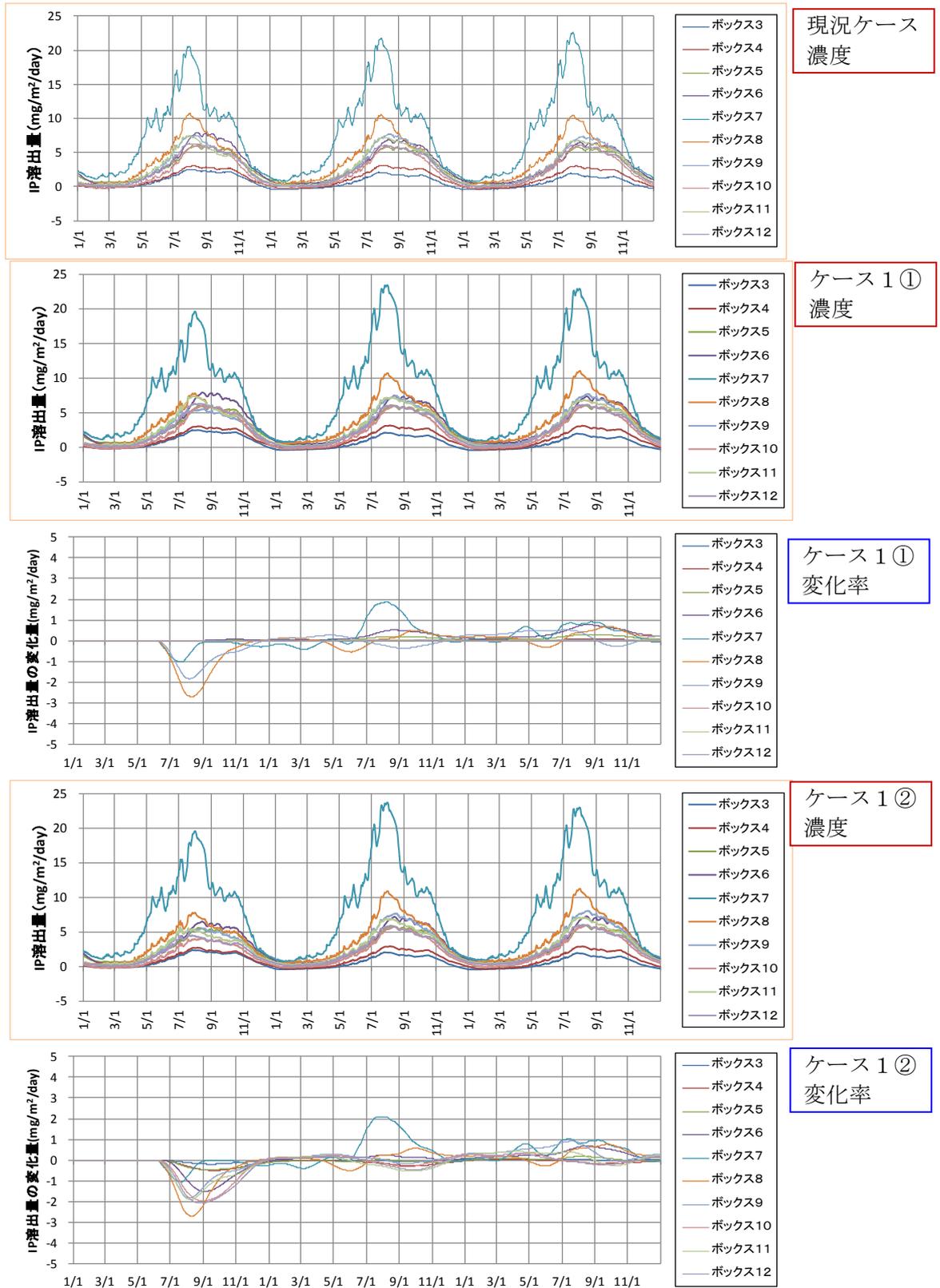


図 1.7 底泥からの IP 溶出量および変化率

(上から) 現況ケースの溶出量、ケース 1 ①の溶出量、ケース 1 ①の現況ケースに対する変化率、ケース 1 ②の溶出量、ケース 1 ②の現況ケースに対する変化率

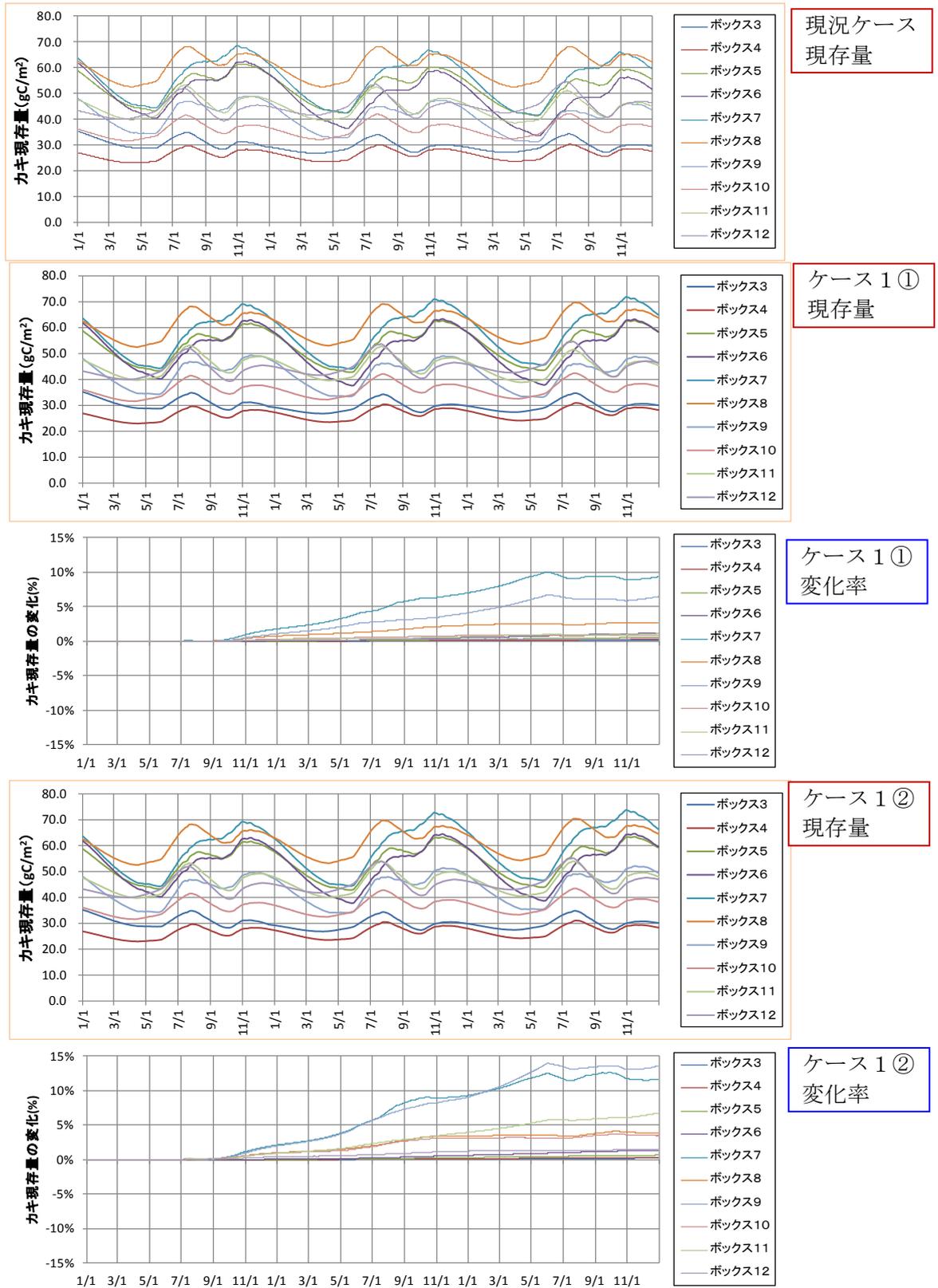


図 1.8 カキの現存量および変化率

(上から) 現況ケースの現存量、ケース 1 ①の現存量、ケース 1 ①の現況ケースに対する変化率、ケース 1 ②の現存量、ケース 1 ②の現況ケースに対する変化率

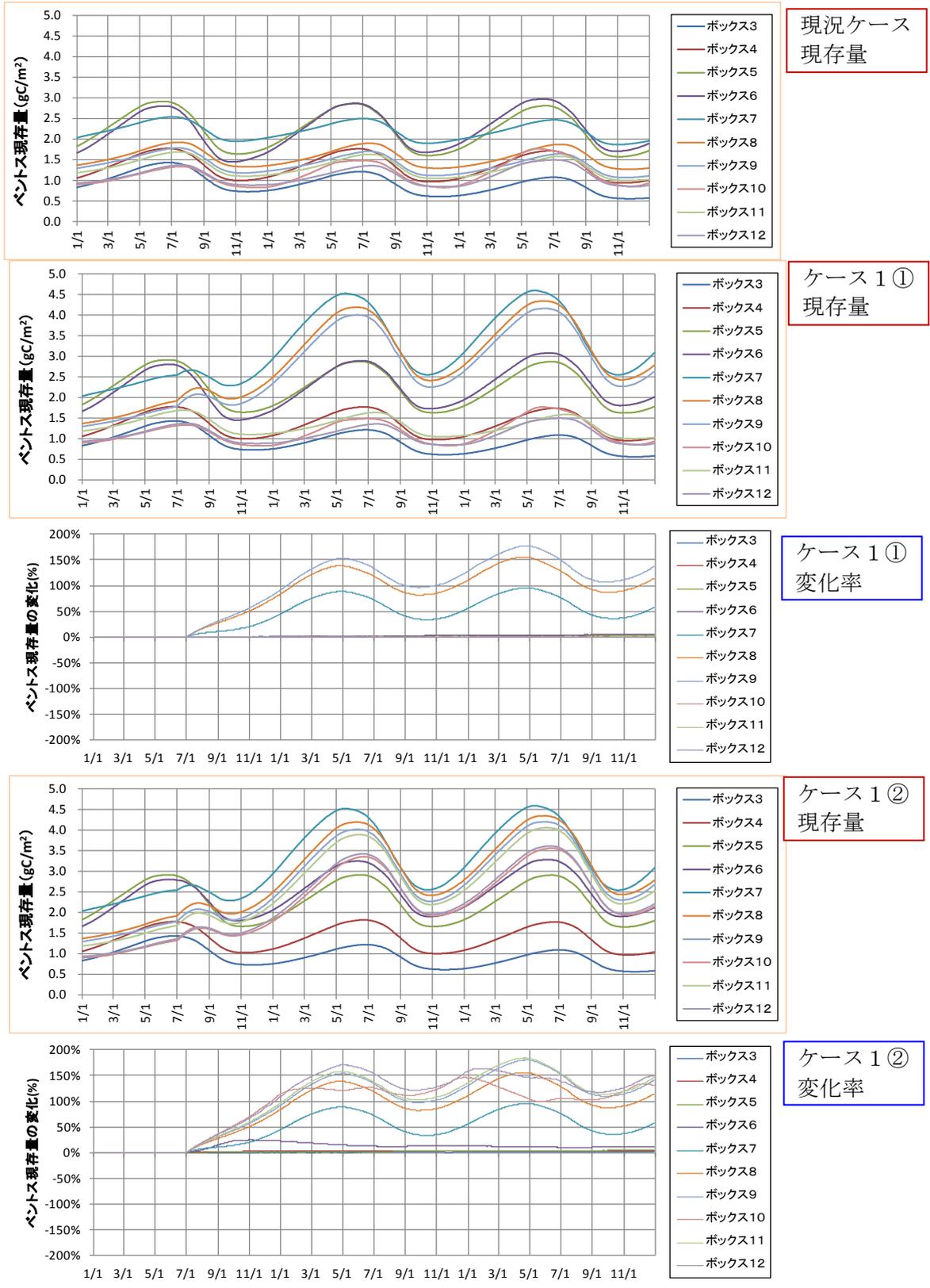


図 1.9 ペントスの現存量および変化率

(上から) 現況ケースの現存量、ケース 1 ①の現存量、ケース 1 ①の現況ケースに対する変化率、ケース 1 ②の現存量、ケース 1 ②の現況ケースに対する変化率

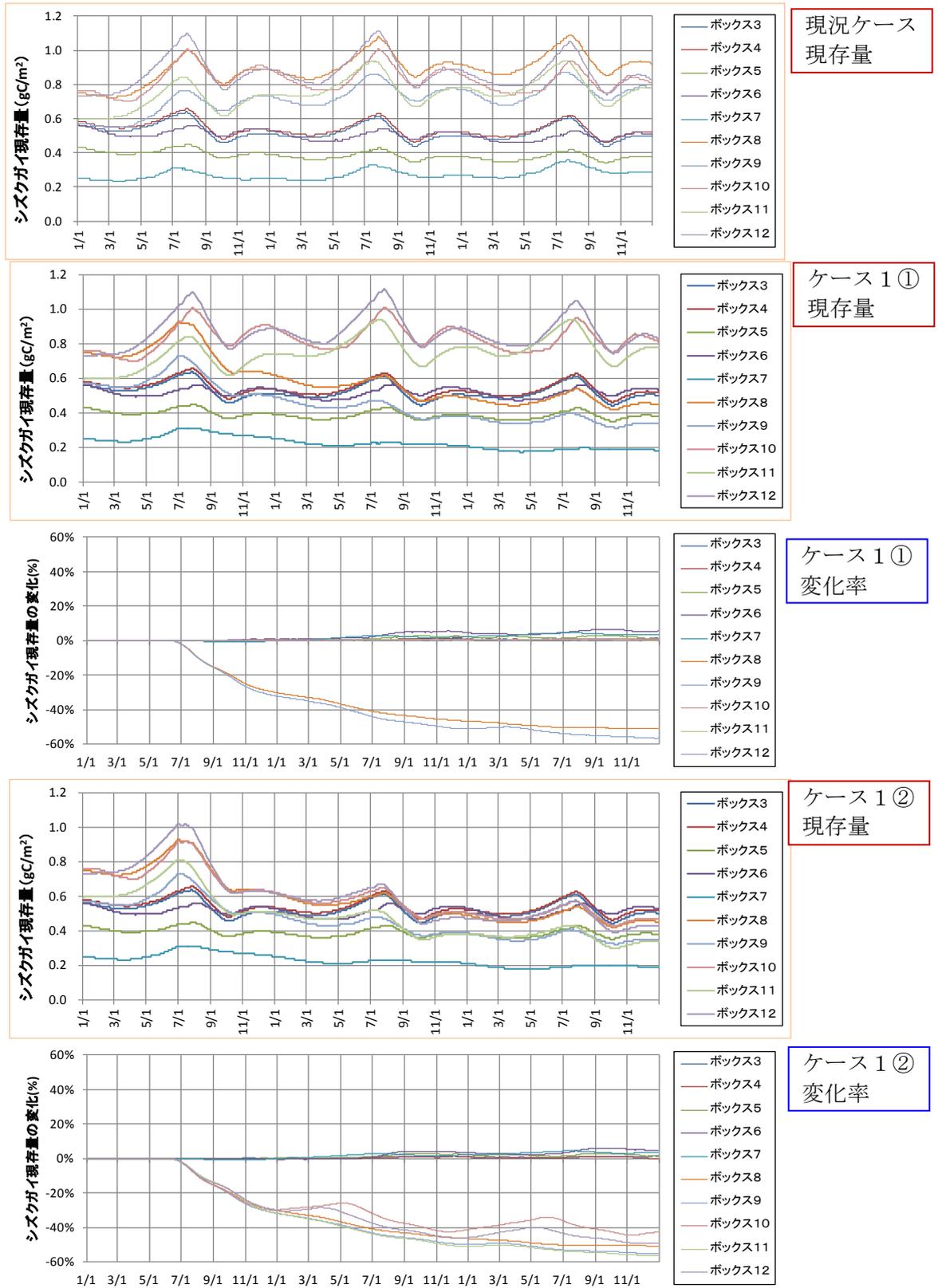


図 1.10 シズクガイの現存量および変化率

(上から) 現況ケースの現存量、ケース1①の現存量、ケース1①の現況ケースに対する変化率、ケース1②の現存量、ケース1②の現況ケースに対する変化率

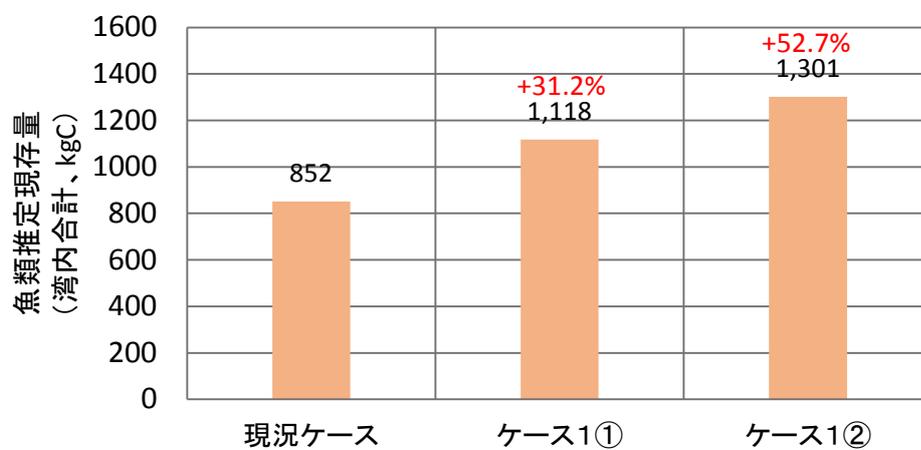


図 1.11 湾内合計の魚類推定現存量
 (計算終了時、ベントス現存量から転換効率 10%にて換算)

1-4 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 1.3、図 1.12 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 1.13 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。

ベントスの現存量から、転換効率が 10% と仮定した魚類推定現存量も、現況ケースから変化がなかった。

表 1.3 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 |

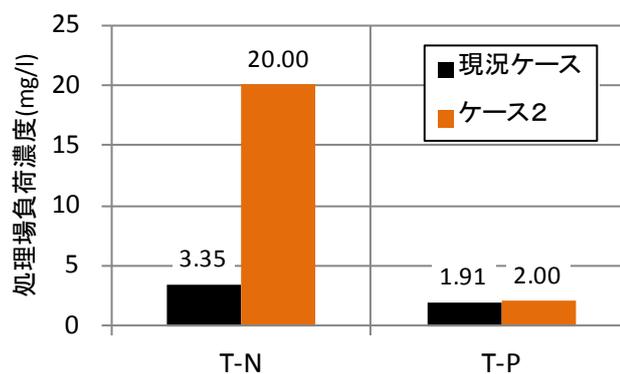


図 1.12 現況ケースとケース 2 の処理場負荷濃度

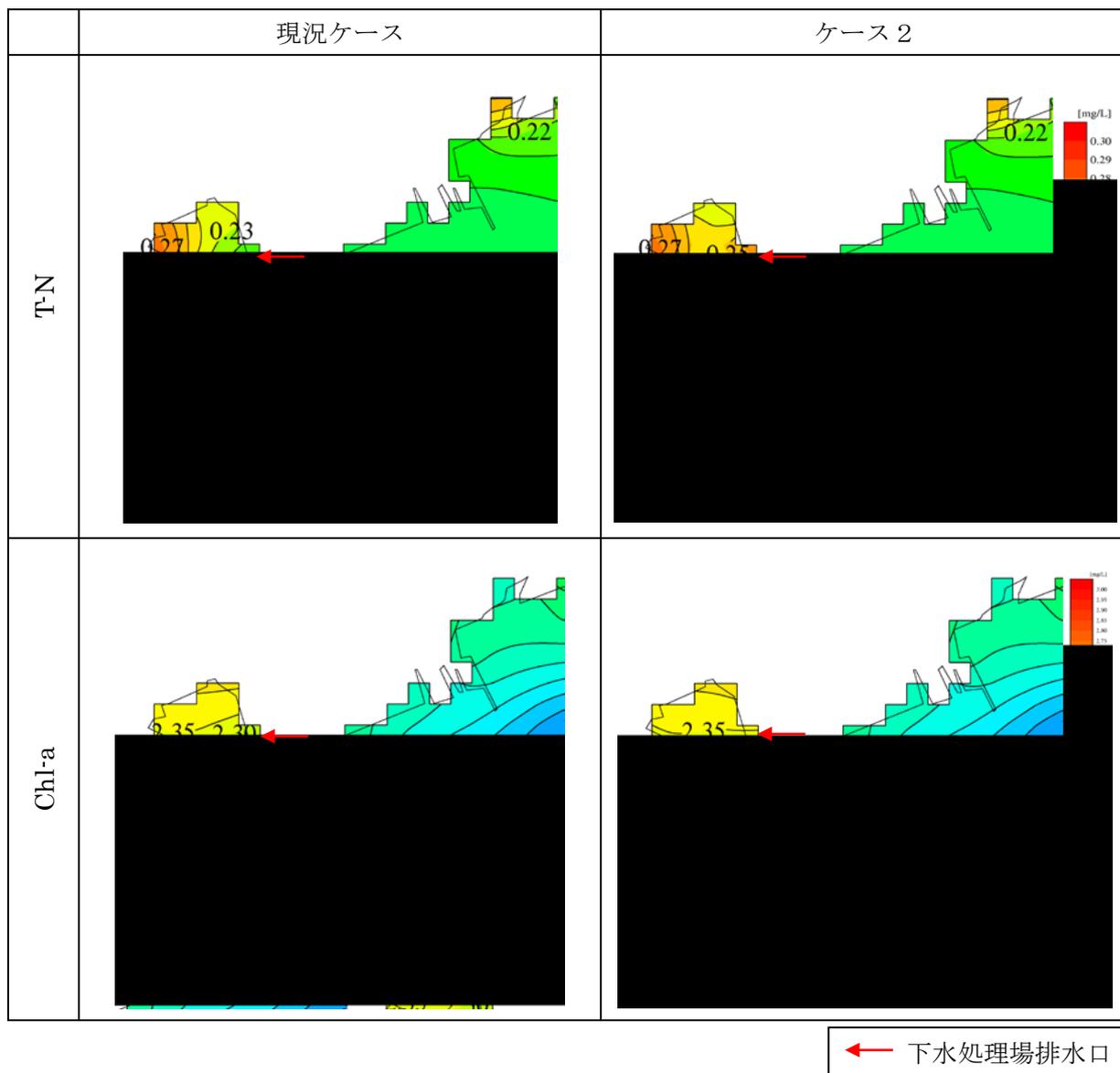


図 1.13 現況ケースとケース 2 の T-N、Chl-a 濃度 (11 月平均、第 1 層)

1-5 ケース 3 : カキ養殖量の調整

カキの初期養殖量を調整し、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 1.4 に、結果を図 1.14～図 1.21 に示す。なお、本ケースでは初期養殖量のみを調整しており、漁獲量は変化させていない。

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。硫化水素濃度は現況ケースに比べて、ケース 3 ①（1.50 倍）は約 12% 多く、ケース 3 ④（0.50 倍）は約 14% 少なかった。

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、わずかではあるが湾全体で減少した。

ベントスの現存量から、転換効率が 10% と仮定した、計算終了時の魚類推定現存量はケース 3 ①～④で現況ケースに対してそれぞれ-7.8%、-3.2%、+2.8%、+5.1%となった。

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。そのため、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 1.4 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、カキの現存量を変更 | |
| 設定方法 | カキの初期養殖量に係数をかけて計算。漁獲量は変化なし。 | |
| 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 | 初期の養殖量を変更 | |

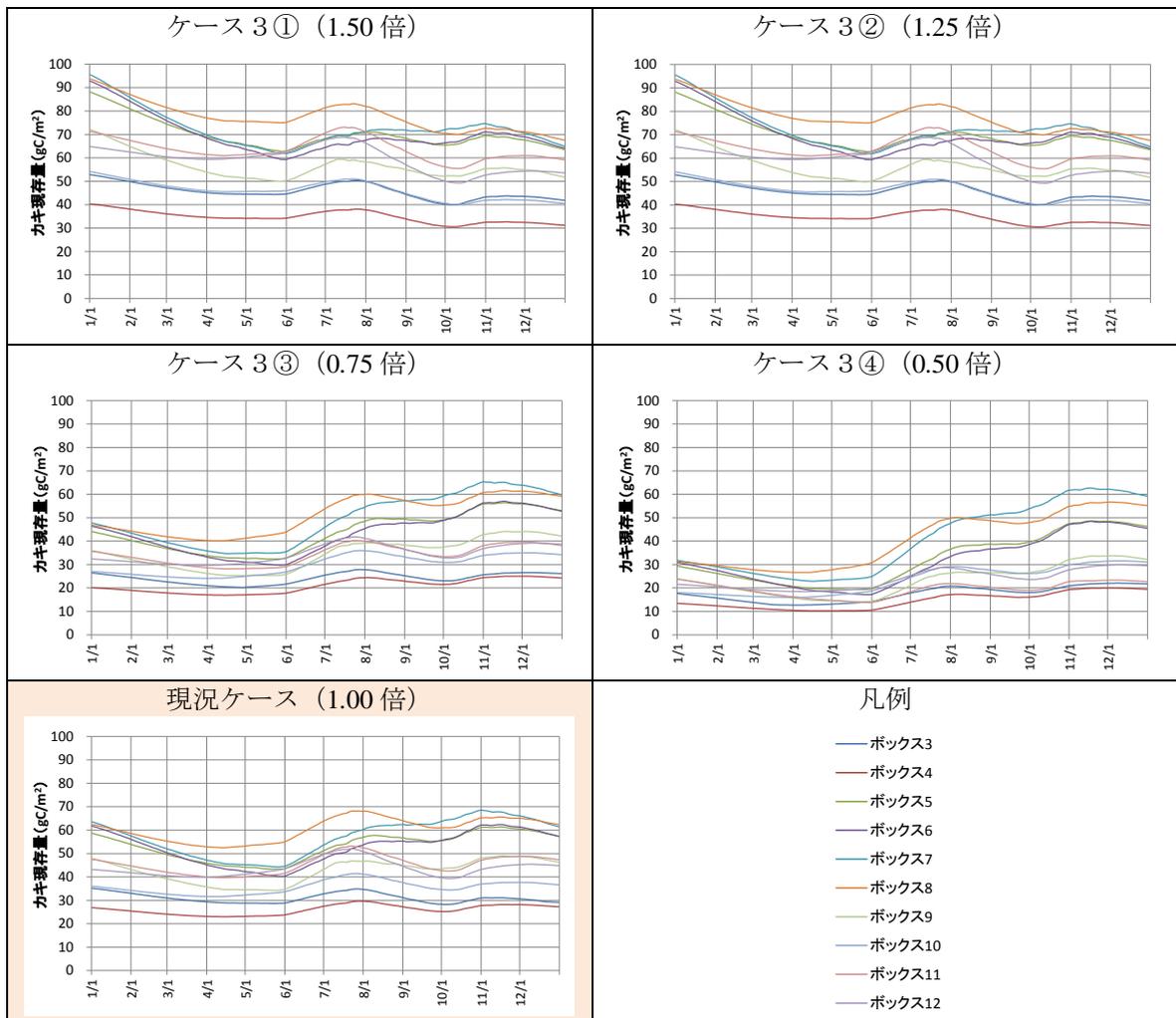


図 1.14 カキ現存量の時系列変化

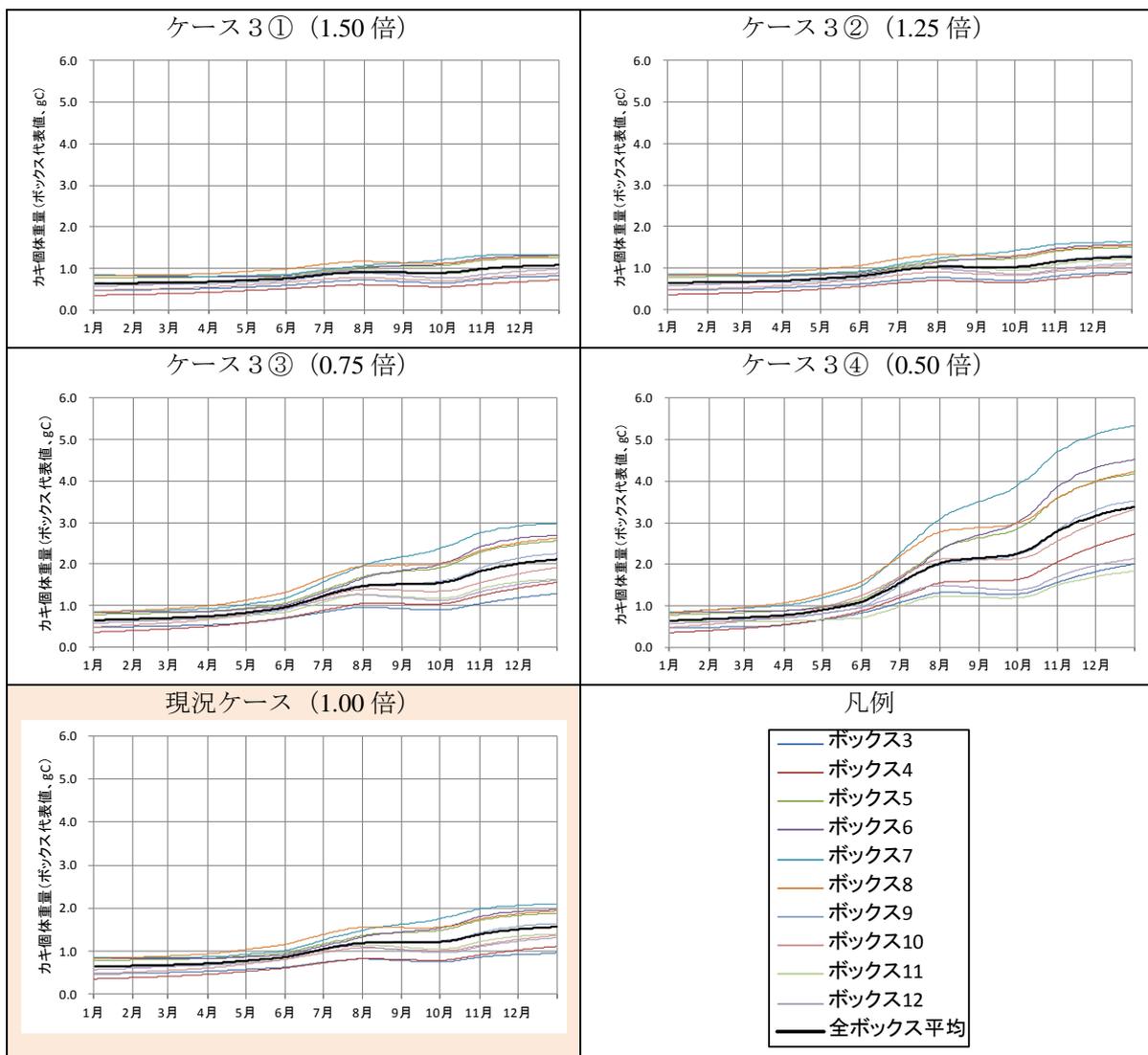


図 1.15 カキの個体重量の時系列変化

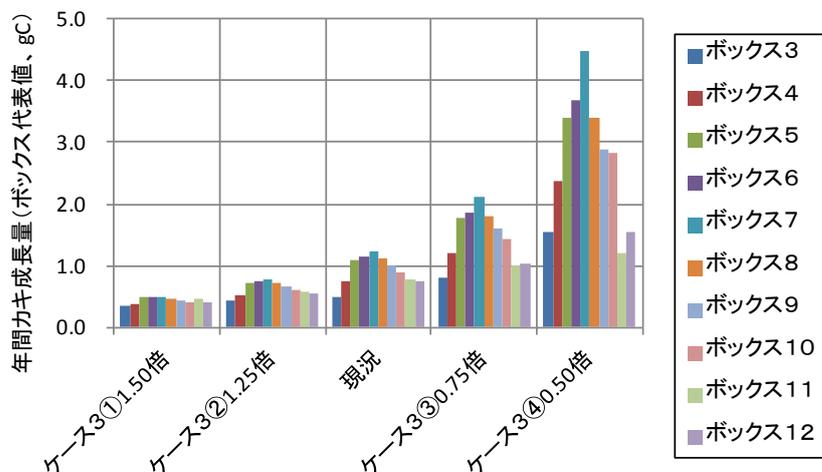


図 1.16 規格化した個体数あたりの、カキの年間合計成長量

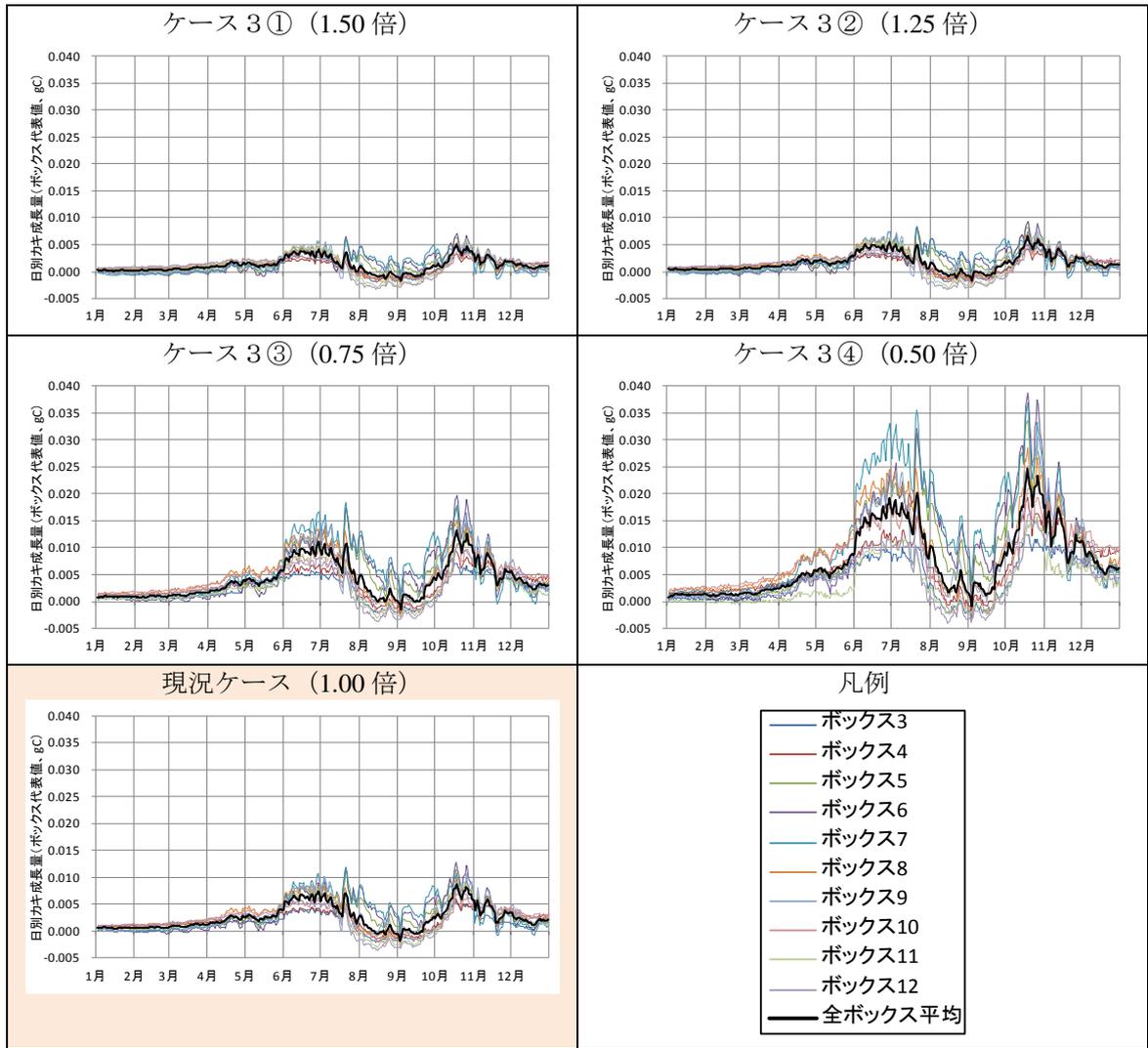


図 1.17 カキの日別成長量の時系列変化

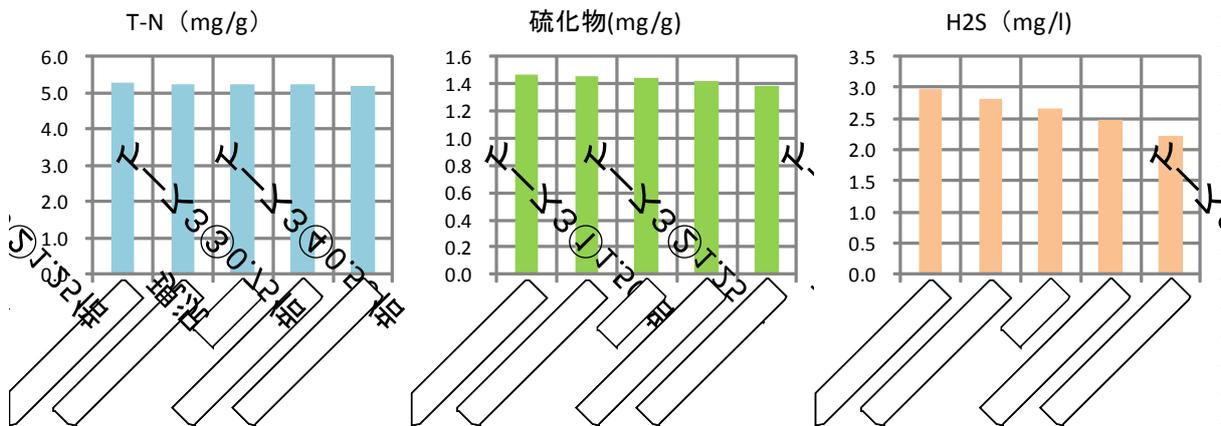


図 1.18 底質濃度比較 (ボックス7、8月、0~3cm層)

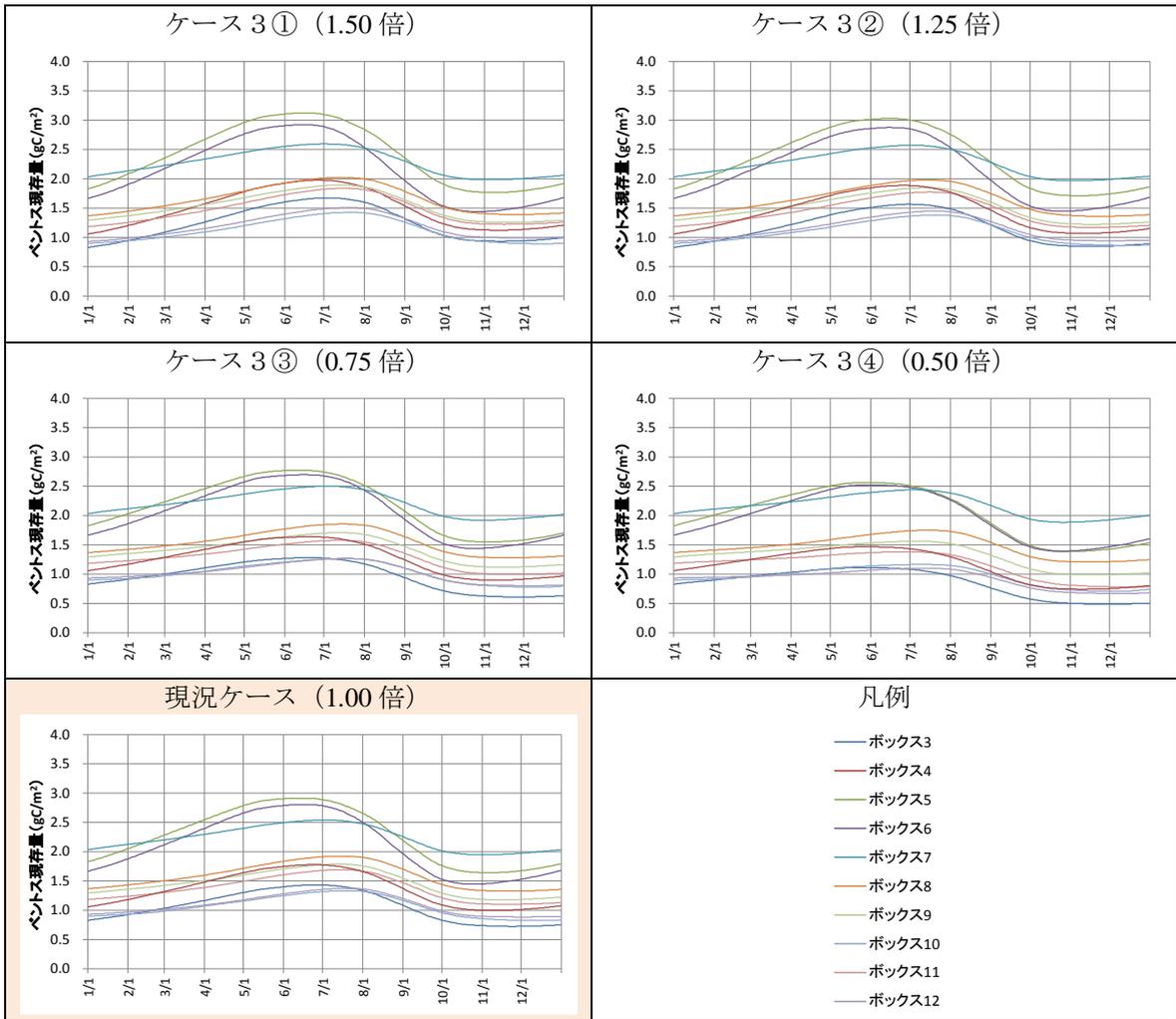


図 1.19 ベントス現存量の時系列変化

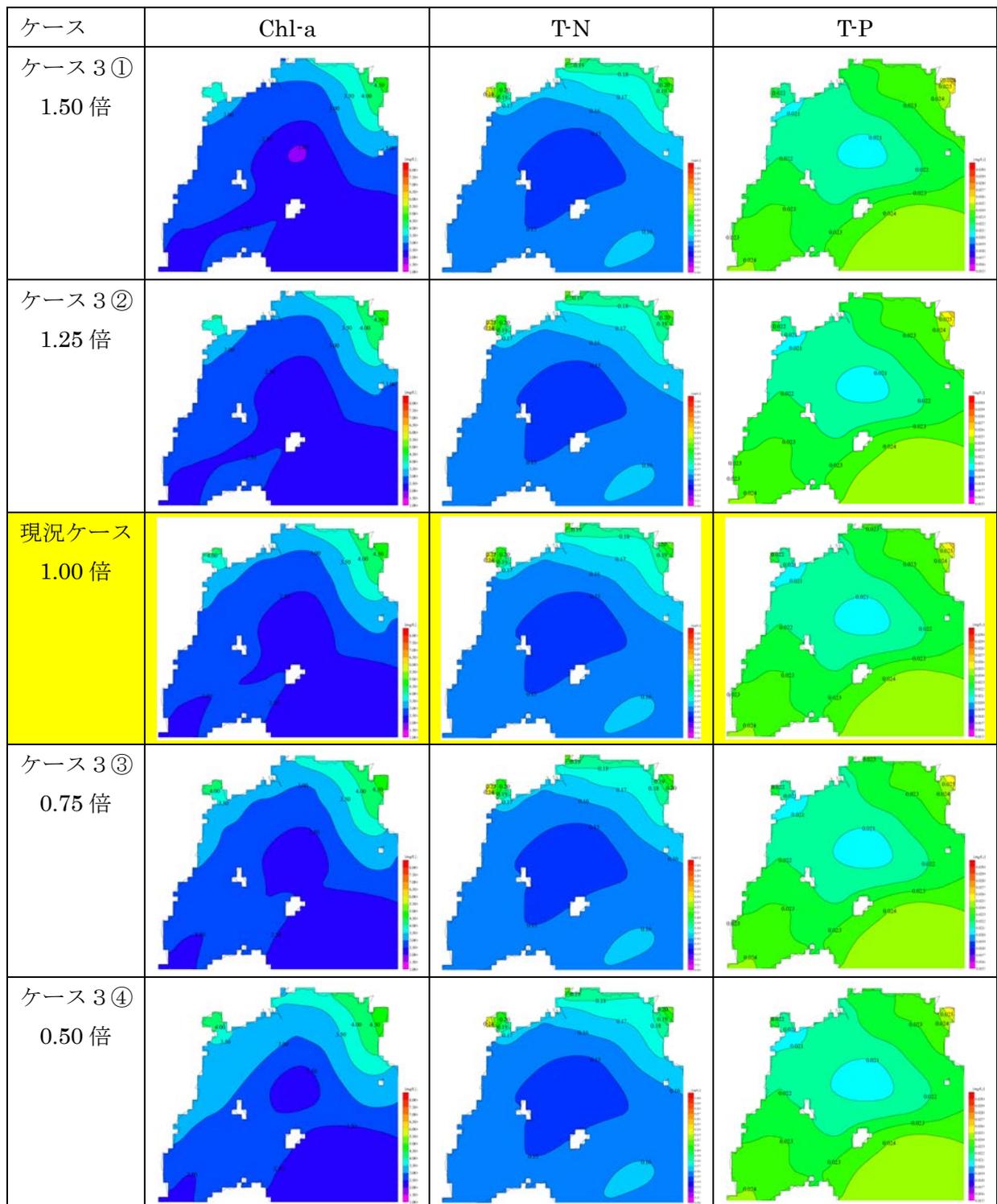


図 1.20 10月の月平均 Chl-a、T-N、T-P 濃度分布図

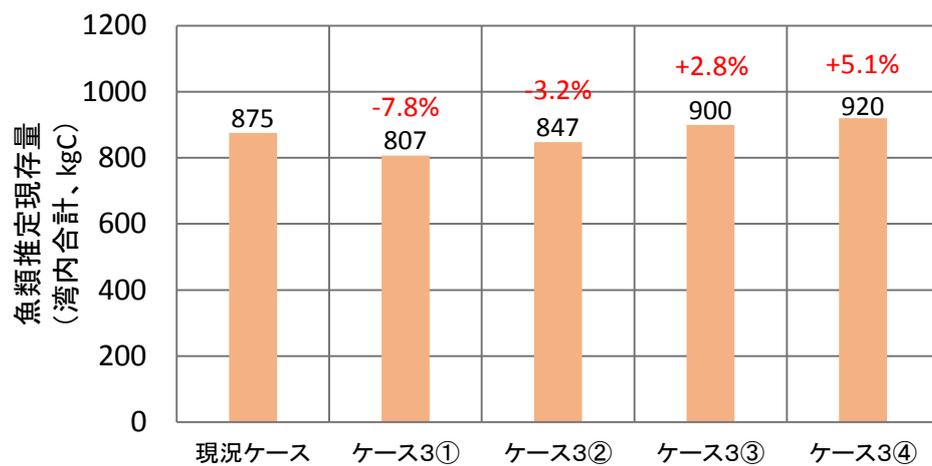


図 1.21 湾内合計の魚類推定現存量
 (計算終了時、ベントス現存量から転換効率 10%にて換算)

1-6 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 1.5 および図 1.22 に、結果を図 1.23～図 1.30 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。

ベントスの現存量から、転換効率が 10% と仮定した、計算終了時の魚類推定現存量はケース 4 ①～②で現況ケースに対してそれぞれ+0.6%、-2.4% となった。

表 1.5 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) | | | | |

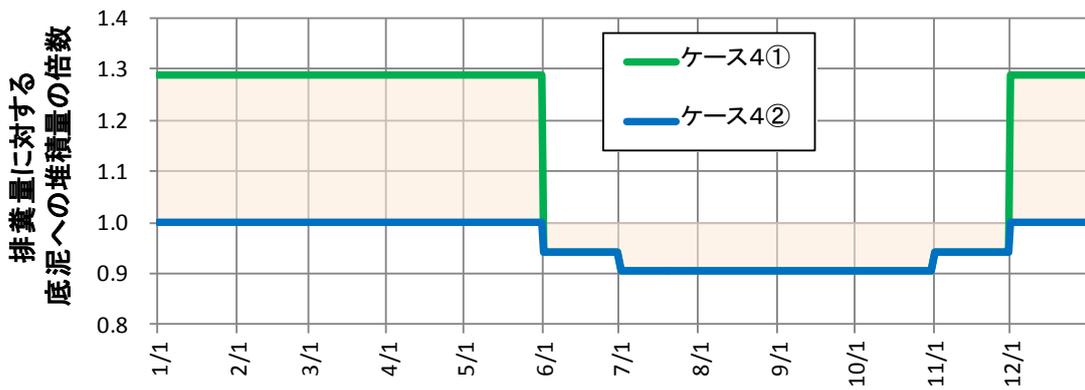
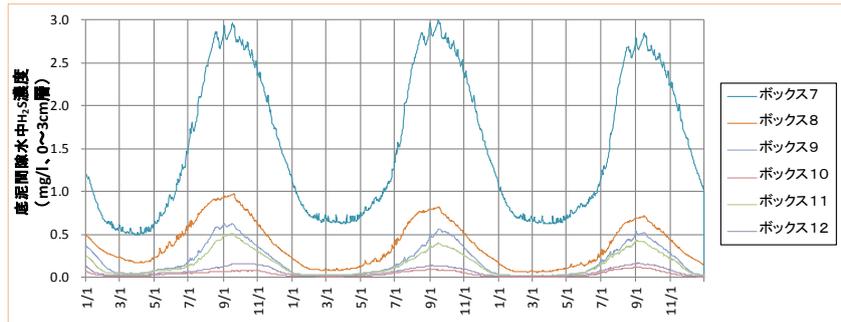
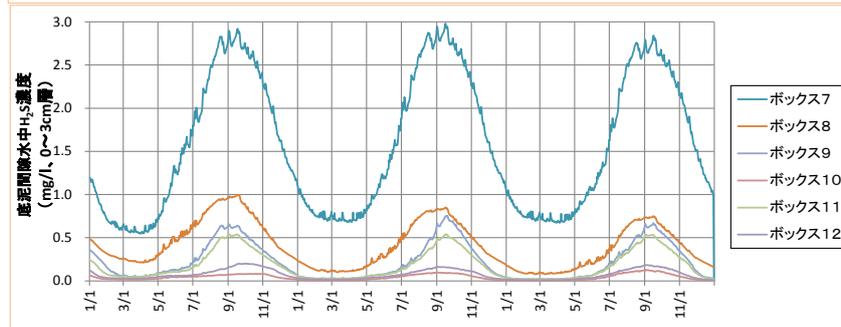


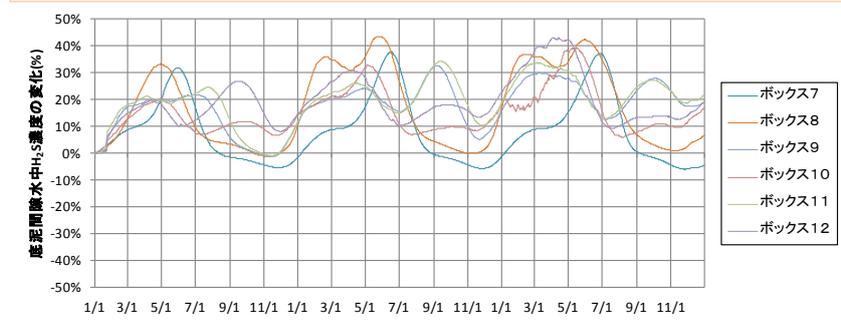
図 1.22 排糞量に対する底泥への堆積量の倍数（設定条件）



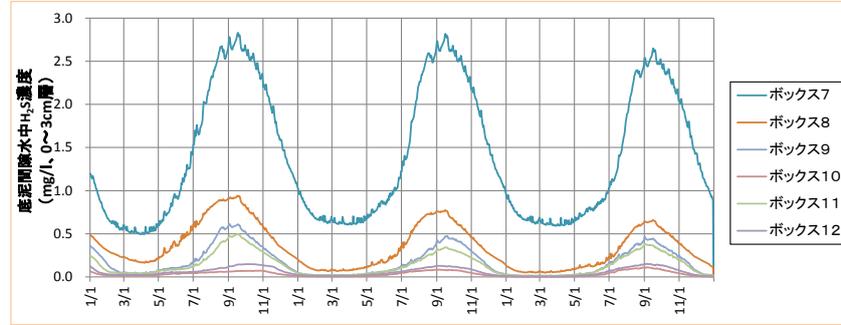
現況ケース
濃度



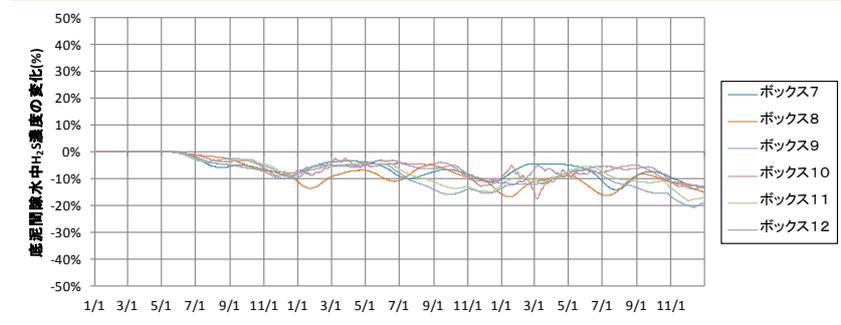
ケース 4 ①
濃度



ケース 4 ①
変化率



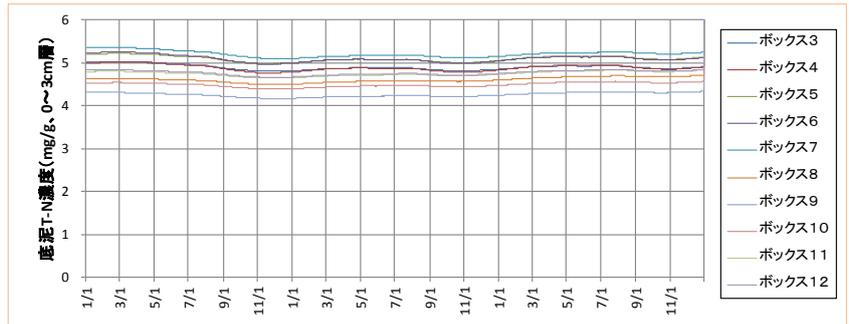
ケース 4 ②
濃度



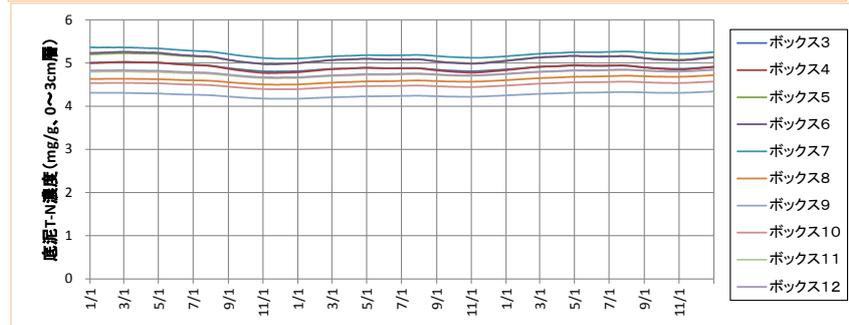
ケース 4 ②
変化率

図 1.23 底泥間隙水中の H₂S 濃度および変化率

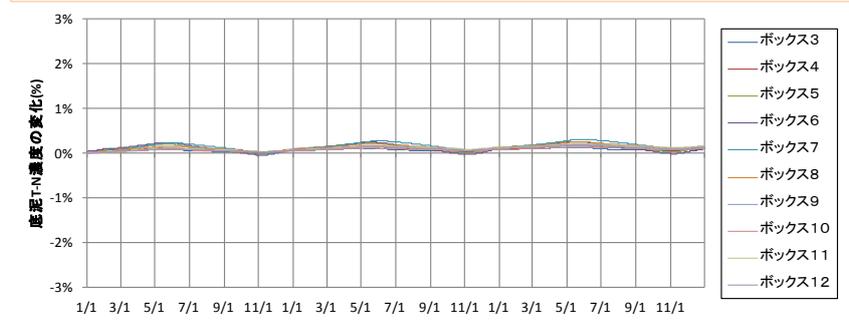
(上から) 現況ケースの濃度、ケース 4 ①の濃度、ケース 4 ①の現況ケースに対する変化率、ケース 4 ②の濃度、ケース 4 ②の現況ケースに対する変化率 (底泥 0~3cm 層)



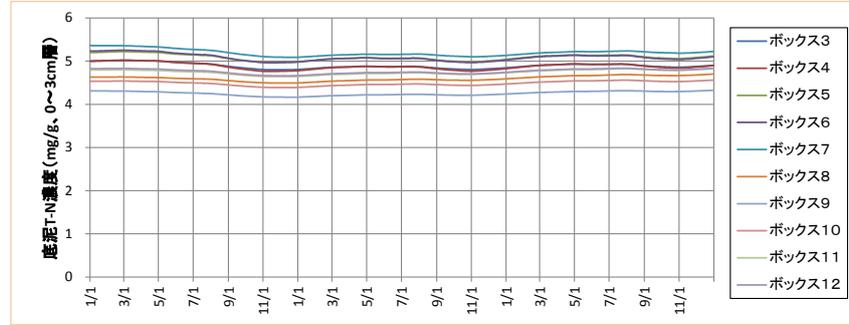
現況ケース
濃度



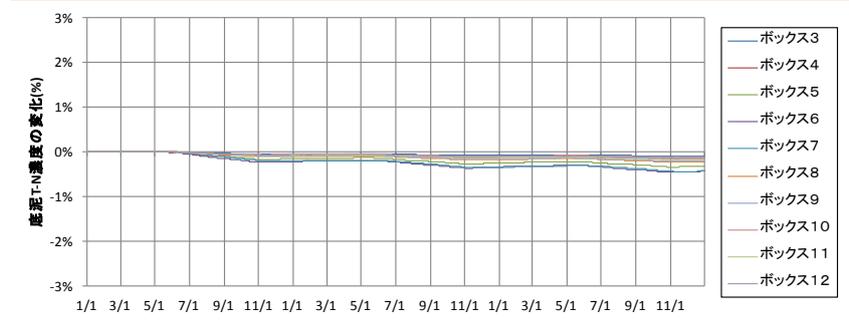
ケース 4 ①
濃度



ケース 4 ①
変化率



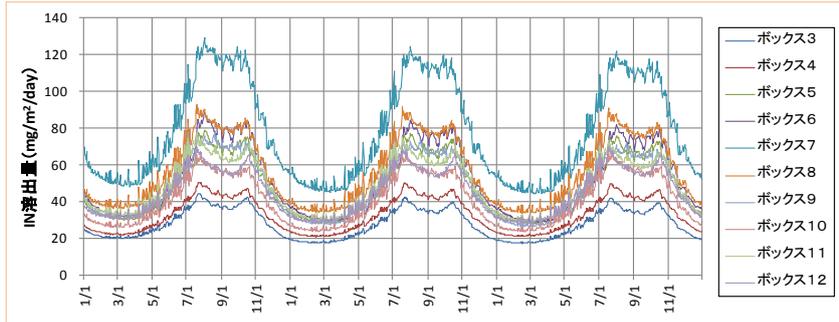
ケース 4 ②
濃度



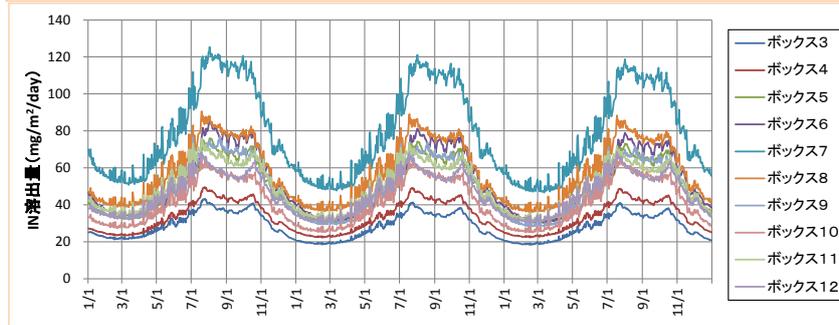
ケース 4 ②
変化率

図 1.24 底泥中の T-N 濃度および変化率

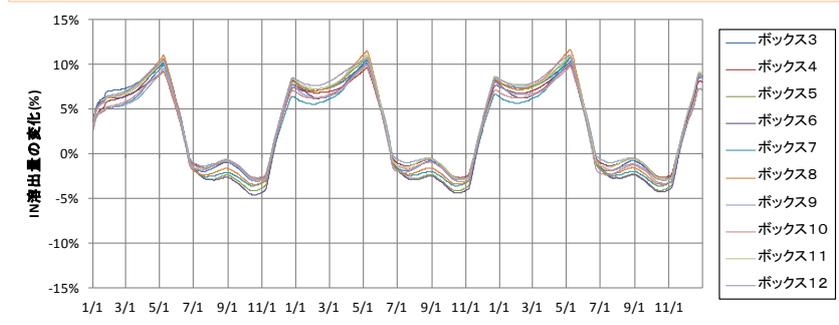
(上から) 現況ケースの濃度、ケース 4 ①の濃度、ケース 4 ①の現況ケースに対する変化率、ケース 4 ②の濃度、ケース 4 ②の現況ケースに対する変化率 (底泥 0~3cm 層)



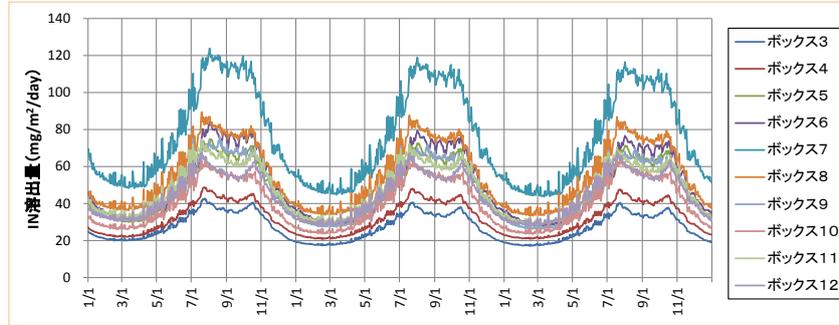
現況ケース
濃度



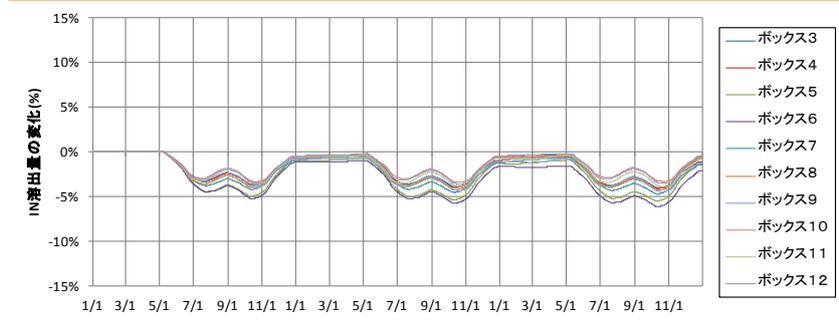
ケース 4 ①
濃度



ケース 4 ①
変化率



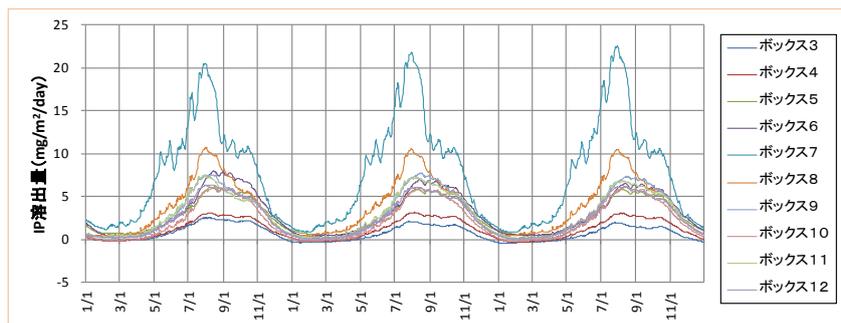
ケース 4 ②
濃度



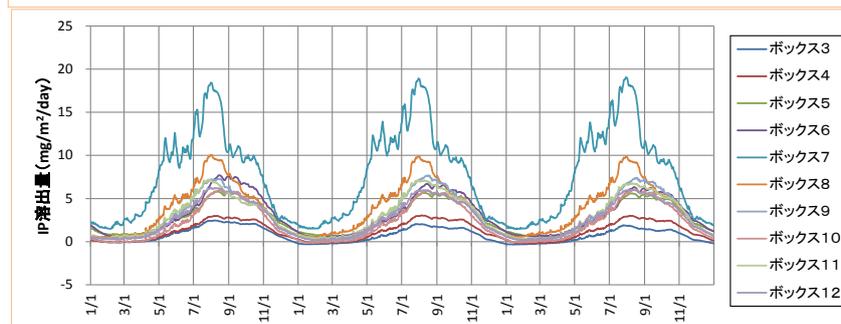
ケース 4 ②
変化率

図 1.25 底泥からの IN 溶出量および変化率

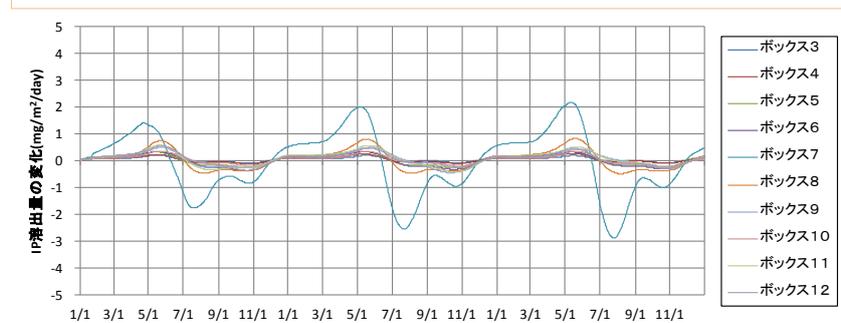
(上から) 現況ケースの溶出量、ケース 4 ①の溶出量、ケース 4 ①の現況ケースに対する変化率、ケース 4 ②の溶出量、ケース 4 ②の現況ケースに対する変化率



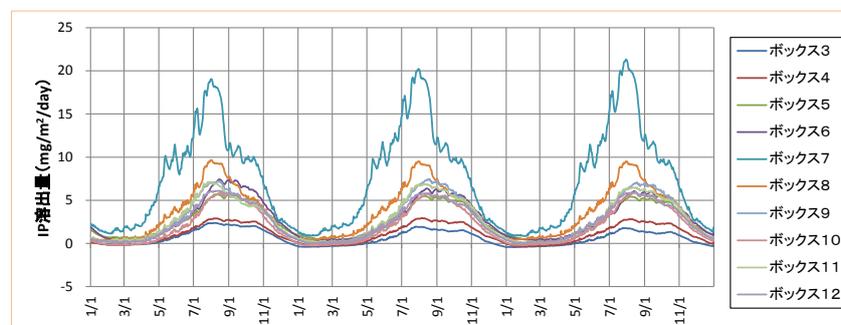
現況ケース
濃度



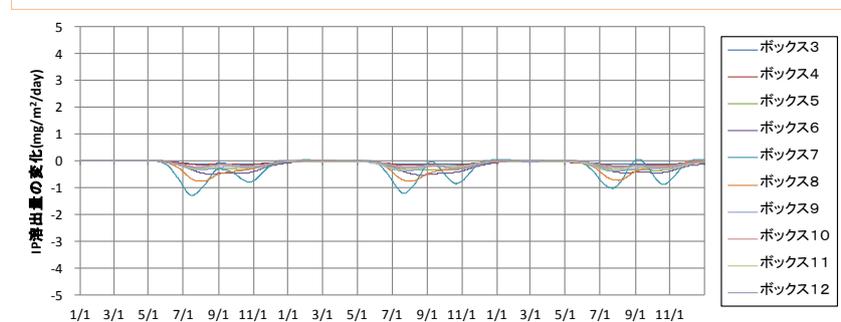
ケース 4 ①
濃度



ケース 4 ①
変化率



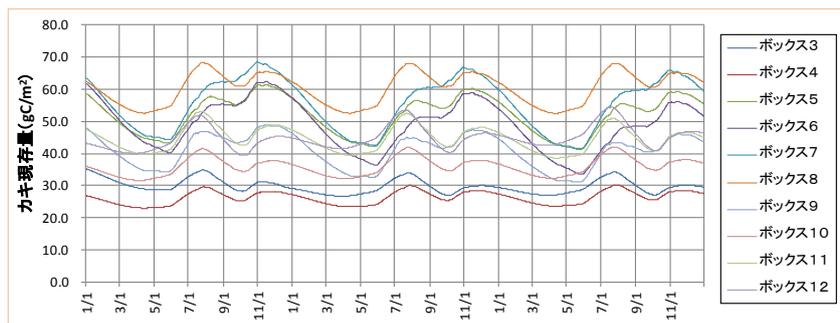
ケース 4 ②
濃度



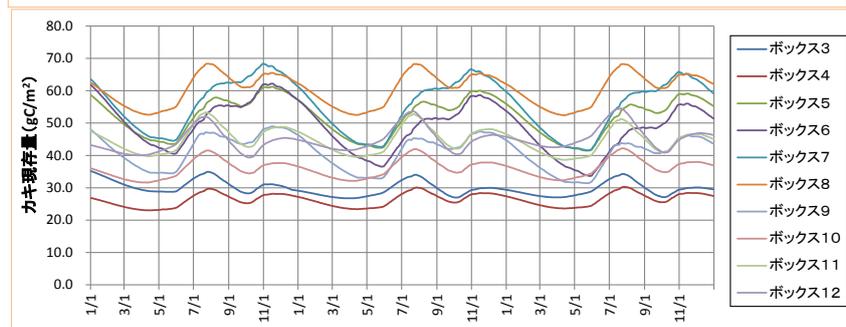
ケース 4 ②
変化率

図 1.26 底泥からの IP 溶出量および変化率

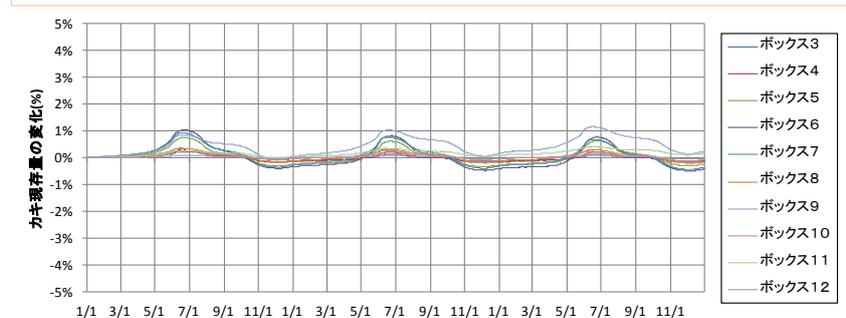
(上から) 現況ケースの溶出量、ケース 4 ①の溶出量、ケース 4 ①の現況ケースに対する変化率、ケース 4 ②の溶出量、ケース 4 ②の現況ケースに対する変化率



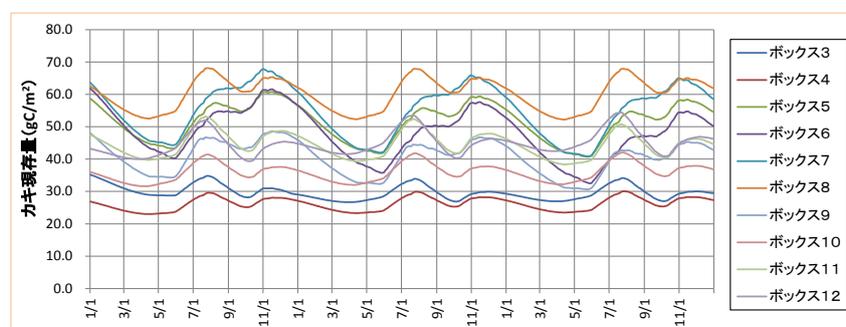
現況ケース
現存量



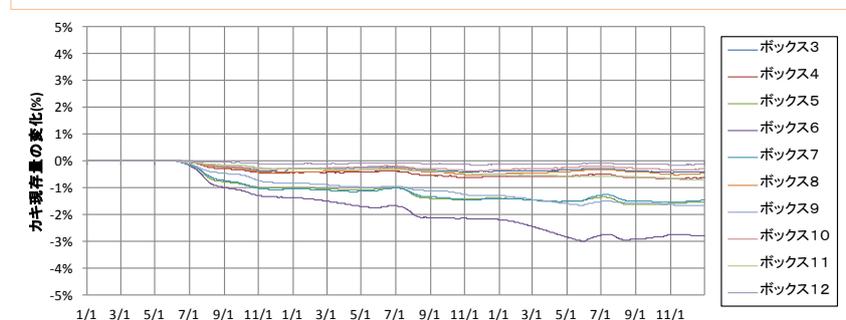
ケース 4 ①
現存量



ケース 4 ①
変化率



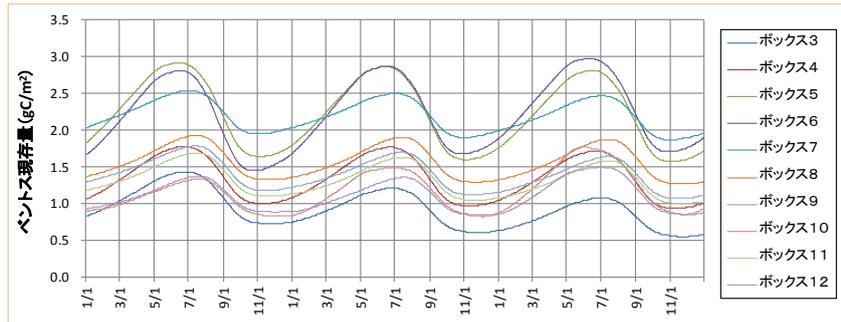
ケース 4 ②
現存量



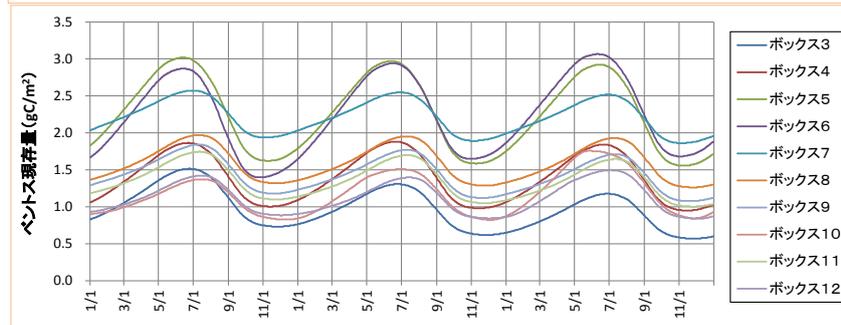
ケース 4 ②
変化率

図 1.27 カキ現存量および変化率

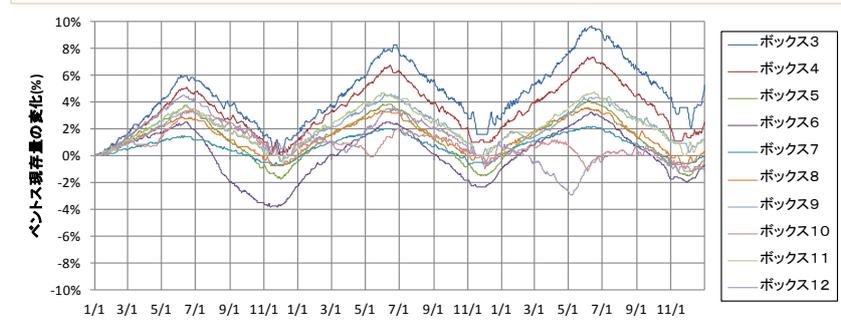
(上から) 現況ケースの現存量、ケース 4 ①の現存量、ケース 4 ①の現況ケースに対する変化率、ケース 4 ②の現存量、ケース 4 ②の現況ケースに対する変化率



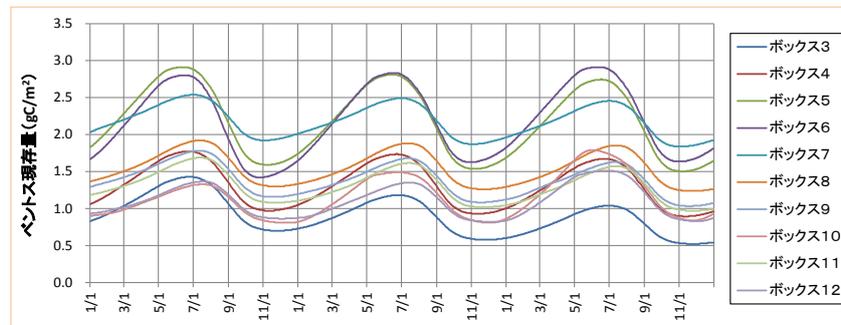
現況ケース
現存量



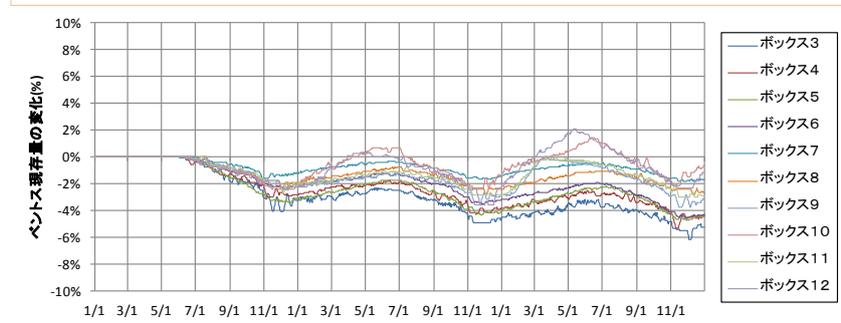
ケース 4 ①
現存量



ケース 4 ①
変化率



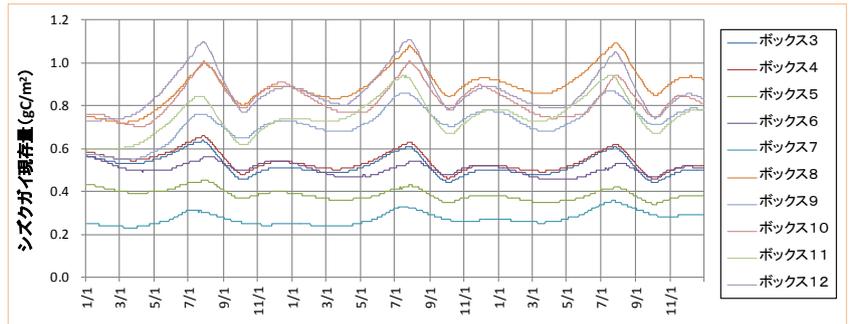
ケース 4 ②
現存量



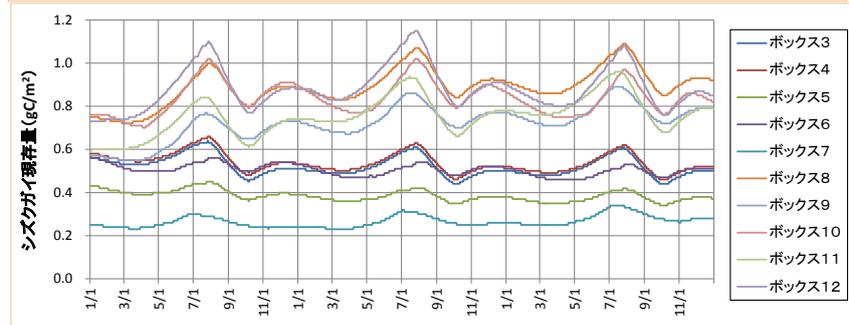
ケース 4 ②
変化率

図 1.28 ベントス現存量および変化率

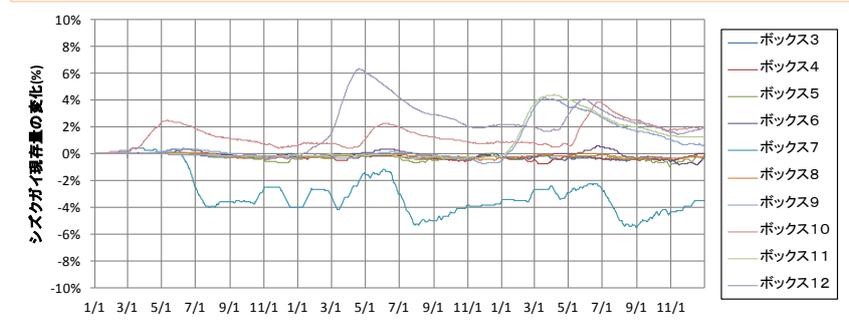
(上から) 現況ケースの現存量、ケース 4 ①の現存量、ケース 4 ①の現況ケースに対する変化率、ケース 4 ②の現存量、ケース 4 ②の現況ケースに対する変化率



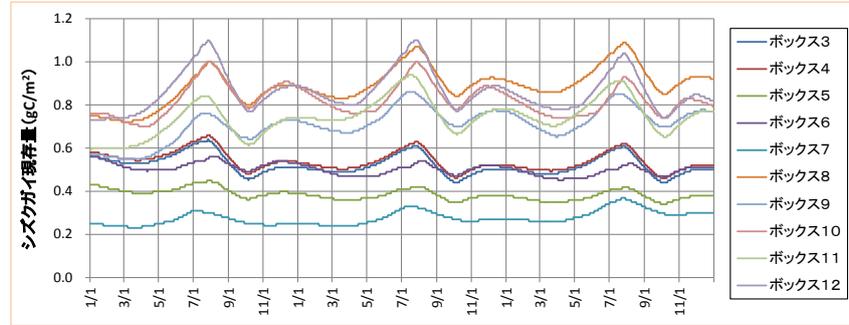
現況ケース
現存量



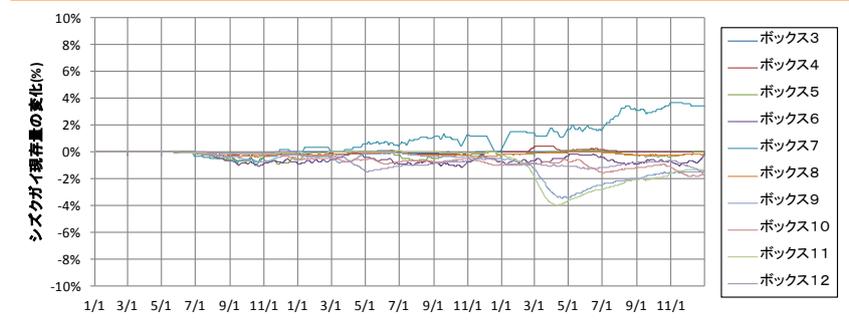
ケース4①
現存量



ケース4①
変化率



ケース4②
現存量



ケース4②
変化率

図 1.29 シズクガイ現存量および変化率

(上から) 現況ケースの現存量、ケース4①の現存量、ケース4①の現況ケースに対する変化率、ケース4②の現存量、ケース4②の現況ケースに対する変化率

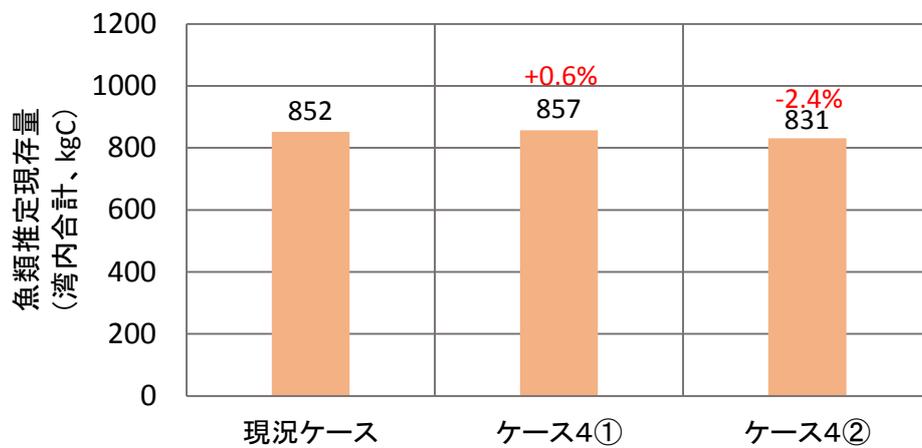


図 1.30 湾内合計の魚類推定現存量
 (計算終了時、ベントス現存量から転換効率 10%にて換算)

1-7 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、BOX7 および周辺の生物や底質への影響を算定する。計算条件を表 1.6 および図 1.31 に、計算結果を図 1.32～図 1.40 に示す。

湾奥中央部に位置する BOX7 に散布した場合、時計回りの平均流によって、BOX7 から湾奥東部にかけて栄養塩濃度、Chl-a 濃度、生物量および底泥間隙水中の硫化水素濃度が上昇した。

ベントスの現存量から、転換効率が 10%と仮定した、計算終了時の魚類推定現存量はケース 5 ①～③で現況ケースに対してそれぞれ+2.5%、+0.7%、+0.3%となった。

表 1.6 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 1.31 の●）に負荷を投入 | | |
| 目的 | 施肥による周辺の底泥・生物への影響を計算 | | |
| 計算ケース | | IN 負荷量(kg/day) | IP 負荷量(kg/day) |
| | ケース 5 ① | 324 | 65 |
| | ケース 5 ② | 97 | 19.5 |
| | ケース 5 ③ | 32 | 6.5 |
| 期間 | 10 月 1 日～11 月 30 日に実施 | | |

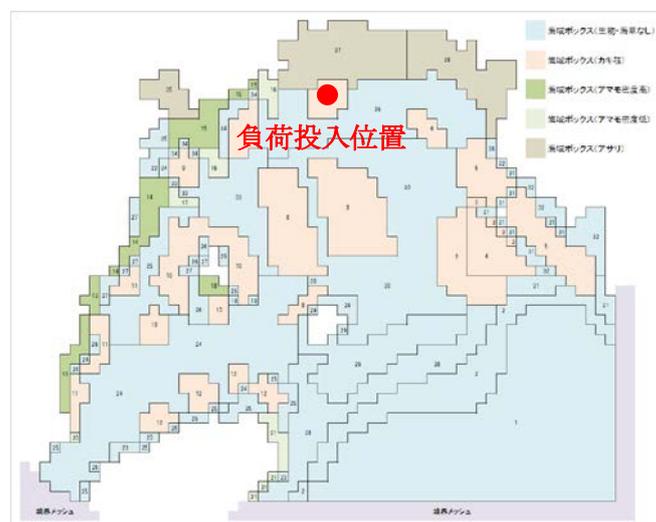


図 1.31 負荷投入位置

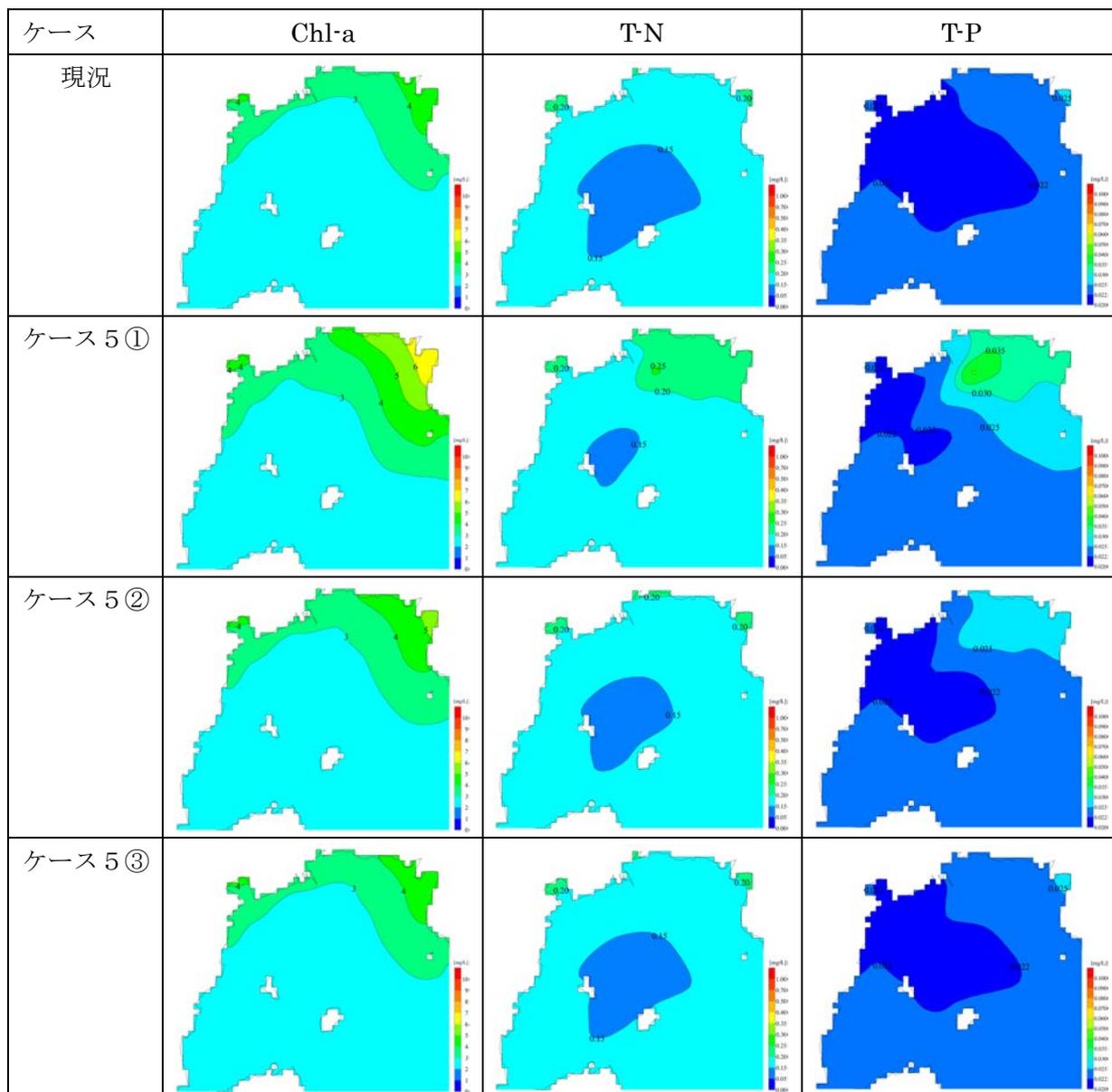


図 1.32 10月の月平均 Chl-a、T-N、T-P 濃度分布図

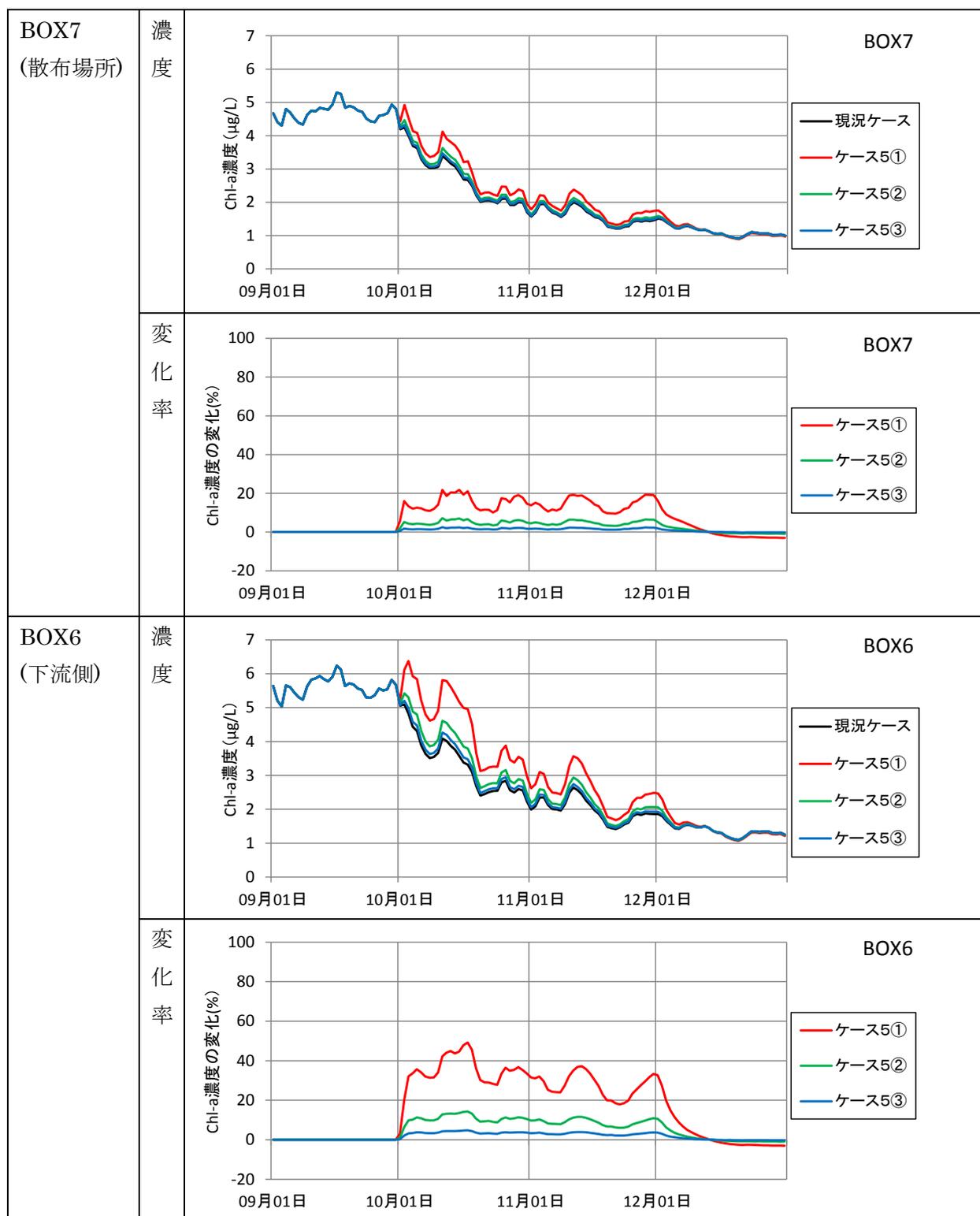


図 1.33 Chl-a の濃度時系列図および変化率

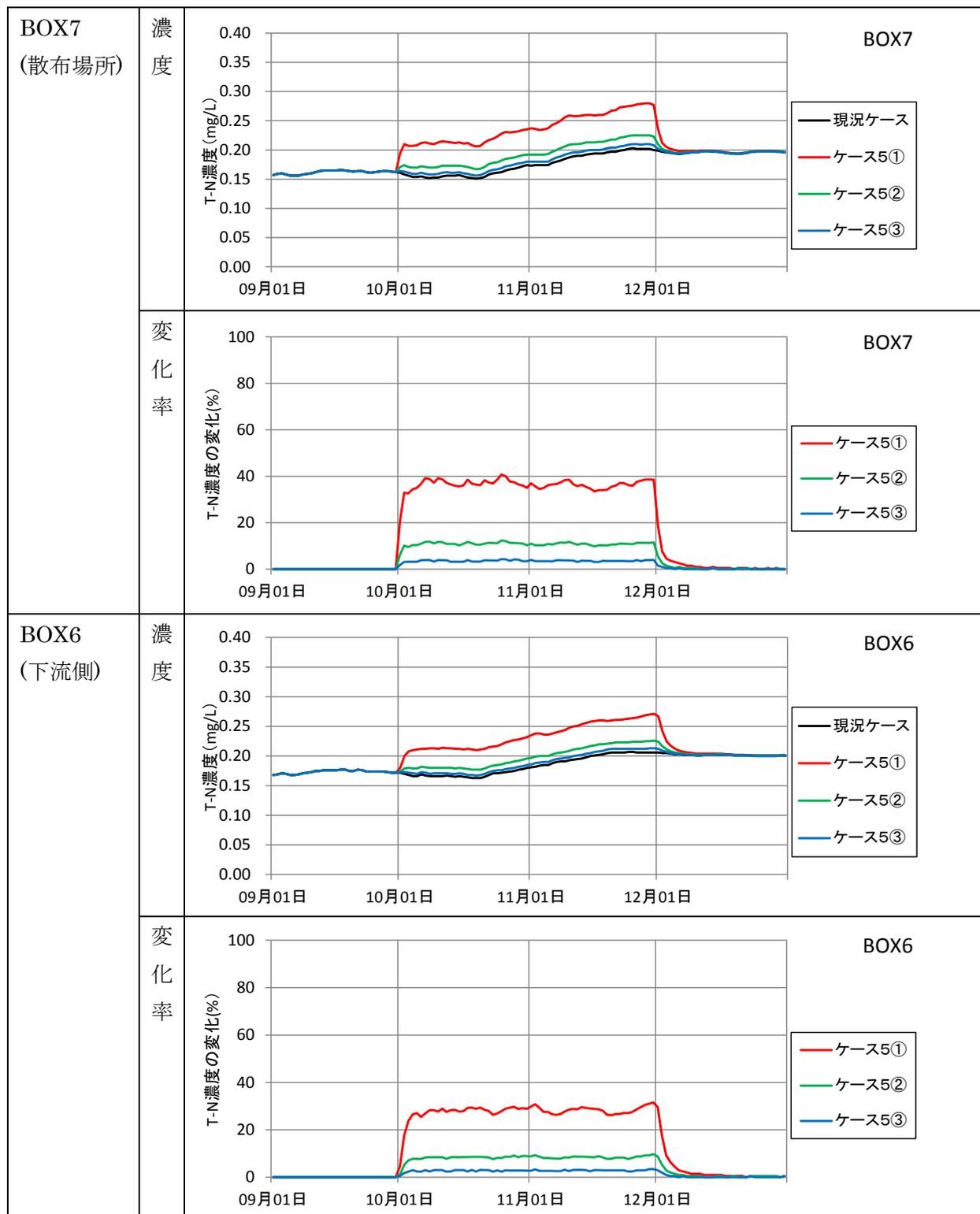


図 1.34 T-N (水質) の濃度時系列図および変化率

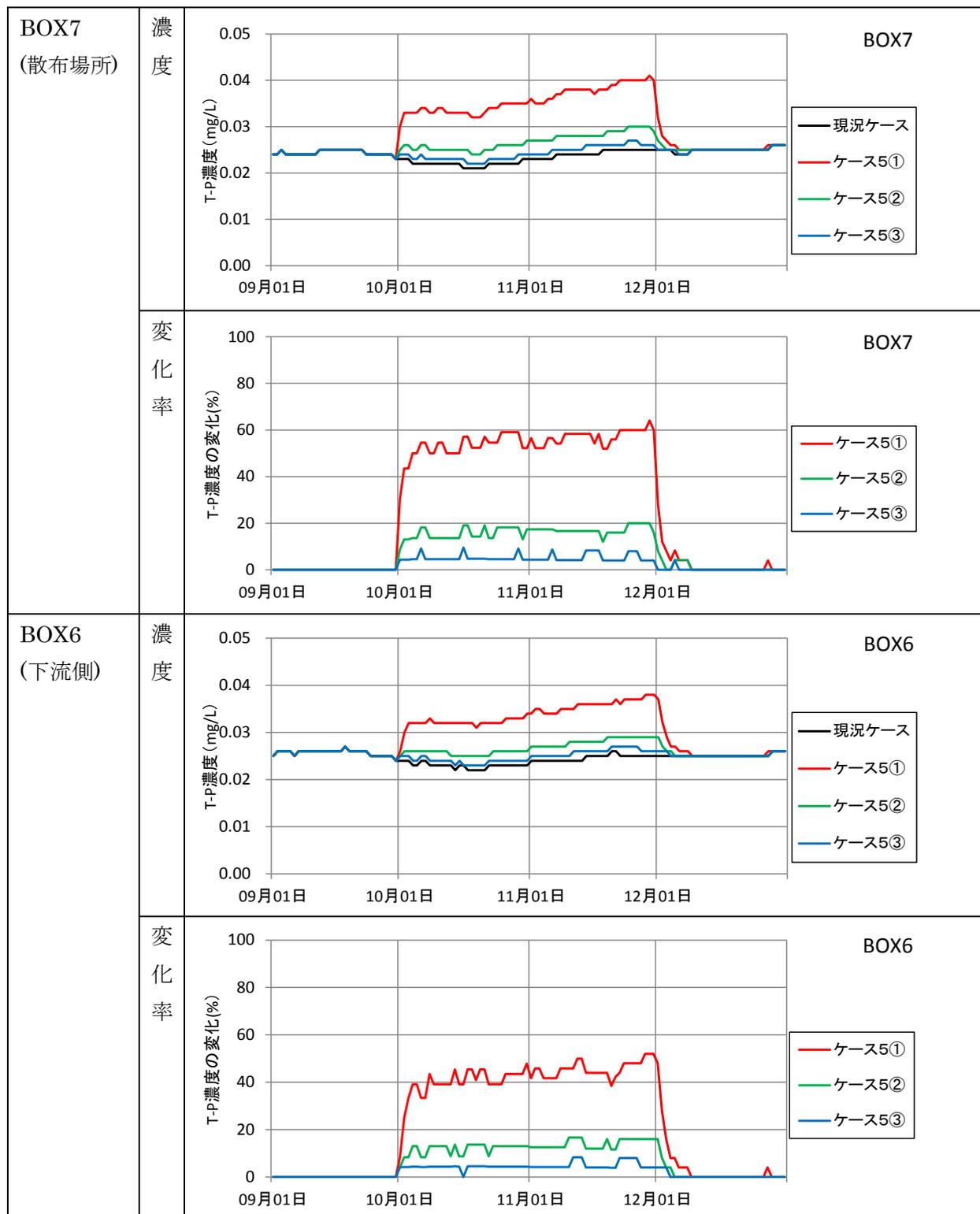


図 1.35 T-P (水質) の濃度時系列図および変化率

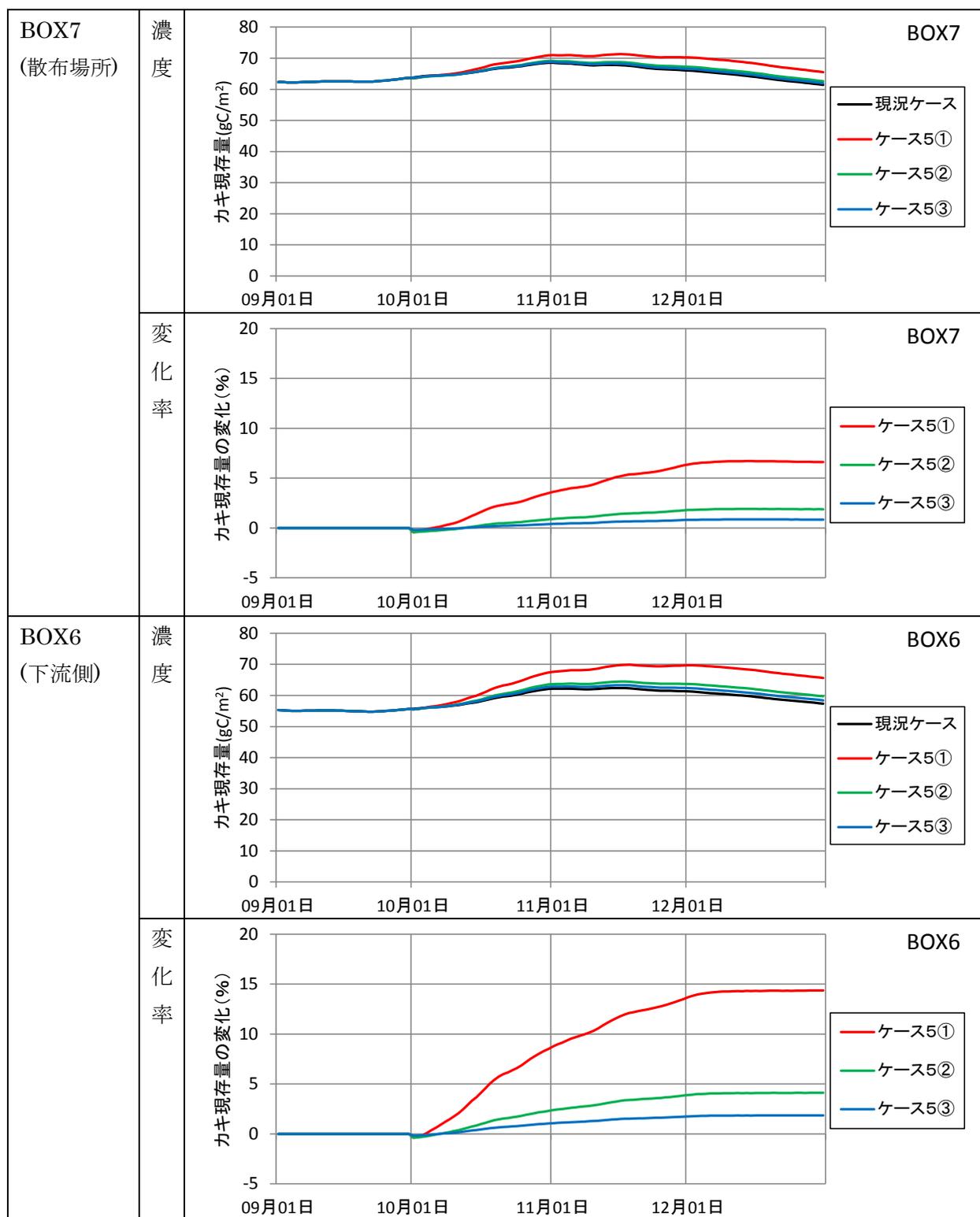


図 1.36 カキの現存量の時系列図および変化率

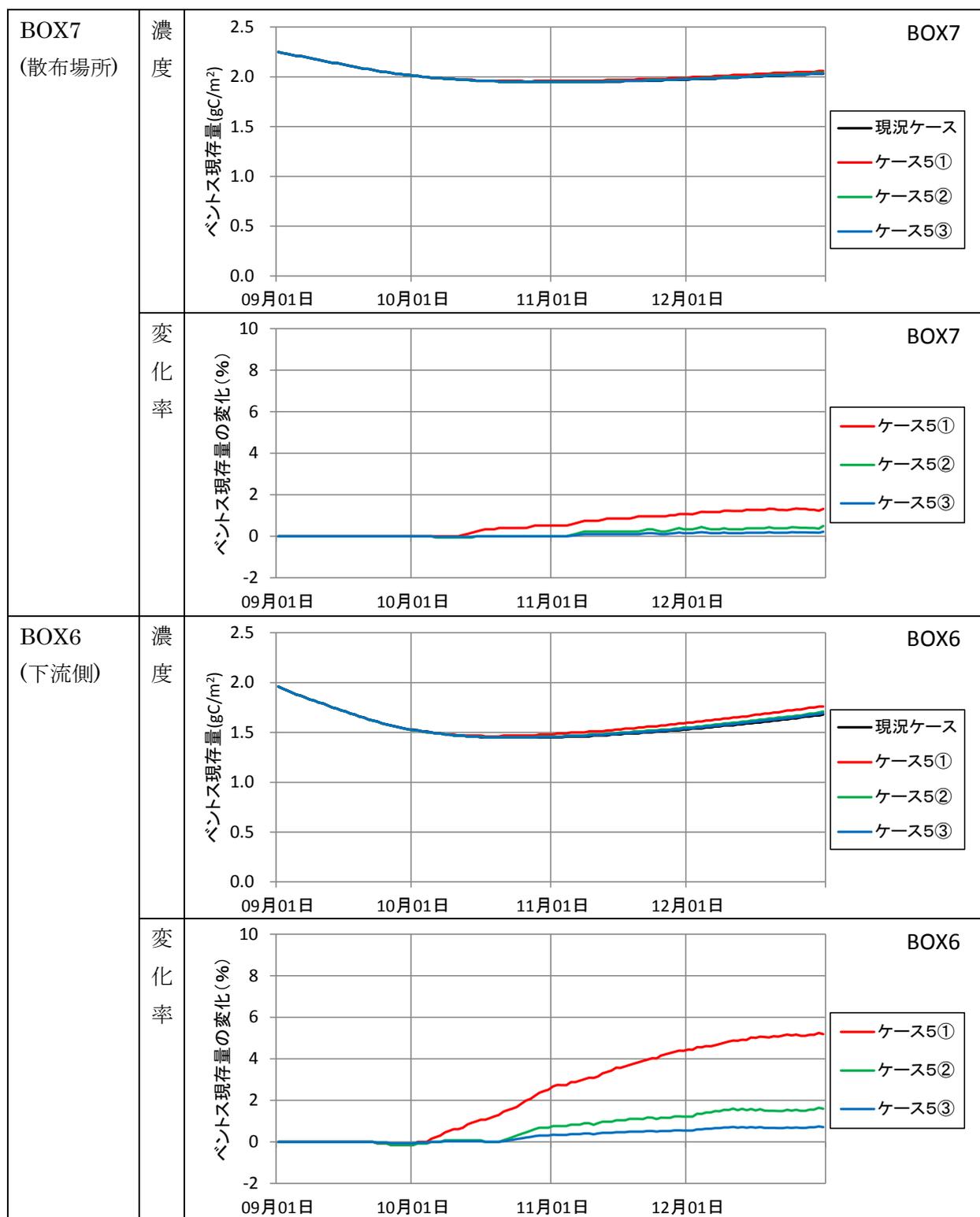


図 1.37 ベントスの現存量の時系列図および変化率

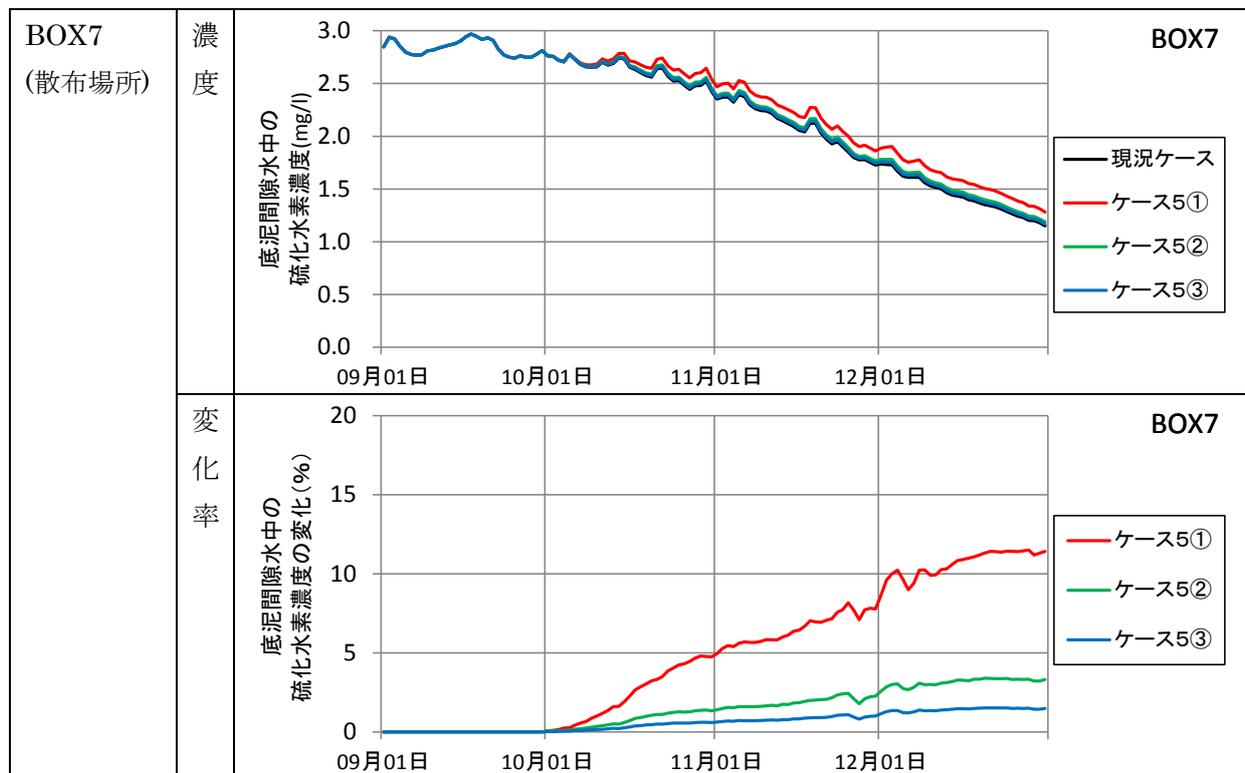
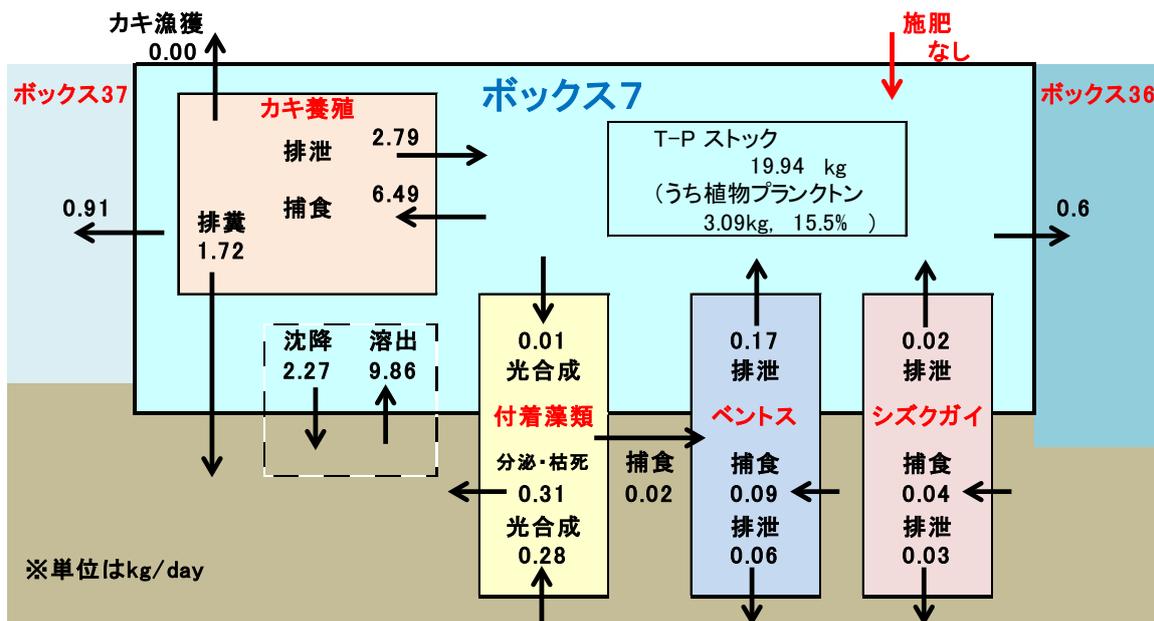


図 1.38 BOX7 (負荷投入ボックス) における底泥間隙水中の硫化水素濃度の変化

※BOX6 は濃度ほぼゼロのため略

物質循環フラックス(T-P、10月)現況ケース



物質循環フラックス(T-P、11月)現況ケース

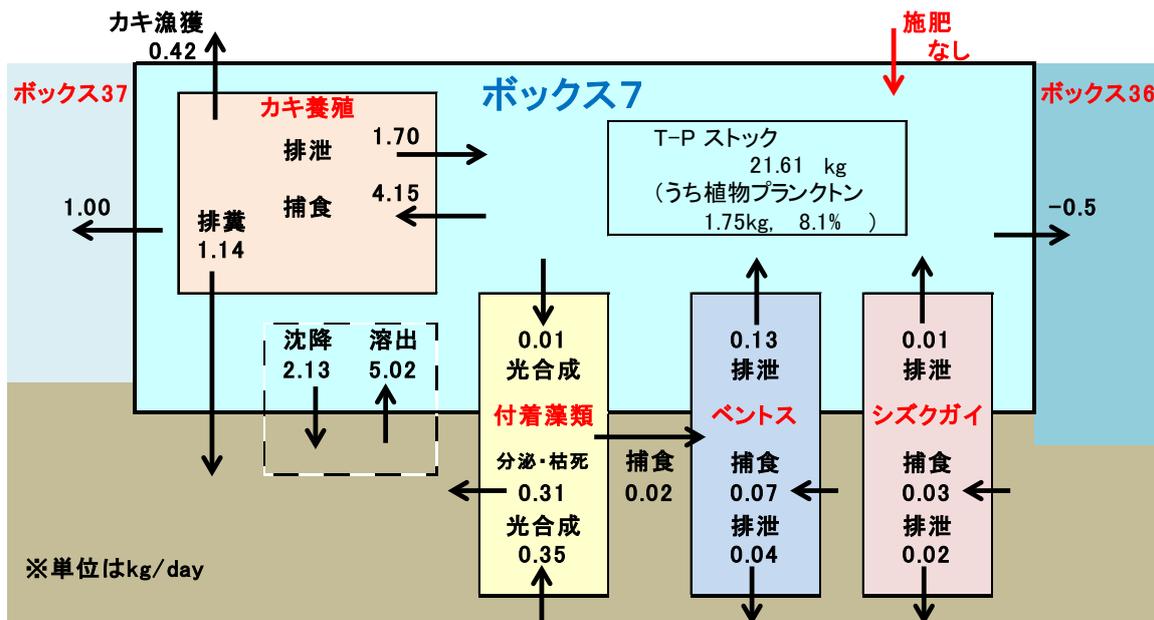
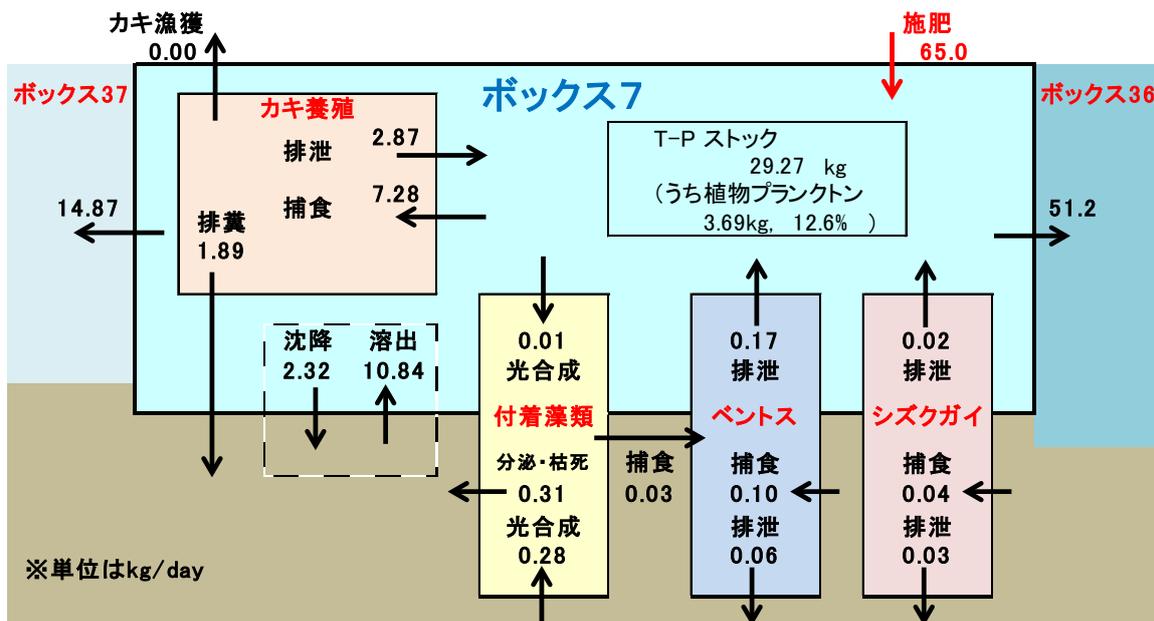


図 1.39(1) BOX7 の物質循環図 (現況ケース、10、11月)

物質循環フラックス(T-P、10月)ケース5①



物質循環フラックス(T-P、11月)ケース5①

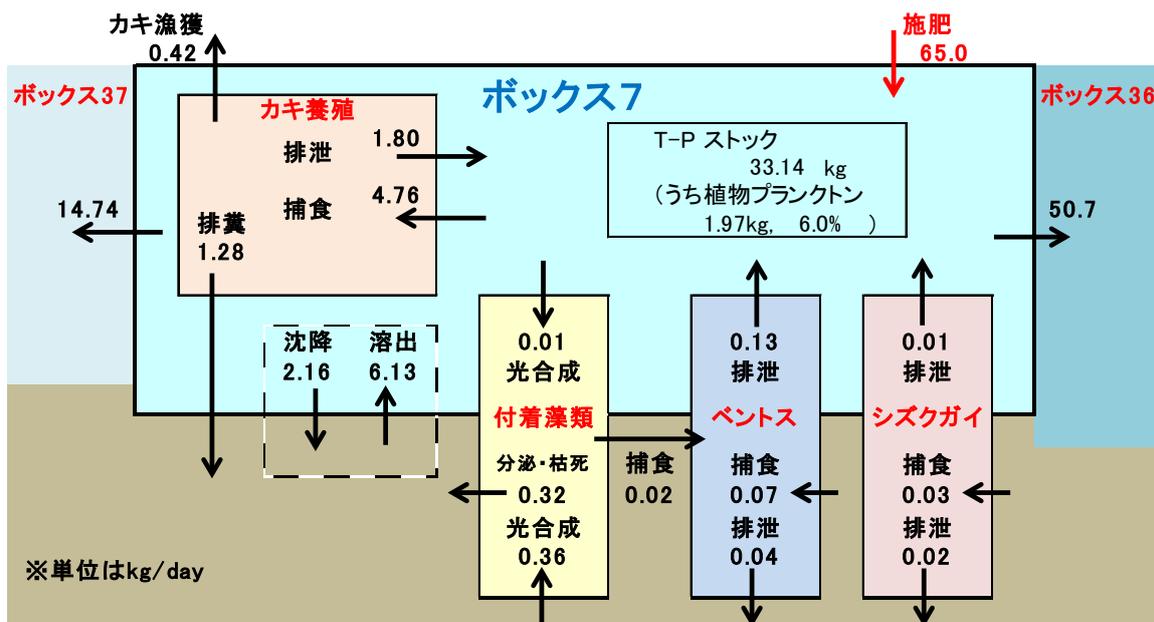
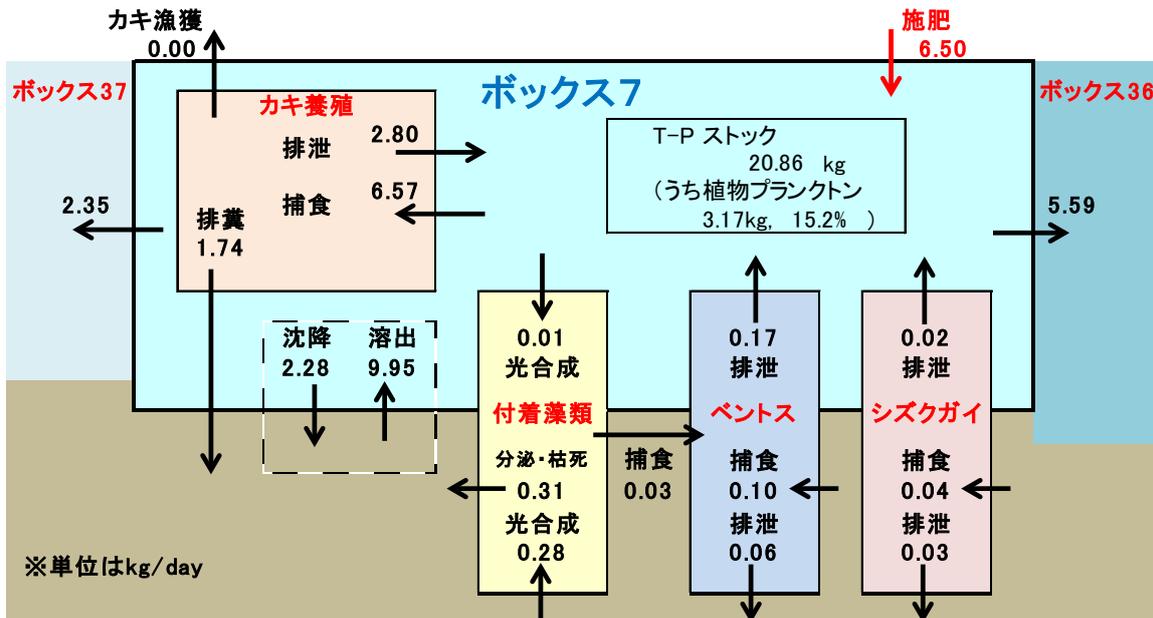


図 1.39 (2) BOX7 の物質循環図 (ケース 5①、10、11月)

物質循環フラックス(T-P、10月)ケース5③



物質循環フラックス(T-P、11月)ケース5③

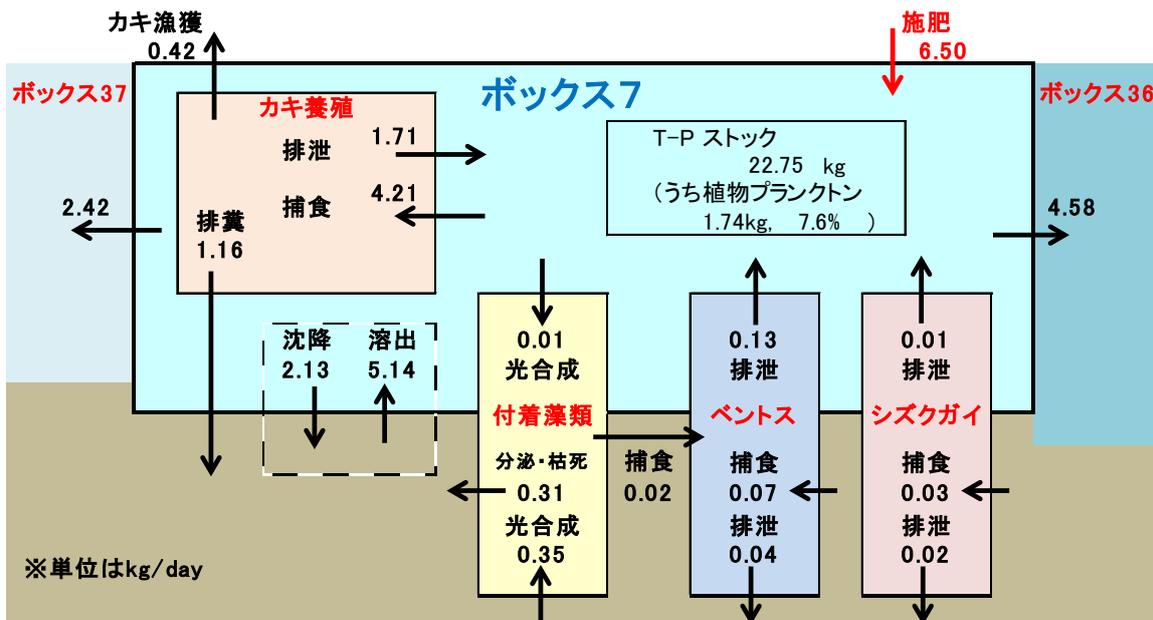


図 1.39 (4) BOX7 の物質循環図 (ケース5③、10、11月)

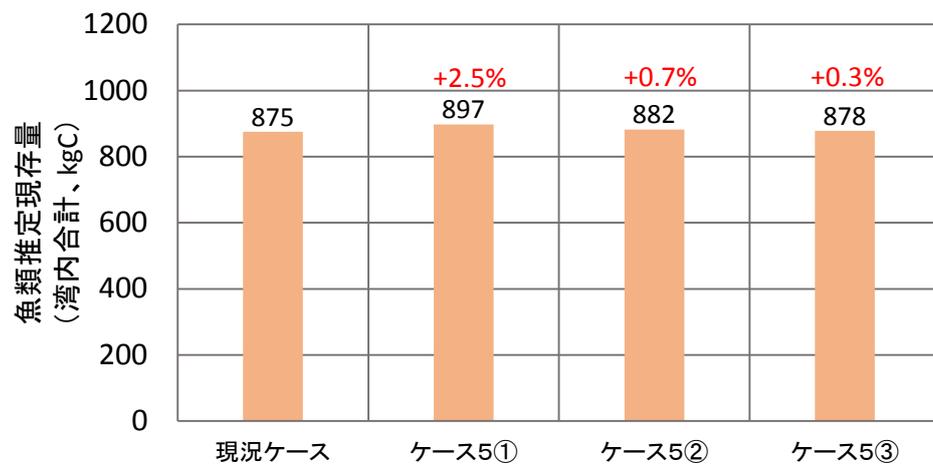


図 1.40 湾内合計の魚類推定現存量
 (計算終了時、ベントス現存量から転換効率 10%にて換算)

1-8 ケース 6：アマモ場の有無による影響（感度実験）

感度実験として、三津湾西部に広く分布しているアマモ場がないものと仮定し、その影響を把握する計算を行った。計算条件を表 1.7 に、アマモ場の設定ボックスを図 1.41 に、計算結果を図 1.42～図 1.47 に示す。

アマモの現存量が多い6月の水質濃度分布図から、アマモ場が湾西部の溶存酸素増加に大きな役割を果たしていることがわかる。しかし、アマモ場のない場合でも全域で7mg/l以上であり、十分な溶存酸素が存在している。栄養塩類およびChl-aは、アマモ場がない場合、湾全域でわずかに増加した。それに伴い、カキ、ベントスはアマモ場周辺のボックスでそれぞれ最大約3%、約12%増加した。物質循環の状況に大きな変化はなかった。

ベントスの現存量から、転換効率が10%と仮定した、計算終了時の魚類推定現存量は現況ケースに対してそれぞれ+0.9%となった。

表 1.7 施策の計算条件

| ケース 6：アマモの有無による影響 | |
|-------------------|-----------------------|
| 条件変更点 | アマモの計算の有無 |
| 設定方法 | アマモの現存量をゼロとし、増減を計算しない |
| 目的 | アマモ場の存在の有無による影響を計算 |

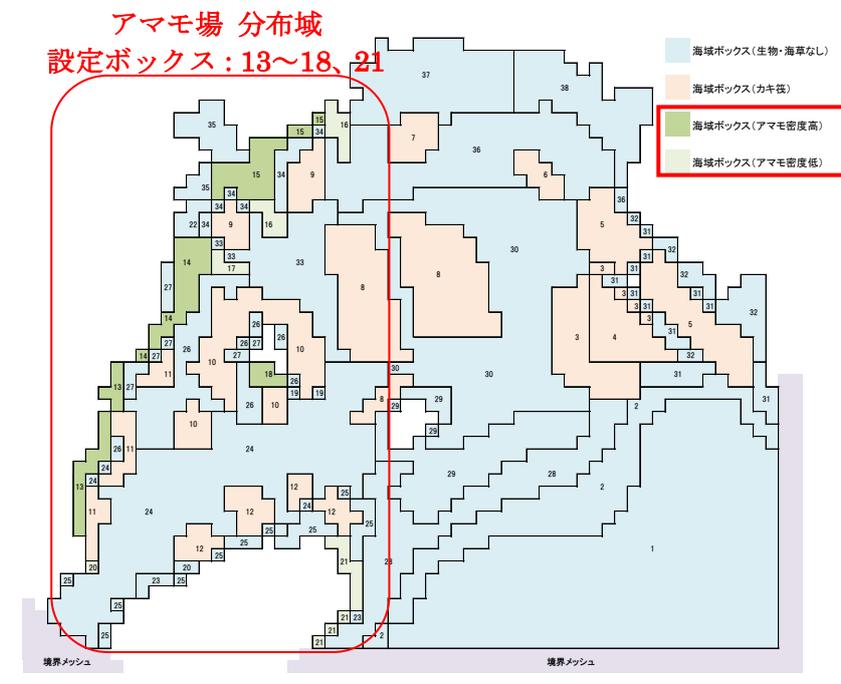


図 1.41 アマモ場の設定ボックス

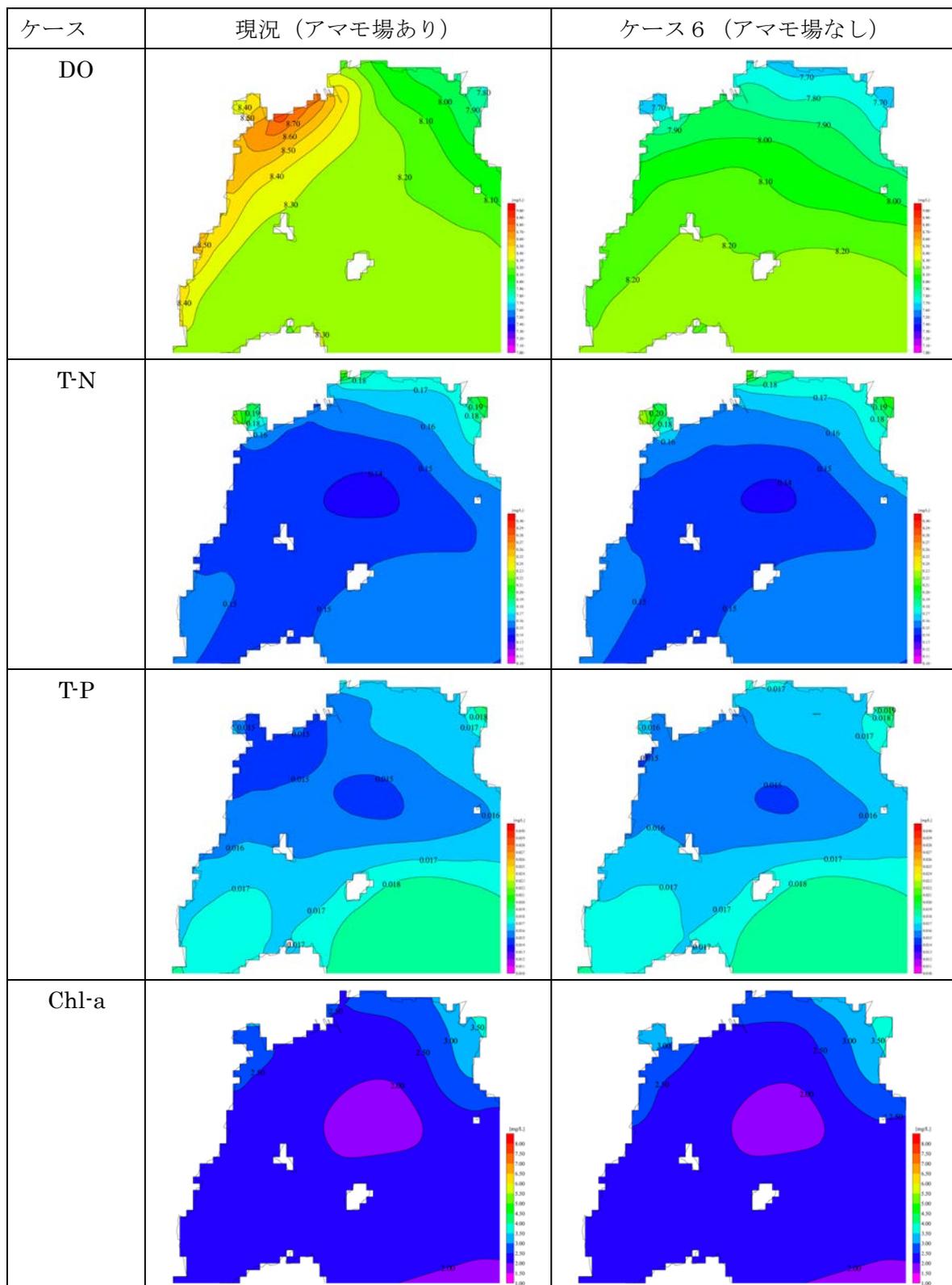


図 1.42 6月の月平均 DO、T-N、T-P、Chl-a 濃度分布図

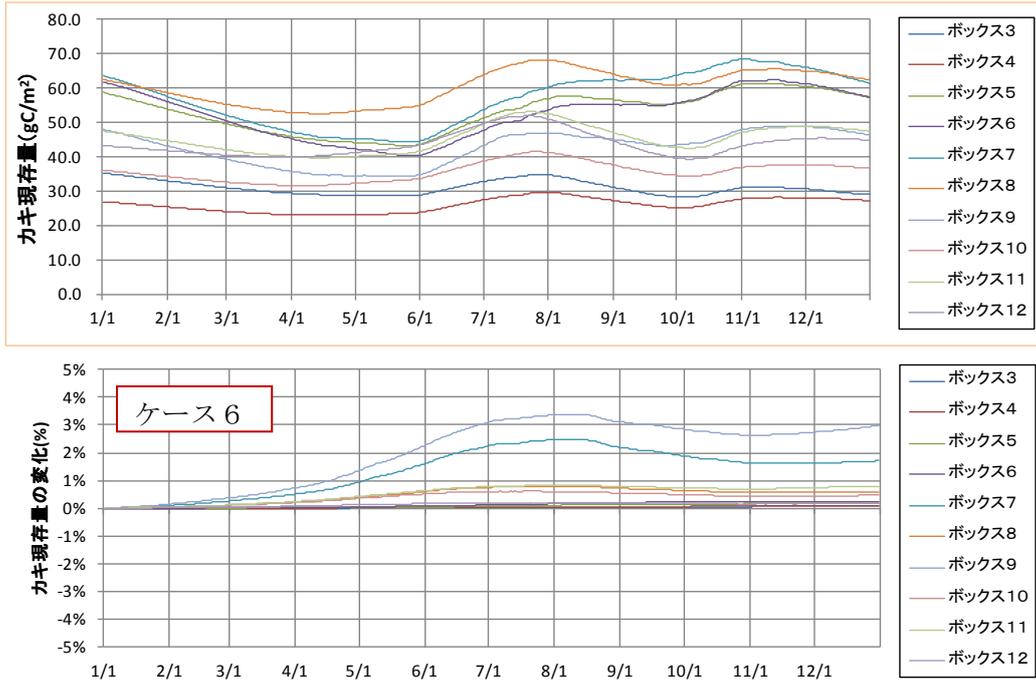


図 1.43 (上段) 現況ケースのカキ現存量、
(下段) ケース6の現況ケースに対するカキ現存量の変化率

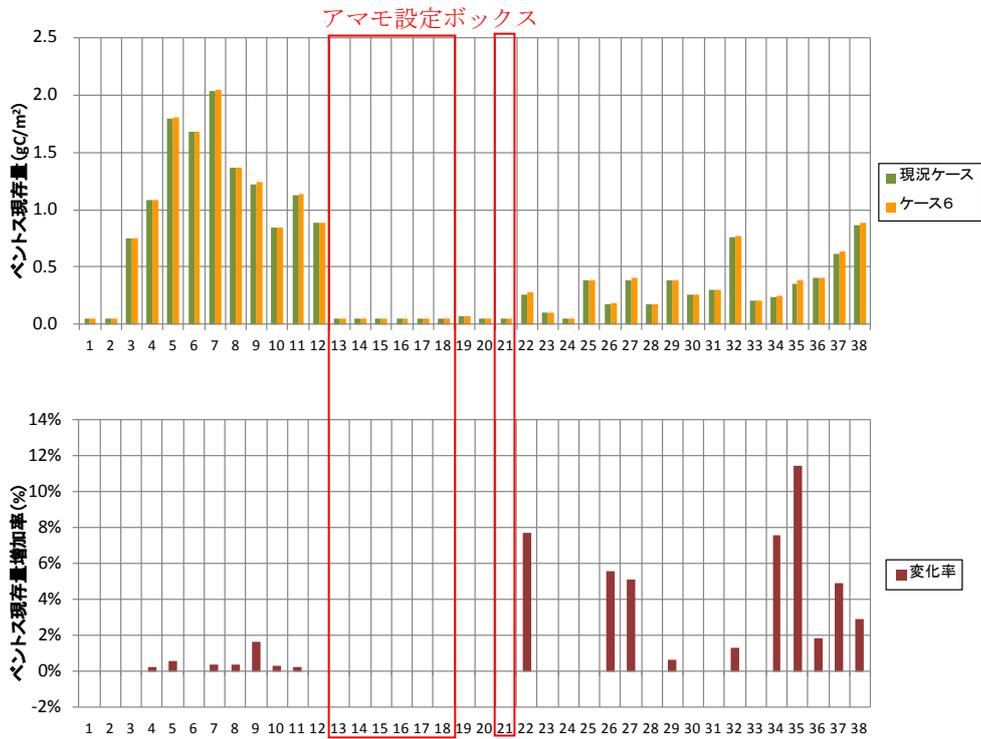


図 1.44 (上段) 計算終了時 (12月31日) における現況ケースおよびケース6のベントス現存量比較、
(下段) ケース6の現況ケースに対するベントス現存量の変化率

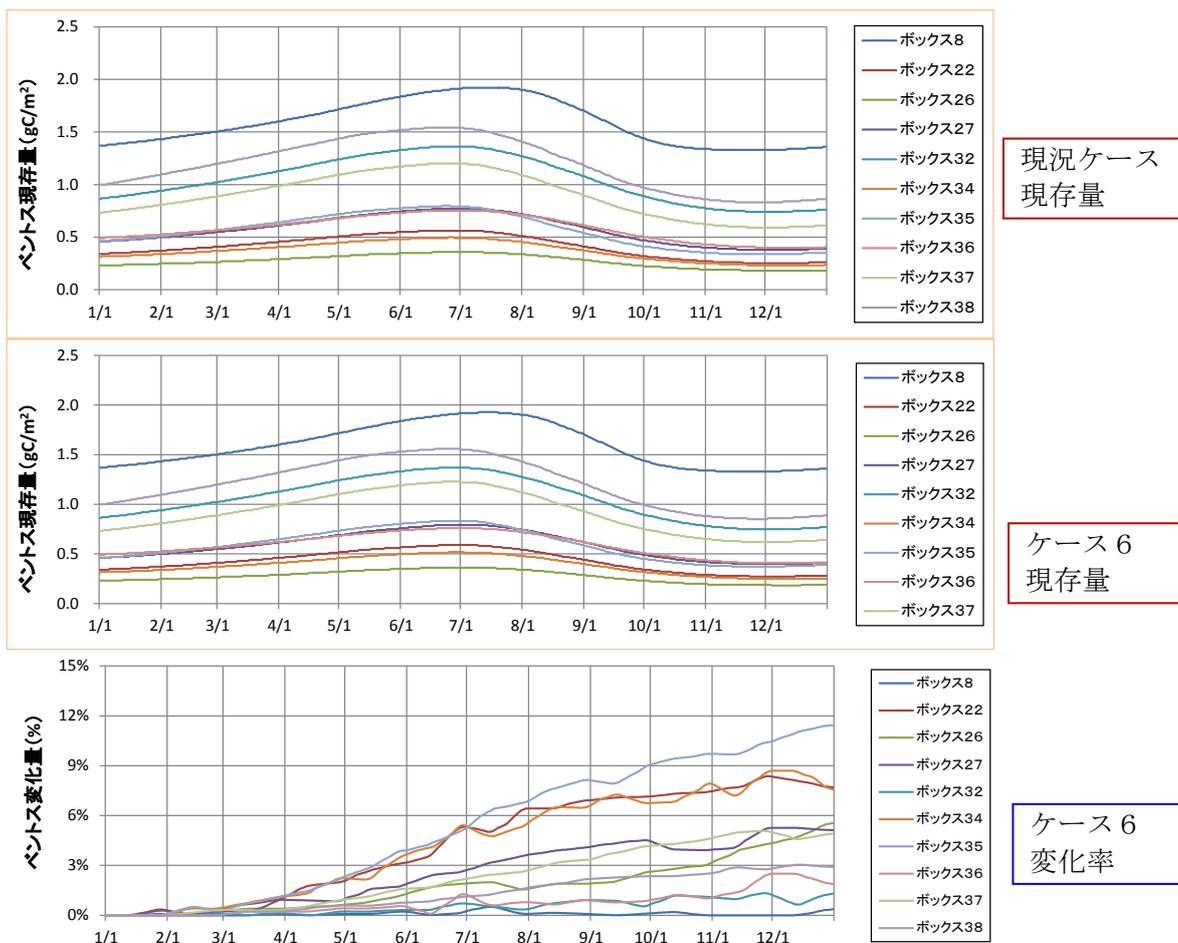


図 1.45 ベントス現存量および変化率
 (上から) 現況ケースの現存量、ケース 6 の現存量、
 ケース 6 の現況ケースに対する変化率
 (図 1.44 における変化率上位 10 ボックス)

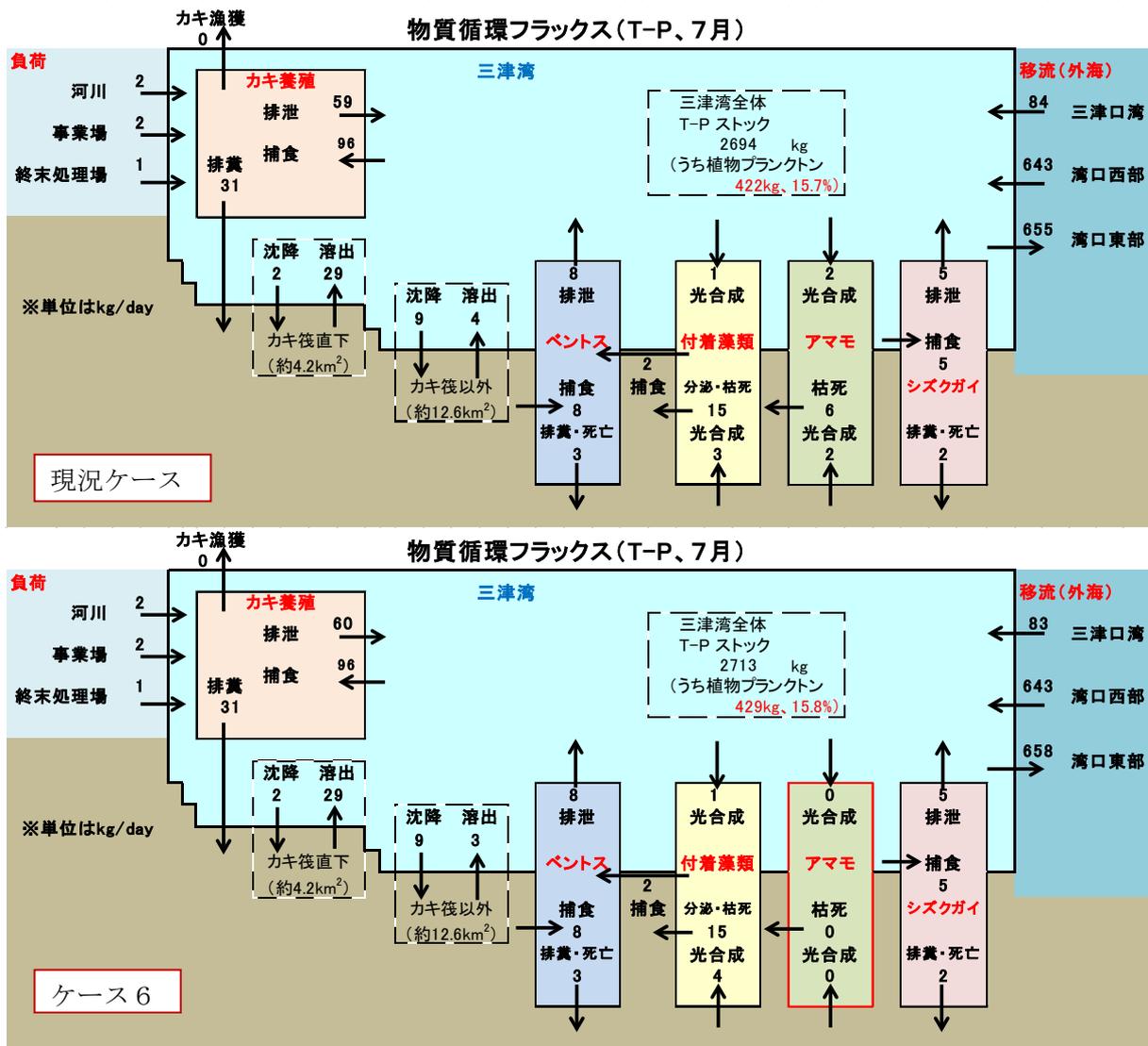


図 1.46 三津湾の物質循環フラックス

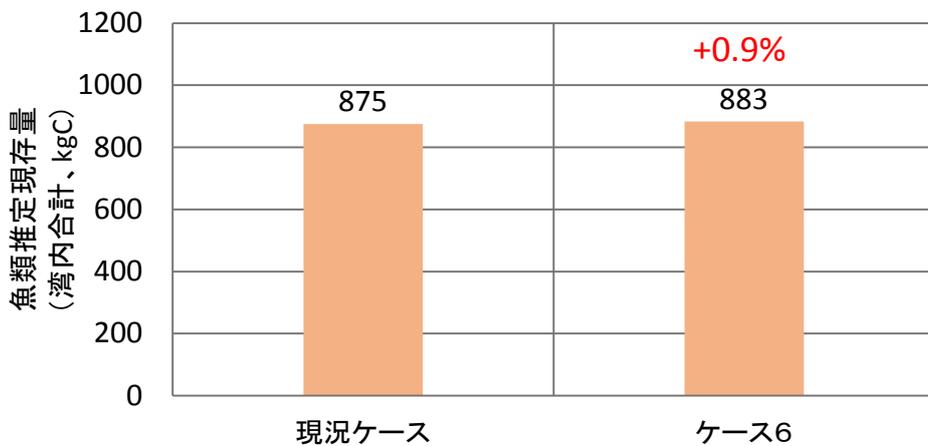


図 1.47 湾内合計の魚類推定現存量
(計算終了時、ベントス現存量から転換効率 10%にて換算)

1-9 ケース 7：カキ付着物の底泥への負荷

カキ殻の付着物は、沈降によって底泥への負荷となる。このカキ付着物の底泥への負荷の影響を調べる。計算は、カキから底泥へ堆積する量を、川口ほか(2011) (図 1.48) を参考に、図 1.49 に示すように係数倍することによってこの効果を表現した。係数は、最大で4月が1.19倍とした。

結果を図 1.50～図 1.58 に示す。底質の有機物濃度は、1%未満ではあるがわずかに増加した。一方、溶出量はINが最大で約5%、IPが最大で約53%増加した(ただし、IPの溶出量は絶対値が小さく、変化量は最大で約1mg/m²/day程度)。カキおよびベントスの現存量はカキ筏直下の全ボックスで増加し、変化率は最大でそれぞれ約2%、約4%だった。シズクガイはBOX7以外は増加したが、いずれも変化率は2%以内だった。ベントスの現存量から、転換効率が10%と仮定した、計算終了時の魚類推定現存量は現況ケースに対してそれぞれ+1.5%となった。

本計算は、カキの付着物に関して解いていないため、底泥への負荷時に系外から栄養塩類を追加したことに相当する。本来は、カキの付着物に関して解く、もしくは水中の栄養塩類等から取り除く等の効果を含め、改めて現況再現を行うことが望ましい。

表 1.8 施策の計算条件

| ケース 7：カキ付着物の底泥への負荷 | |
|--------------------|-------------------------------------|
| 条件変更点 | カキから底泥への負荷量を変更 |
| 設定方法 | カキから底泥への負荷量を係数倍する。人工中層海底と同様。 |
| 目的 | カキ殻の付着物が底泥へ落下することによる底泥への負荷に対する影響を計算 |
| 設定根拠 | 川口ほか(2011) |

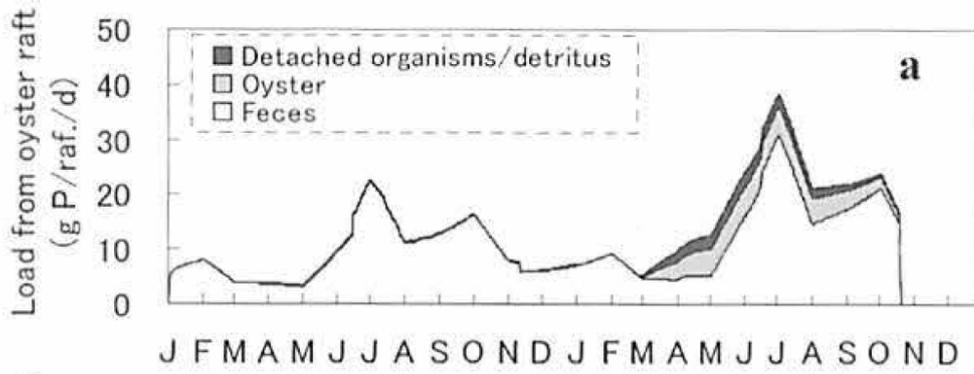


図 1.48 川口ほか(2011)より抜粋した、カキ筏からの負荷の割合

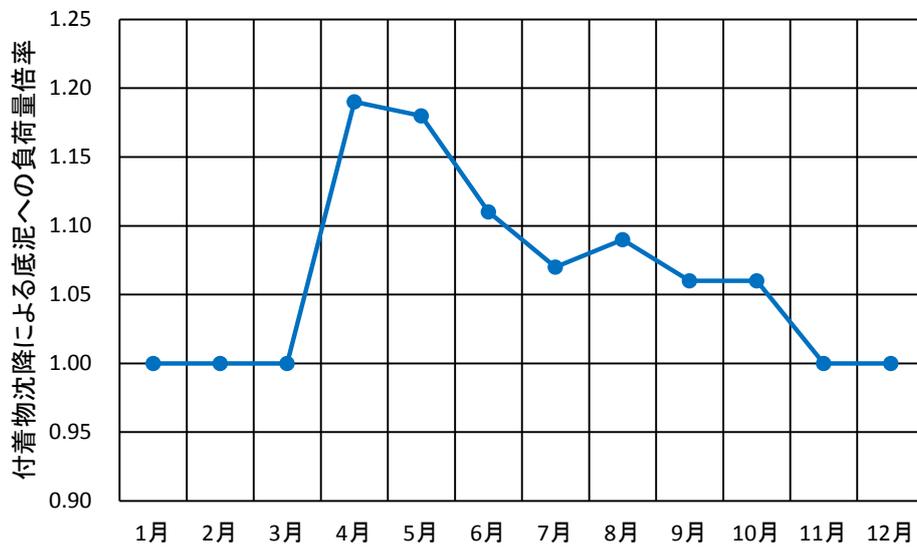


図 1.49 モデルに設定した底泥への負荷量の倍率

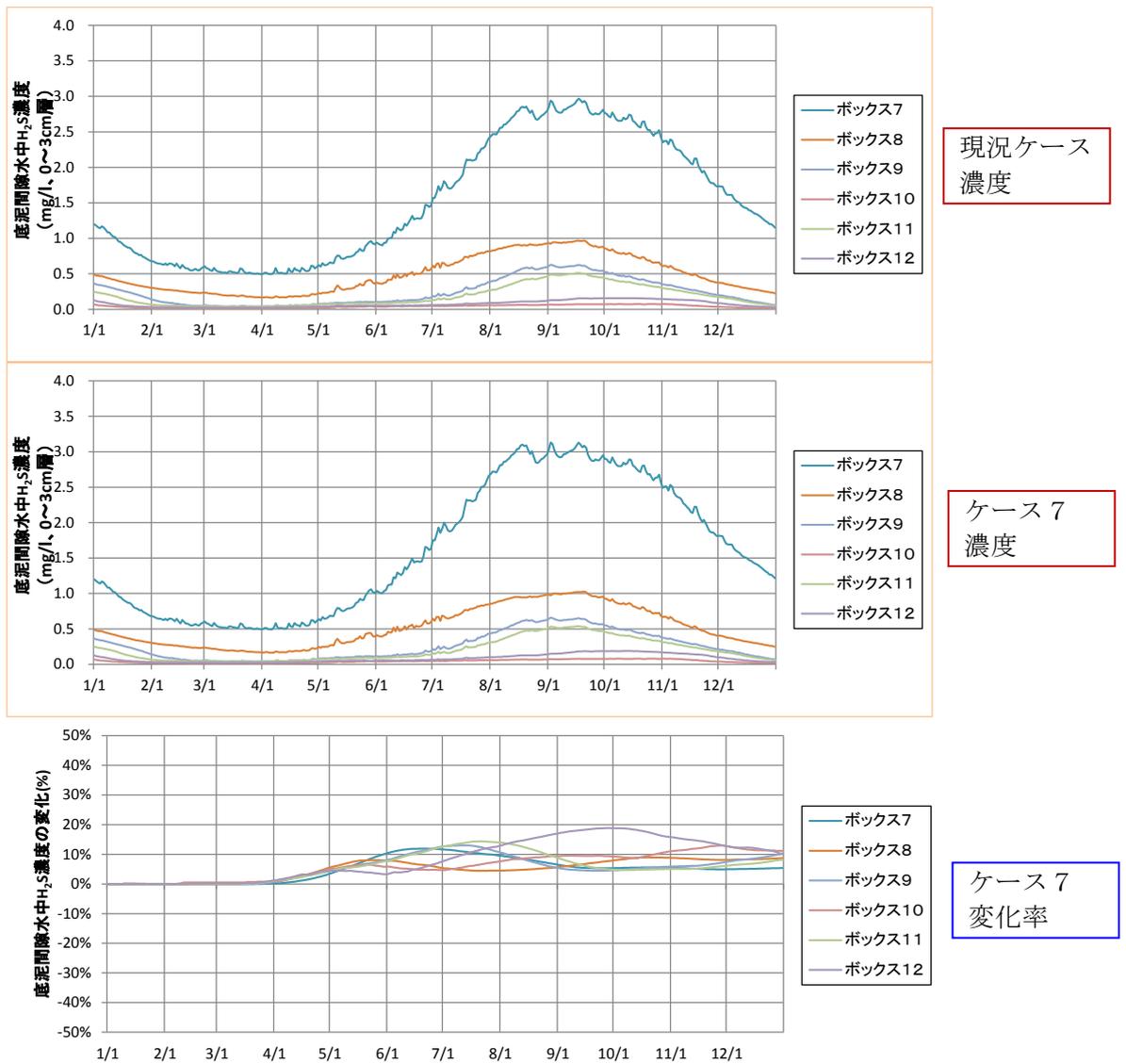


図 1.50 底泥間隙水中の H₂S 濃度および変化率

(上から) 現況ケースの濃度、ケース7の濃度、ケース7の現況ケースに対する変化率

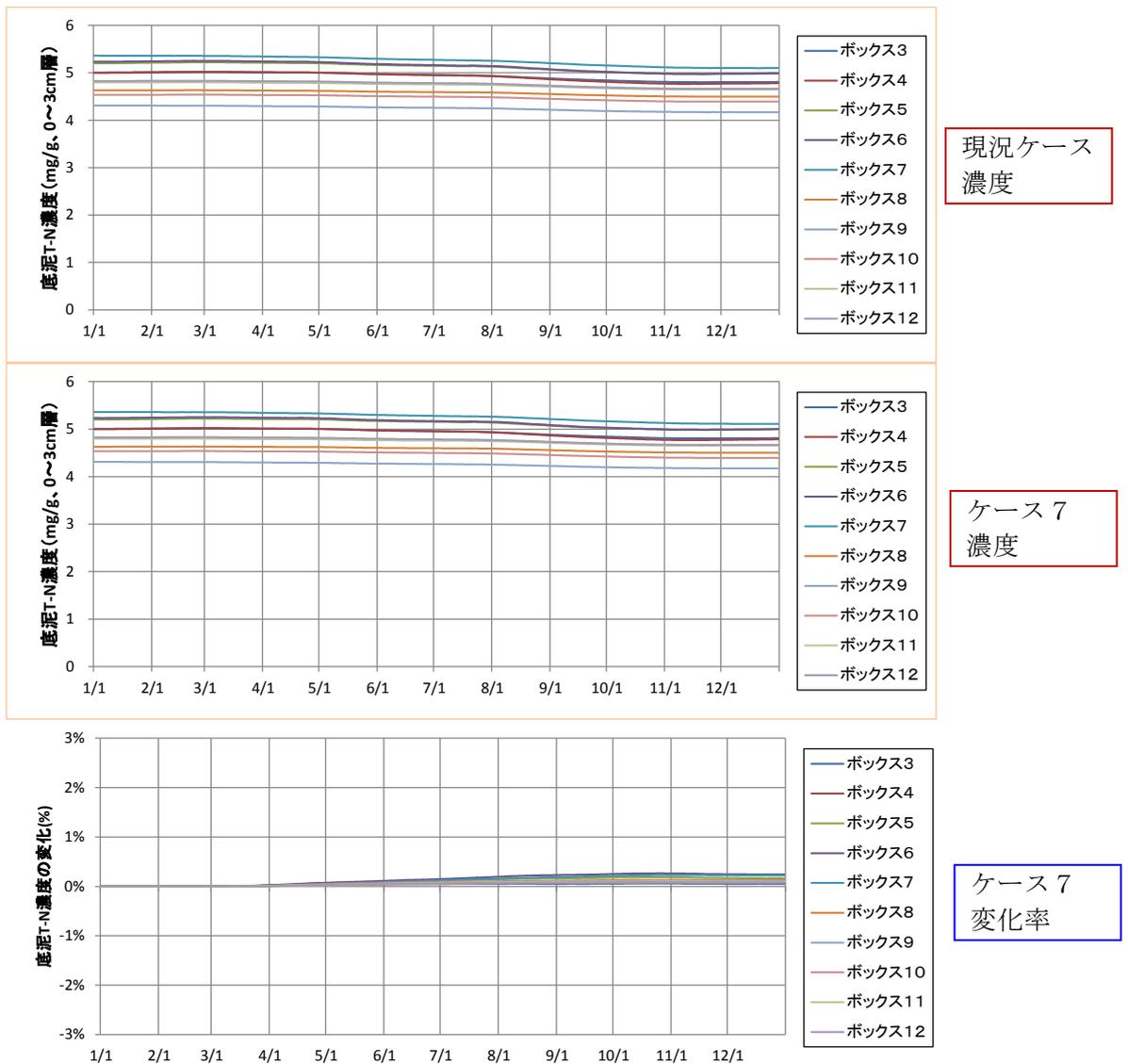


図 1.51 底泥中の T-N 濃度および変化率

(上から) 現況ケースの濃度、ケース 7 の濃度、ケース 7 の現況ケースに対する変化率
(底泥 0~3cm 層)

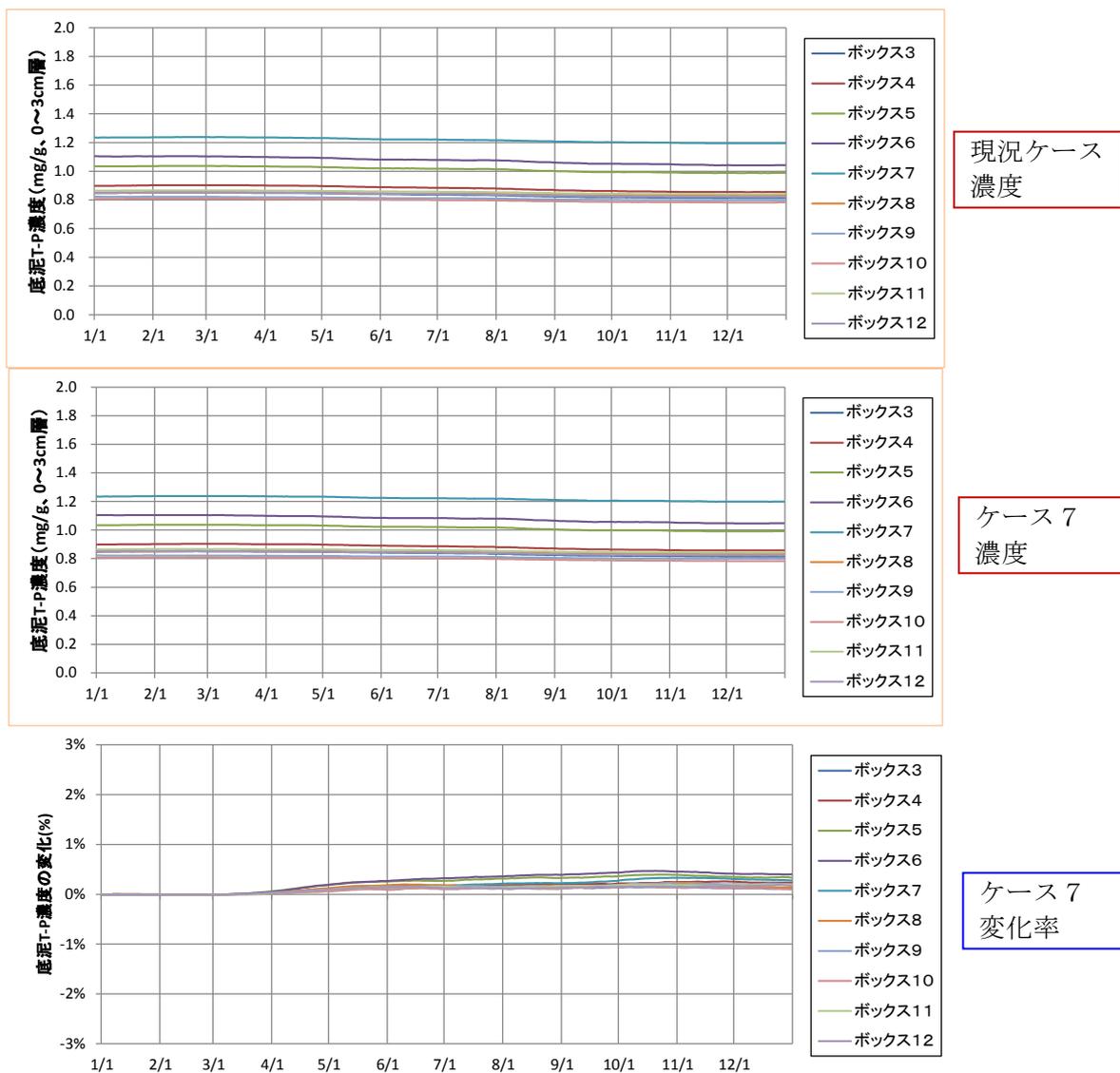


図 1.52 底泥中の T-P 濃度および変化率

(上から) 現況ケースの濃度、ケース 7 の濃度、ケース 7 の現況ケースに対する変化率
(底泥 0~3cm 層)

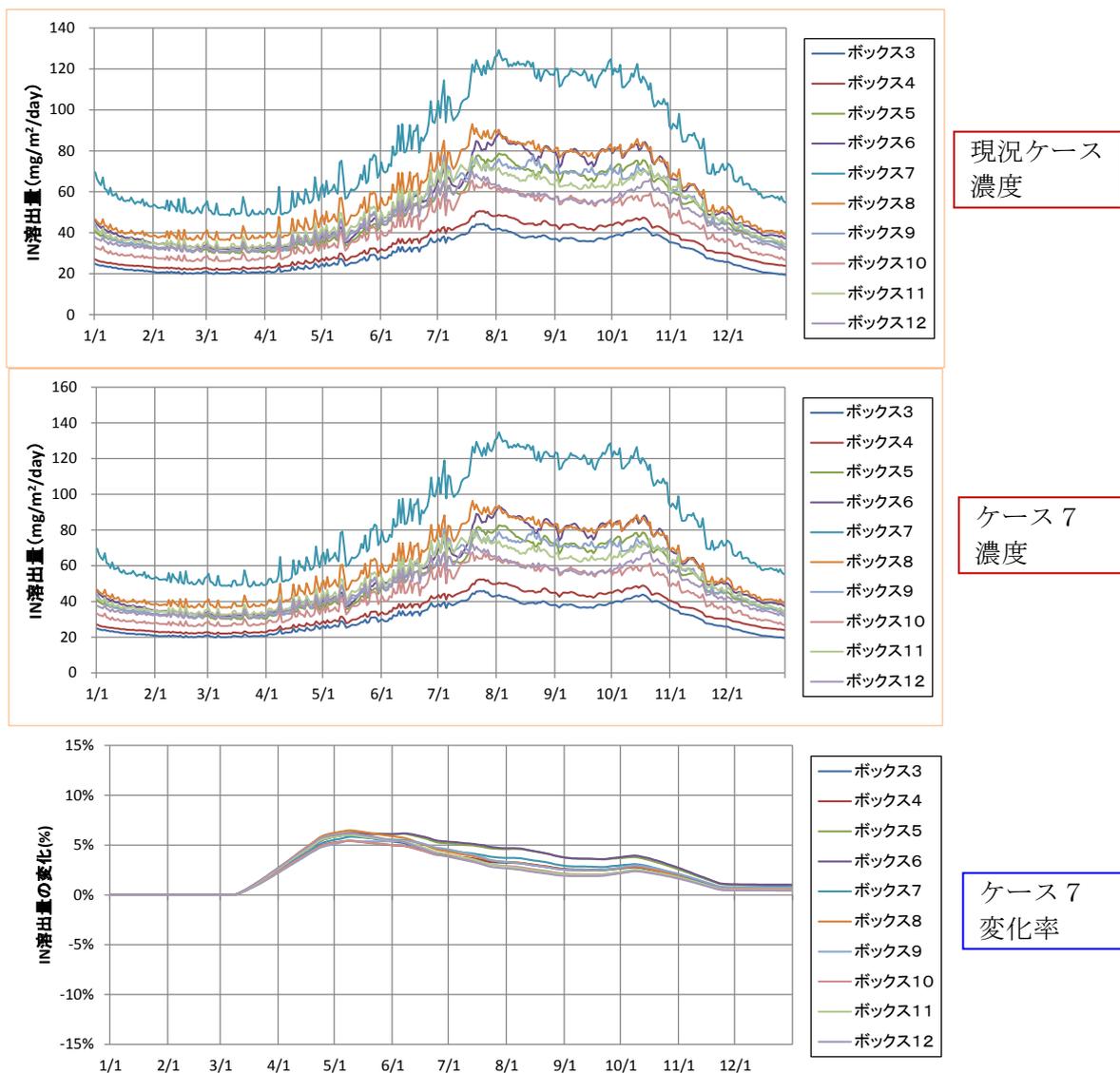


図 1.53 底泥からの IN 溶出量および変化率
 (上から) 現況ケースの溶出量、ケース 7 の溶出量、
 ケース 7 の現況ケースに対する変化率

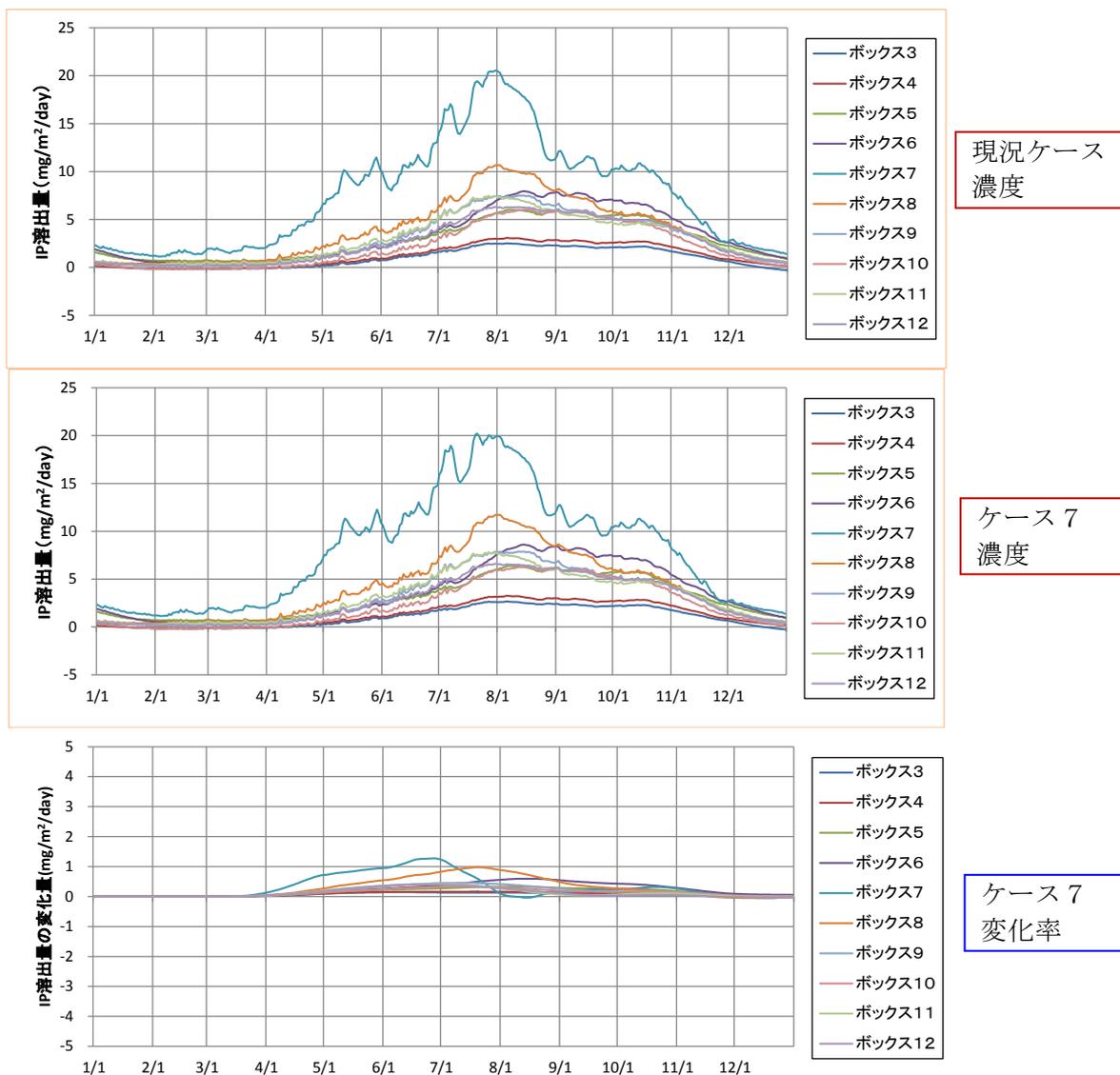


図 1.54 底泥からの IP 溶出量および変化率
(上から) 現況ケースの溶出量、ケース 7 の溶出量、
ケース 7 の現況ケースに対する変化率

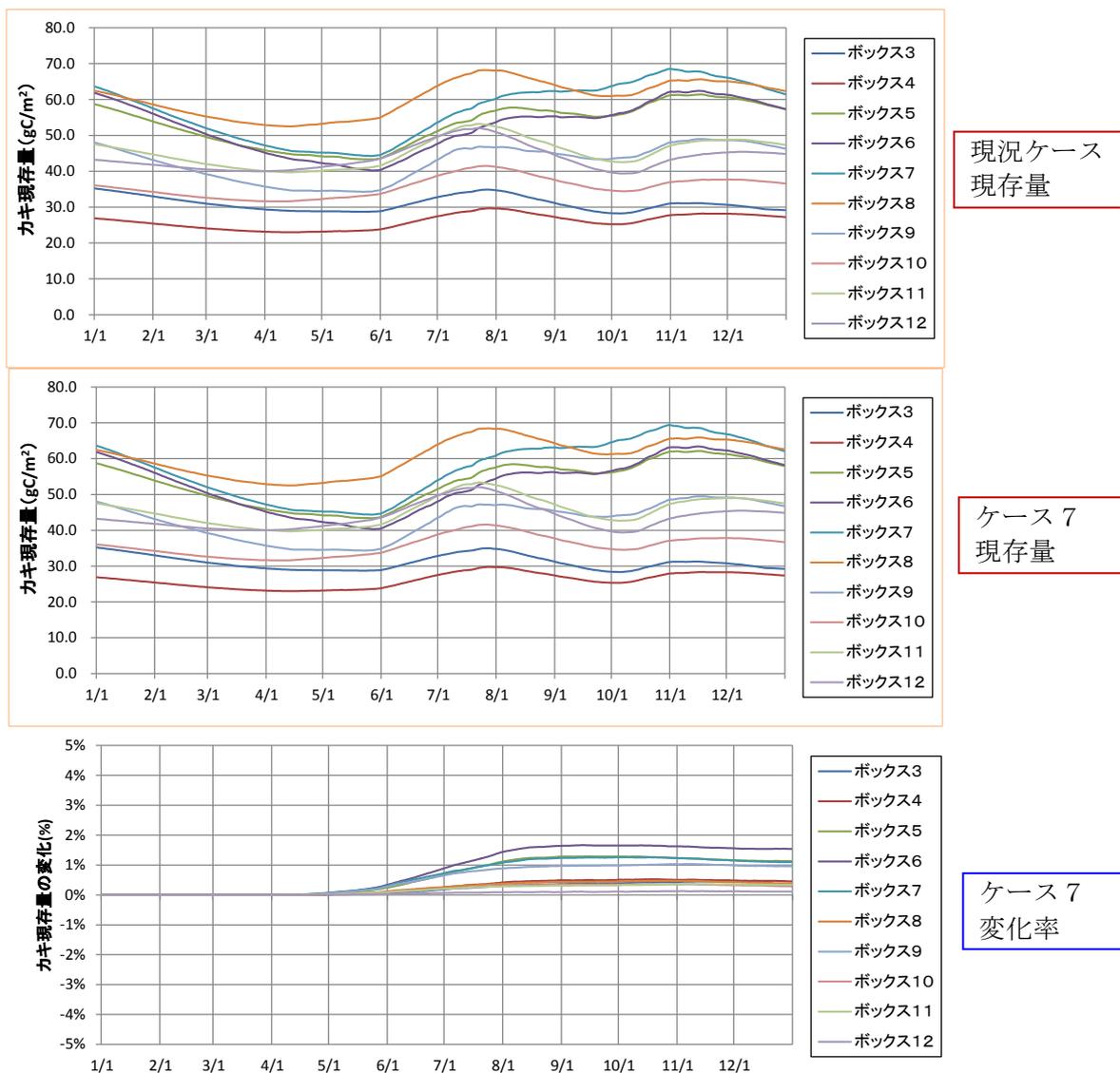


図 1.55 カキ現存量および変化率
(上から) 現況ケースの現存量、ケース7の現存量、
ケース7の現況ケースに対する変化率

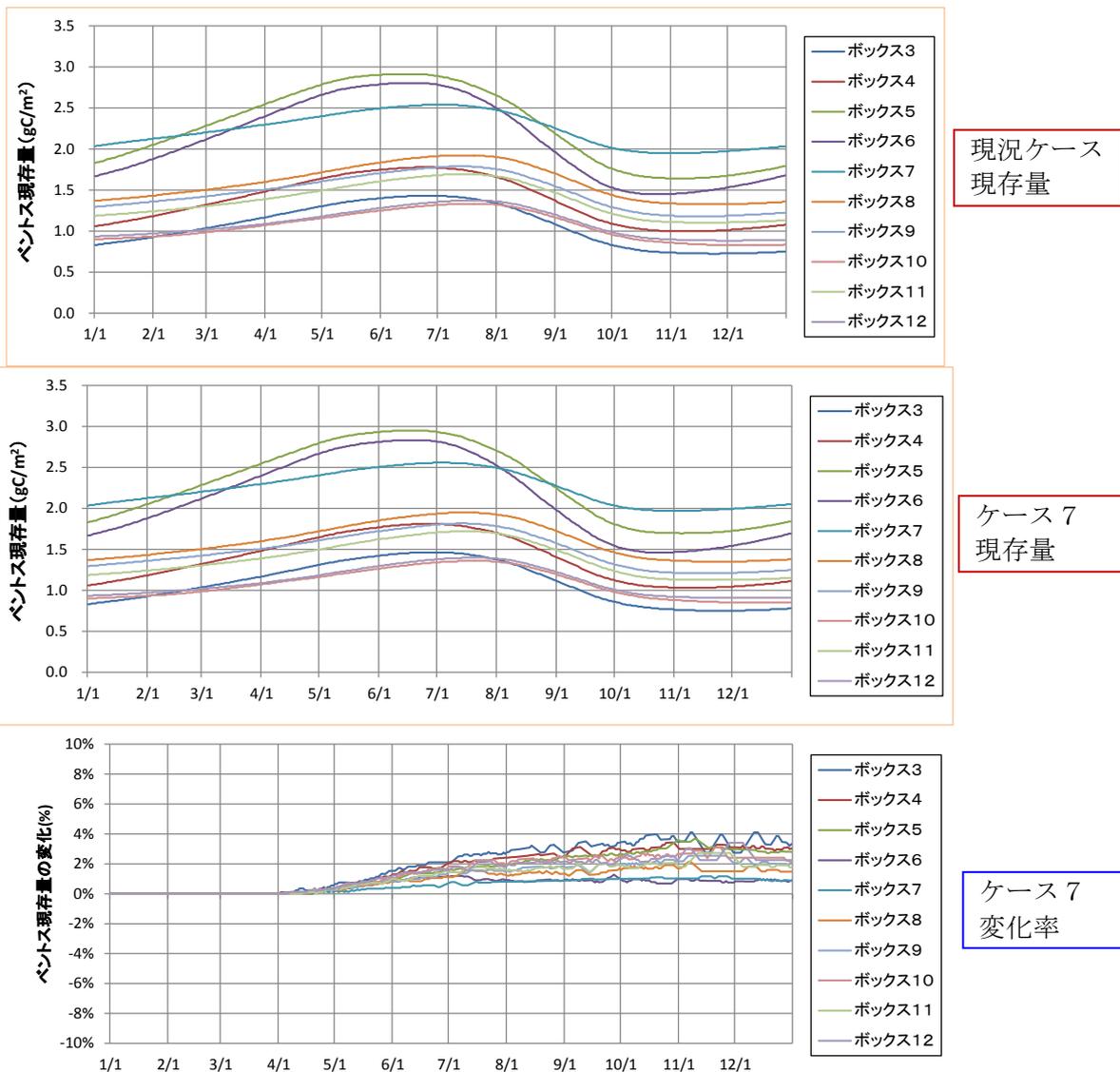


図 1.56 ベントス現存量および変化率
(上から) 現況ケースの現存量、ケース7の現存量、
ケース7の現況ケースに対する変化率

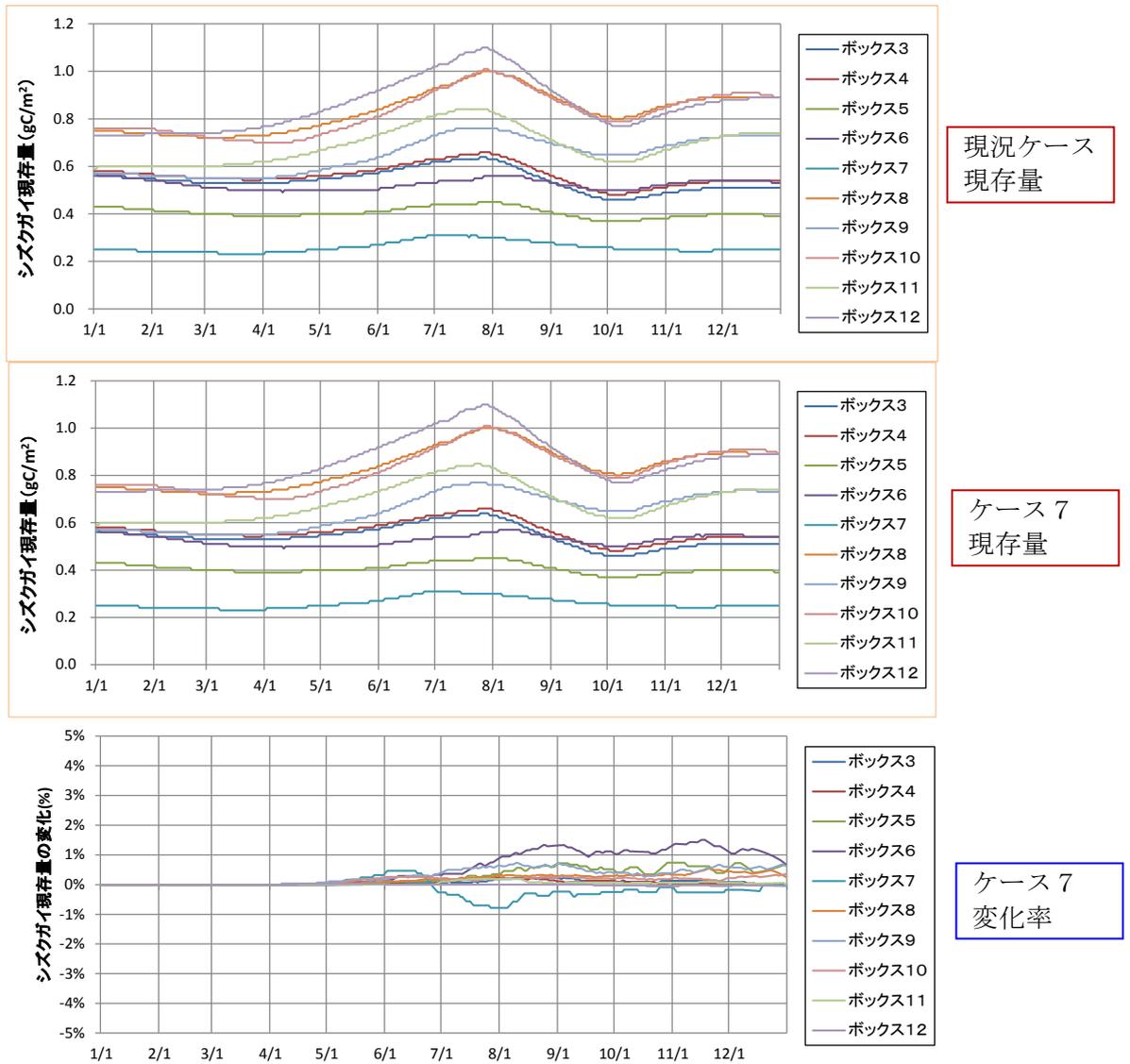


図 1.57 シズクガイ現存量および変化率
 (上から) 現況ケースの現存量、ケース7の現存量、
 ケース7の現況ケースに対する変化率

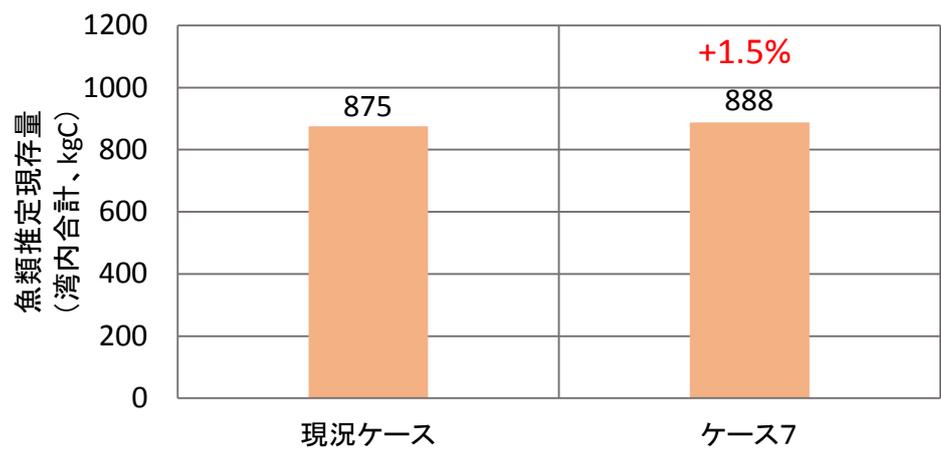


図 1.58 湾内合計の魚類推定現存量
 (計算終了時、ベントス現存量から転換効率 10%にて換算)