

モデルを用いた効果検証状況報告

1. 物質収支モデルの構築について

三河湾地域の物質収支モデルの地形・水深条件および鉛直層分割について以下に示す。

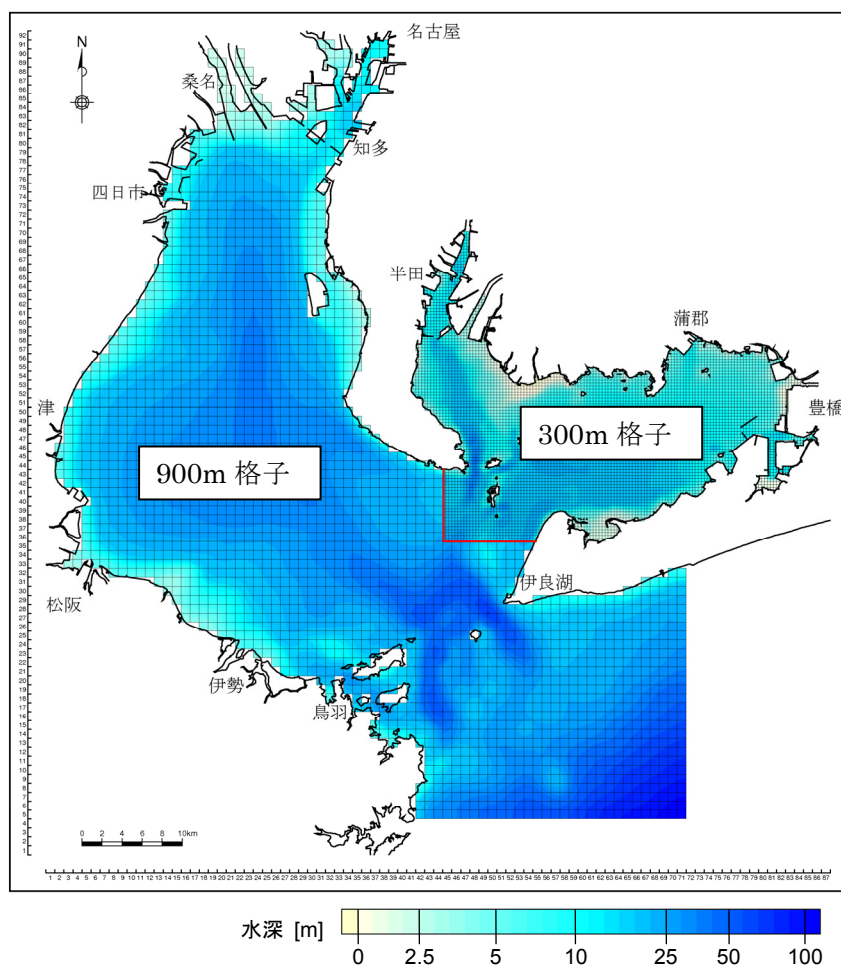


図 1.1 地形・水深条件

表 1.1 三河湾地域で構築するモデルの設定

項目	設定内容
再現対象年	2001年、2006年、2009年
計算期間	各年4/1～3/31の1年間
層分割	13層 (0-2, 2-4, 4-6, 6-8, 8-10, 10-12, 12-14, 14-16, 16-18, 18-20, 20-25, 25-30, 30m以深)

三河湾の物質循環を検討するモデルは、図 1.2 に示す浮遊系-底生系結合生態系モデルである。本モデルは、ヘルシープランの 3 地域で同じベースモデルを採用し、生物構成要素等については、各対象海域における生態系や物質循環特性を考慮して選定している。

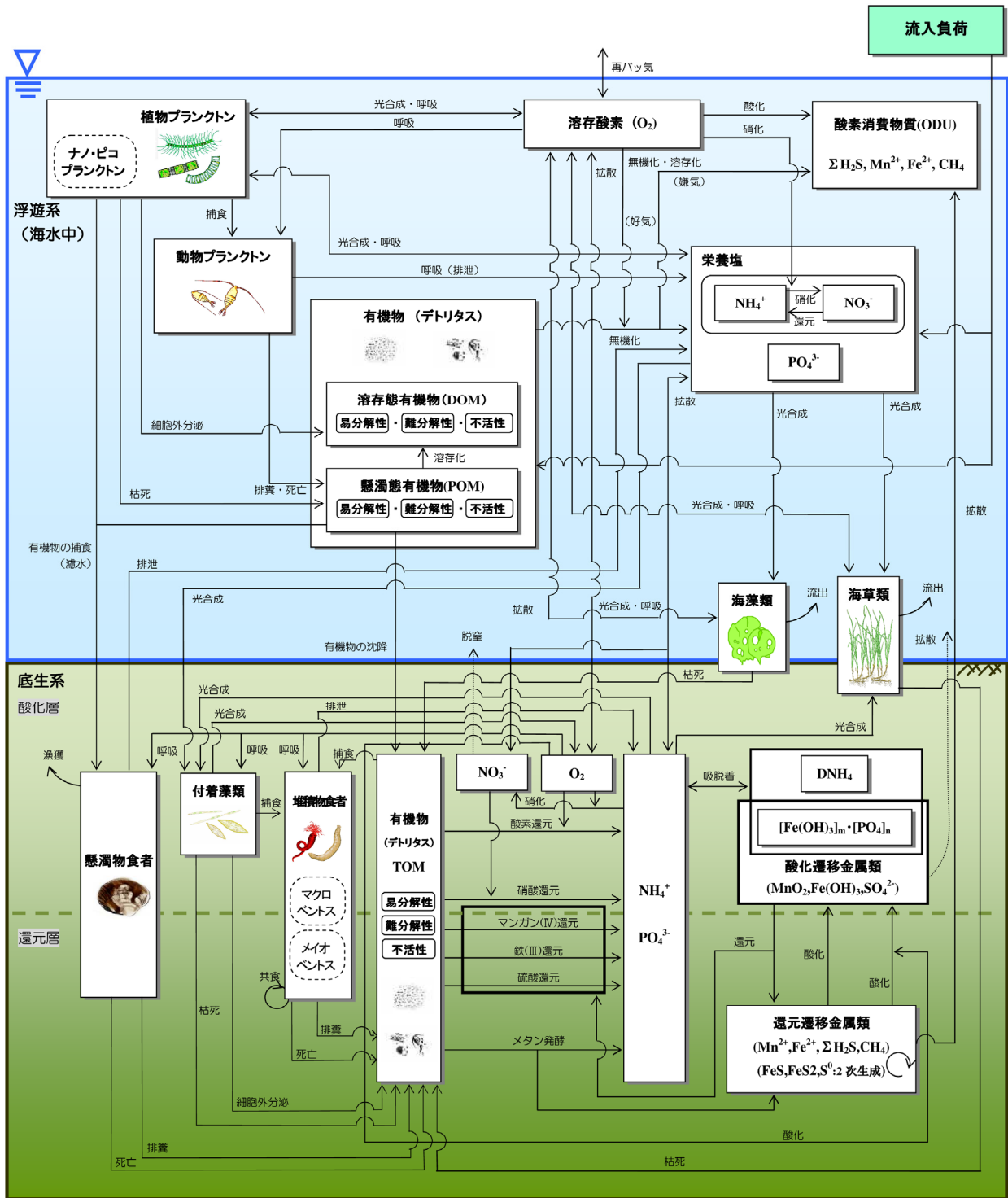
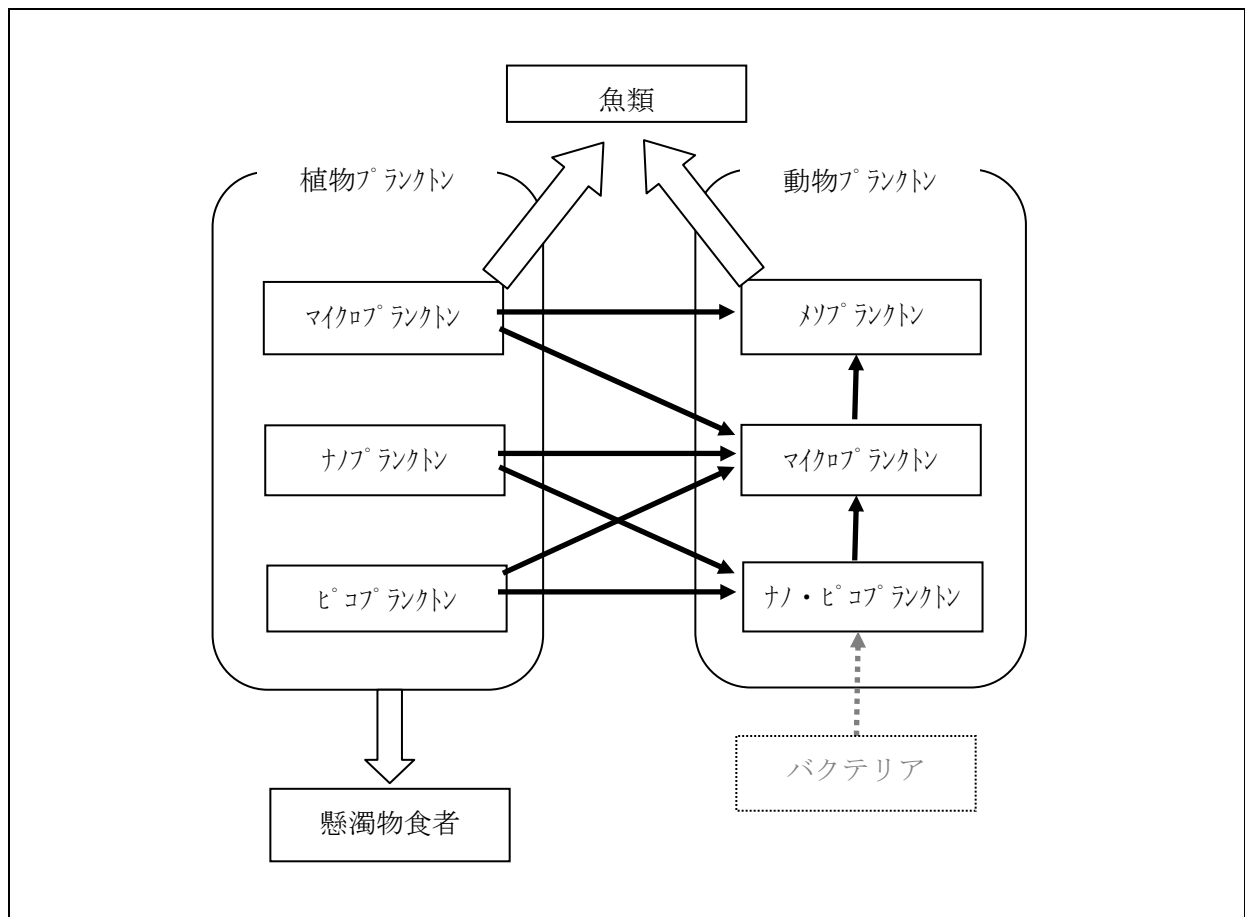


図 1.2 浮遊系-底生系結合生態系モデル

三河湾地域においては、植物プランクトンおよび動物プランクトンのサイズ間循環量が健全性に影響を及ぼしていると推測されることから、以下のように、構成要素を考慮し、設定した。

	植物プランクトン		
構成要素	ピコプランクトン	ナノプランクトン	マイクロプランクトン
設定方法	単細胞性藍藻	独立栄養性ナノプランクトン	クロフィル-a から左 2 種を引く

	動物プランクトン		
構成要素	ナノ・ピコプランクトン	マイクロプランクトン	メソプランクトン
設定方法	従属栄養ナノプランクトン	2011年6月の動物プランクトン調査結果	沿岸定線プランクトン調査結果



また、第1回三河湾地域WGにおける指摘事項に対して、以下の対応方針を検討した。

(第2回 統括検討委員会資料-1 P74より)

今年度第1回三河湾地域WG(2012/10/09)において、実証試験結果および物質循環検討結果について検討が行われ、以下の方針が出された；

- ① 現地調査結果の反映(アマモ場の生物機能)
- ② 実証試験結果の反映(アサリのサイズ別取り込み特性)
- ③ 実証試験結果の反映(DIN、DON増減による植物プランクトンサイズの変化)
- ④ 魚類の種類別捕食選択性の追加
- ⑤ 改善対策の効果検討における長期間の計算
- ⑥ 貧酸素化する水深帯の評価

物質循環モデルにおける対応は以下の通りである；

① アマモ場の生物機能

従来の物質循環モデルではアマモ場は栄養塩吸収およびそのストックとして位置づけられていたが、高次魚類生産につながる場としての評価を考慮するため、以下の方法によりモデル化した；

2009年現況計算における三河湾内のアマモ総量を基準として、それより総量が増える高次魚類生産が増加すると仮定して、大型動物プランクトンの死亡速度を段階的に増加させた。

② アサリのサイズ別取り込み特性

実証試験の結果、二枚貝によるサイズの小さい植物プランクトンの利用が、3割程度であったことから、モデルにおいても、そのように設定した。

③ 栄養塩類の増減による植物プランクトンサイズの変化

光合成速度の算出に係る栄養塩の関数の半飽和値を、サイズによって変化させた。これにより、栄養塩濃度が低い状態において、小さいサイズが優先的に光合成できるようになった。

④ 魚類の種類別捕食選択性の追加

感度解析として、船越(1996)¹より、1980年のマイワシによるプランクトン摂餌圧を考慮した計算を行う。具体的には、5～10月に大型動植物プランクトンに対して湾内現存量の5%がマイワシによって捕食されたとして死亡速度に上乘せする。

⑤ 改善対策の効果検討における長期間の計算

対策実施3年後の計算結果について整理する。

⑥ 貧酸素化する水深帯の評価

2-4m、4-6m、6-8m、8-10m水深における貧酸素水(DO 2mg/L以下)面積を評価する。

¹ 船越茂雄(1996)伊勢・三河湾における動物プランクトンの変動—マイワシ来遊量との関係—,月刊海洋,Vol.28, No.3

2. 2009年現況と1960年代の比較

水質モデルの計算結果として、溶存酸素 2mg/L以下の面積と体積について、2009年現況と1960年代地形条件下の比較を図 2.1 に示す。

これによると、1960年代の地形条件下での計算結果は、夏季に貧酸素化するものの、期間は2009年現況に比べて2ヶ月以上短く、また、夏季においても面積・体積ともに規模は小さくなっている。

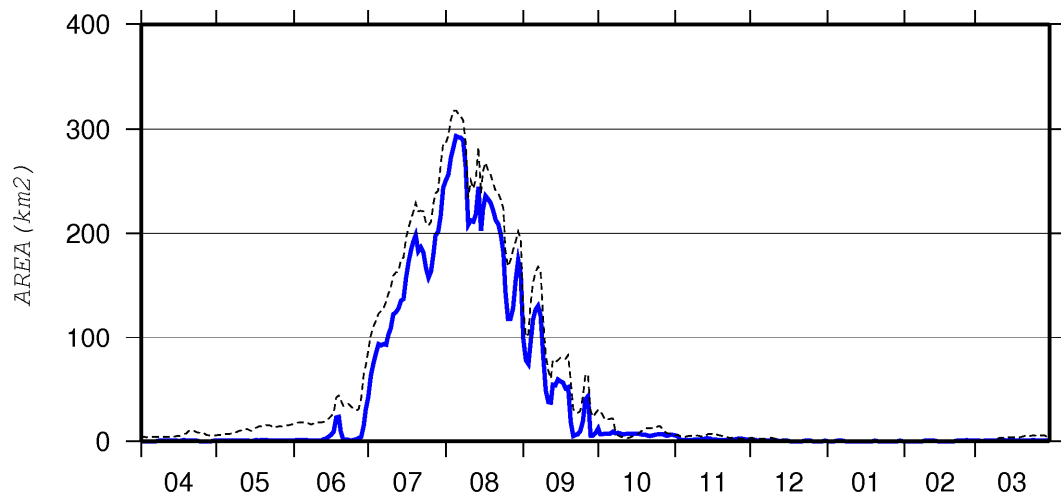


図 2.1(1) 溶存酸素 2mg/L 以下の面積比較 (点線 : 2009 年、青線 : 1960 年代)

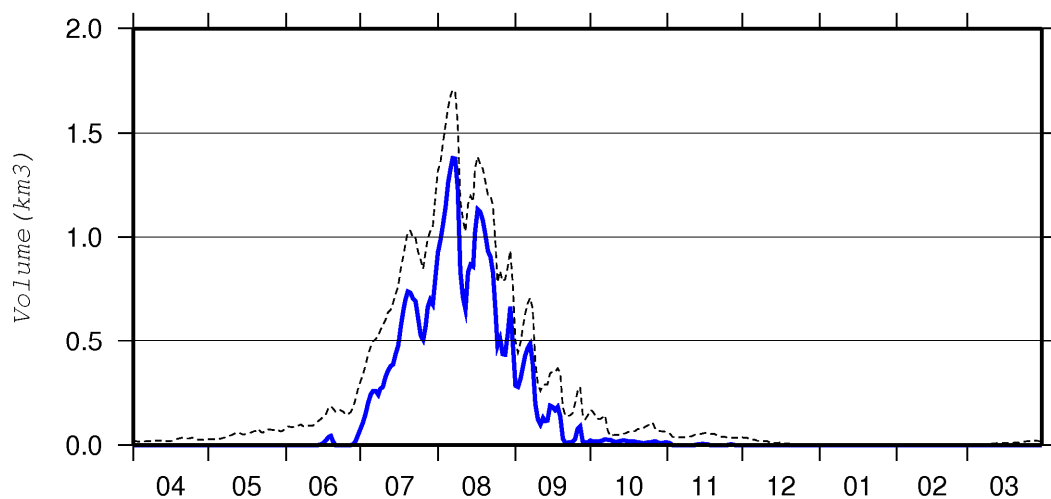


図 2.1(2) 溶存酸素 2mg/L 以下の体積比較 (点線 : 2009 年、青線 : 1960 年代)

酸素消費物質 0.01mg/L以上の体積、酸素消費物質の存在量について、2009年現況と1960年代地形条件の比較を図 2.2 に示す。

酸素消費物質 0.01mg/L 以上の体積については、1960年代の地形条件での計算結果は2009年現況より若干規模が小さい結果となっているが、各計算格子の濃度に格子容積を乗じて算出した酸素消費物質の存在量については、1960年代地形条件の方が小さく、酸素消費物質の濃度が1960年代地形条件の方が低く、底生生物に対してのリスクが低い結果となっている。

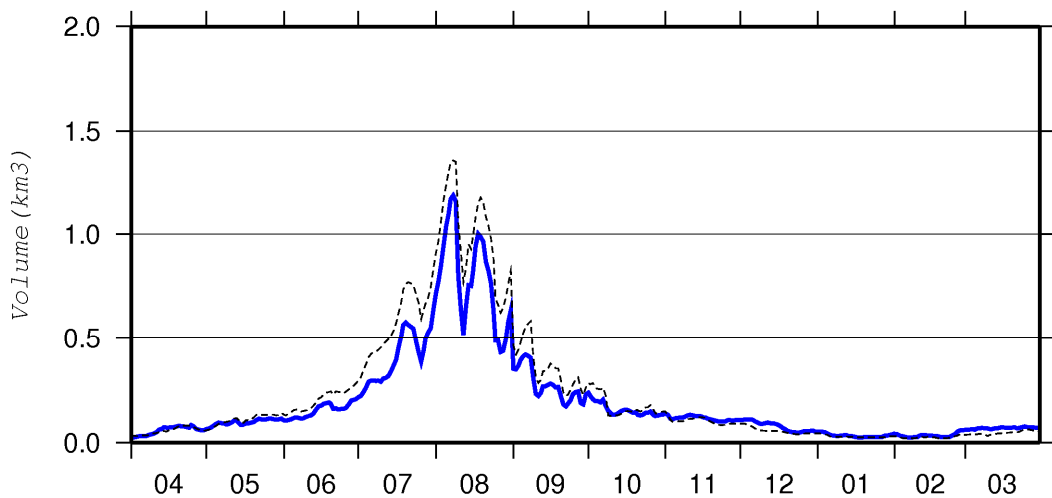


図 2.2(1) 酸素消費物質 0.01mg/L 以上の体積比較 (点線 : 2009 年、青線 : 1960 年代)

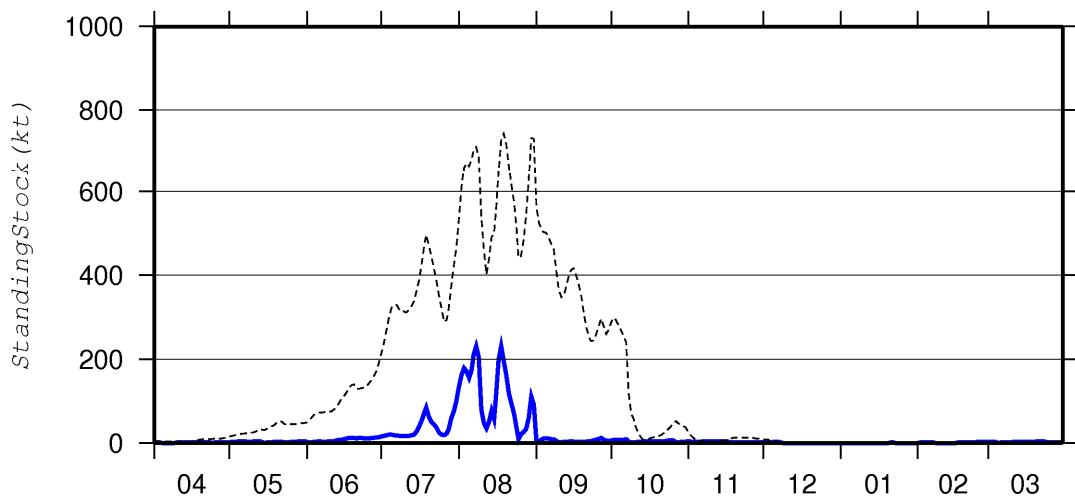


図 2.2(2) 酸素消費物質の存在量の比較 (点線 : 2009 年、青線 : 1960 年代)

三河湾全域における植物プランクトンに関わるフラックスを図 2.3 に、動物プランクトンに関わるフラックスを図 2.4 に示す。

収支を算定した海域では、1960年代と比べて現況地形の水域面積が約 43km² (7.4%) 少なくなっている。

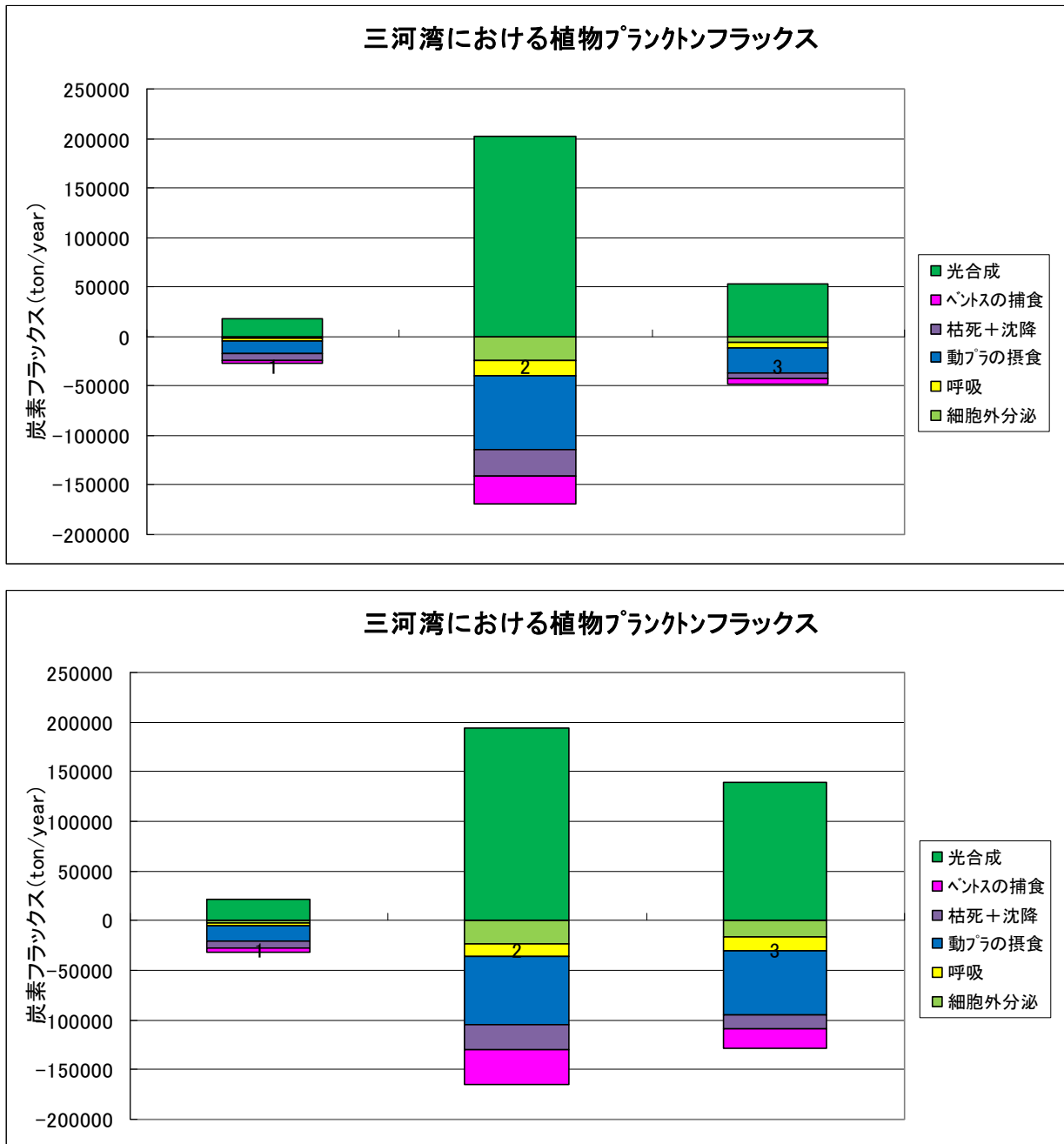


図 2.3 三河湾における植物プランクトンフラックス (上：現況、下：1960年代)

(1：大型、2：中型、3：小型)

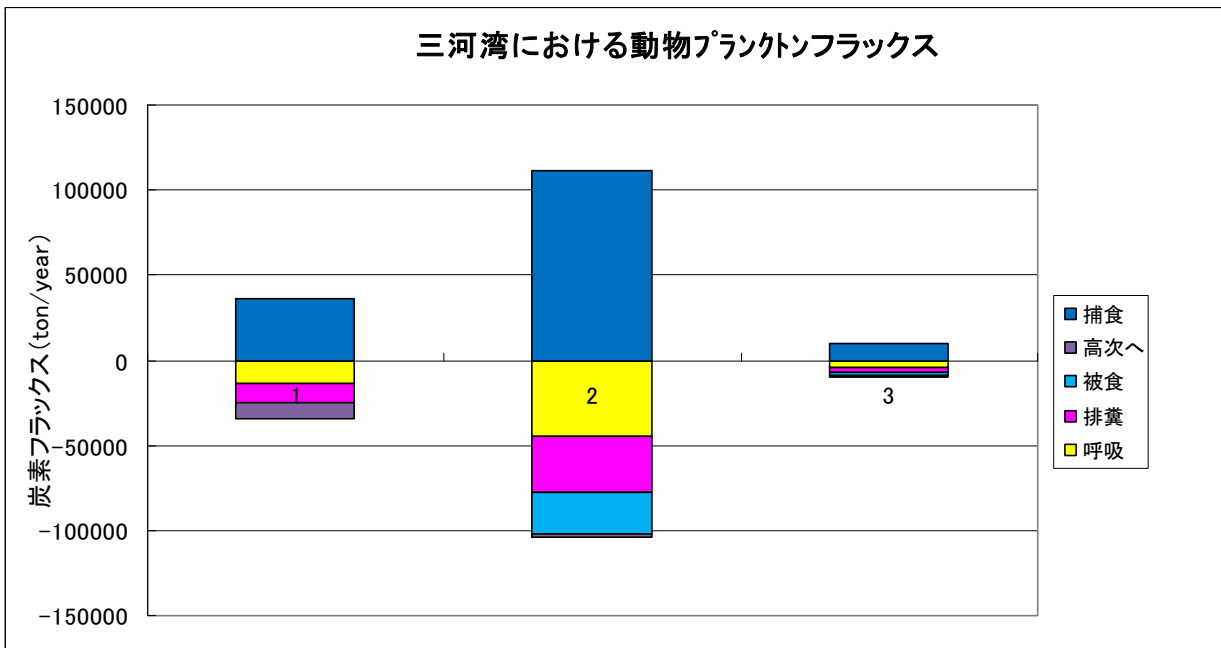
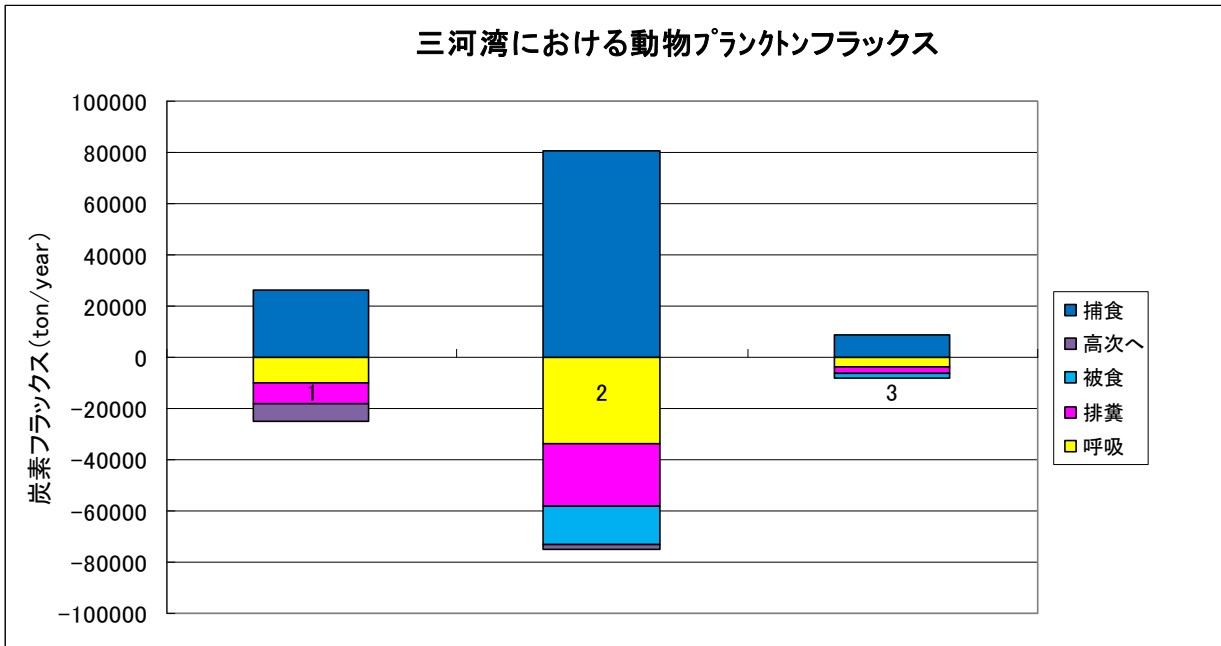


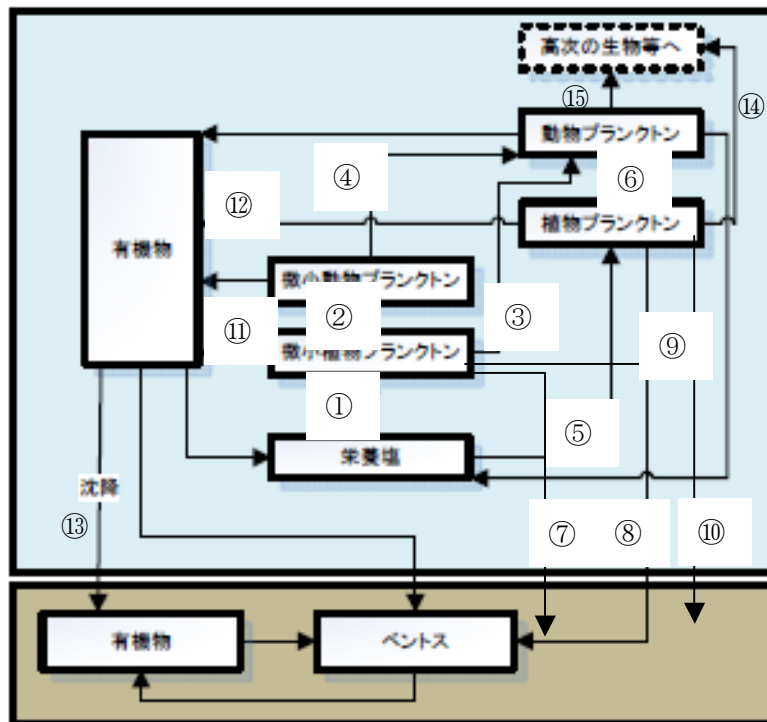
図 2.4 三河湾における動物プランクトンフラックス (上：現況、下：1960年代)

(1：大型、2：中型、3：小型)

表 2.1 に三河湾全域における現況と 1960 年代地形の年間炭素フラックスを示す。

表 2.1 フラックスの比較 (単位: tonC/year)

フロー	現況地形		1960年代地形			
① ピコ・ナノ植物プランクトンの光合成	256, 163	}	334, 273	}		
② ピコ・ナノ植物プランクトン→微小動物プランクトン	87, 087		(34.0%)		118, 041	(35.3%)
③ ピコ・ナノ植物プランクトン→動物プランクトン	—				—	
④ ピコ・ナノ動物プランクトン→動物プランクトン	15, 913	(18.3%)	24, 366	(20.6%)		
⑤ 植物プランクトンの光合成	18, 285	}	21, 740	}		
⑥ 植物プランクトン→動物プランクトン	10, 548		(57.7%)		12, 227	(56.2%)
⑦ ピコ・ナノ植物プランクトン→ベントス	32, 556		(12.7%)		52, 977	(15.8%)
⑧ 植物プランクトン→ベントス	3, 309	(18.1%)	4, 283	(19.7%)		
⑨ ピコ・ナノ植物プランクトンの沈降	20, 275		25, 139			
⑩ 植物プランクトンの沈降	5, 486		5, 935			
⑪ ピコ・ナノ植物プランクトン→溶存有機物	30, 740		40, 113			
⑫ 植物プランクトン→溶存有機物	2, 194		2, 609			
⑬ 有機物の沈降	51, 448		76, 485			
⑭ 植物プランクトン→魚類	828	(4.5%)	848	(3.9%)		
⑮ 動物プランクトン→魚類	8, 900	(33.6%)	11, 950	(32.7%)		



三河湾内における植物プランクトンと動物プランクトンの存在量（各格子の濃度×各格子の容量）について、2009年現況との比較を図 2.5 に示す。

これによると、動物プランクトンの存在量が 1960 年代地形条件の方が大きい結果となっている。

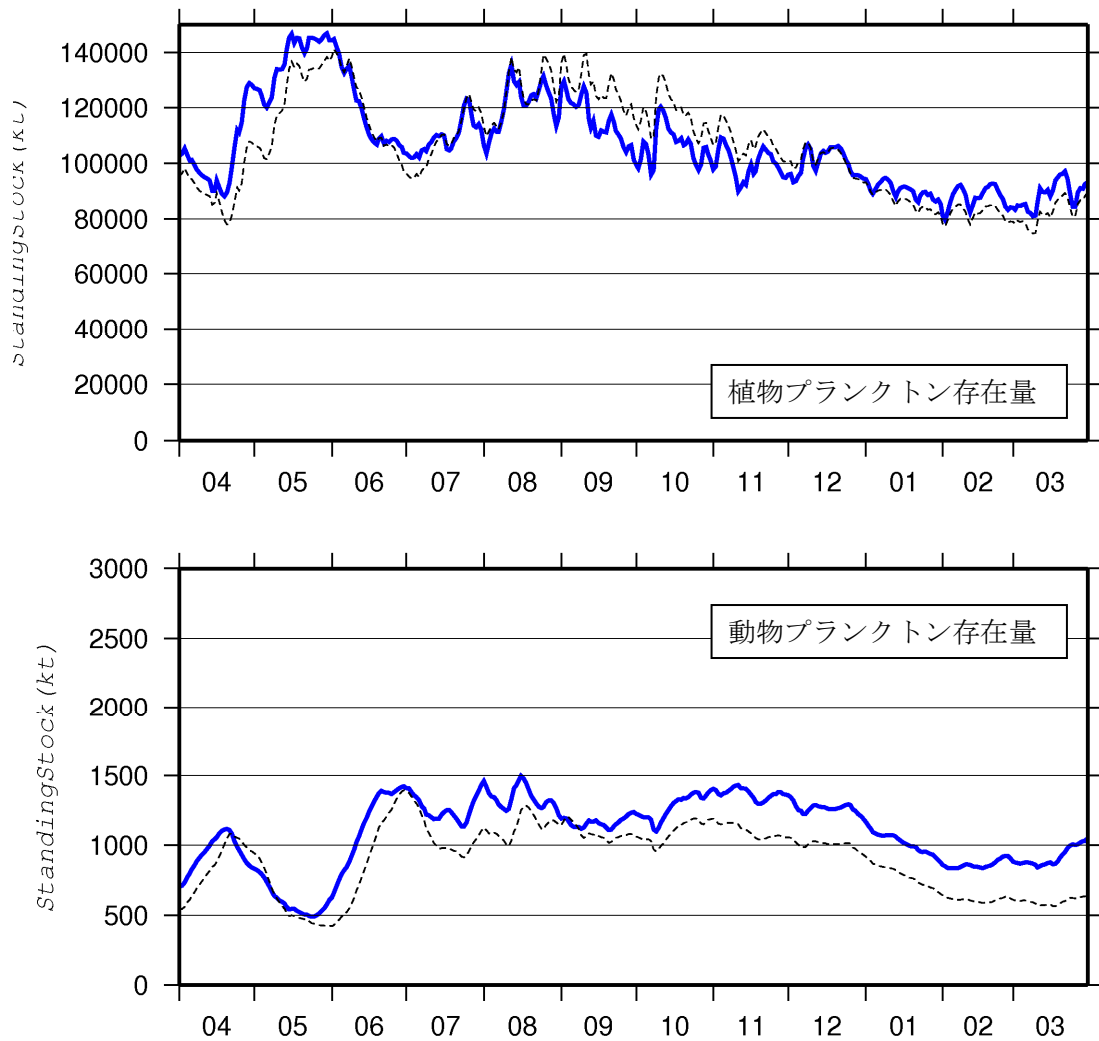


図 2.5(1) 植物プランクトンと動物プランクトン存在量比較

(点線：2009年、青線：1960年代)

3. 今後の課題と対応

1960年代地形条件下での貧酸素水塊面積・体積が過大

考えられる原因：

2009年現況と1960年代地形条件下での物質循環量を比較すると、1960年代地形条件下での微小（ピコ・ナノ）植物プランクトンの光合成が大きく増加しており、これに伴って沈降する有機物量も大きく増加している。このため、貧酸素水塊の面積・体積が過大に見積もられていると考えられる。

対応方針：

基礎生産に対する栄養塩利用特性や沈降特性等、微小（ピコ・ナノ）植物プランクトンの代謝活性のモデル化を再検討し、2009年現況と1960年代地形条件下でのプランクトン組成と貧酸素につながる有機物の沈降について再検討する。

高次捕食者によるプランクトン摂餌圧の適正な見積り

考えられる原因：

湾内の物質循環に大きく影響を及ぼすことが明らかとなったが、その摂餌圧の大きさとプランクトンの選択性についての知見が乏しい。

対応方針：

既存のデータから、いくつかのシナリオを作成し、試行計算を実施し、プランクトンの種組成と物質循環のバランスについて検討する。