

三河湾モデル構築の工夫点と再現性の検証

1. 三河湾モデル構築の工夫点

1.1 モデルの課題とその対応状況

以下に物質収支モデルについて挙げられた課題とその対応を示す。

課題	対応
<p><課題 1 > 流動モデルについて、風向風速場に分布を与える。</p>	<p>伊勢・三河湾周辺の地上気象観測地点と海上風観測地点を用い、風向風速場に分布を与えた。</p>
<p><課題 2 > 水質モデルについて、ナノ・ピコプランクトンの考慮およびベントスをメイオベントスとマクロベントスに区分する。</p>	<p>ナノ・ピコプランクトンの考慮およびベントスをメイオベントスとマクロベントスに区分した。</p>
<p><課題 3 > 境界付近の観測値を考慮して現況再現年次を追加する。(昨年度の三河湾 WG において、中山水道ブイが設置された 2009 年を現況再現年次として設定するよう要望されている。)</p>	<p>愛知県水産試験場で観測を行っている渥美外海観測のデータと伊勢湾ロブイデータを比較し、2009 年の渥美外海データを補正することにより境界条件を設定した。</p>

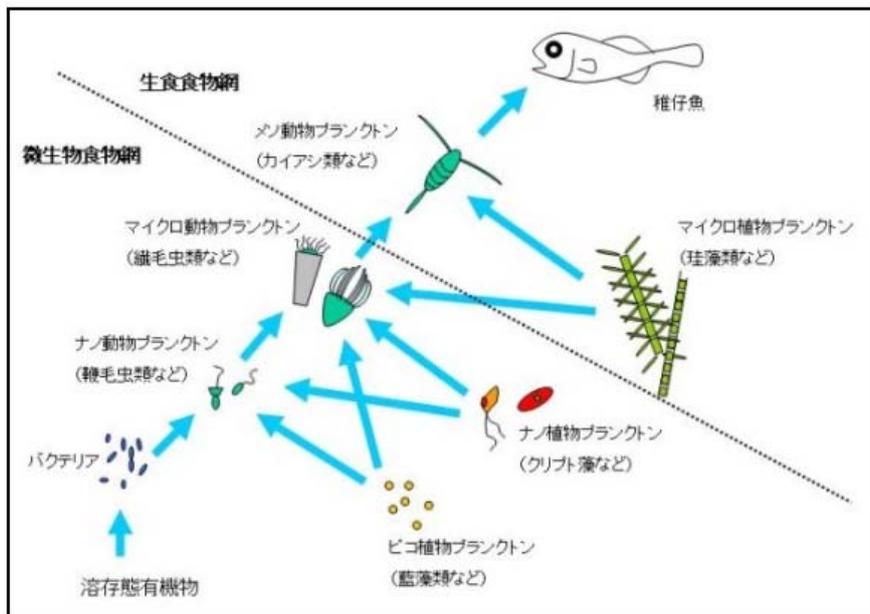
1.2 生態系モデルの構成要素について

昨年度構築したベースモデルである生態系モデルでは、プランクトンについては、植物プランクトン1種、動物プランクトン1種を構成要素としている。一般に、海産プランクトン群集は、そのサイズによって表 1.1 のように分類されるが、ベースモデルで対象としているプランクトンはマイクロプランクトンからメソプランクトンにかけてのサイズのものである。また、ベースモデルにおけるプランクトンの食物網の考え方は、図 1.1 における生食食物網で、動物プランクトン1種が植物プランクトン1種を捕食する、というものである。

表 1.1 代表的な海産プランクトン群集の分類

サイズ区分	植物プランクトン	動物プランクトン
ピコプランクトン (0.2~2 μm)	藍藻類	鞭毛虫類
ナノプランクトン (2~20 μm)	クリプト藻類, ハプト藻類, 渦鞭毛藻類, 珪藻類	鞭毛虫類, 繊毛虫類
マイクロプランクトン (20~200 μm)	渦鞭毛藻類, 珪藻類, ラフィド藻類, ユーグレナ藻類	有孔虫類, 放射虫類, 繊毛虫類 カイアシ類(ノープリウス幼生)
メソプランクトン (200 μm~20mm)	藍藻類(群体性), 珪藻類(群体性), 渦鞭毛藻類	カイアシ類(ノープリウス, コペポダイト, 成体) 枝角類, オキアミ類, ヤムシ類, サルバ類, 尾虫類 ヒドロ虫類
マクロプランクトン (2~20cm)		オキアミ類, ヤムシ類, サルバ類, ヒドロ虫類
メガプランクトン (20~200cm)		鉢クラゲ類

(株)日本海洋生物研究所ホームページより)



(株)日本海洋生物研究所ホームページより)

図 1.1 海洋プランクトン生態系における食物網の概念

図 1.3 に三河湾WGによる現地調査結果からプランクトン炭素現存量を示す（測点については 図 1.2 参照）。この中で、バクテリアについては、観測がSt.1、4 のみであることに注意が必要である。また、2011年6月28日の調査結果については、ネット法による動物プランクトンと採水法による動物プランクトンについても図化しているが、これらの炭素量換算については暫定的なものである。

この結果と伊勢湾における既存の調査結果（福留ら、2000）との比較を表 1.2 に示す。ただし、三河湾WGの動物プランクトンについては、2011年6月のネット法による動物プランクトンのデータを用いた。

表 1.2 既存の調査結果との比較（単位：pgC/mL）

	伊勢湾における既存調査結果			三河湾WG調査結果		
	Max.	Min.	Ave.	Max.	Min.	Ave.
Phytoplankton	3,001,882	-	417,543	519,828	0.813	121,146
Bacteria	114,902	5,128	34,293	80,800	10,420	42,510
Synechococcus	98,172	53	9,480	55,234	27	6,232
ANF	262,707	1,304	35,954	232,324	6,621	42,863
HNF	235,143	818	28,136	39,904	3,551	14,863
Zooplankton	817,547	5,363	50,935	561,623	4,771	102.113

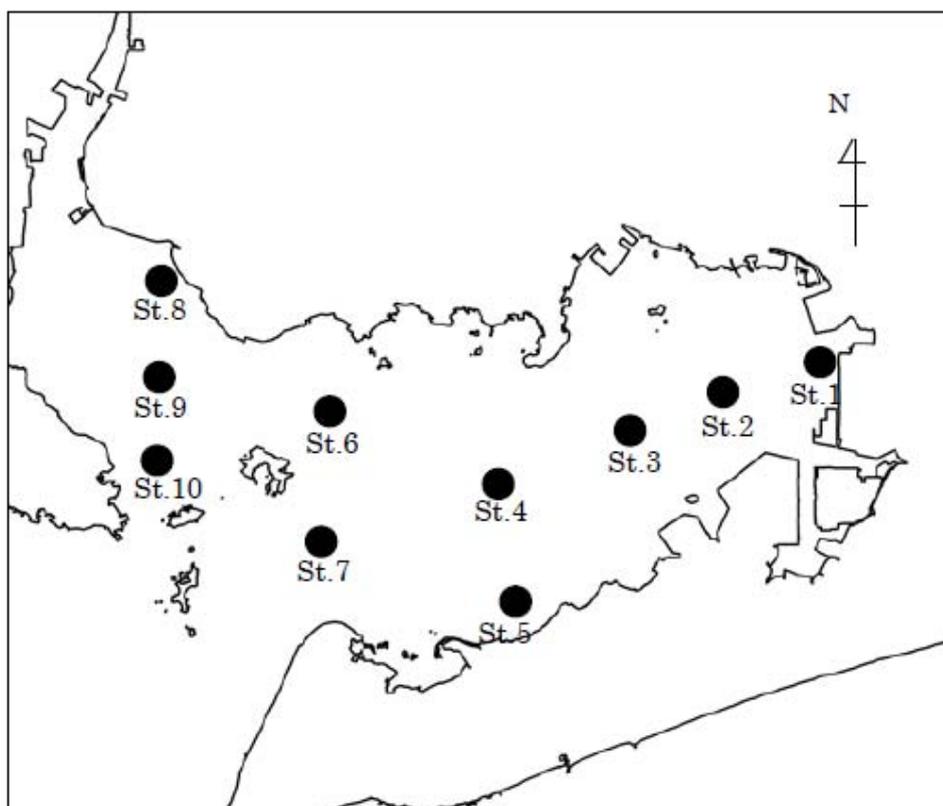


図 1.2 調査地点位置図（平成 22 年度三河湾WG 報告書より）

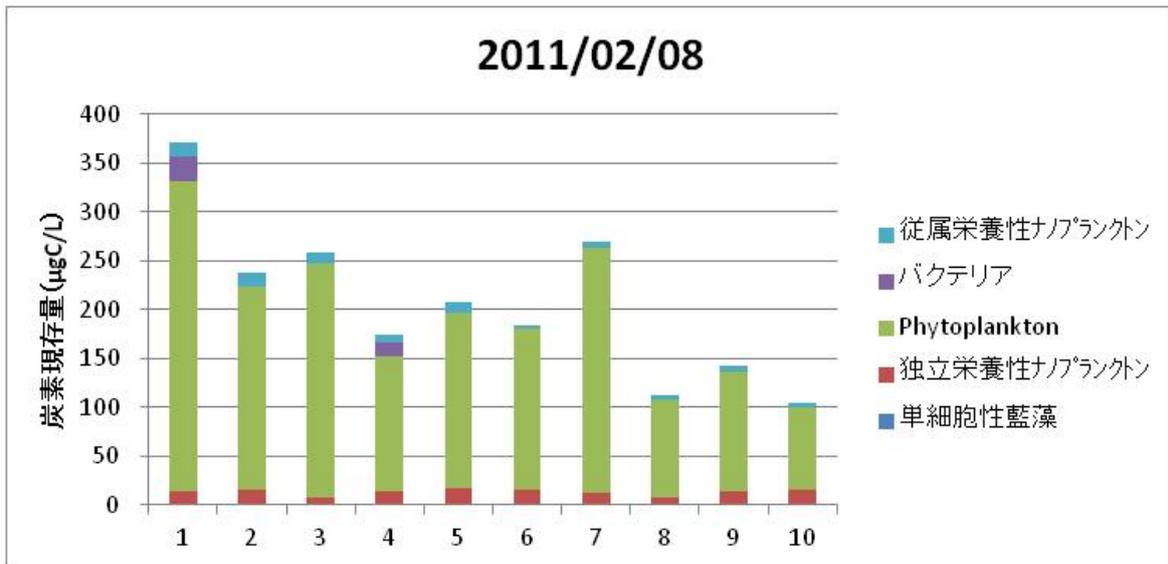
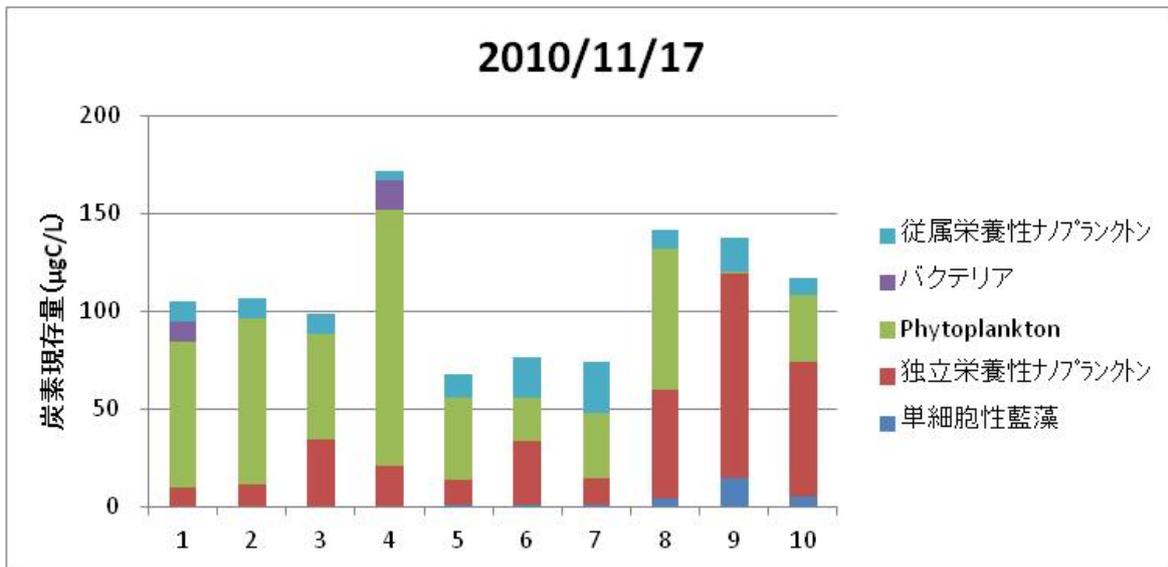
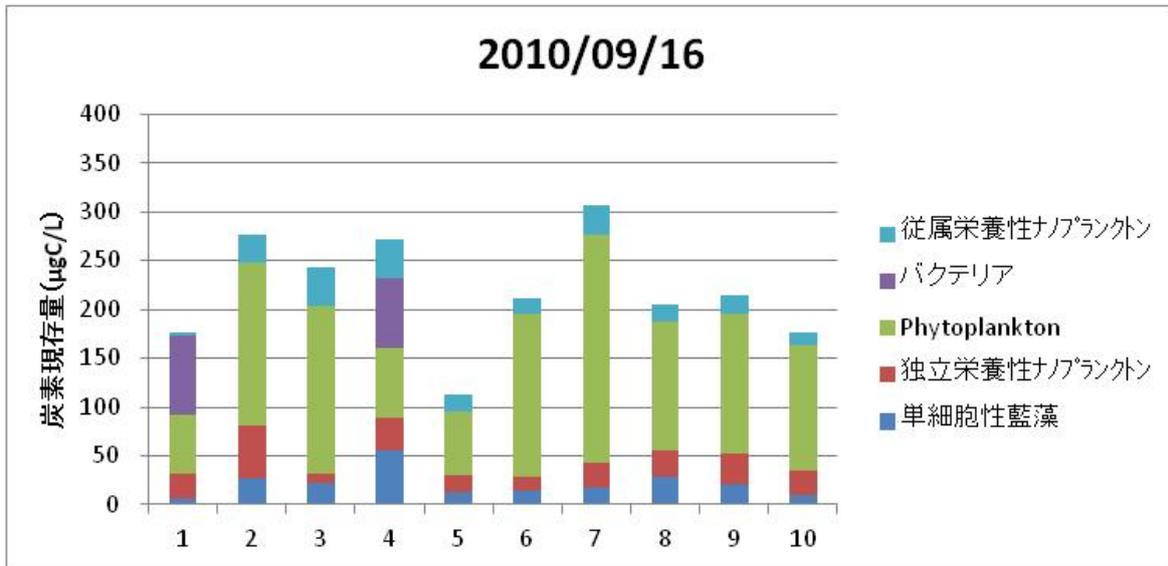


図 1.3(1) プランクトンの炭素現存量

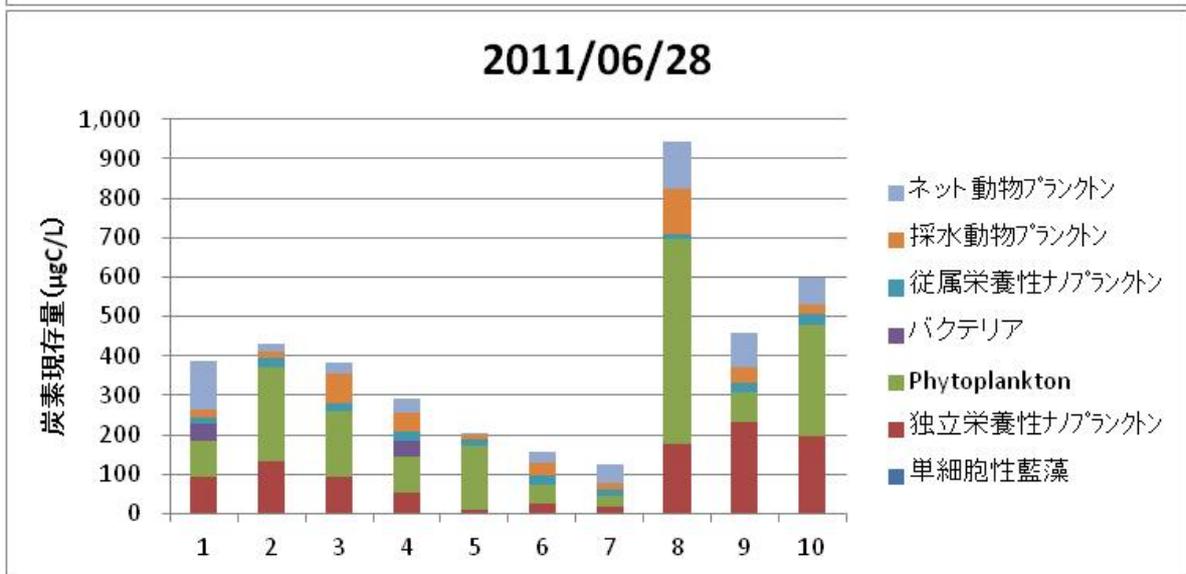
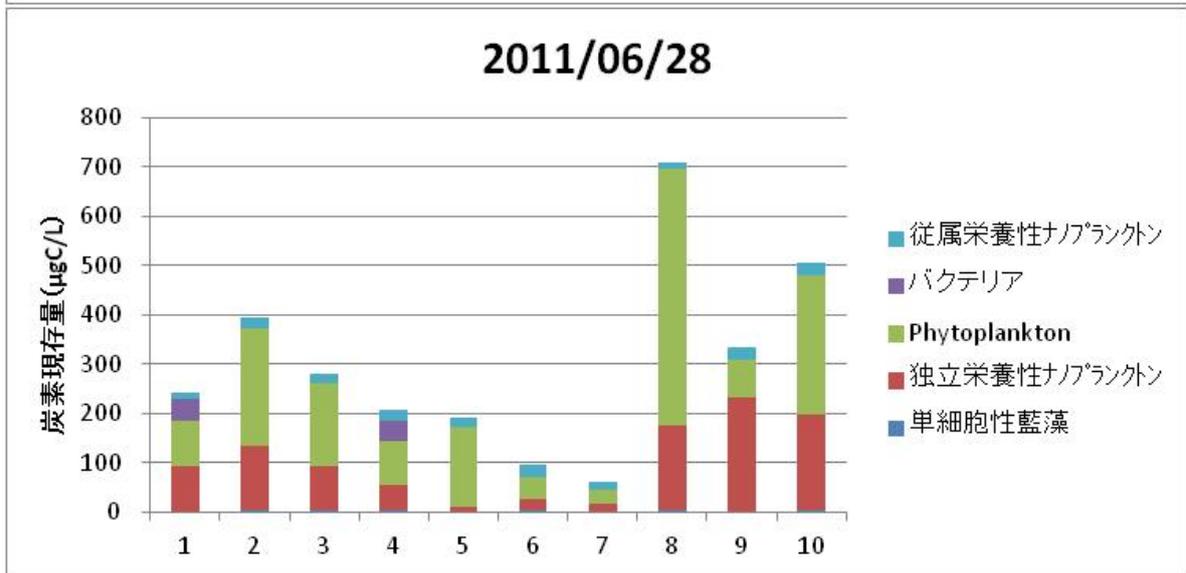
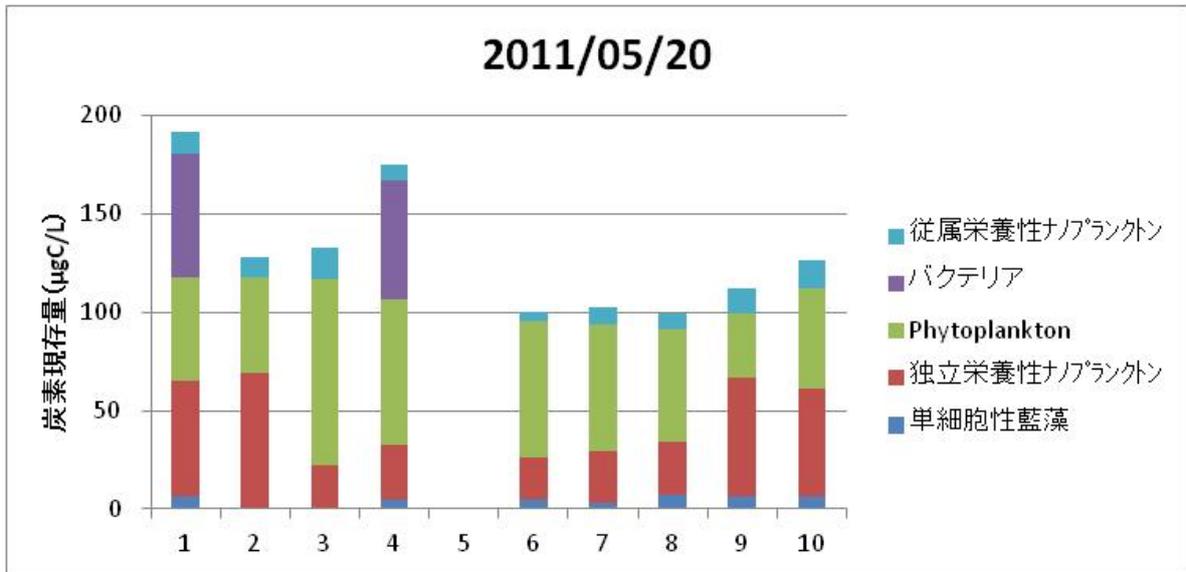


図 1.3(2) プランクトンの炭素現存量

動物プランクトンは、基礎生産等によって生成された有機物を消費し、さらに高次の消費者に捕食されることにより、水域における物質を低次から高次へと受け渡す役目を担っており、水域内の物質循環を考える上で非常に重要であるとともに、水産の視点からも浮魚類の餌料として重要な位置づけにある。

このため、1950年前後より漁海況予報を目的として全国各地の水産試験研究機関により定線調査が開始され、1964年以降には水産庁予算により、浅海定線、沿岸定線、沖合定線と呼ばれる観測定線が日本全域に整備され、水温や塩分等の調査とともに漁業資源の餌料環境を把握する目的でネットにより動物プランクトンの採集が行われている。これらのデータのうち、本州東方海域を対象とした1950年代からの動物プランクトンの湿重量を解析したデータセットは、解析者に因んでオダテコレクションという通称で知られている。小達(1994)のデータは、動物プランクトン現存量が長期的に変動していることを明らかにし、このような変動は、気候変動と相関があると考えられている。杉崎(2008)はさらに、オダテコレクションを解析し、気候変動パターンとカイアシ類の生産との関係や捕食者としてのマイワシ資源量との関係について考察している。

三河湾における動物プランクトンの長期変動については、船越(1995)や山田・柳橋(2009)が解析を行っており、現存量の低水準とマイワシの関係や、現存量の増加における暖水種の増加と秋季の水温上昇等について考察されている。

図1.4に1980~1994年、1995~2009年の三河湾内の4測点における沿岸定線プランクトン湿重量(単純年平均値)の経年変化を示す。㊟Bネット(目合330 μ m)で採集していることから、ここでは得られた値はカイアシ類を中心とした動物プランクトンの値であると仮定した。小達(1994)では、本州東方海域の動物プランクトン現存量は1980年代半ばから1990年代初頭まで低水準期でその後高水準期に移行している。三河湾では、1980年代と1990年代後半は概ね低水準であり、1990年代後半から2000年代半ばにかけて高水準の現存量を示す測点が見られる。

図1.5に、1956~2010年の愛知県のいわし類漁獲量の経年変化を示す。船越(1995)は1980年と1987年の動物プランクトン現存量の低下は、マイワシ来遊量との関係で説明できるとしている(図中の白矢印が該当年)。また、逆にマイワシ漁獲量が低下している年は動物現存量が多くなっている(図中黒矢印)。

以上のことから、イワシ類による捕食圧を漁獲量から推定してモデルで考慮する。

参考文献：

小達和子 1994. 東北海域における動物プランクトンの動態と長期変動に関する研究. 東北水研報 No. 56: 115-172.

杉崎宏哉 2008. 東北海域の動物プランクトンの長期観測(小達コレクションの解析). 日本プランクトン学会報 第55巻 第1号: 30-32.

船越茂雄 1995. 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—. 日本海洋学会大会講演要旨集 秋季:388-389.

山田智・柳橋茂昭 2009. 伊勢湾・三河湾におけるかいあし類の長期変動. 日本プランクトン学会・日本ベントス学会合同大会

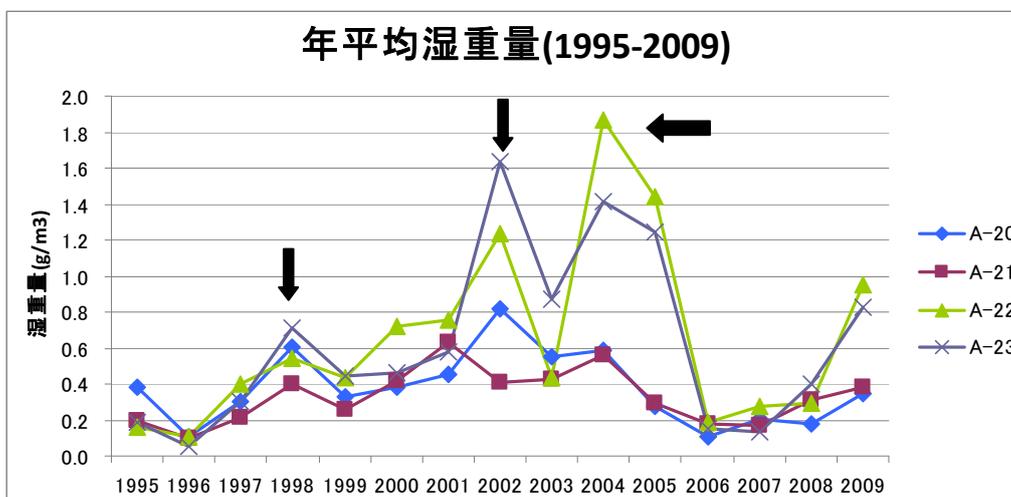
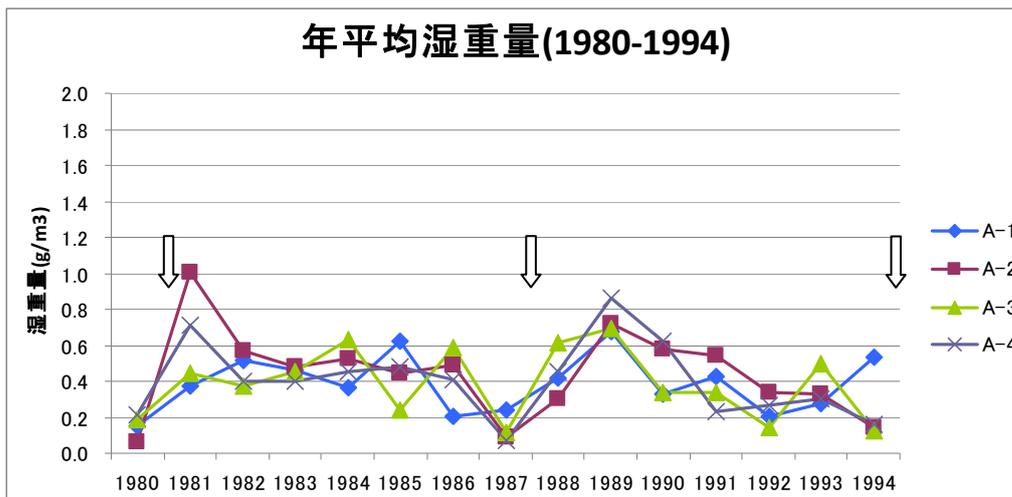


図 1.4 三河湾内の 4 測点におけるプランクトン湿重量の経年変化

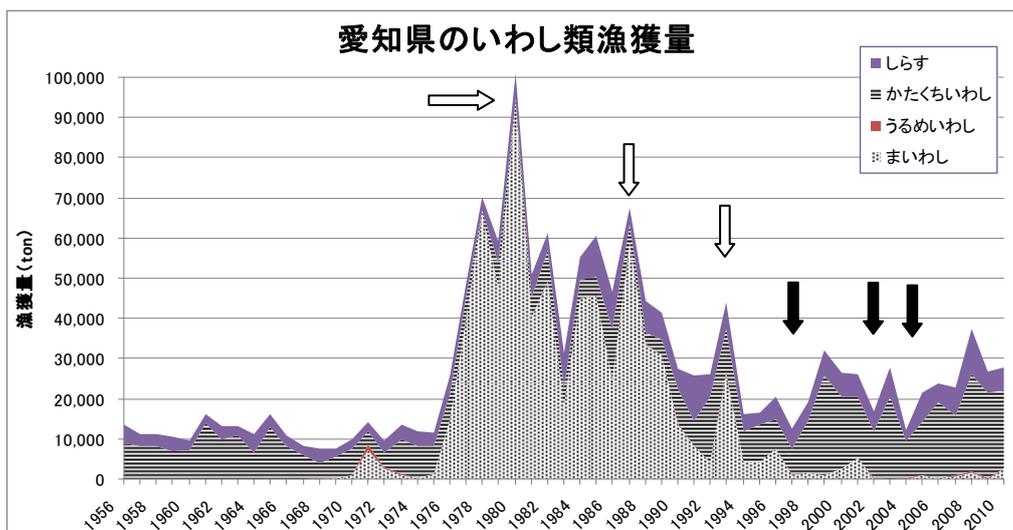


図 1.5 愛知県のいわし類漁獲量の経年変化

図 1.6 と 図 1.8 に昨年度の三河湾WGにおいて実施された現地調査結果からマクロベントスとメイオベントスの調査結果を窒素現存量に換算した結果を示す。

マクロベントス現存量については、懸濁物食者 (SF) は 9 月の測点 1 (六条潟) でもっとも高く、この内訳はほとんどがアサリであった。11 月、2 月調査時には測点 1 (六条潟) のアサリ現存量は低く、6 月には再び高い値を示した。測点 8 (一色干潟) では、9 月と 11 月の調査ではアサリが優占していたが、2 月と 6 月の調査ではアサリは出現しなかった。測点 1 (六条潟) と測点 8 (一色干潟) におけるアサリの平均体重を以下に示す。これによると、測点 1 (六条潟) で採取されたアサリは、主に稚貝であることがわかる。

アサリの平均体重 (湿重量/個体数) 単位 : g

	2010/09/16	2010/11/17	2011/02/08	2011/06/28
測点 1	0.20	0.31	0.96	0.07
測点 8	11.75	5.04	—	—

過去の三河湾における底生生物現存量調査結果では、六条潟の懸濁物食者 (SF) は 0～30gN/m² 程度、一色干潟では 1～10gN/m² 程度の値が観測されている。六条潟では特別採捕によって毎年 3000 トン程度の稚貝が稚貝が採集されるため、年間の現存量変化は人為的ではあるが、採捕後の資源量回復は極めて速やかであると考えられる。

堆積物食者 (DF) は、4 回の観測を通して、知多湾内の 3 測点 (測点 8、9、10) において比較的高い現存量が見られる。堆積物食者 (DF) についても、六条潟では 0～5 gN/m² 程度、一色干潟では 1～10gN/m² 程度の値が過去の調査で観測されていることから、昨年度の調査結果は若干値が低いと考えられる。

メイオベントスは、4 回の観測を通して、知多湾内の 3 測点 (測点 8、9、10) と湾口に近い測点 7 において比較的高い現存量が見られる。メイオベントスについては、過去の三河湾における底生生物現存量調査結果では、一色干潟において 20～50mgN/m² という値が観測されており、今回の調査結果は 6 月の測点 8 を除き、ほぼ同程度となっている。

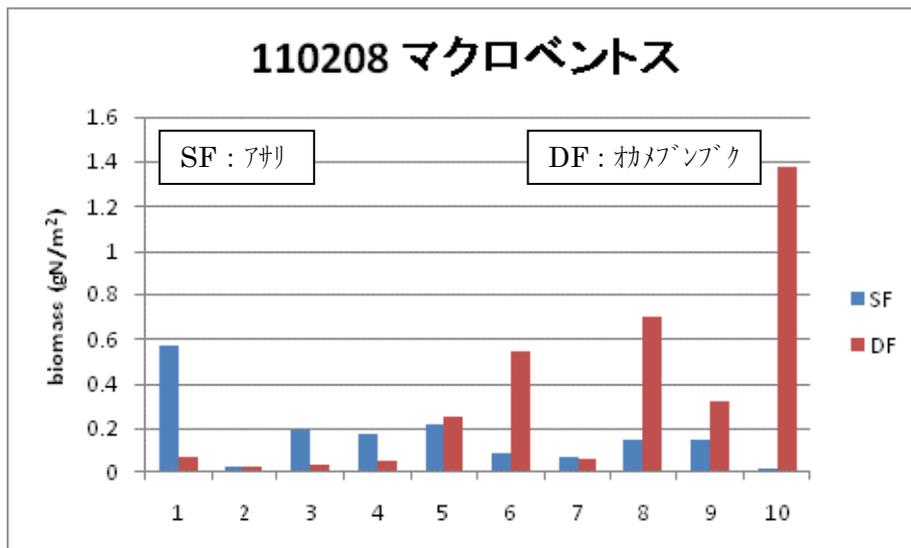
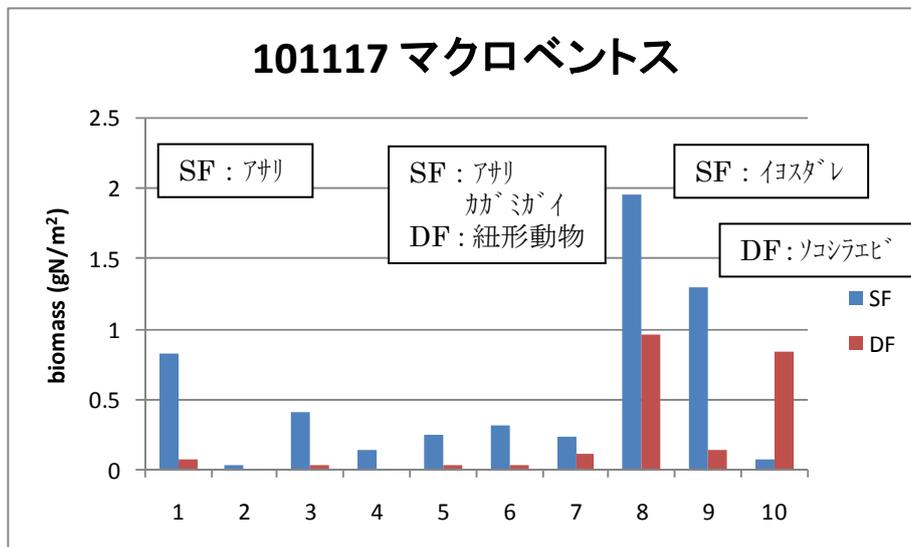
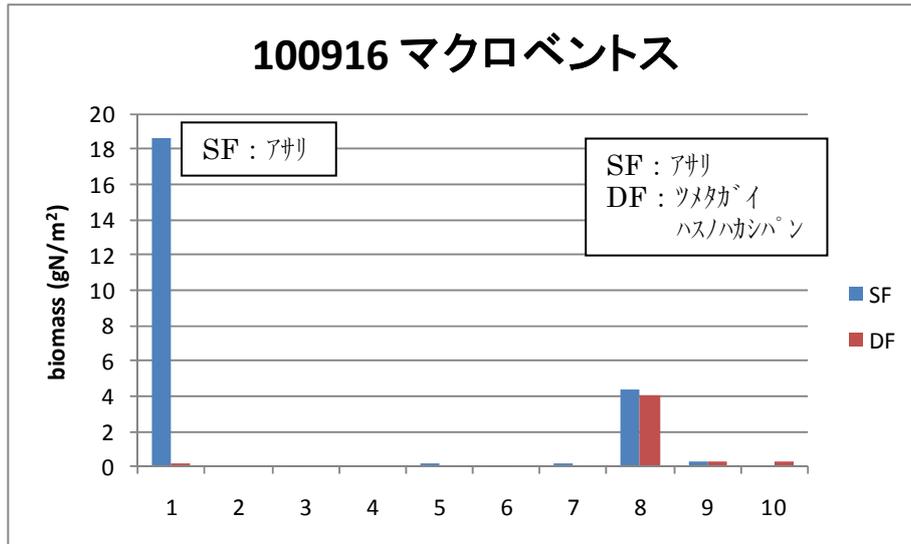


図 1.6(1) 三河湾 WG の現地調査結果 (マクロベントスの窒素現存量)

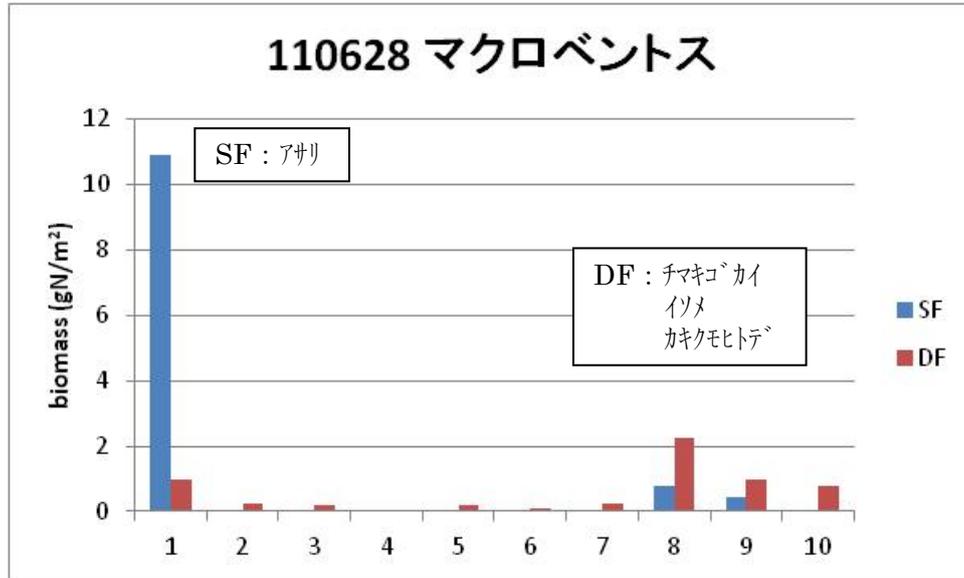


図 1.6(2) 三河湾WGの現地調査結果 (マクロベントスの窒素現存量)

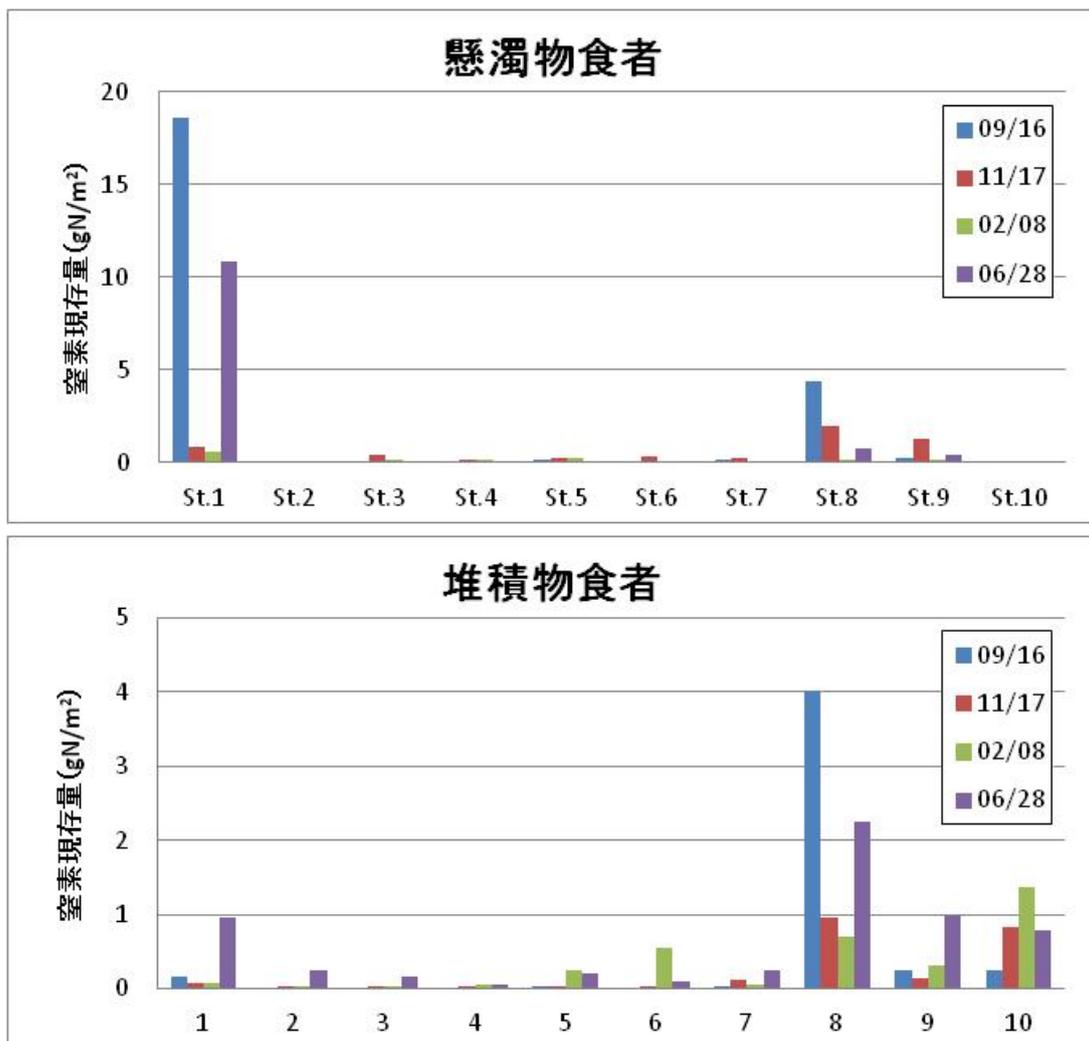


図 1.7 三河湾 WG の現地調査結果 (マクロベントスの窒素現存量)

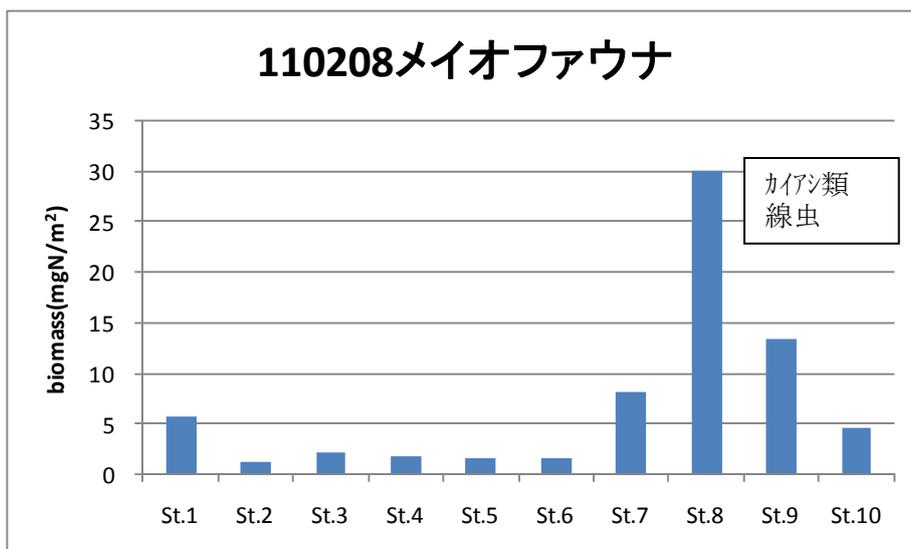
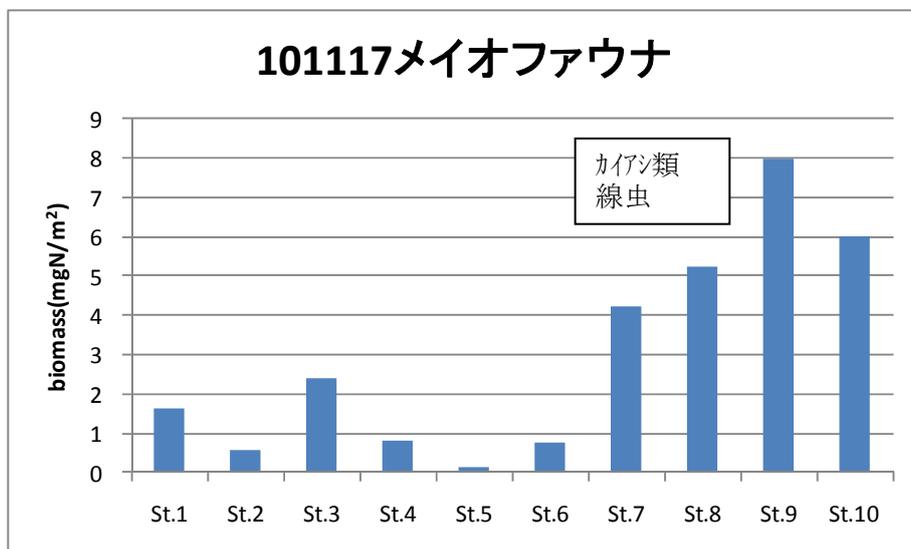
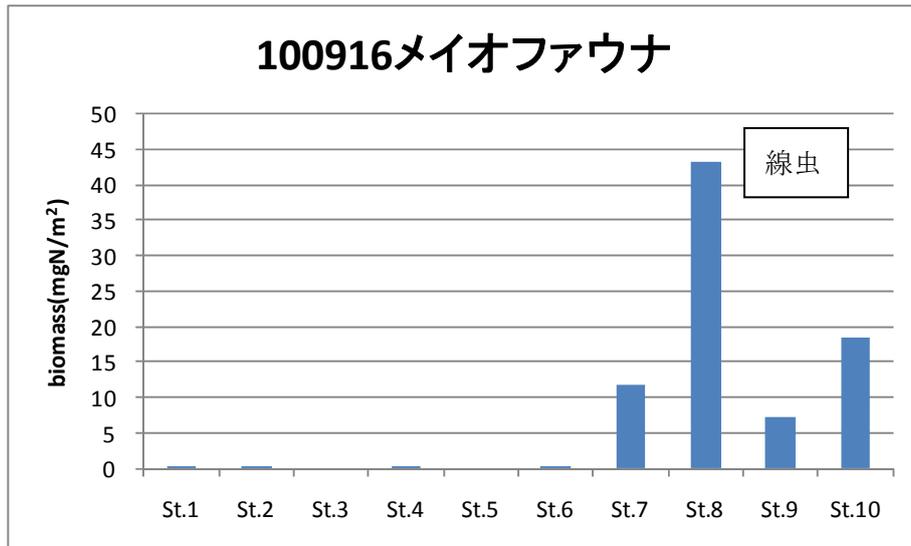


図 1.8(1) 三河湾 WG の現地調査結果 (メイオベントスの窒素現存量)

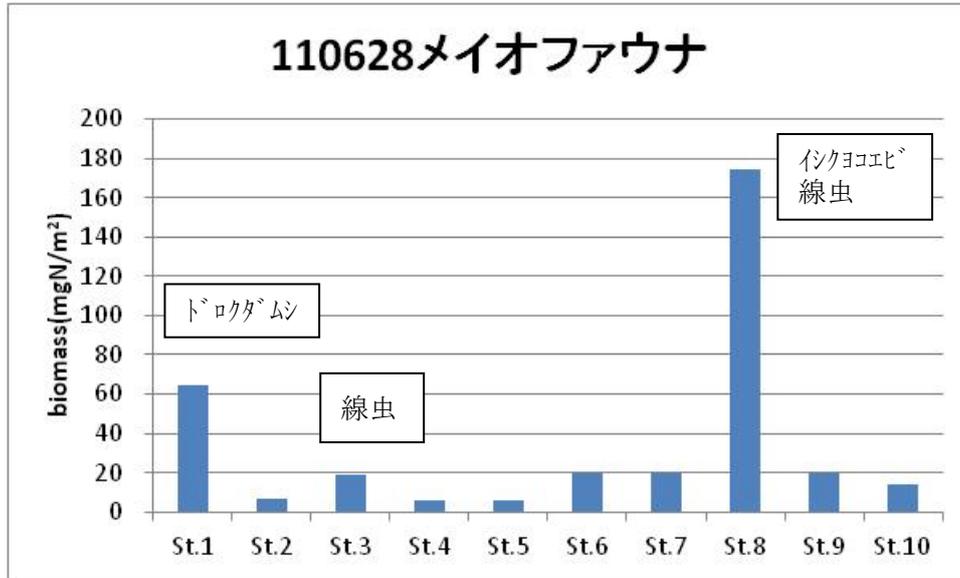


図 1.8(2) 三河湾WGの現地調査結果 (メイオベントスの窒素現存量)

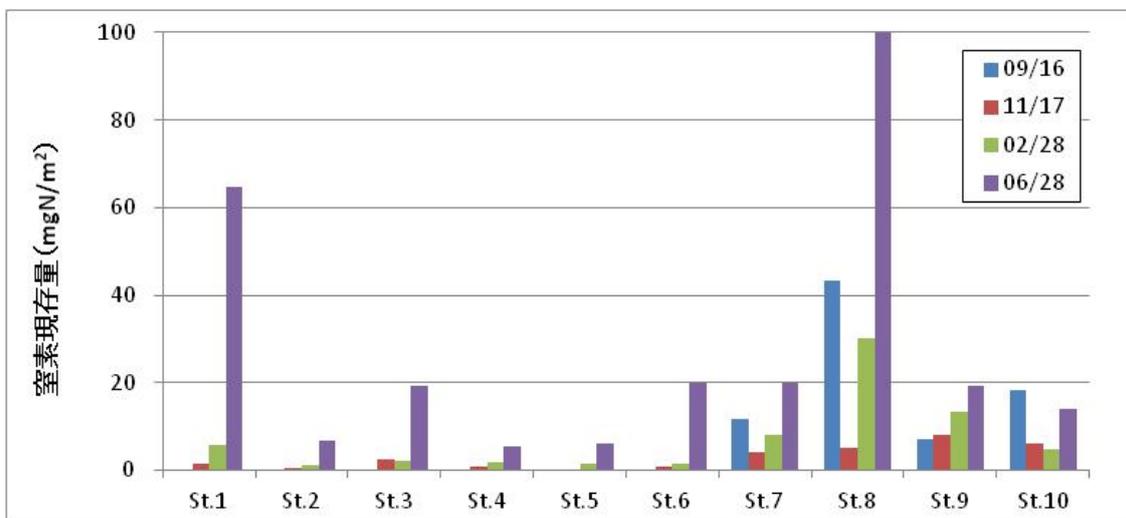
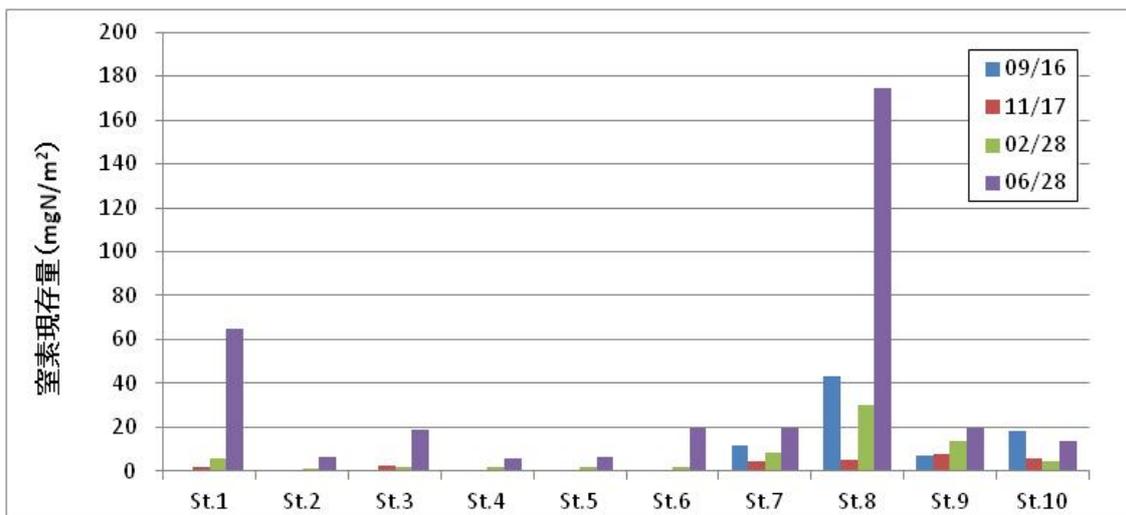


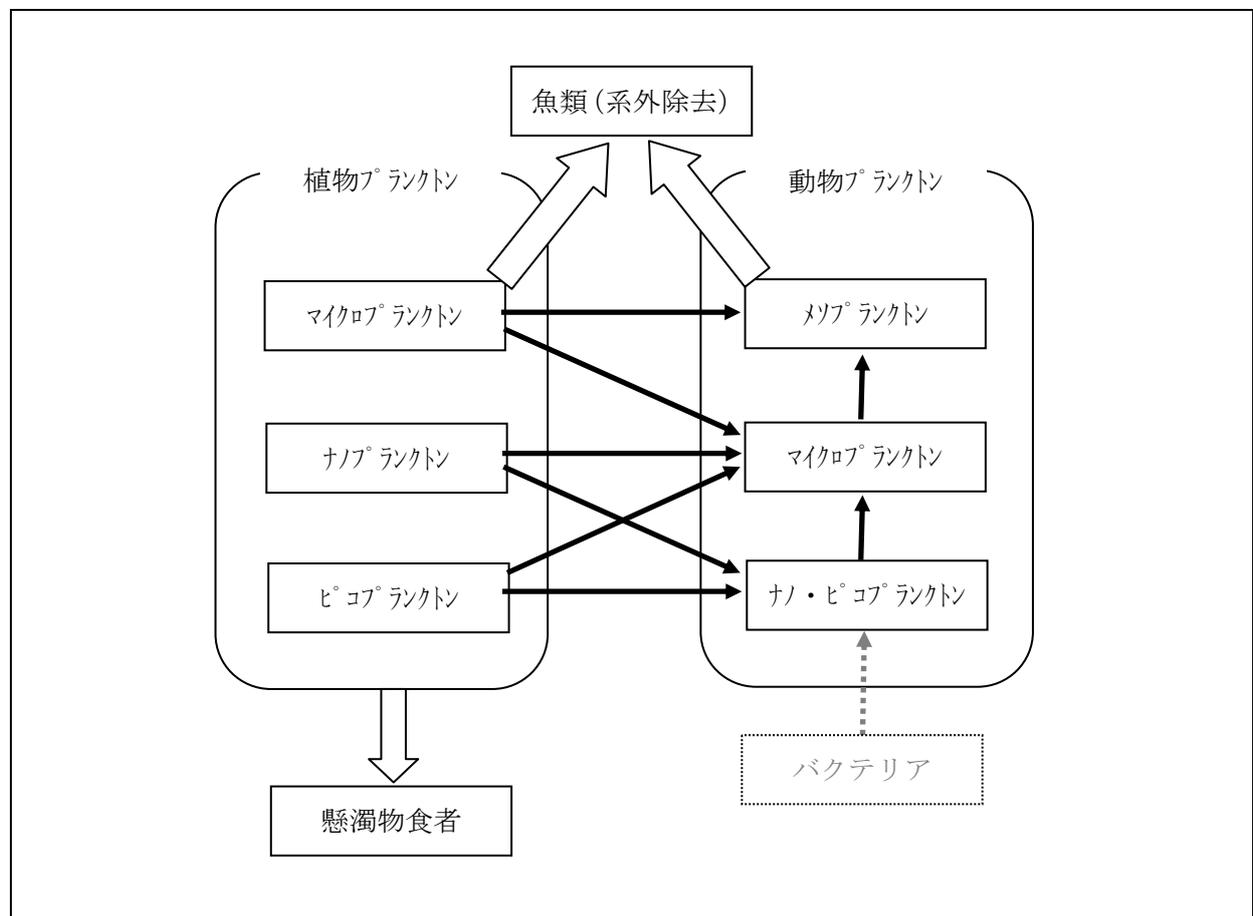
図 1.9 三河湾 WG の現地調査結果 (メイオベントスの窒素現存量)

以上の観測結果を踏まえ、三河湾を対象とした生態系モデルを以下のように改変した。

浮遊系の構成要素

昨年度	植物プランクトン		
今年度	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

昨年度	動物プランクトン		
今年度	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



底生系の構成要素

メイオベントス (BMEI) を追加。メイオベントスの餌料は、付着藻類、懸濁態有機物、メイオベントス (共食い) であり、堆積物食者に捕食される。

これらを考慮した計算結果は、水質濃度としてみると、昨年度の結果と大きくは変わらないが、貧酸素後の底生生物の回復がメイオベントスを考慮することによって若干速やかになった。

1.3 外海水の影響を踏まえた境界条件について

図 1.11 に 2009 年の中山水道ブイおよび愛知県水産試験場による渥美外海A-1 の水温・塩分観測結果を示す。また、図 1.12 には 2010 年の中山水道ブイおよび伊勢湾口ブイおよび渥美外海A-1 の水温・塩分観測結果を示す。それぞれの測定位置は図 1.10 に示す通りである。

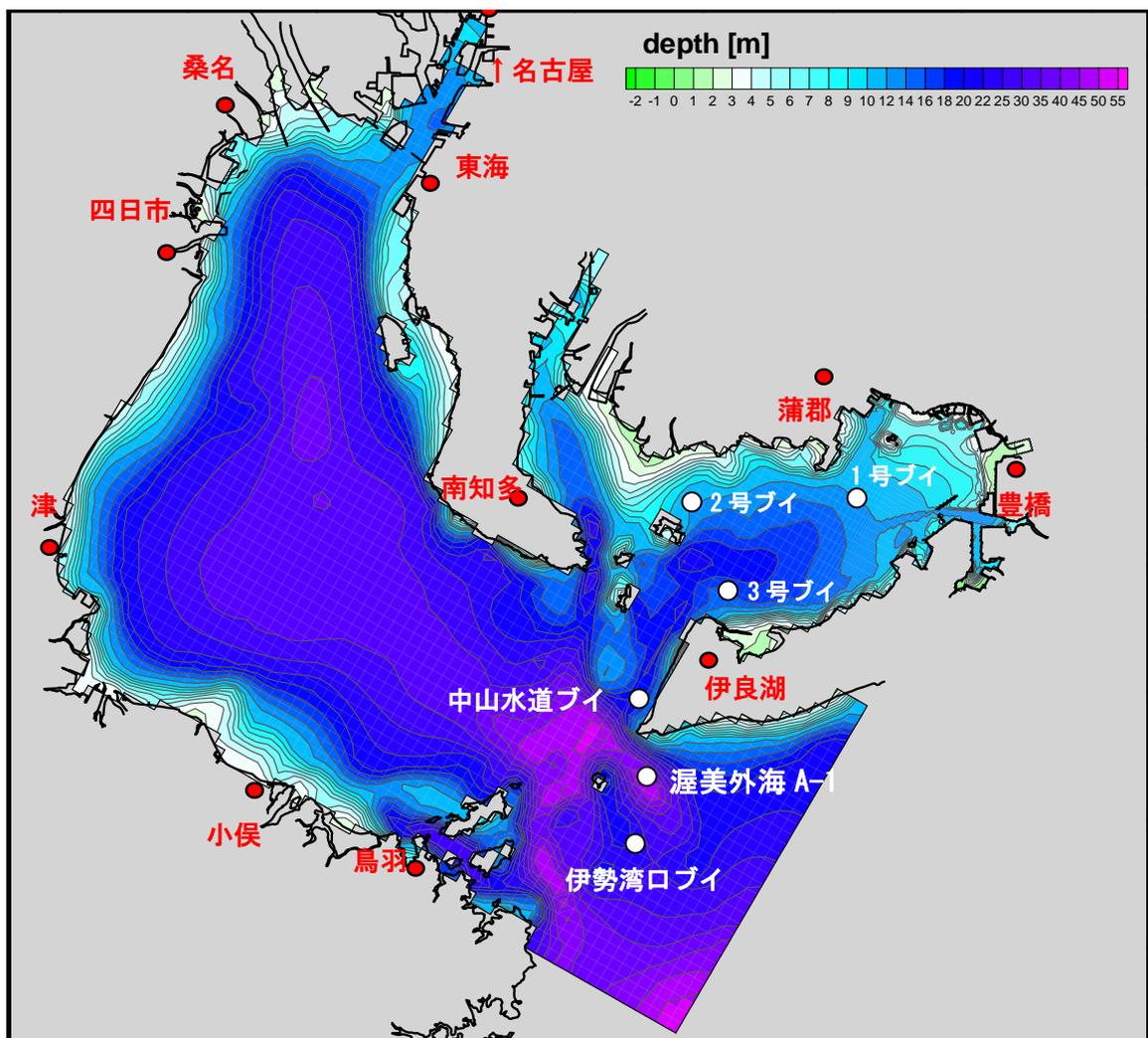


図 1.10 ブイおよび渥美外海観測点位置

出典：渥美外海観測結果（愛知県水産試験場提供）

伊勢湾環境データベースー水質定点観測リアルタイム情報配信システム（国土交通省中部地方整備局名古屋港湾空港技術調査事務所）

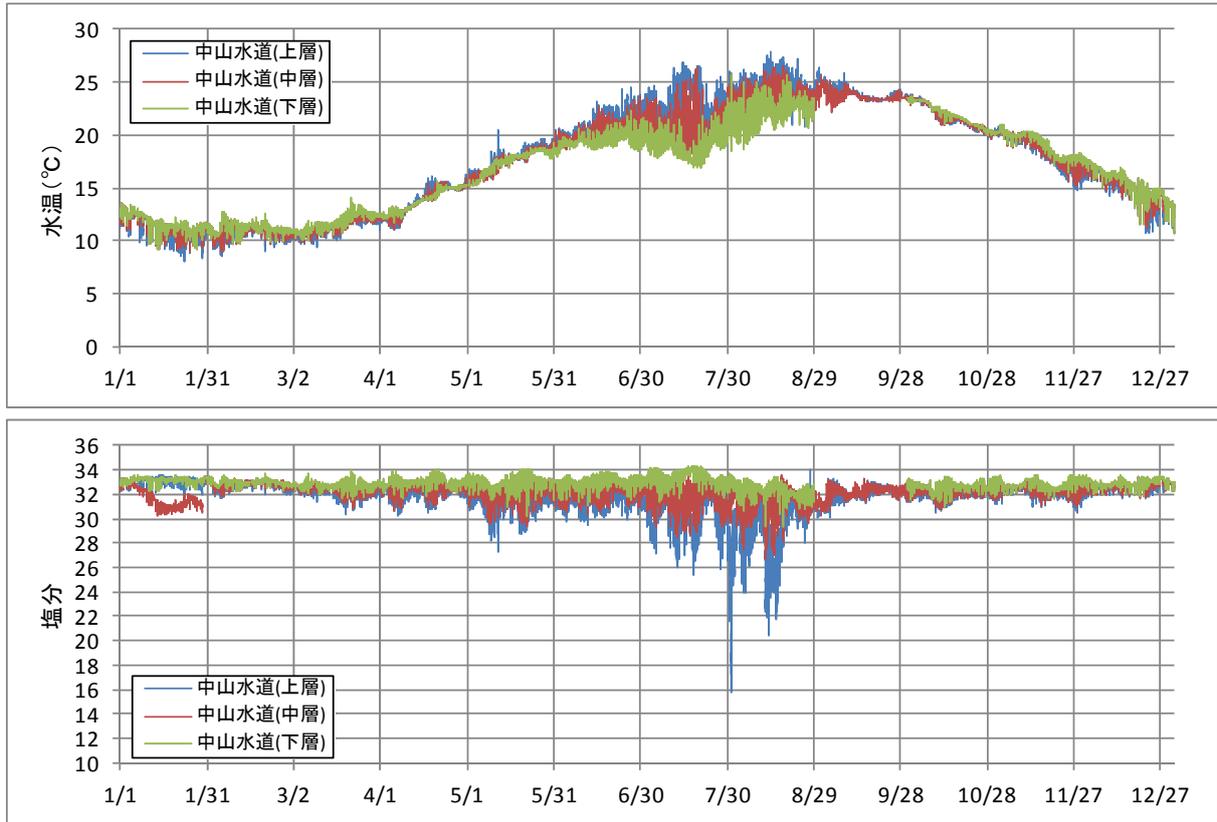


図 1.11(1) 2009 年の水質データ (中山水道ブイ)

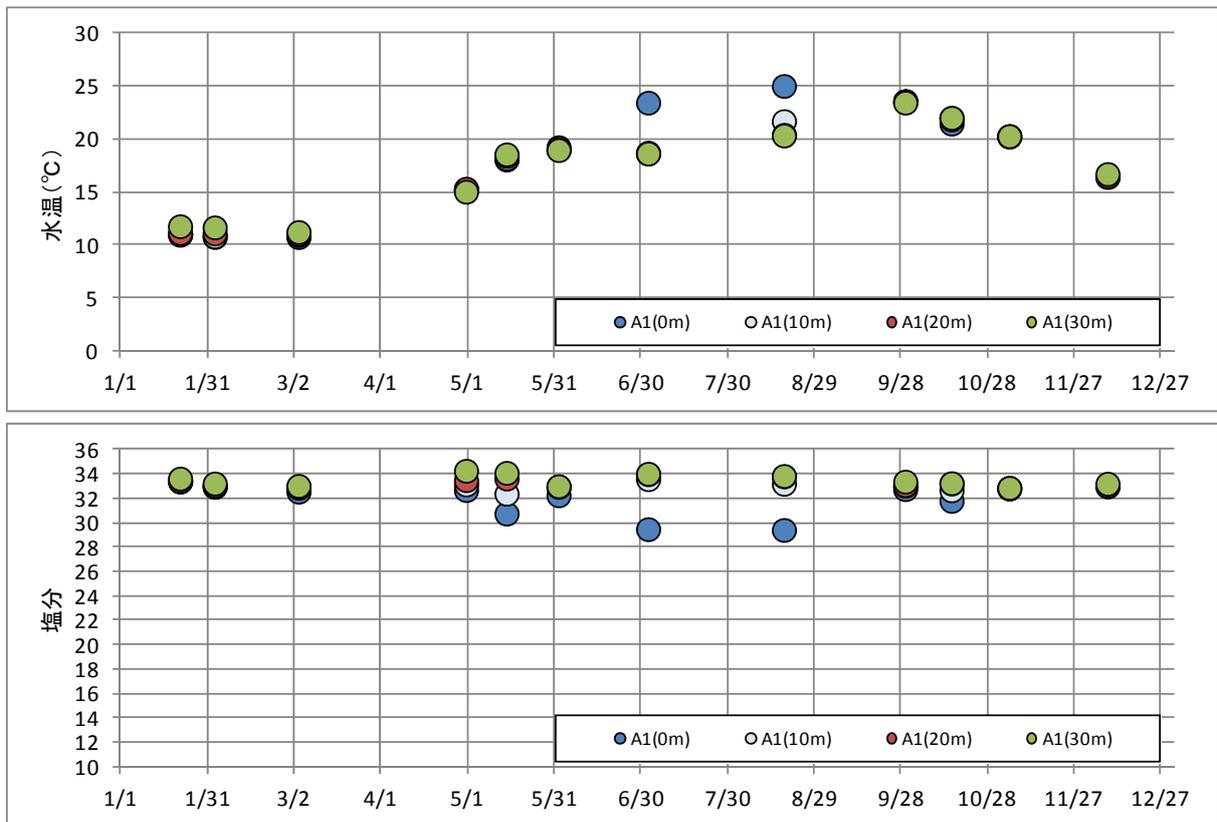


図 1.11(2) 2009 年の水質データ (渥美外海A1)

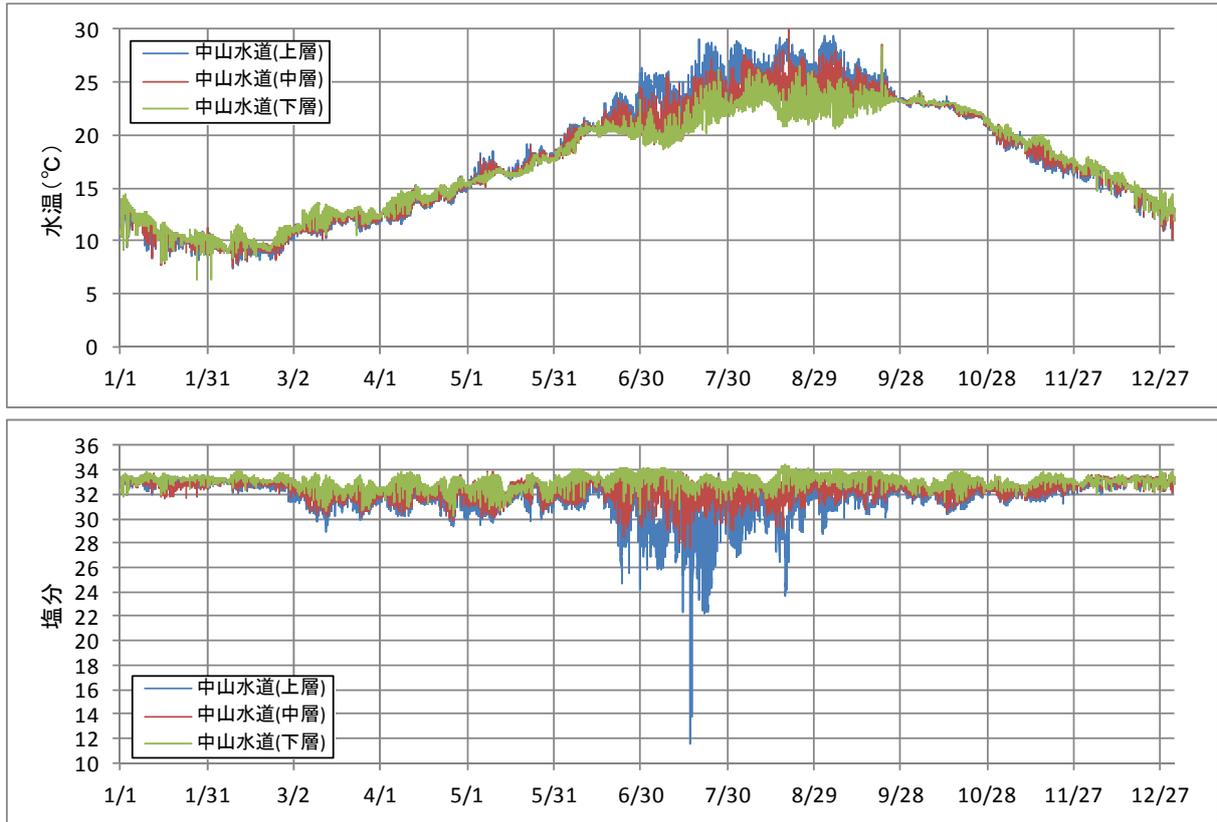


図 1.12(1) 2010 年の水質データ (中山水道ブイ)

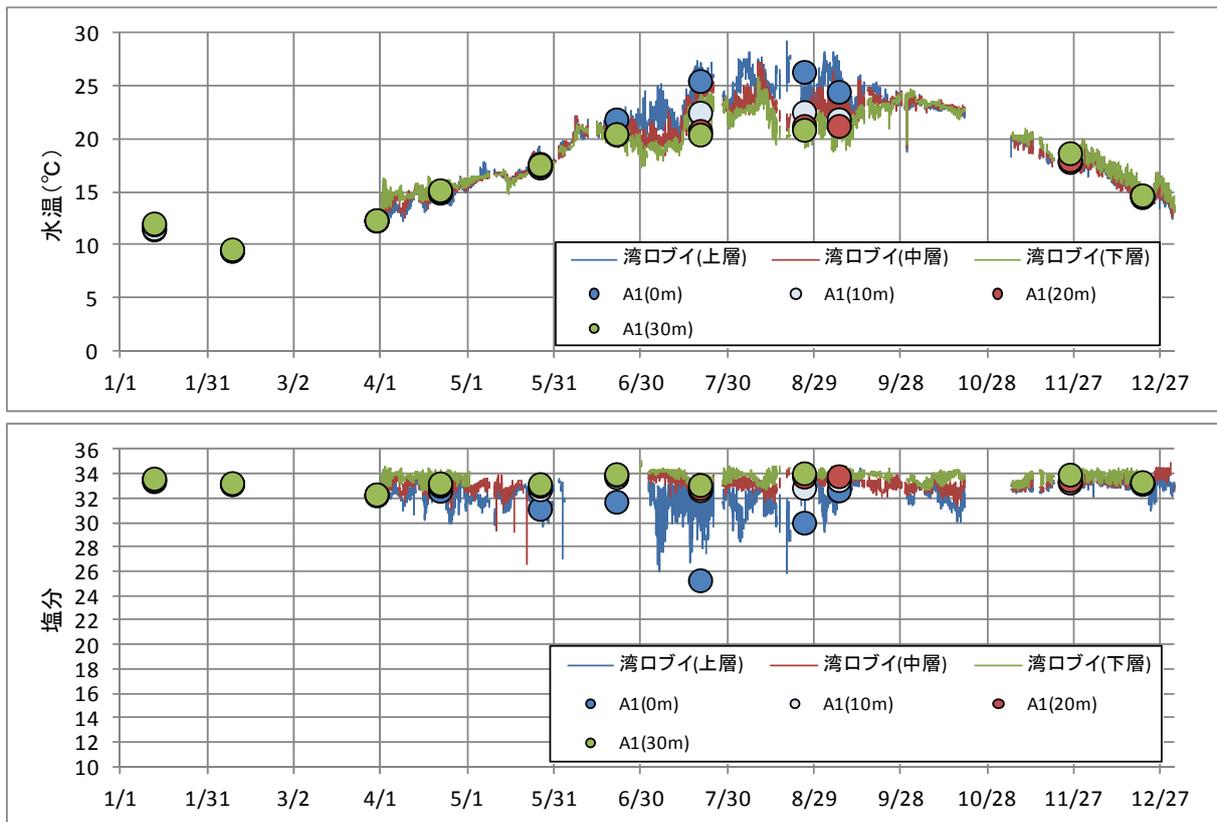


図 1.12(2) 2010 年の水質データ (伊勢湾ロブイおよび渥美外海A1)

2. 再現性の検討（2009年現況）

昨年度構築した三河湾の物質循環モデルを用いて、中山水道ブイが設置された2009年を対象に現況再現計算を実施した。

図 2.1 に示した三河湾1号～3号ブイと中山水道ブイにおける観測値と計算結果の比較を図 2.2～図 2.5 に示す。

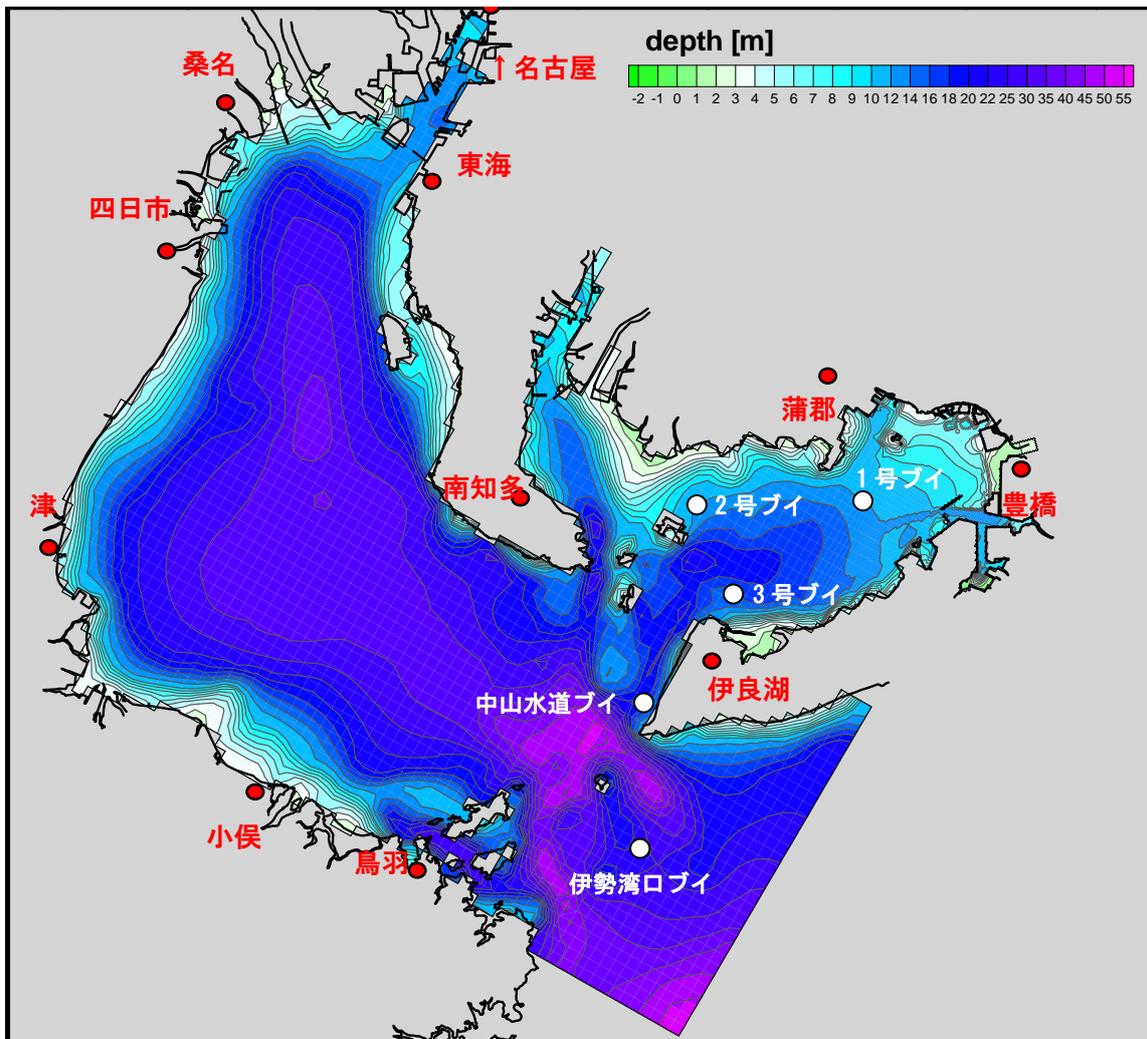


図 2.1 観測値と計算結果の比較地点

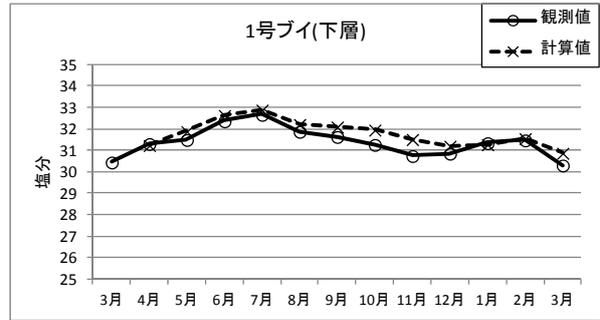
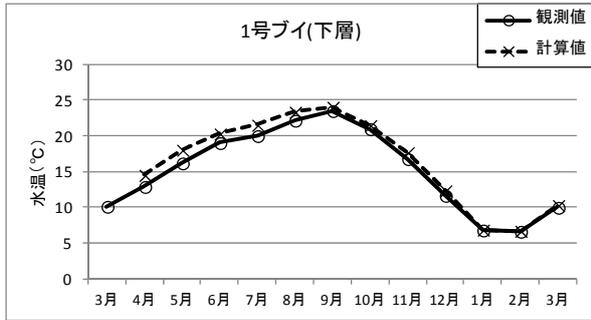
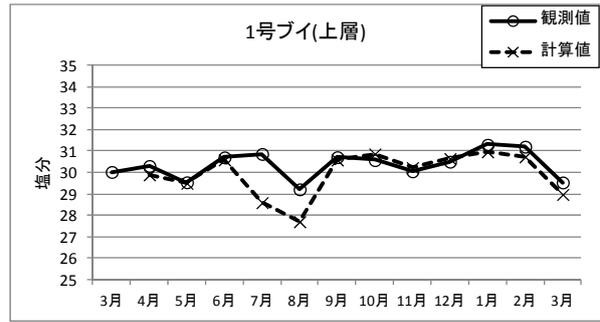
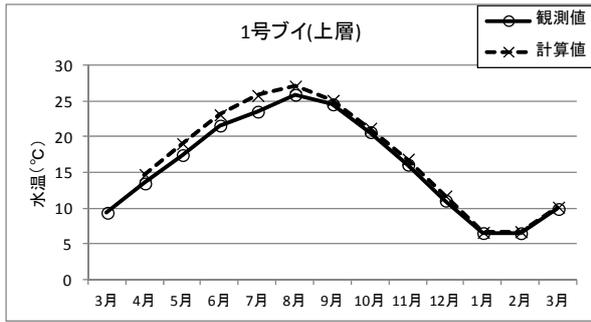


図 2.2 三河湾 1 号ブイの観測値と計算結果の比較

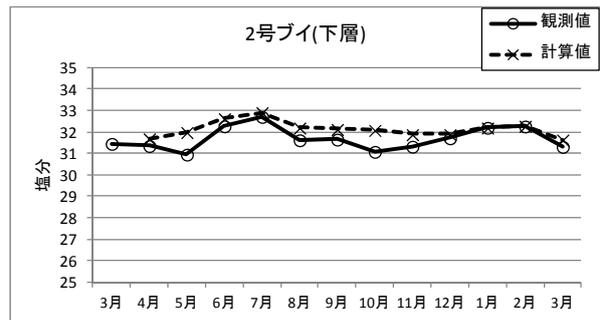
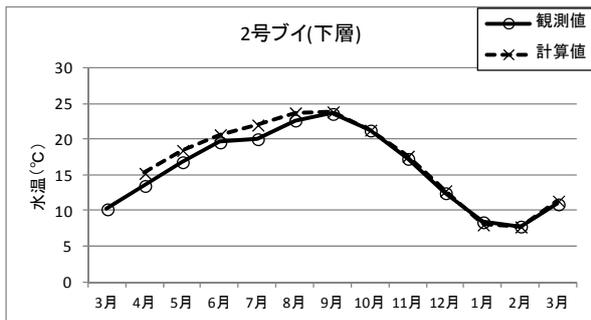
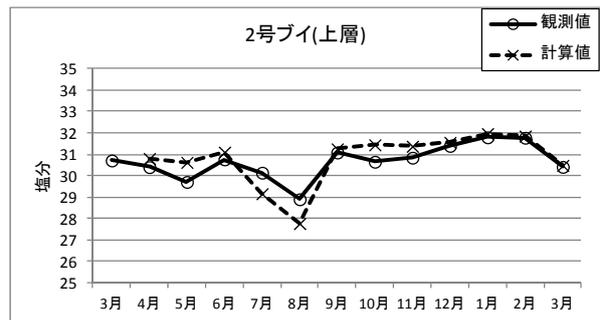
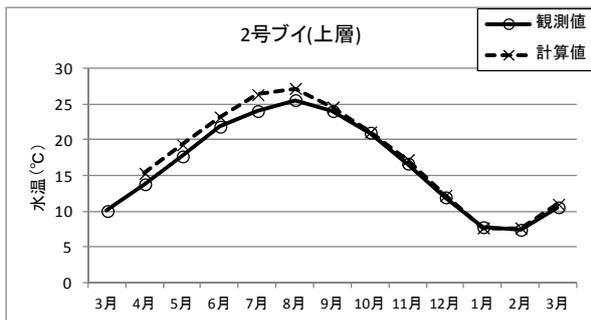


図 2.3 三河湾 2 号ブイの観測値と計算結果の比較

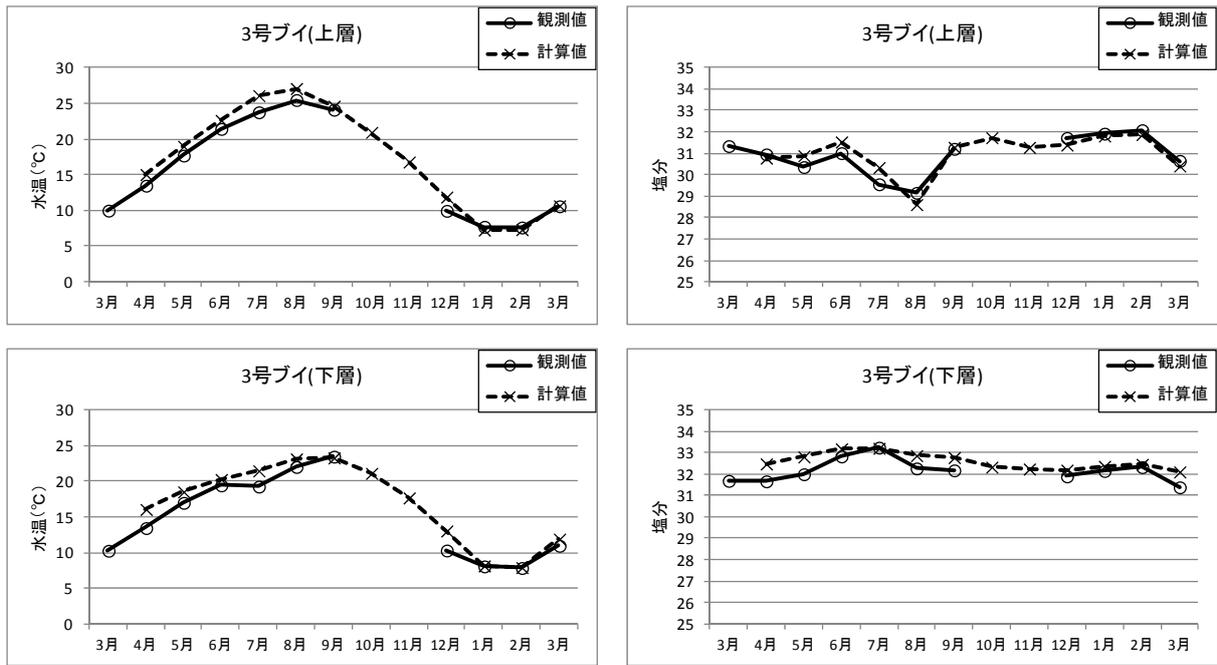


図 2.4 三河湾 3 号ブイの観測値と計算結果の比較

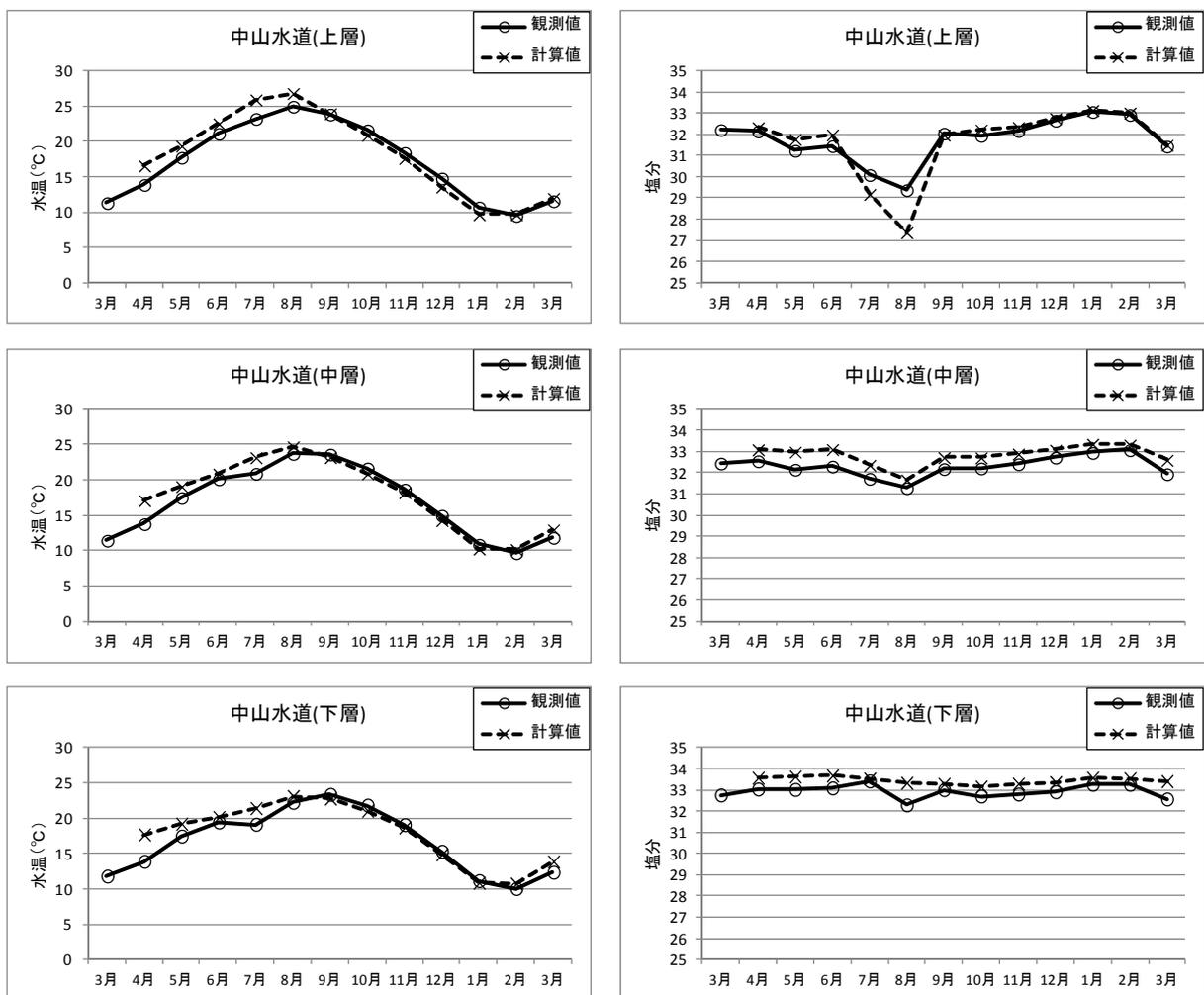


図 2.5 中山水道ブイの観測値と計算結果の比較

図 2.6 に示したStn.1～6 における実測値と計算結果の比較を以下に示す。

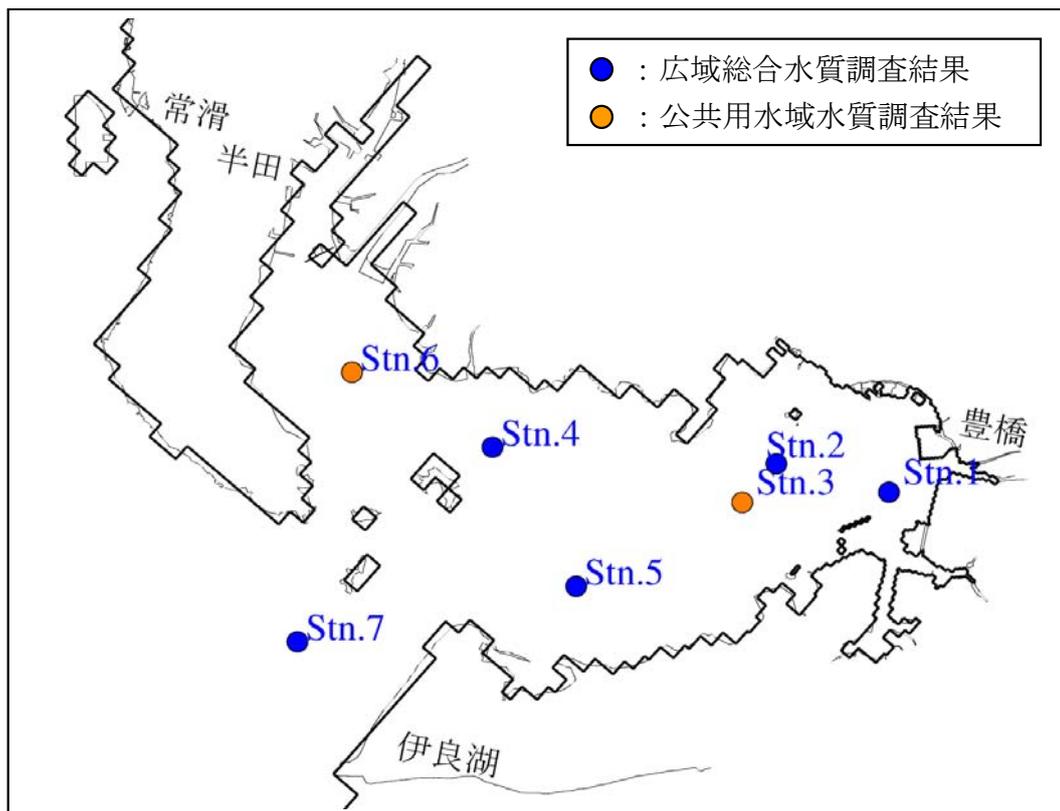
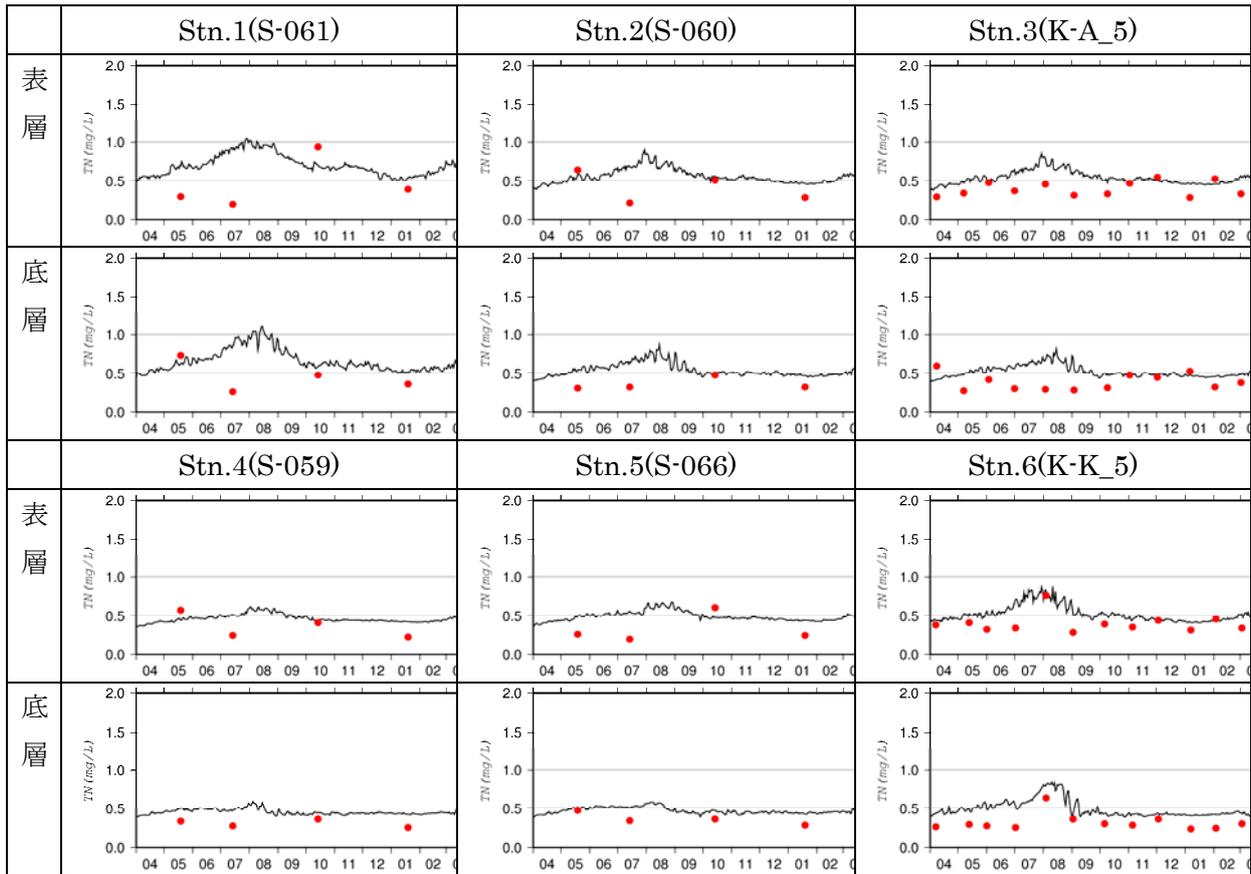


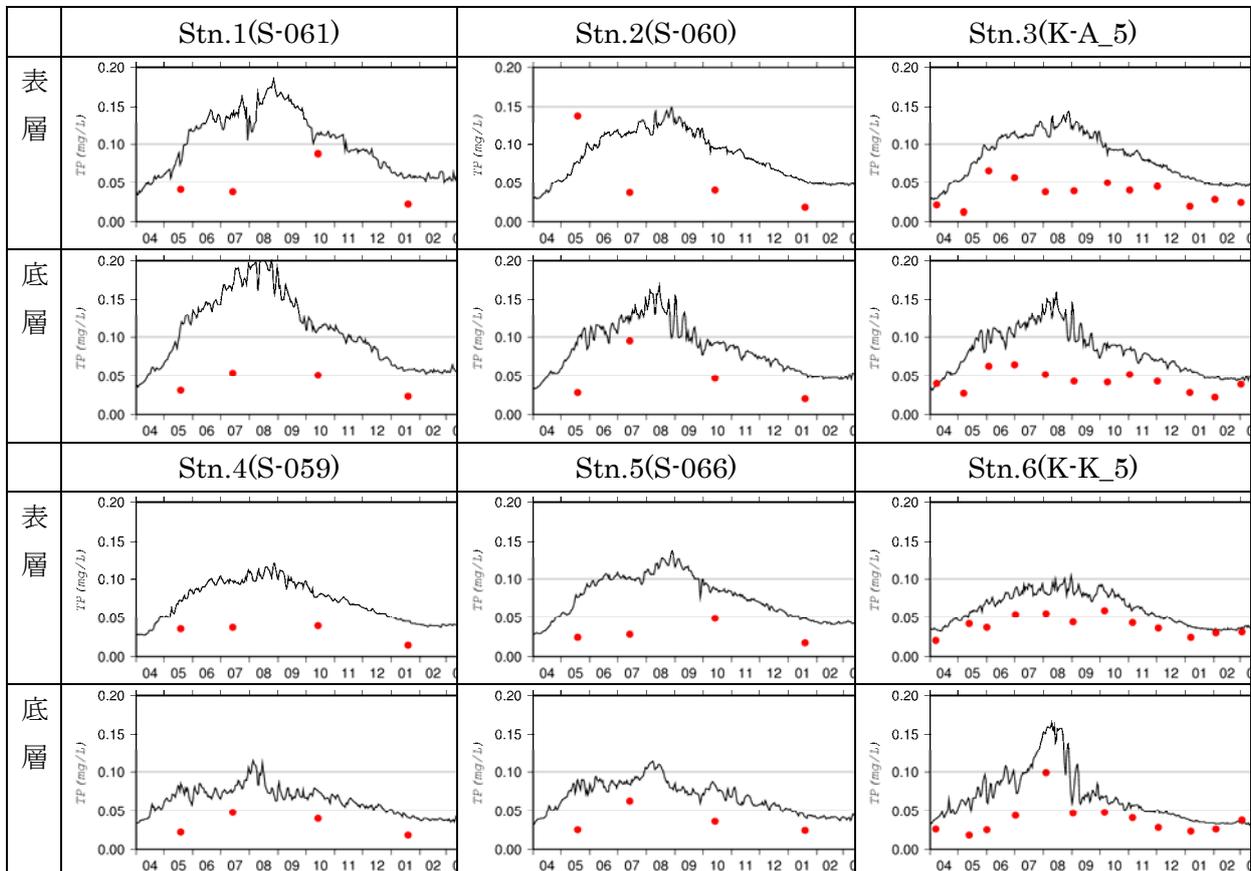
図 2.6 実測値と計算結果の比較地点

計算条件は、2006 年度の再現計算に用いたものと同様のものを用いている。その結果、夏季の底層溶存酸素濃度が低めに計算されており、その影響を受けて底層からの $\text{PO}_4\text{-P}$ の溶出が過大に計算されている。

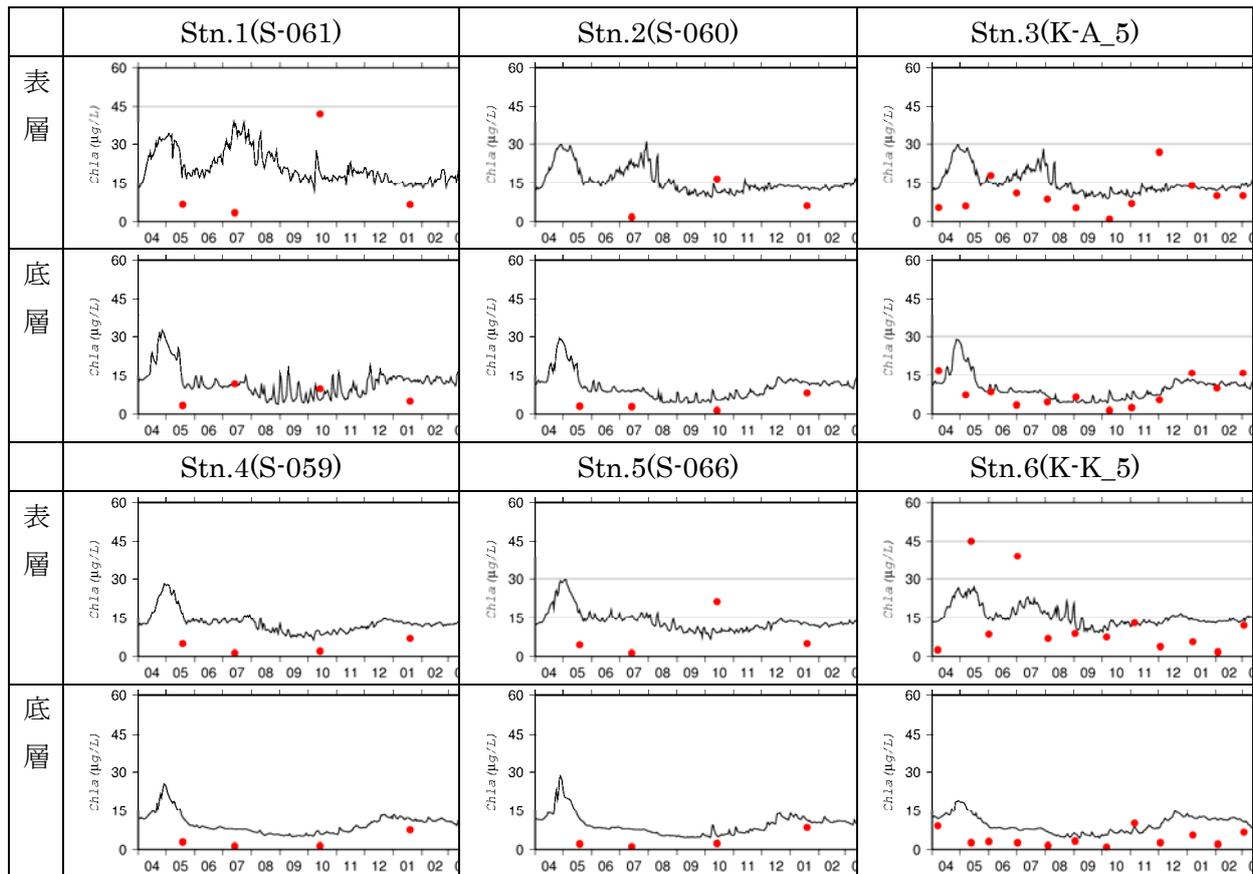
T-N



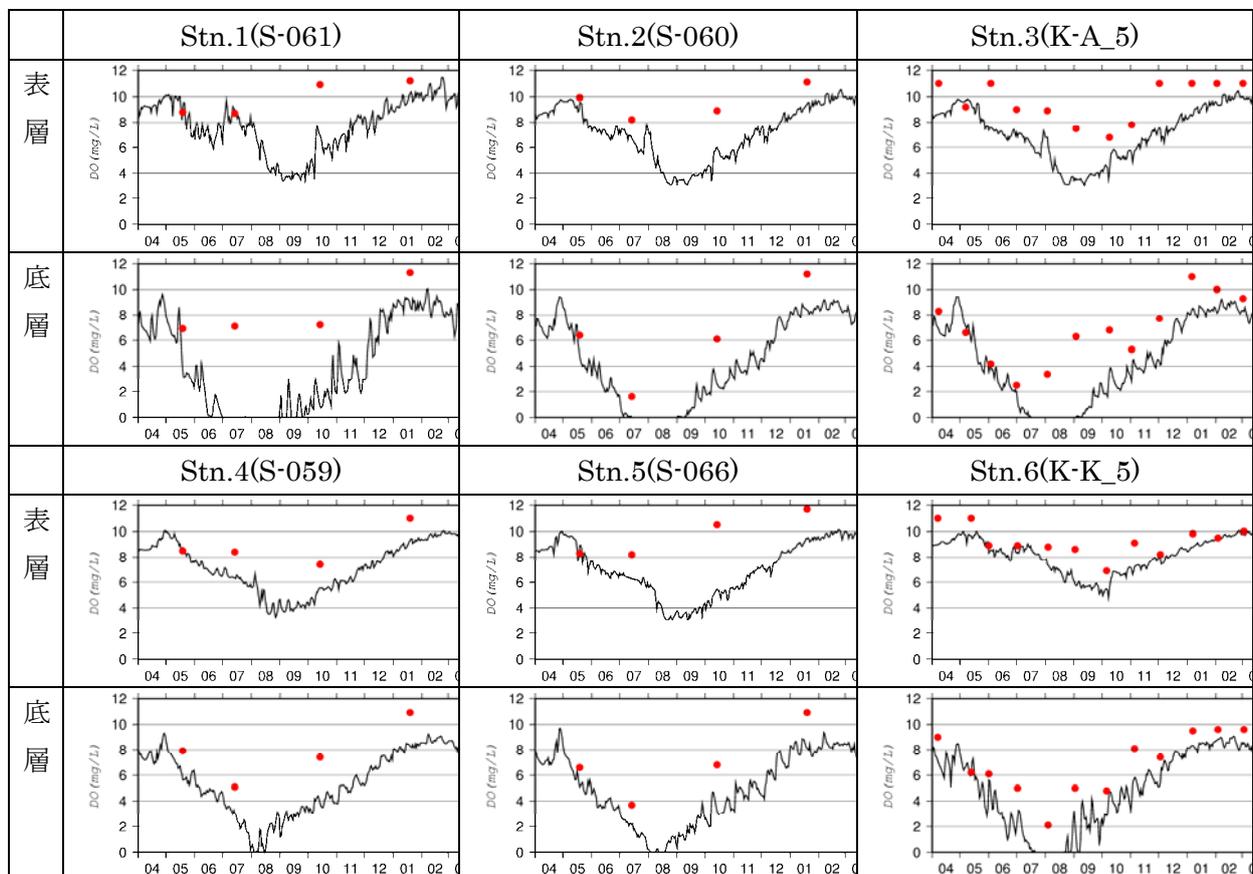
T-P



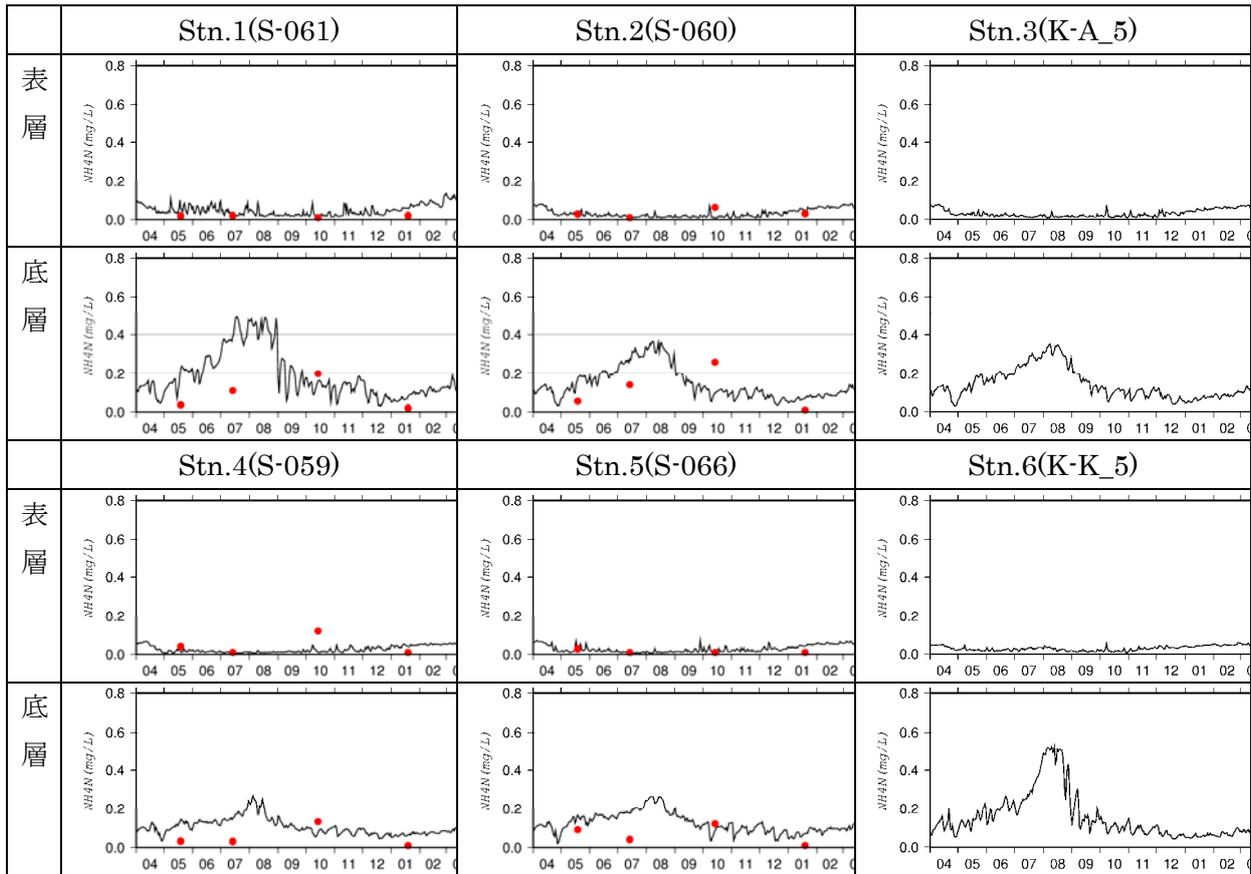
Chl-a



DO



NH₄-N



PO₄-P

