

# 陸域汚濁負荷量算定プログラム

## 操作等説明書

平成25年2月

国土交通省国土技術政策総合研究所

下水道研究部下水道研究室

## 目 次

1. 汚濁負荷量解析プログラムについての概要 .....	1
2. プログラム対象流域 .....	2
3. データファイルの構造及びデータ項目について.....	7
4. 負荷量算出式について.....	23
5. 汚濁負荷量解析プログラムの使用方法 .....	29
6. サンプルデータファイルについて.....	41

参考資料 1 汚濁負荷算定プログラムに関する参考資料

参考資料 2 海洋水質予測シミュレーションの考え方

参考資料 3 将来にシナリオに基づく将来の日本近海の水質予測の検討事例

## 日本海等の流域からの汚濁負荷量算定プログラム 説明書

本プログラムは、東アジアに位置している日本海、東シナ海、黄海、渤海へ、沿岸に位置する日本、韓国、中国、ロシアからの汚濁負荷量の算定、及び将来における汚濁負荷量の予測を行うシミュレーション計算モデルである。また、このプログラムで計算した汚濁負荷量データを、海洋水質を予測するシミュレーションモデルに導入することで、海洋における水質予測も可能である。

以下に、その概要、操作手順、活用方法について説明する。

# 1. 汚濁負荷量解析プログラムについての概要

汚濁解析プログラムは、図 1.1の左側に示す Step1～Step5 の5つのデータファイルを作成し、汚濁負荷量計算プログラムを実行することにより、現況及び将来における汚濁負荷量を自動的に計算することが可能な構造となっている。また、負荷量算出結果は、自動作成される表（海域別負荷量まとめ表、発生源別負荷量まとめ表、サブブロック別負荷量まとめ表）を閲覧する方法の他に、別途構築を行ったグラフ化プログラムへ出力データを移行することにより、汚濁負荷量の時系列変化を把握することが可能となっている。

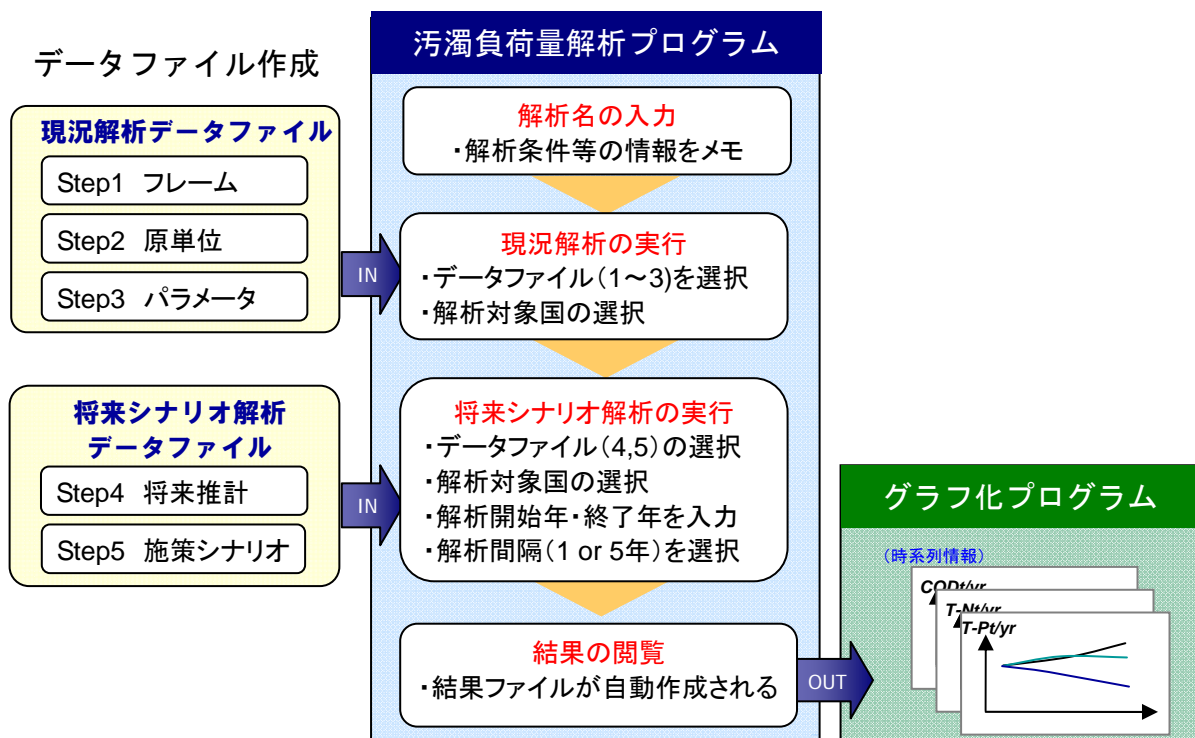


図 1.1 汚濁負荷量解析プログラムの概要

## 2. プログラム対象流域

本調査の対象区域は、図 2.1に示す中国、日本、韓国及びロシアの日本海、東シナ海、黄海、渤海流域とする。ただし、ロシアについては、統計資料が得られた、サハリン州、ハバロフスク地方を除く沿海地方のみを本調査の対象とした。

また、本プログラムでは、各種計算を行うにあたり、各国の対象流域をサブブロックとして分割した。サブブロック割図を図 2.2～図 2.5に示す。

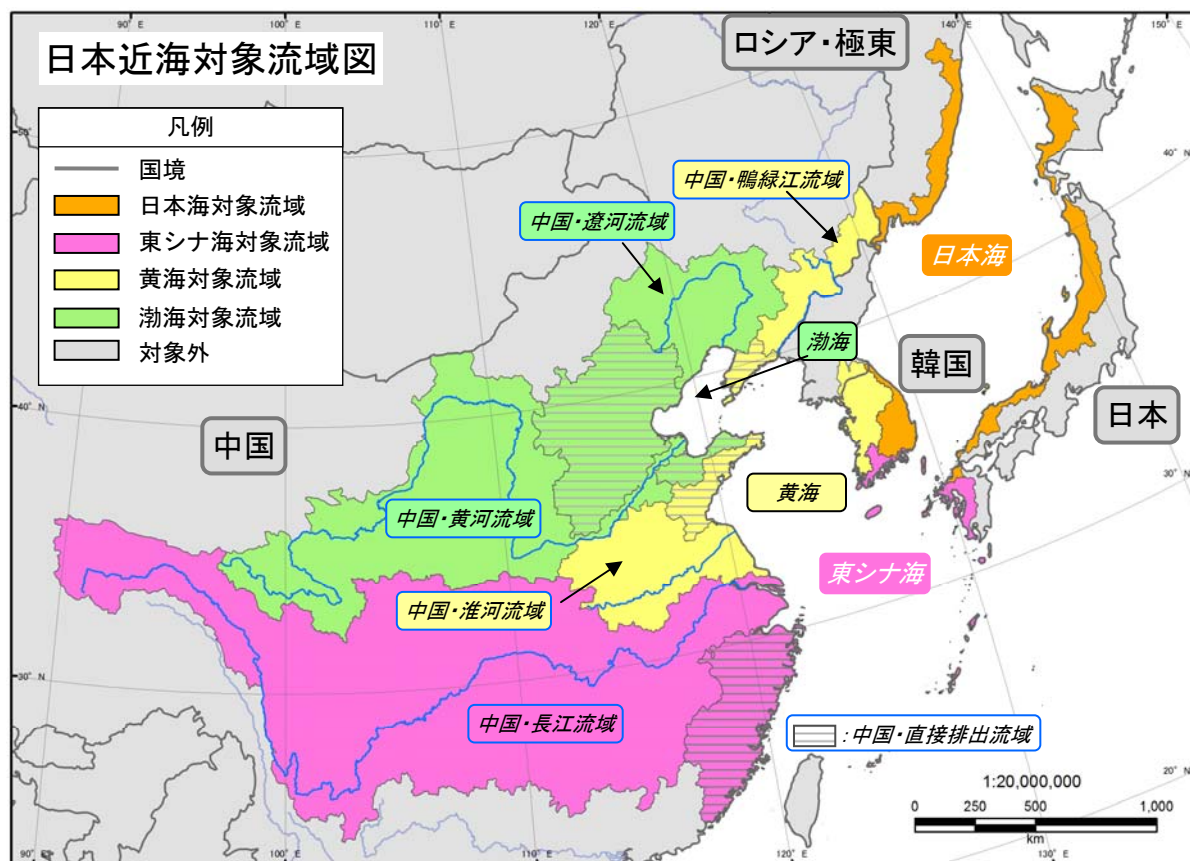


図 2.1 調査対象区域

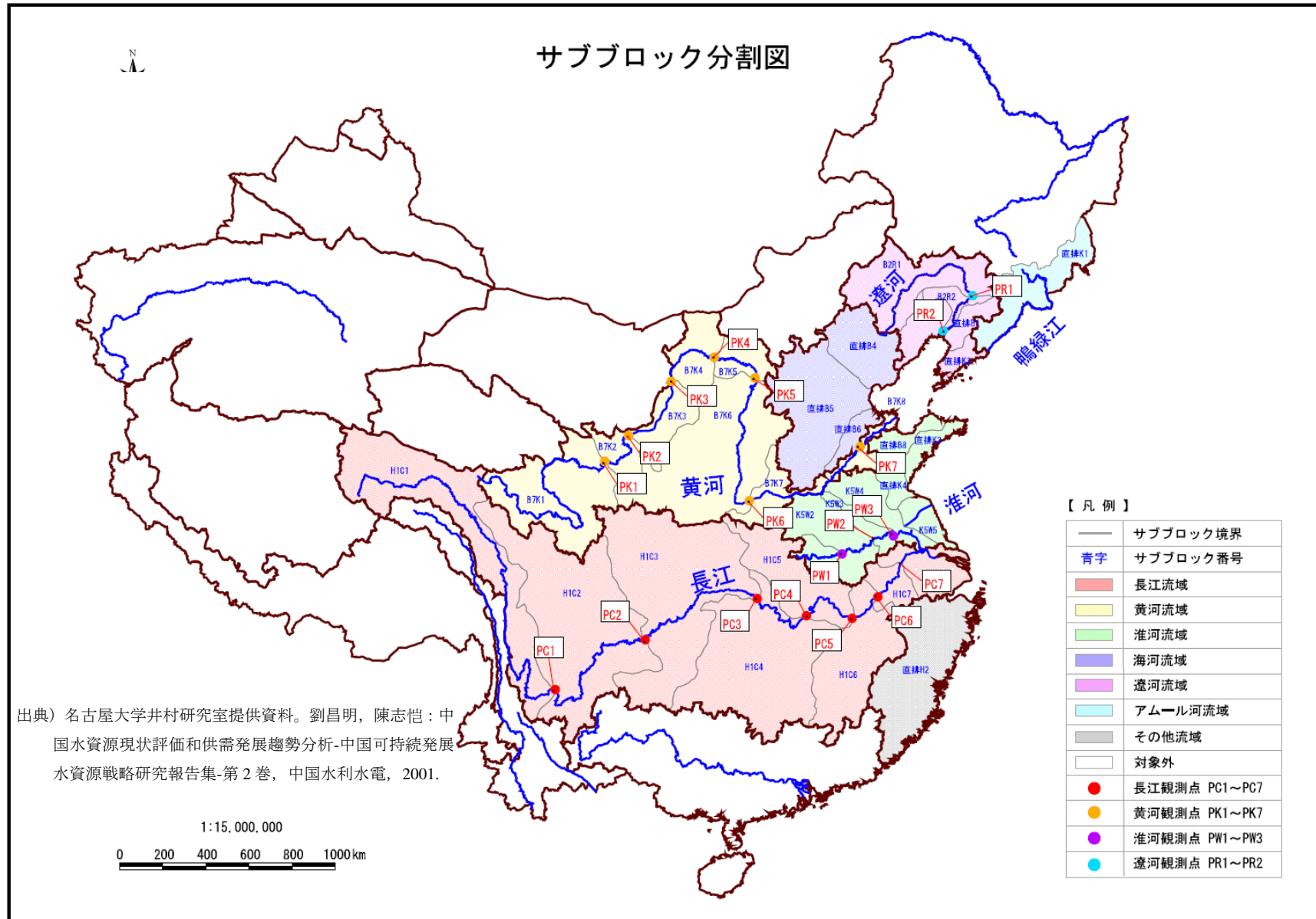


図 2.2 サブブロック位置図（中国）

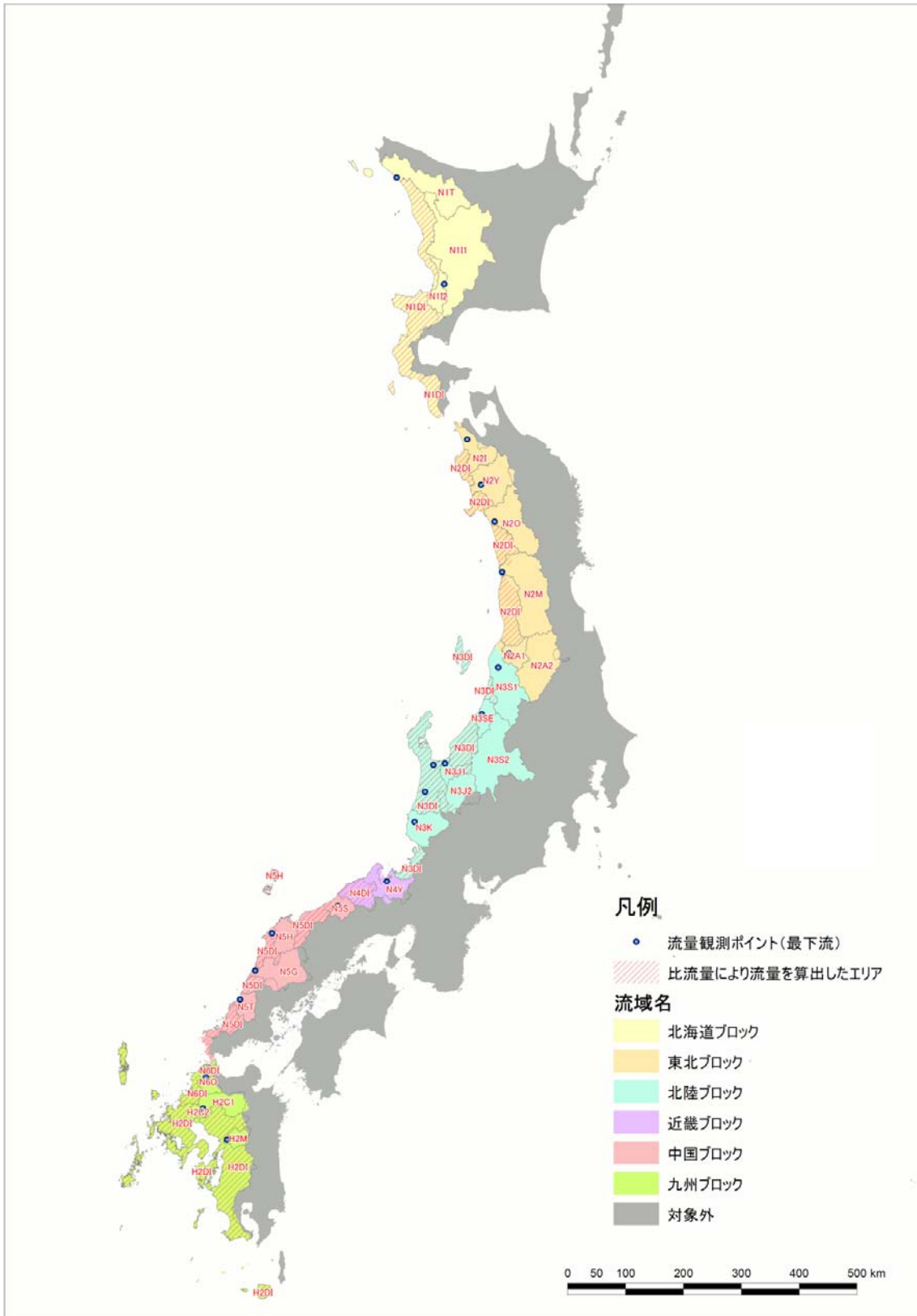


図 2.3 サブブロック割図(日本)

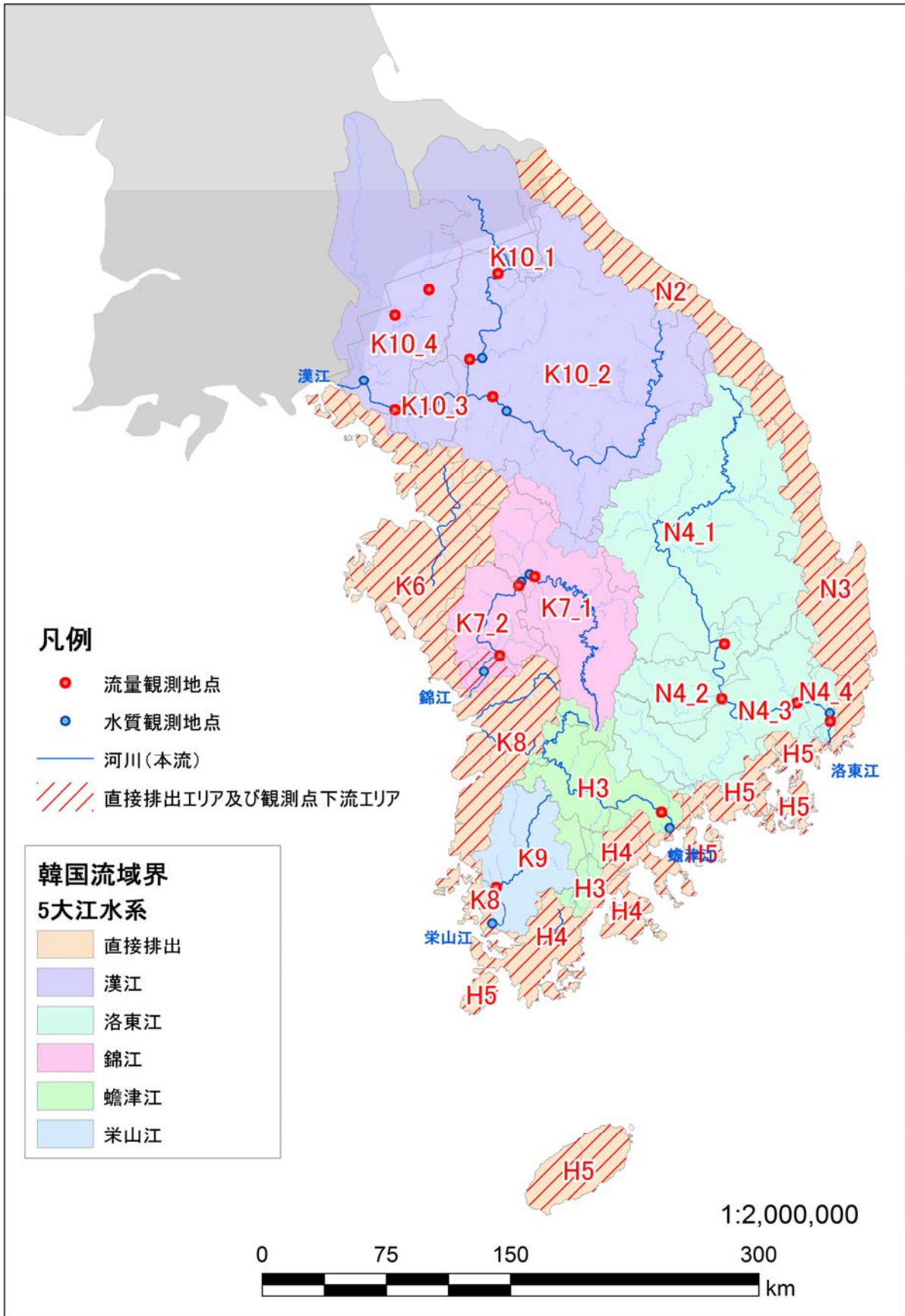


図 2.4 サブブロック割図(韓国)



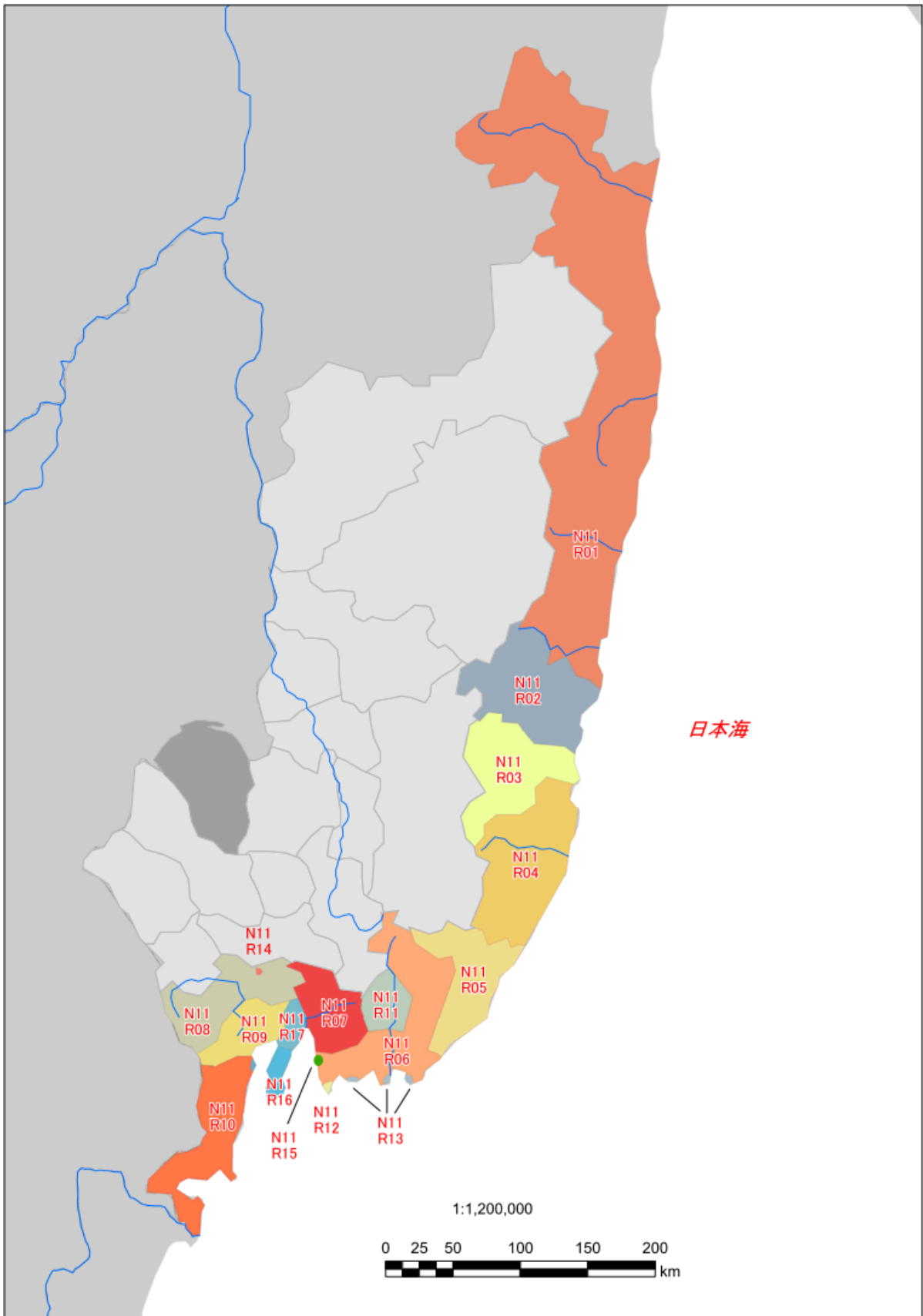


図 2.5 サブブロック割図(ロシア)

### 3. データファイルの構造及びデータ項目について

本プログラムを動かす前に、データファイルの作成を行う。本プログラムにおいて汚濁負荷量の算出を行う際に用いる5つのデータファイルの構造を表3.1に示す。なお、全てのデータ項目にはコード番号を設定している。

表 3.1 計算実行プログラムに用いるデータファイル群

ファイル名	シート名	シートに含まれる項目
Statistical data	MuniFrame_C, J, K or R	基準年度における人口、工場排水量等
	ProveFrame_C, J, K or R	
Unit Loading Factors	Unit Load_C, J, K, or R	発生負荷量原単位、下水道の除去率等
	Industrial_C, J, K, or R	工場排水水質等
Parameters	Parameters_C, J, K, or R	ブロック別負荷量原単位の補正等
Future Projection	Total pop. (A)	将来総人口
	Urban pop. (B)	将来都市人口
	Industrial production (C)	将来工場出荷額
	Industrial discharges (D)	将来工場排水量
Measures	Policy	下水道普及率等
	Nonpoint	面源対策進捗率等

各ファイルに含まれているデータの種類については表3.2～表3.4に示すとおりである。なお、各国で整備されているデータが異なるため、国別の入力必要項目は、参考資料1の「(1)データファイルに入力している既存データについて」に示すとおりとなる。

各データファイルの入力及び入力時の注意点については、11頁以降に示す。

表 3.2 コード番号対応一覧表(1/3)

ファイル名 (シート名)	コード	種別	大分類	分類		単位		
Statistical data	[1]	Population and wastewater treatment 人口および汚水処理	Population 人口	Total	総人口	person		
	[2]			Urban area	都市人口	person		
	[3]			Rural area	農村人口	person		
	[4]		Coverage ratio of domestic wastewater treatment in urban area 都市部における汚水処理率 (処理人口/都市人口)	Sewerage System	下水道		%	
	[5]				Domestic Wastewater treatment tank	合併浄化槽	%	
	[6]		Coverage ratio of domestic wastewater treatment in rural area 農村部における汚水処理率 (処理人口/農村人口)	Rural sewerage treatment system	農業集落排水		%	
	[7]				Domestic Wastewater treatment tank	合併浄化槽	%	
	[8]		Sewered Population in urban area 都市部における汚水処理人口	Sewerage System	下水道		person	
	[9]				Domestic Wastewater treatment tank	合併浄化槽	person	
	[10]				Untreated		未処理	person
	[11]				Rural sewerage treatment system	農業集落排水	person	
	[12]		Sewered Population in rural area 農村部における汚水処理人口	Domestic Wastewater treatment tank	合併浄化槽		person	
	[13]				Untreated		未処理	person
	[14]				Sewerage System	下水道		%
	[15]		Percentage of population served by Advanced wastewater treatment /Sewered polulation in urban area 都市部における高度処理導入率 (高度処理人口/汚水処理人口)	Domestic Wastewater treatment tank	合併浄化槽		%	
	[16]				Rural sewerage treatment system	農業集落排水		%
	[17]					Domestic Wastewater treatment tank	合併浄化槽	
	[18]		Industrial discharge 工場排水	Industrial discharges 工場排水量	Total	総排水量	m <sup>3</sup> /yr.	
	[19]				Connected to Sewerage System	下水道流入排 水量	m <sup>3</sup> /yr.	
	[20]			Percentage of industrial discharges connected to Sewerage system 工場排水の下水道流入率				%
	[21]			Industrial production 工場出荷額				通貨単位
	[22]			Industrial discharges per industrial production 工場出荷額あたりの排水量				m <sup>3</sup> /通貨単 位
	[23]			Industrial discharges meeting Discharge Standard 工場排水基準達成率				%
[24]	Livestock 家畜	Livestock numbers 家畜頭数 (牛、豚、羊等国によって種類が異なる)		Livestock1	家畜種類1	head		
[25]			Livestock2	家畜種類2	head			
[26]			Livestock3	家畜種類3	head			
[27]			Livestock4	家畜種類4	head			
[28]			Livestock5	家畜種類5	head			
[29]			Livestock6	家畜種類6	head			
[30]	Land use 土地利用	Land area 面積	Total area	総面積	km <sup>2</sup>			
[31]			Forest	森林	km <sup>2</sup>			
[32]			Paddy field	水田	km <sup>2</sup>			
[33]			Dry field	畑地	km <sup>2</sup>			
[34]			Urban area	市街地	km <sup>2</sup>			

表 3.3 コード番号対応一覧表(2/3)

ファイル名 (シート名)	コード	種別	大分類	分類		単位	
Unit Loading factors (Unit loads)	a	Domestic Discharges in Urban Area 都市部生活排水	Discharged load (Conventional) 都市部生活系排出負荷量原単位 (標準型)	Served by sewerage system	下水道	t/yr./person	
	b			Domestic wastewater treatment tank	合併浄化槽	t/yr./person	
	c			Others (Vault toilet etc.)	その他 (未処理含む)	t/yr./person	
	a'		Discharged load (Advanced) 都市部生活系排出負荷量原単位 (高度処理型)	Served by sewerage system	下水道	t/yr./person	
	b'			Domestic wastewater treatment tank	合併浄化槽	t/yr./person	
	c'			Others (Vault toilet etc.)	その他 (未処理含む)	t/yr./person	
	u		Removal ration (Conventional) 除去率(標準型)	Wastewater treatment plant	排水処理施設	%	
	u'		Removal ration (Advanced) 除去率(高度処理型)	Wastewater treatment plant	排水処理施設	%	
	d	Domestic Discharges in Rural Area 農村部生活排水	Discharged load (Conventional) 農村部生活系排出負荷量原単位 (標準型)	Served by Rural sewerage treatment system	農業集落排水	t/yr./person	
	e			Domestic wastewater treatment tank	合併浄化槽	t/yr./person	
	f			Others (Vault toilet etc.)	その他 (未処理含む)	t/yr./person	
	d'		Discharged load (Advanced) 農村部生活系排出負荷量原単位 (高度処理型)	Served by Rural sewerage treatment system	農業集落排水	t/yr./person	
	e'			Domestic wastewater treatment tank	合併浄化槽	t/yr./person	
	f'			Others (Vault toilet etc.)	その他 (未処理含む)	t/yr./person	
	g		Livestock Discharges 家畜系	Discharged load 家畜系排出負荷量原単位	Livestock 1	家畜種類1	t/head/yr.
	h				Livestock 2	家畜種類2	t/head/yr.
	i	Livestock 3			家畜種類3	t/head/yr.	
	j	Livestock 4			家畜種類4	t/head/yr.	
	k	Livestock 5			家畜種類5	t/head/yr.	
	l	Livestock 6			家畜種類6	t/head/yr.	
	g'	Discharged load after conducting measures 家畜系排出負荷量原単位 (対策実施後)		Livestock 1	家畜種類1	t/head/yr.	
	h'			Livestock 2	家畜種類2	t/head/yr.	
	i'			Livestock 3	家畜種類3	t/head/yr.	
	j'			Livestock 4	家畜種類4	t/head/yr.	
k'	Livestock 5			家畜種類5	t/head/yr.		
l'	Livestock 6			家畜種類6	t/head/yr.		
m	Nonpoint Discharges 面源系	Discharged load 面源系排出負荷量原単位	Forest area	森林	t/km <sup>2</sup> /yr.		
n			Paddy field	水田	t/km <sup>2</sup> /yr.		
o			Dry field	畑地	t/km <sup>2</sup> /yr.		
p			Urban area	市街地	t/km <sup>2</sup> /yr.		
m'		Discharged load after conducting measures 面源系排出負荷量原単位 (対策実施後)	Forest area	森林	t/km <sup>2</sup> /yr.		
n'			Paddy field	水田	t/km <sup>2</sup> /yr.		
o'			Dry field	畑地	t/km <sup>2</sup> /yr.		
p'			Urban area	市街地	t/km <sup>2</sup> /yr.		
Unit Loading factors (Industrial)	q	Water quality of Industrial Discharges 工場排水水質	Outside of sewered area (Discharged directly into environmental water) 下水道処理区域外 (公共用水域へ直接放流)	Improperly treated industrial discharges	直接排水	mg/L	
	r			Discharge standard for industrial effluents	工場排水水質基準	mg/L	
	s		Sewered area (Discharged into sewerage)		下水道へ流入する工場排水水質	mg/L	

表 3.4 コード番号対応一覧表(3/3)

ファイル名 (シート名)	コード	種類	大分類	分類	単位		
Parameters	A	Calibration 原単位のブロック別 補正	Discharged Loads from Urban Area		都市部流出率	-	
	B		Discharged Loads from Rural Area		農村部流出率	-	
	C		Discharged Loads from Livestock 家畜系排出負荷量原単位の補正	Livestock 1	家畜種類1	-	
	D			Livestock 2	家畜種類2	-	
	E			Livestock 3	家畜種類3	-	
	F			Livestock 4	家畜種類4	-	
	G			Livestock 5	家畜種類5	-	
	H			Livestock 6	家畜種類6	-	
	I		Discharged Loads from Nonpoint Sources 面源系排出負荷量原単位の補正	Forest	森林	-	
	J			Paddy field	水田	-	
	K			Dry field	畑地	-	
	L			Urban area	市街地	-	
	M		Loss by River Withdrawal for Agricultural Used		農業用水取水率	-	
	M'		= I - M			-	
N	Reduction Rate 浄化率	Purification at Water Bodies		河川浄化率	-		
i	Allocation Rate 年間流達負荷量の 四季配分率	Mar. to May	Spring	春	-		
ii		Jun. to Aug.	Summer	夏	-		
iii		Sep. to Nov.	Autumn	秋	-		
iv		Dec. to Feb.	Winter	冬	-		
Future projection (Total pop. (A))	Ac	Projection of future population 将来人口		Country level	国単位	person	
	Ap			Province level	省、道、県単位	person	
	Am			Municipality level	自治体単位	person	
Future projection (Urban pop. (B))	Bc	Increase rate of urban population rate 都市人口率の増加率		Country level	国単位	-	
	Bp			Province level	省、道、県単位	-	
	Bm	Projection of future urban population rate 将来の都市人口率		Municipality level	自治体単位	-	
Future projection (Industrial production (C))	Cc	Annual GDP growth rate 年間GDP成長率		Country level	国単位	-	
	Cp			Province level	省、道、県単位	-	
	Cm	Industrial Production 工業出荷額		Municipality level	自治体単位	currency unit	
Future projection (Industrial discharges (D))	Dp	Industrial discharges per industrial production 工場出荷額あたりの排水量		Province level	省、道、県単位	m <sup>3</sup> /curren cy unit	
	Dm	Industrial discharges 工場排水量		Municipality level	自治体単位	m <sup>3</sup> /yr.	
Measures (Policy)	[4] <sub>goal</sub>	Coverage Ratio of Domestic Wastewater Treatment in Goal Year	Urban Area	Sewerage system	下水道	%	
	[5] <sub>goal</sub>		都市部における汚水処理人口/都市人口	Domestic Wastewater treatment tank	合併浄化槽	%	
	[6] <sub>goal</sub>	目標年次における汚 水処理率	Rural Area	Rural sewerage treatment system	農業集落排水	%	
	[7] <sub>goal</sub>		農村部における汚水処理人口/農村人口	Domestic Wastewater treatment tank	合併浄化槽	%	
	[14] <sub>goal</sub>	Percentage of Population Served by Advanced Wastewater Treatment in Goal year	Urban Area	Sewerage system	下水道	%	
	[15] <sub>goal</sub>		都市部における 高度処理人口/汚水処理人口	Domestic Wastewater treatment tank	合併浄化槽	%	
	[16] <sub>goal</sub>	目標年次における高度 処理導入率(高度 処理人口/汚水処理 人口)	Rural Area	Rural sewerage treatment system	農業集落排水	%	
	[17] <sub>goal</sub>		農村部における 高度処理人口/汚水処理人口	Domestic Wastewater treatment tank	合併浄化槽	%	
	[20] <sub>goal</sub>	Percentage of Industrial Discharges Treated Properly in Goal Year	Percentage of Industrial Discharges Connected to Sewerage System		下水道接続率	%	
[23] <sub>goal</sub>	目標年次における工 場排水処理状況	Meeting discharge standard for industrial effluents discharged directory into environmental water		工場排水基準 達成率	%		
Measures (Nonpoint pollution)	I	Progress of Measures in Goal Year 目標年次における対 策進捗率	Percentages of Livestock Numbers Conducting Measures against Livestock Discharges 家畜系排出負荷に係る対策進捗率		Livestock 1	家畜種類1	%
	J				Livestock 2	家畜種類2	%
	K				Livestock 3	家畜種類3	%
	L				Livestock 4	家畜種類4	%
	M				Livestock 5	家畜種類5	%
	N				Livestock 6	家畜種類6	%
	O		Percentages of Area Conducting Measures against Nonpoint Pollutions 面源系排出負荷に係る対策進捗率		Forest	森林	%
	P				Paddy field	水田	%
	Q				Dry field	畑地	%
	R				Urban area	市街地	%

### a) Step1 : Statistical data

本ファイルでは、基準年度における市町村別の統計データの入力を行う。

統計データは、市町村（中国は縣市）単位で入力するシート[MuniFrame\_C, J, K or R]及び県（中国は省、韓国は道市、ロシアは沿海地方）単位で入力するシート[ProvFrame\_C, J, K or R]の2つから成る。

入力単位の異なる統計データは、汚濁負荷量の現況解析における基礎数値となるほか、その割合が将来予測フレームの算出根拠として利用される。

なお、本ファイルでは、各国のデータ整理状況が異なることから、必要入力項目は国ごとに異なっている。

### [MuniFrame\_C, J, K or R]シートの入力手順：

本シートでは、市町村別の人口、汚水処理率、汚水処理人口、高度処理率、工場排水、および家畜頭数を入力する。

- ①[MuniFrame\_C, J, K or R]シート中の緑のセル内にデータ年を入力する。
- ②水色に着色されたセルに市町村別の統計データを入力する。

注）計算対象外とする市町村は“空欄”のままとしても、計算は実行される。

The screenshot shows a detailed spreadsheet with columns for various statistical indicators. The data is organized by municipality (e.g., 210101, 210102, etc.) and includes values for population, sewage treatment rates, and industrial discharges. The interface includes standard Excel-style menus and toolbars.

図 3.1 Statistical data ファイルの MuniFrame シート入力画面(中国の事例)

**[ProvFrame C, J, K or R]シートの入力手順：**

本シートでは、省（中国）、都道府県（日本）、道市（韓国）、地方（ロシア）別の人口、および工場排水を入力する。

- ① **水色に着色されたセル**に県別（中国は省、ロシアは沿海地方）の統計データを入力する。

注）韓国は、全土が本調査対象区域となっているため、本シートは市町村データより自動計算される設定としているため、入力する必要がない。

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	CHINA												
2			Base year	2005									
3													
4			①Enter provincial statistics in the blue cells below.										
5													
6	Municipality code	prefecture	Population (pop.)			Industrial discharges	Industrial production	Industrial discharges per	Industrial discharges				
7			Total	Urban area	Rural area								
8			[1]	[2]	[3]	[18]	[22]	[9]	[20]				
9	Whole of China		1,282,132,400	556,935,100	725,197,300	24,311,180,000	854,236,800	28.46					
10	110000 Beijing		15,360,000	12,840,000	2,520,000	128,130,000	17,070,400	7.51	99.43				
11	120000 Tianjin		10,425,300	7,830,600	2,594,700	300,810,000	18,850,400	15.96	99.60				
12	130000 Hebei		68,440,000	25,800,000	42,640,000	1,245,330,000	46,652,100	26.69	96.30				
13	140000 Shanxi		33,518,500	14,114,600	19,403,900	320,990,000	21,176,800	15.16	88.87				
14	150000 Inner Mongolia		23,861,000	11,262,000	12,599,000	249,670,000	14,778,800	16.89	66.62				
15	210000 Liaoning		42,200,000	24,770,000	17,430,000	1,050,720,000	34,895,800	30.11	95.09				
16	220000 Jilin		27,150,000	14,260,000	12,890,000	411,890,000	13,639,400	30.2	81.23				
17	230000 Heilongjiang		38,180,000	20,273,600	17,906,400	451,580,000	26,963,000	16.75	92.47				
18	310000 Shanghai		17,780,000	15,840,000	1,940,000	510,970,000	41,295,200	12.37	97.05				
19	320000 Jiangsu		74,680,000	37,420,000	37,260,000	2,963,180,000	93,346,900	31.74	97.51				
20	330000 Zhejiang		48,940,000	27,420,000	21,520,000	1,924,260,000	63,493,400	30.31	96.65				
21	340000 Anhui		61,140,000	21,700,000	39,440,000	634,870,000	18,184,500	34.91	97.37				
22	350000 Fujian		35,320,000	16,710,000	18,610,000	1,309,390,000	28,424,300	46.07	97.66				
23	360000 Jiangxi		43,066,400	15,934,600	27,131,800	539,720,000	14,555,000	37.08	92.13				
24	370000 Shandong		92,390,000	41,580,000	50,810,000	1,390,710,000	95,685,800	14.53	98.23				
25	410000 Henan		93,710,000	28,720,000	64,990,000	1,234,760,000	48,960,100	25.22	91.94				
26	420000 Hubei		57,070,000	24,650,000	32,420,000	924,320,000	24,365,500	37.94	87.55				
27	430000 Hunan		63,200,000	23,380,000	39,820,000	1,224,400,000	21,899,100	55.91	89.74				
28	440000 Guangdong		91,850,000	55,730,000	36,120,000	2,315,680,000	104,820,300	22.09	83.90				
29	450000 Guangxi		46,550,000	15,650,000	30,900,000	1,456,090,000	12,648,400	115.12	83.70				
30	460000 Hainan		8,263,100	3,734,900	4,528,200	74,280,000	1,561,600	47.57	93.62				
31	500000 Chongqing		27,970,000	12,640,000	15,330,000	848,850,000	10,233,500	82.95	93.66				
32	510000 Sichuan		82,080,000	27,090,000	54,990,000	1,225,900,000	25,270,800	48.51	88.26				
33	520000 Guizhou		37,250,000	10,010,000	27,240,000	148,500,000	7,142,400	20.79	67.70				
34	530000 Yunnan		44,424,400	13,105,200	31,319,200	329,280,000	11,808,300	27.89	80.96				
35	540000 Tibet		2,760,000	740,000	2,020,000	9,910,000	174,800	56.69	0.00				
36	610000 Shaanxi		37,180,000	13,840,000	23,340,000	428,190,000	15,536,000	27.56	92.73				
37	620000 Gansu		25,917,200	7,780,300	18,136,900	167,980,000	6,858,000	24.49	73.23				
38	630000 Qinghai		5,425,000	2,129,000	3,296,000	76,190,000	2,039,400	37.36	44.57				
39	640000 Ningxia		5,950,000	2,520,000	3,430,000	214,110,000	2,290,700	93.47	67.76				

図 3.2 Statistical data ファイルの ProvFrame\_シート入力画面(中国の事例)

## b) Step2 : Unit Loading Factors

本ファイルにて、各国における汚濁負荷量原単位及び下水道等の除去率を設定する。全国一律の値を入力する[Unit Load\_C, J, K, or R]シート及び県あるいは市町村(中国・日本は省・県、韓国・ロシアは市町村)単位で工場系に係る負荷量原単位を入力する[Industrial\_C, J, K, or R] 2つのシートから成る。

### [Unit Load\_C, J, K, or R]シートの入力手順：

①水色のセル内を入力する。

注1) 面源系汚濁負荷量に係る原単位(山林、水田、畑、市街地からの単位面積当たり流出汚濁負荷量)は、地域ごとに大きく異なるが、本ファイルでは一律の値を設定することとなる。このため、本プログラムにおいては、**Step3 : Parameters** ファイルにおいて、ここで設定した一律の面源系汚濁負荷量原単位をサブブロック別に調整することが可能となっている。

注2) Code: m'~p' (図 3.3参照) には、面源対策実施後の原単位を入力する。ただし、**Step5: Measures** ファイルにおいて目標年次までに追加的な面源対策を実施しない(空白)としている場合、m'~p'の入力は必要ない。



Table Type: Unit Load						
Country: China						
Description:						
Notes: Enter water quality of industrial discharges (Blue cells)						
Classification		Unit	COD <sub>Mn</sub>	T-N	T-P	Code
<b>Domestic discharges (Urban area)</b>						
Generated load [1]	Served by sewerage system	g/day/person t/yr/person	28 0.0102	10 0.0037	1 0.0004	
	Domestic wastewater treatment tank	g/day/person t/yr/person	28 0.0102	10 0.0037	1 0.0004	
	Others (Vault toilet etc.)	g/day/person t/yr/person	16.5 0.006	2.5 0.0009	0.5 0.0002	
Removal Ratio (Conventional) [2]	Wastewater treatment plant	%	80	30	60	u
	Domestic wastewater treatment tank	%	80	42	38	
	Others	%				
Removal Ratio (Advanced) [2]'	Wastewater treatment plant	%	90	75	85	u'
	Domestic wastewater treatment tank	%	85	67	38	
	Others	%				
Discharged load (Conventional) [1]*[2]	Served by sewerage system	t/yr/person	0.00204	0.00259	0.00016	a
	Domestic wastewater treatment tank	t/yr/person	0.00204	0.002146	0.000248	b
	Others (Vault toilet etc.)	t/yr/person	0.006	0.0009	0.0002	c
Discharged load (Advanced) [1]*[2]'	Served by sewerage system	t/yr/person	0.00102	0.000925	0.00006	a'
	Domestic wastewater treatment tank	t/yr/person	0.00153	0.001221	0.000248	b'
	Others (Vault toilet etc.)	t/yr/person	0.006	0.0009	0.0002	c'
<b>Domestic discharges (Rural area)</b>						
Generated load [3]	Served by Rural sewerage treatment system	g/day/person t/yr/person				
	Domestic wastewater treatment tank	g/day/person t/yr/person	20 0.0073	8 0.00292	0.8 0.00029	
	Others (Vault toilet etc.)	g/day/person t/yr/person	12.5 0.0045625	2 0.00073	0.4 0.00015	
Removal Ratio (Conventional) [4]	Served by Rural sewerage treatment system	%				
	Domestic wastewater treatment tank	%	80	42	38	
	Others (Vault toilet etc.)	%				
Removal Ratio (Advanced) [4]'	Served by Rural sewerage treatment system	%				
	Domestic wastewater treatment tank	%	85	67	38	
	Others (Vault toilet etc.)	%				
Discharged load (Conventional) [3]*[4]	Served by Rural sewerage treatment system	t/yr/person				d
	Domestic wastewater treatment tank	t/yr/person	0.00146	0.0016936	0.0001798	e
	Others (Vault toilet etc.)	t/yr/person	0.0045625	0.00073	0.00015	f
Discharged load (Advanced) [3]*[4]'	Served by Rural sewerage treatment system	t/yr/person				d'
	Domestic wastewater treatment tank	t/yr/person	0.001095	0.0009636	0.0001798	e'
	Others (Vault toilet etc.)	t/yr/person	0.0045625	0.00073	0.00015	f'
<b>Livestock discharges</b>						
Generated load [5]	Large animals (Cattle, horse, etc.)	g/head/day	65.06	108.77	14.55	
	Swine	g/head/day	8.38	14.06	3.67	
	Sheep	g/head/day	3.28	6.25	1.23	
		g/head/day				
		g/head/day				
Discharged rate (%) [6]	Large animals (Cattle, horse, etc.)	%	2.9	4.2	1.3	
	Swine	%	3.8	6.0	3.7	
	Sheep	%	3.8	6.0	3.7	
		%				
		%				
Discharged rate (%) in case conduction measurements [7]	Large animals (Cattle, horse, etc.)	%				
	Swine	%				
	Sheep	%				
		%				
		%				
Discharged load [5]*[6]	Large animals (Cattle, horse, etc.)	t/head/year	0.000689	0.001667	0.000069	g
	Swine	t/head/year	0.000116	0.000308	0.00005	h
	Sheep	t/head/year	0.000045	0.000137	0.000017	i
		t/head/year				j
		t/head/year				k
Discharged load in case conduction measurements [5]*[7]	Large animals (Cattle, horse, etc.)	t/head/year				g'
	Swine	t/head/year				h'
	Sheep	t/head/year				i'
		t/head/year				j'
		t/head/year				k'
<b>Runoff from nonpoint sources</b>						
Discharged load	Forest area	kg/ha/yr t/km2/yr	20.7 2.07	4.2 0.42	0.17 0.017	m
	Discharged load from paddy field	kg/ha/yr t/km2/yr	42.9 4.29	11 1.1	1.1 0.11	
	Discharged load from dry field	kg/ha/yr t/km2/yr	19.1 1.91	32.2 3.22	0.3 0.03	
	Urban area	kg/ha/yr t/km2/yr	51.1 5.11	12.1 1.21	0.8 0.081	p
Discharged load after conduction measurers against nonpoint sources	Forest area	kg/ha/yr t/km2/yr				m'
	Discharged load from paddy field	kg/ha/yr t/km2/yr				n'
	Discharged load from dry field	kg/ha/yr t/km2/yr				o'
	Urban area	kg/ha/yr t/km2/yr				p'

面源対策実施後の流出負荷量原単位 (Code: m'~p')

図 3.3 Unit Loading factors ファイルの Unit Load \_シート入力画面 (中国の事例)

[Industrial\_C, J, K, or R]シートの入力手順：

①水色のセルにデータを入力する。

注1) 本モデルにおける工場系排水量原単位は、公共用水域へ直接排出する場合（適正な処理を行っている場合、行っていない場合）と下水道へ接続している場合の各県あるいは各市町村における平均工場排水濃度(mg/L)を入力する設定としている。

Table Type :	Water quality of industrial discharges
Country :	China
Description :	

Notes : Enter water quality of industrial discharges (Blue cells)

Municipality code	[English]		[Local language]		[Language of your country]		Water quality of industrial discharges (mg/L)											
	Province	Municipalities	省	降低行政区域	一級行政区	地級、 県級行政単位	Out of sewerage area (=Discharged directly into environmental water)						Sewered area =Discharged into sewerage					
							Improperly treated industrial discharges (mg/L)			Discharge standard for industrial effluents discharged directly into environmental water								
	COD			T-N			T-P			COD			T-N			T-P		
			Code				q			r			s					
110000	Beijing		北京市		北京市		200	26	3	66.7	25	0.3	200	26	3			
120000	Tianjin		天津市		天津市		200	26	3	66.7	25	0.3	200	26	3			
130000	Hebei		河北省		河北省		200	26	3	66.7	25	0.3	200	26	3			
140000	Shanxi		山西省		山西省		200	26	3	66.7	25	0.3	200	26	3			
150000	Inner Mongolia		内蒙古自治区		内蒙古自治区		200	26	3	66.7	25	0.3	200	26	3			
210000	Liaoning		辽宁省		辽宁省		200	26	3	66.7	25	0.3	200	26	3			
220000	Jilin		吉林省		吉林省		200	26	3	66.7	25	0.3	200	26	3			
230000	Heilongjiang		黑龙江省		黑龙江省		200	26	3	66.7	25	0.3	200	26	3			
310000	Shanghai		上海市		上海市		200	26	3	66.7	25	0.3	200	26	3			
320000	Jiangsu		江苏省		江苏省		200	26	3	66.7	25	0.3	200	26	3			
330000	Zhejiang		浙江省		浙江省		200	26	3	66.7	25	0.3	200	26	3			
340000	Anhui		安徽省		安徽省		200	26	3	66.7	25	0.3	200	26	3			
350000	Fujian		福建省		福建省		200	26	3	66.7	25	0.3	200	26	3			
360000	Jiangxi		江西省		江西省		200	26	3	66.7	25	0.3	200	26	3			
370000	Shandong		山东省		山东省		200	26	3	66.7	25	0.3	200	26	3			
410000	Henan		河南省		河南省		200	26	3	66.7	25	0.3	200	26	3			
420000	Hubei		湖北省		湖北省		200	26	3	66.7	25	0.3	200	26	3			
430000	Hunan		湖南省		湖南省		200	26	3	66.7	25	0.3	200	26	3			
440000	Guangdong		广东省		广东省		200	26	3	66.7	25	0.3	200	26	3			
450000	Guangxi		广西壮族自治区		广西壮族自治区		200	26	3	66.7	25	0.3	200	26	3			
460000	Hainan		海南省		海南省		200	26	3	66.7	25	0.3	200	26	3			
500000	Chongqing		重庆市		重庆市		200	26	3	66.7	25	0.3	200	26	3			
510000	Sichuan		四川省		四川省		200	26	3	66.7	25	0.3	200	26	3			
520000	Guizhou		贵州省		贵州省		200	26	3	66.7	25	0.3	200	26	3			
530000	Yunnan		云南省		云南省		200	26	3	66.7	25	0.3	200	26	3			
540000	Tibet		西藏自治区		チベット自治区		200	26	3	66.7	25	0.3	200	26	3			
610000	Shaanxi		陕西省		陕西省		200	26	3	66.7	25	0.3	200	26	3			
620000	Gansu		甘肃省		甘肃省		200	26	3	66.7	25	0.3	200	26	3			
630000	Qinghai		青海省		青海省		200	26	3	66.7	25	0.3	200	26	3			
640000	Ningxia		宁夏回族自治区		宁夏回族自治区		200	26	3	66.7	25	0.3	200	26	3			
650000	Xinjiang		新疆维吾尔自治区		新疆维吾尔自治区		200	26	3	66.7	25	0.3	200	26	3			

図 3.4 Unit Loading factors ファイルの Industrial \_シート入力画面(中国の事例)

### c) Step3 : Parameters

本ファイルは、必要に応じてサブブロック毎に畜産系並びに面源系負荷量原単位の補正を行うためのものである。シートは[Parameters\_C, J, K, or R]の1つである。

入力手順：

①[Parameters\_C, J, K, or R]内の水色のセルにデータを入力する。

注1) Code A (discharge from urban area)及びCode B (discharge from rural area)の2項目は、中国にのみ設定している項目である。中国については、対象流域が広大であり、地域によって、取水量が多い、降雨量が極端に少ない等流出特性が他の3カ国と比較して大きく異なるためである。A 都市部負荷には、都市部生活排水、下水道、工業系、市街地面源系負荷が含まれ、B 農村部負荷には、農村部生活排水、合併浄化槽、畜産系及び市街地以外の面源系負荷が含まれる。

注2) Code i ~ iv(図 3.5参照)には、年間流達負荷量を四季別に配分する比率を入力する。デフォルト値は、2005年における年間降雨量に対する四季別降雨量比率が入力されている。

Coastal water body	Blocks No.	River watershed	Sub-blocks No.	ID	Discharged loads from nonpoint sources					Loss by river withdrawal for agricultural used	Purification at water bodies	Allocation rate (allocate annual pollution loads to four seasons)					
					Sheep	Forest	Paddy field	Dry field	Urban area			Mar. to May	Jun. to Aug.	Sep. to Nov.	Dec. to ...		
Bohai Sea	B1	Liao River	Direct Input	B1_D1	1	1	1	1	1	0.39	0.61	0	0.23	0.612	0.112	0.046	
				B2R1	1	1	1	1	1	0	0.61	0	0.23	0.612	0.112	0.046	
				B2R2	1	1	1	1	1	0.39	0.61	0	0.23	0.612	0.112	0.046	
	B3	Liao River	Direct Input	B3_D1	1	1	1	1	1	0.39	0.61	0	0.23	0.612	0.112	0.046	
				B4_D1	1	1	1	1	1	0.37	0.63	0	0.129	0.743	0.1	0.028	
	B5	Hai River	Direct Input	B5_D1	1	1	1	1	1	0.37	0.63	0	0.129	0.743	0.1	0.028	
				B6_D1	1	1	1	1	1	0.37	0.63	0	0.129	0.743	0.1	0.028	
	Yellow River	B7	Yellow River	Direct Input	B7K1	1	1	1	1	1	0.0353	0.4396633	0	0.195	0.52	0.269	0.016
					B7K2	1	1	1	1	1	0.0434	0.4557513	0	0.195	0.52	0.269	0.016
					B7K3	1	1	1	1	1	0.0569	0.4764283	0	0.195	0.52	0.269	0.016
					B7K4	1	1	1	1	1	0.0463	0.5051726	0	0.182	0.442	0.352	0.024
					B7K5	1	1	1	1	1	0.0726	0.5296976	0	0.182	0.442	0.352	0.024
					B7K6	1	1	1	1	1	0.2786	0.5711642	0	0.195	0.52	0.269	0.016
					B7K7	1	1	1	1	1	0.1102	0.791744	0	0.098	0.552	0.324	0.026
					B7K8	1	1	1	1	1	0.1102	0.8898	0	0.098	0.552	0.324	0.026
	B8	Huai River	Direct Input	B8_D1	1	1	1	1	1	0.41	0.59	0	0.185	0.518	0.188	0.109	
	Yellow Sea	K1	Amur	Direct Input	K1_D1	1	1	1	1	1	0	1	0	0.23	0.612	0.112	0.046
					K2_D1	1	1	1	1	1	0.39	0.61	0	0.23	0.612	0.112	0.046
K3_D1					1	1	1	1	1	0.41	0.59	0	0.185	0.518	0.188	0.109	
K4		Huai River	Direct Input	K4_D1	1	1	1	1	1	0.41	0.59	0	0.185	0.518	0.188	0.109	
				K5W1	1	1	1	1	1	0	0.59	0	0.109	0.638	0.238	0.015	
				K5W2	1	1	1	1	1	0	0.59	0	0.109	0.638	0.238	0.015	
				K5W3	1	1	1	1	1	0	0.59	0	0.109	0.638	0.238	0.015	
K5W4	1	1	1	1	1	0	0.59	0	0.109	0.638	0.238	0.015					

図 3.5 Parameters ファイルの入力画面(中国の事例)

#### d) Step4 : Future Projection

本ファイルは、将来人口を入力する[Total pop. (A)]、将来都市人口を入力する[Urban pop. (B)]、将来の GDP 伸び率/将来工場出荷額を入力する[Industrial production (C)]及び将来工場排水量原単位/工場排水量を入力する[Industrial discharges (D)]の4つのシートから成る。「参考資料1 汚濁負荷算定プログラムに関する参考資料/(1) 汚濁負荷量算定プログラムのデータファイルに入力している既存データについて」に示すとおり、国によって入力すべき項目が異なる。

#### [Total pop. (A)]シートの入力手順：

- ① **ピンク色に着色されたセル**に基準年（Step1 に入力した統計データの年度）及び目標年次を入力する。また、将来人口データを入力する際の間隔年（1年または5年）を選択する。
- ② **緑色に着色されたセル**にて、入力する将来予測人口データのデータレベル（行政単位；Whole of country, Province, Municipality）を選択する。
- ③ 上記②で選択したデータレベルに応じて、**入力すべきセルが青色**に着色されるので、（Whole of country は Table1、Province は Table2、Municipality は Table3）着色された表に将来人口予測値を入力する。

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	CHINA	Projection of future population.										
2												
3				① Enter the base year, end of calculation and intervals of futre projection data (select 1 or 5). (pink cell)								
4				Base year				2005 year				
5				End of calculation				2030 year				
6				Intervals of future projection data				5 year				
7				② Select the data level (Green cell):								
8								Whole of country				
9				③ Enter total population (urban + rural) for future analysis in the table1, table2 or table3. Please do not filled out more than one table.								
10				Ex. If you select [Whole of country] at step2, filled out Table1.								
11				If you select [Province] at step2, filled out Table2.								
12				If you select [Municipality] at step2, filled out Table3.								
13				Guid of Years	2010	2015	2020	2025	2030			
14												
15	Table 1.	Population in China (Ac)		Unit: pop.								
16		YEAR		2010	2015	2020	2025	2030				
17		Total population		1,351,512,000	1,386,393,000	1,421,260,000	1,439,848,000	1,458,421,000				
18												
19												
20	Table 2.	Provincial Population (Ap)		Unit: pop.								
21		No.	Province Name	2010	2015	2020	2025	2030				
22		110000	北京	Beijing								
23		120000	天津	Tianjin								
24		130000	河北	Hebei								
25		140000	山西	Shansi								
26		150000	内蒙古	Inner Mongolia								
27		210000	辽宁	Liaoning								
28		220000	吉林	Jilin								
29		230000	黑龙江	Heilongjiang								

図 3.6 Future Projection ファイルの Total pop. (A)シート入力画面(中国の事例)

**[Urban pop. (B)]シート**の入力手順：

- ① **ピンク色に着色されたセル**にて、将来データを入力する際の間隔年（1年または5年）を選択する。
- ② **緑色のセル**にて、入力する将来予測データのデータレベル（行政単位；Whole of country, Province, Municipality）を選択する。
- ③ 上記②で選択したデータレベルに応じて、**入力すべきセルが青色**に着色されるので、（Whole of country は Table1、Province は Table2、Municipality は Table3）着色された表に将来の行政人口に対する都市人口比率を入力する。ただし、②において Municipality を選択した場合、Table 3 には**都市人口**を入力する設定としている。

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
1	CHINA	Projection of future population in urban area																
3																		
4																		
5																		
6																		
7																		
8																		
9																		
10																		
11																		
12																		
13																		
14																		
15	Table 1.	Increase rate of urban population /total population ratio against base year (Bc)																
16																		
17																		
18																		
19																		
20	Table 2.	Increase rate of urban population /total population ratio against base year (Bp)																
21	Municipality	[English]	[Local language]	[Language of your country]														
22	y code	Province	Municipalities	省	地级行政区	一级行政区	地级、县级行政区											
23	110000	Beijing		北京市	北京市													
24	120000	Tianjin		天津市	天津市													
25	130000	Hebei		河北省	河北省													
26	140000	Shanxi		山西省	山西省													
27	150000	Inner Mongolia		内蒙古自治区	内蒙古自治区													
28	210000	Liaoning		辽宁省	辽宁省													
29	220000	Jilin		吉林省	吉林省													
30	230000	Heilongjiang		黑龙江省	黑龙江省													
31	310000	Shanghai		上海市	上海市													
32	320000	Jiangsu		江苏省	江苏省													
33	330000	Zhejiang		浙江省	浙江省													
34	340000	Anhui		安徽省	安徽省													
35	350000	Fujian		福建省	福建省													
36	360000	Jiangxi		江西省	江西省													
37	370000	Shandong		山东省	山东省													
38	410000	Henan		河南省	河南省													
39	420000	Hubei		湖北省	湖北省													
40	430000	Hunan		湖南省	湖南省													
41	440000	Guangdong		广东省	广东省													
42	450000	Guangxi		广西壮族自治区	广西壮族自治区													
43	460000	Hainan		海南省	海南省													
44	500000	Chongqing		重庆市	重庆市													
45	510000	Sichuan		四川省	四川省													
46	520000	Guizhou		贵州省	贵州省													
47	530000	Yunnan		云南省	云南省													
48	540000	Tibet		西藏自治区	西藏自治区													
49	610000	Shaanxi		陕西省	陕西省													
50	620000	Gansu		甘肃省	甘肃省													
51	630000	Qinghai		青海省	青海省													
52	640000	Ningxia		宁夏回族自治区	宁夏回族自治区													
53	650000	Xinjiang		新疆维吾尔自治区	新疆维吾尔自治区													
54																		
55																		
56	Table 3.	Increase rate of urban population /total population ratio against base year (Bm)																
57	Municipality	[English]	[Local language]	[Language of your country]														
58																		

図 3.7 Future Projection ファイルの Urban pop. (B)シート入力画面（中国の事例）

[Industrial production (C)]シートの入力手順 :

注1) この後に示す[Industrial discharges (D)]シートにおいて、将来における市町村単位の工場排水量データを入力した場合(Municipality を選択した場合)、工場出荷額の推計を行う必要がないため、本シートは入力しないこと。

- ① **ピンク色に着色されたセル**にて、将来データを入力する際の間隔年（1年または5年）を選択する。
- ② **緑色のセル**にて、入力する将来予測データのデータレベル（行政単位； Whole of country, Province , Municipality）を選択する。
- ③ 上記②で選択したデータレベルに応じて、**入力すべきセルが青色**に着色されるので、（Whole of country は Table1、Province は Table2、Municipality は Table3）着色された表に年あたり GDP（工場出荷額）伸び率を入力する。ただし、②において Municipality を選択した場合、Table 3 には**工場出荷額**を入力する設定としている。

The screenshot shows a spreadsheet with the following content:

Row 1: CHINA Projection of industrial production

Row 2: If you conduct projection for future industrial discharges in municipal level, you need not to estimate industrial productions here.

Row 3: Enter intervals of futre projection data (select 1 or 5). (pink cell)

Row 4: Base year: 2005 year

Row 5: End of calculation: 2030 year

Row 6: Intervals of future projection data: 1 year

Row 7: Select the data level (Green cell): Whole of country

Row 8: If you select [Whole of country] at step1, enter GDP growth rate from the year before in whole of country (Orange cells) in Table1.

Row 9: If you select [Province] at step1, enter GDP growth rate from the year before in each province (Yellow cells) in Table2.

Row 10: If you select [Municipality] at step3, enter estimated industrial production in municipal level in Table3(Blue cells).

Row 11: Attention: Please do not filled out more than one table.

Row 12: Ex: Industrial production in year [2]t= Industrial production in year t-1 × (1 + GDP growth rate)

Row 13: Guid of Years: 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017

Table 1: GDP growth rate in whole of China (Cc)

YEAR	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
GDP growth rate per year	20.08%	5.50%	5.50%	5.50%	5.50%	5.50%	5.50%	5.50%	5.50%	5.50%	5.50%	5.50%

Table 2: GDP growth rate in each province (Cp)

No.	Province Name	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
21	北京	Beijing											
22	天津	Tianjin											
23	河北	Hebei											
24	山西	Shanxi											
25	内蒙古	Inner Mongolia											
26	辽宁	Liaoning											
27	吉林	Jilin											
28	黑龙江	Heilongjiang											
29	上海	Shanghai											
30	江苏	Jiangsu											
31	浙江	Zhejiang											
32	安徽	Anhui											
33	福建	Fujian											
34	江西	Jiangxi											
35	山东	Shandong											
36	河南	Henan											
37	湖北	Hubei											
38	湖南	Hunan											
39	广东	Guangdong											
40	广西	Guangxi											

図 3.8 Future Projection ファイルの Industrial production (C) シート入力画面（中国の事例）

[Industrial discharges (D)]シートの入力手順：

- ① **ピンク色に着色されたセル**にて、将来データを入力する際の間隔年（1年または5年）を選択する。
- ② **緑色のセル**にて、入力する将来データのデータレベル（行政単位；Whole of country, Province, Municipality）を選択する。
- ③ 上記②で選択したデータレベルに応じて、**入力すべきセルが青色**に着色されるので、（Whole of country は Table1、Province は Table2、Municipality は Table3）着色された表に将来における出荷額あたりの工場排水量推計値を入力する。ただし、②において **Municipality** を選択した場合、Table 3 には**工場排水量**を入力する設定としている。

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	U	
1	KOREA	Projection of industrial discharges														
2																
3				① Enter intervals of futre projection data (select 1 or 5). (pink cell)												
4																
5																
6																
7																
8																
9																
10																
11																
12																
13																
14																
15	Table 1. Industrial discharges / Industrial production (Dp)			Unit: m <sup>3</sup> /ten thousand Yuan												
16	No.	Province Name	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017		
17	11000000000000	ソウル市														
18	26000000000000	釜山														
19	27000000000000	大邱														
20	28000000000000	仁川														
21	29000000000000	光州														
22	30000000000000	大田														
23	31000000000000	蔚山														
24	41000000000000	京畿道														
25	42000000000000	江原道														
26	43000000000000	忠清北道														
27	44000000000000	忠清南道														
28	45000000000000	全羅北道														
29	46000000000000	全羅南道														
30	47000000000000	慶尚北道														
31	48000000000000	慶尚南道														
32	49000000000000	济州島														
33																
34	Table 2. Industrial discharges (Dm)			(Unit: m <sup>3</sup> /year)												
35	River															
36	Total pop (A)	City pop (B)	Industrial production (C)	Industrial discharges (D)	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017

図 3.9 Future Projection ファイルの Industrial discharges (D)シート入力画面(中国の事例)

e) Step5 : Measures

本ファイルにて、将来施策シナリオを設定する。本ファイルは、下水道等の普及率、高度処理の普及率及び工場排水の処理状況（下水道への接続率及び排水基準達成率）を入力する[Policy]シート並びに面源系負荷に対する対策実施状況を入力する[Nonpoint]シートの2つのシートから成る。

[Policy]シート入力手順：

- ① **ピンク色に着色されたセル**にて、計算の目標年次を入力する。
- ② **水色のセル**に市町村別の将来施策値を入力する。

Municipality code	Province	Name of municipality	Coverage ratio of domestic wastewater treatment in final year (%)				Percentage of population served by Advanced wastewater treatment in final year (%)				Percentage of industrial discharges treated properly in final year (%)	
			Sewerage system	Domestic Wastewater treatment tank	Rural sewerage treatment system	Domestic Wastewater treatment tank	Sewerage	Domestic Wastewater treatment tank	Rural sewerage treatment system	Domestic Wastewater treatment tank	Connected to sewerage system	Meeting discharge standard for industrial effluents discharged directly into environmental water
CODE			[4]t <sub>goal</sub>	[5]t <sub>goal</sub>	[6]t <sub>goal</sub>	[7]t <sub>goal</sub>	[14]t <sub>goal</sub>	[15]t <sub>goal</sub>	[16]t <sub>goal</sub>	[17]t <sub>goal</sub>	[20]t <sub>goal</sub>	[23]t <sub>goal</sub>
232723	黒龍江	漠河県	100	0		0	100	0		0	0	100.0
232722	黒龍江	塔河县	100	0		0	100	0		0	0	100.0
152105	内モンゴル	根河市	100	0		0	100	0		0	0	100.0
232721	黒龍江	呼蘭県	100	0		0	100	0		0	0	100.0
152106	内モンゴル	額尔古纳市	100	0		0	100	0		0	0	100.0
152127	内モンゴル	鄂倫春自治旗	100	0		0	100	0		0	0	100.0
231101	黒龍江	黒河市	100	0		0	100	0		0	0	100.0
231121	黒龍江	嫩江県	100	0		0	100	0		0	0	100.0
152104	内モンゴル	牙克石市	100	0		0	100	0		0	0	100.0
654324	新疆	哈密河県	100	0		0	100	0		0	0	100.0
654321	新疆	布爾津県	100	0		0	100	0		0	0	100.0
231123	黒龍江	遜克県	100	0		0	100	0		0	0	100.0
231124	黒龍江	孫吳県	100	0		0	100	0		0	0	100.0
230722	黒龍江	寧安県	100	0		0	100	0		0	0	100.0
230833	黒龍江	撫遠県	100	0		0	100	0		0	0	100.0
152123	内モンゴル	莫力達瓦達斡尔族自治旗	100	0		0	100	0		0	0	100.0
152131	内モンゴル	陳巴爾虎旗	100	0		0	100	0		0	0	100.0

図 3.10 Measures ファイルの Policy シート入力画面(中国の事例)



[Nonpoint]シートの入力手順：

- ① **ピンク色に着色されたセル**に、計算の基準年を入力する。目標年は[Policy]シートより自動的に入力される。
- ② サブブロック別に将来面源対策進捗率を**水色のセル**に入力する。

Goal of measurements													
Coastal water body	Blocks No.	River watershed	Sub-blocks No.	Percentages of area conducting Measures against nonpoint discharges from urban area in year of Achievement						Percentages of conducting Measures against nonpoint pollutions			
				Large animals (Cattle, horse, etc.)	Swine	Sheep				Forest	Paddy field	Dry field	Urban area
				I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
Bohai Sea	B1	Liao River	B1_DI	0	0	0				0	0	0	0
	B2	Liao River	B2R1	0	0	0				0	0	0	0
		Liao River	B2R2	0	0	0				0	0	0	0
	B3	Liao River	B3_DI	0	0	0				0	0	0	0
	B4	Hai River	B4_DI	0	0	0				0	0	0	0
	B5	Hai River	B5_DI	0	0	0				0	0	0	0
	B6	Hai River	B6_DI	0	0	0				0	0	0	0
	B7	Yellow River	B7K1	0	0	0				0	0	0	0
		Yellow River	B7K2	0	0	0				0	0	0	0
		Yellow River	B7K3	0	0	0				0	0	0	0
		Yellow River	B7K4	0	0	0				0	0	0	0
		Yellow River	B7K5	0	0	0				0	0	0	0
		Yellow River	B7K6	0	0	0				0	0	0	0
		Yellow River	B7K7	0	0	0				0	0	0	0
		Yellow River	B7K8	0	0	0				0	0	0	0
	B8	Huai River	B8_DI	0	0	0				0	0	0	0

図 3.11 Measures ファイルの Nonpoint シート入力画面(中国の事例)

#### 4. 負荷量算出式について

以上で作成したデータファイルについては、この後汚濁負荷量算定プログラムに入力することになるが、その負荷量算定式については、以下の考えで作成されている。

現況解析では、以下 a)に示す発生源別負荷量算出式に基づき汚濁負荷量の計算を行っている。一方、将来シナリオ解析では、以下 b)に示す将来フレーム算出式に基づき、年度毎に異なる将来フレームを算出し、これらを用いて a)式により各年の汚濁負荷量を計算している。現況解析も将来シナリオ解析も、自動的にプログラム上で汚濁負荷量が計算され、計算終了後に表 4.1に示す分類の負荷量を記載したファイルが自動的に出力される。

##### a) 発生源別負荷量算出式

汚濁負荷量算出式は、四カ国（日中韓露）共通の式となっており、以下に示すとおり、「統計値×施策進捗率×原単位×その他パラメータ」により算出している。

発生源別汚濁負荷量算出式の詳細については、表 4.1を参考にされたい。

統計値	施策進捗率	原単位	パラメータ
Statistical data	× Measures	× Unit Loading factors	× Parameters
(人口、工場排水量等)	(下水道普及率)	(1人当たり負荷量原単位等)	(ブロック別原単位補正值等)

表 4.1 発生源別汚濁負荷量算出式一覧

結果表分類	負荷量 No.	項目	計算式 記号は、項目番号。着色はデータのファイル区を示す。			
			Statistical data	Measures	Unit load	Parameters
A1-1 生活系 都市部	1	未処理	[10]		× c	× A × M' × (1-N)
	3	合併浄化槽 (標準法)	[9] × (100-[15])%		× b	× A × M' × (1-N)
	3'	合併浄化槽 (高度処理型)	[9] × [15]%		× b'	× A × M' × (1-N)
A1-2 生活系 農村部	4	未処理	[13]		× f	× B × M' × (1-N)
	2	農集等 (標準法)	[11] × (100-[16])%		× d	× A × M' × (1-N)
	5	合併浄化槽 (標準法)	[12] × (100-[17])%		× e	× B × M' × (1-N)
	2'	農集等 (高度処理型)	[11] × [16]%		× d'	× A × M' × (1-N)
	5'	合併浄化槽 (高度処理型)	[12] × [17]%		× e'	× B × M' × (1-N)
A2 工場系 (下水道以外)	6	排水基準 達成済み	[18]-[19] × [23]%		× r	× A × M' × (1-N)
	7	排水基準 未達成	[18]-[19] × (100-[23])%		× q	× A × M' × (1-N)
A3 家畜系	8	家畜1 (対策なし)	[24]	× (100-I)%	× g	× B × C × M' × (1-N)
	9	家畜2 (対策なし)	[25]	× (100-J)%	× h	× B × D × M' × (1-N)
	10	家畜3 (対策なし)	[26]	× (100-K)%	× i	× B × E × M' × (1-N)
	11	家畜4 (対策なし)	[27]	× (100-L)%	× j	× B × F × M' × (1-N)
	12	家畜5 (対策なし)	[28]	× (100-M)%	× k	× B × G × M' × (1-N)
	13	家畜6 (対策なし)	[29]	× (100-N)%	× l	× B × H × M' × (1-N)
	8'	家畜1 (対策あり)	[24]	× I%	× g'	× B × C × M' × (1-N)
	9'	家畜2 (対策あり)	[25]	× J%	× h'	× B × D × M' × (1-N)
	10'	家畜3 (対策あり)	[26]	× K%	× i'	× B × E × M' × (1-N)
	11'	家畜4 (対策あり)	[27]	× L%	× j'	× B × F × M' × (1-N)
	12'	家畜5 (対策あり)	[28]	× M%	× k'	× B × G × M' × (1-N)
	13'	家畜6 (対策あり)	[29]	× N%	× l'	× B × H × M' × (1-N)
	A4 下水道	14	生活系 (標準法)	[8] × (100-[14])%		× a
15		工場系 (標準法)	[19] × (100-[14])%		× s × (100-u)%	× A × M' × (1-N)
14'		生活系 (高度処理)	[8] × [14]%		× a'	× A × M' × (1-N)
15'		工場系 (高度処理)	[19] × [14]%		× s × (100-u)%	× A × M' × (1-N)
B1 森林	16	対策なし	[30]	× (100-O)%	× m	× B × I × M' × (1-N)
	16'	対策あり	[30]	× O%	× m'	× B × I × M' × (1-N)
B2 水田	17	対策なし	[31]	× (100-P)%	× n	× B × J × M' × (1-N)
	17'	対策あり	[31]	× P%	× n'	× B × J × M' × (1-N)
B3 畑地	18	対策なし	[32]	× (100-Q)%	× o	× B × K × M' × (1-N)
	18'	対策あり	[32]	× Q%	× o'	× B × K × M' × (1-N)
B4 市街地	19	対策なし	[33]	× (100-R)%	× p	× A × L × M' × (1-N)
	19'	対策あり	[33]	× R%	× p'	× A × L × M' × (1-N)
備考						中国以外はA=B=1

**b) 将来フレーム算出式**

任意年 (t) の将来フレーム値は、将来人口等予測データ(Step4 Future Projection)及び将来施策データ(Step5 Measures)の数値を基に算出している(式1)。ただし、将来における将来人口等予測データ(Step4 Future Projection)は、前述のとおり全国、県または市町村レベルでの予測を任意に選択できることから、将来人口等予測データのデータレベルが全国または県レベルである場合、式2に示すとおり現況年度(t<sub>0</sub>)のフレーム値(Step1 Statistical Data)に基づき市町村レベルの将来人口等データを算出し、その後式1で将来フレーム値を算出している。

将来フレーム算出式は、国によって得られる統計データが異なっているため、各国ごとに設定している。各フレームの将来算出式については表 4.2～表 4.5を参照されたい。なお、将来フレーム算出式中の頭文字”C”、”P”、”M”、は各項目のデータレベルを表し、Cは全国、Pは県（中国は省、韓国は道市、ロシアは沿海地方）、Mは市町村レベルのデータであることを示す。

<p><b>式1:市町村レベルのt年における将来フレーム値(下水道処理人口等)の算出</b></p>		
<p>Future Projection(または式2の算出結果)</p> <p>(t年における総人口等)</p>	×	<p>Measures</p> <p>(下水道普及率等)</p>
<p><b>式2:将来人口等予測データが全国または県レベルである場合の、市町村レベルの将来人口等予測データの算出</b></p>		
<p>Future Projection</p> <p>(CまたはP)</p> <p>t年における 国または県別 将来フレーム予測値</p>	×	<p>Statistical Data_MuniFrame</p> <p>(M)</p> <p>現況年度(t<sub>0</sub>)の 市町村別 フレーム値</p>
	÷	<p>Statistical Data_ProveFrame</p> <p>(CまたはP)</p> <p>現況年度(t<sub>0</sub>)の 国または県別 フレーム値</p>

表 4.2 市町村レベルにおける将来フレーム算出式一覧(中国)

		$t_0$ : 現況年データ	C: Whole of country data	Statistical dataファイル
		$t$ : 現況年+m年データ	P: Provincial data	Future projection ファイル
		$t_{goal}$ : 目標年のデータ	M: Municipal data	Measure ファイル
		$m$ : $(t-t_0) / (t_{goal}-t_0)$		
Population (pop.)	Total	[1] $t = \frac{[1]t_0}{M} \times \frac{(A)t}{C, P} \div \frac{[1]t_0}{C, P}$		または、 $= \frac{(A)t}{M}$
	Urban area	[2] $t = \frac{[2]t_0}{M} \div \frac{[1]t_0}{M} \times \frac{(B)t}{C, P} \times [1]t$		または、 $= \frac{(B)t}{M}$
	Rural area	[3] $t = [1]t - [2]t$		
Coverage Ratio of Sewerage treatment in urban area (%)	Sewerage System	[4] $t = \frac{[4]t_0}{M} + m \times \left( \frac{[4]t_{goal}}{M} - \frac{[4]t_0}{M} \right)$		
	Domestic Wastewater treatment tank	[5] $t = \frac{[5]t_0}{M} + m \times \left( \frac{[5]t_{goal}}{M} - \frac{[5]t_0}{M} \right)$		
Coverage ratio of Sewerage treatment in rural area (%)	Rural sewerage treatment system	[6]		
	Domestic Wastewater treatment tank	[7] $t = \frac{[7]t_0}{M} + m \times \left( \frac{[7]t_{goal}}{M} - \frac{[7]t_0}{M} \right)$		
Sewered Population in urban area	Sewerage System	[8] $t = [2]t \times [4]t$		
	Domestic Wastewater treatment tank	[9] $t = [2]t \times [5]t$		
	Untreated	[10] $t = [2]t - [8]t - [9]t$		
Sewered Population in rural area	Rural sewerage treatment system	[11]		
	Domestic Wastewater treatment tank	[12] $t = [3]t \times [7]t$		
	Untreated	[13] $t = [3]t - [12]t$		
Percentage of population served by Advanced wastewater treatment /Sewered polulation in urban area (%)	Sewerage System	[14] $t = \frac{[14]t_0}{M} + m \times \left( \frac{[14]t_{goal}}{M} - \frac{[14]t_0}{M} \right)$		
	Domestic Wastewater treatment tank	[15] $t = \frac{[15]t_0}{M} + m \times \left( \frac{[15]t_{goal}}{M} - \frac{[15]t_0}{M} \right)$		
Percentage of population served by Advanced wastewater treatment /Sewered polulation in rural area (%)	Rural sewerage treatment system	[16]		
	Domestic Wastewater treatment tank	[17] $t = \frac{[17]t_0}{M} + m \times \left( \frac{[17]t_{goal}}{M} - \frac{[17]t_0}{M} \right)$		
Industrial discharges (m3/yr.)	Total	[18] $t = \frac{[21]t}{M} \times \frac{(D)t}{P}$		または、 $= \frac{(D)t}{M}$
	Connected to Sewerage System	[19] $t = [18]t \times [20]t$		
Percentage of industrial discharges connected to Sewerage system (%)		[20] $t = \frac{[20]t_0}{M} + m \times \left( \frac{[20]t_{goal}}{M} - \frac{[20]t_0}{M} \right)$		
Industrial production (ten thousand yuen)		[21] $t = \frac{[21]t_1}{M} \times \left( 1 + \frac{(C)t}{C, P} \right)$		または、 $= \frac{(C)t}{M}$
Industrial discharges per industrial production (m3/ten thousand Yuen)		[22] $t = \frac{(D)t}{M}$		
Industrial discharges meeting Discharge Standard (%)		[23] $t = \frac{[23]t_0}{M} + m \times \left( \frac{[23]t_{goal}}{M} - \frac{[23]t_0}{M} \right)$		

※[24]~[34]については、=現況値としている。

表 4.3 市町村レベルにおける将来フレーム算出式一覧(日本)

		$t_0$ : 現況年データ	C: Whole of country data	Statistical dataファイル
		$t$ : 現況年+m年データ	P: Provincial data	Future projection ファイル
		$t_{goal}$ : 目標年のデータ	M: Municipal data	Measure ファイル
		$m$ : $(t-t_0) / (t_{goal}-t_0)$		
Population (pop.)	Total	[1] $t = \frac{[1]t_0}{M} \times \frac{(A)t}{C, P} \div \frac{[1]t_0}{C, P}$		または、 $= \frac{(A)t}{M}$
	Urban area	[2] $t = \frac{[2]t_0}{M} \div \frac{[1]t_0}{M} \times [1]t$		
	Rural area	[1]t - [2]t		
Coverage Ratio of Sewerage treatment in urban area (%)	Sewerage System	[4] $t = \frac{[4]t_0}{M} + m \times \left( \frac{[4]t_{goal}}{M} - \frac{[4]t_0}{M} \right)$		
	Domestic Wastewater treatment tank	[5] $t = \frac{[5]t_0}{M} + m \times \left( \frac{[5]t_{goal}}{M} - \frac{[5]t_0}{M} \right)$		
Coverage ratio of Sewerage treatment in rural area (%)	Rural sewerage treatment system	[6] $t = \frac{[6]t_0}{M} + m \times \left( \frac{[6]t_{goal}}{M} - \frac{[6]t_0}{M} \right)$		
	Domestic Wastewater treatment tank	[7] $t = \frac{[7]t_0}{M} + m \times \left( \frac{[7]t_{goal}}{M} - \frac{[7]t_0}{M} \right)$		
Sewered Population in urban area	Sewerage System	[8] $t = [2]t \times [4]t$		
	Domestic Wastewater treatment tank	[9] $t = [2]t \times [5]t$		
	Untreated	[10] $t = [2]t - [8]t - [9]t$		
Sewered Population in rural area	Rural sewerage treatment system	[11] $t = [3]t \times [6]t$		
	Domestic Wastewater treatment tank	[12] $t = [3]t \times [7]t$		
	Untreated	[13] $t = [3]t - [11]t - [12]t$		
Percentage of population served by Advanced wastewater treatment /Sewered population in urban area (%)	Sewerage System	[14] $t = \frac{[14]t_0}{M} + m \times \left( \frac{[14]t_{goal}}{M} - \frac{[14]t_0}{M} \right)$		
	Domestic Wastewater treatment tank	[15] $t = \frac{[15]t_0}{M} + m \times \left( \frac{[15]t_{goal}}{M} - \frac{[15]t_0}{M} \right)$		
Percentage of population served by Advanced wastewater treatment /Sewered population in rural area (%)	Rural sewerage treatment system	[16] $t = \frac{[16]t_0}{M} + m \times \left( \frac{[16]t_{goal}}{M} - \frac{[16]t_0}{M} \right)$		
	Domestic Wastewater treatment tank	[17] $t = \frac{[17]t_0}{M} + m \times \left( \frac{[17]t_{goal}}{M} - \frac{[17]t_0}{M} \right)$		
Industrial discharges (m3/yr.)	Total	[18] $t = \frac{[18]t_0}{M}$		
	Connected to Sewerage System	[19] $t = [18]t \times [20]t$		
Percentage of industrial discharges connected to Sewerage system (%)	[20] $t = \frac{[20]t_0}{M} + m \times \left( \frac{[20]t_{goal}}{M} - \frac{[20]t_0}{M} \right)$			
Industrial production	[21]			
Industrial discharges per industrial production	[22]			
Industrial discharges meeting Discharge Standard (%)	[23] $t = \frac{[23]t_0}{M} + m \times \left( \frac{[23]t_{goal}}{M} - \frac{[23]t_0}{M} \right)$			

※[24]~[34]については、=現況値としている。

表 4.4 市町村レベルにおける将来フレーム算出式一覧(韓国)

		$t_0$ : 現況年データ	C: Whole of country data	Statistical dataファイル
		$t$ : 現況年+m年データ	P: Provincial data	Future projection ファイル
		$t_{goal}$ : 目標年のデータ	M: Municipal data	Measure ファイル
		$m: (t-t_0) / (t_{goal}-t_0)$		
Population (pop.)	Total	[1] $t = \frac{[1]t_0}{M} \times \frac{(A)t}{C, P} \div \frac{[1]t_0}{C, P}$		または、 $= \frac{(A)t}{M}$
	Urban area	[2] $t = \frac{[2]t_0}{M} \div \frac{[1]t_0}{M} \times [1]t$		
	Rural area	[3] $t = [1]t - [2]t$		
Coverage Ratio of Sewerage treatment in urban area (%)	Sewerage System	[4] $t = \frac{[4]t_0}{M} + m \times \left( \frac{[4]t_{goal}}{M} - \frac{[4]t_0}{M} \right)$		
	Domestic Wastewater treatment tank	[5] $t = \frac{[5]t_0}{M} + m \times \left( \frac{[5]t_{goal}}{M} - \frac{[5]t_0}{M} \right)$		
Coverage ratio of Sewerage treatment in rural area (%)	Rural sewerage treatment system	[6]		
	Domestic Wastewater treatment tank	[7] $t = \frac{[7]t_0}{M} + m \times \left( \frac{[7]t_{goal}}{M} - \frac{[7]t_0}{M} \right)$		
Sewered Population in urban area	Sewerage System	[8] $t = [2]t \times [4]t$		
	Domestic Wastewater treatment tank	[9] $t = [2]t \times [5]t$		
	Untreated	[10] $t = [2]t - [8]t - [9]t$		
Sewered Population in rural area	Rural sewerage treatment system	[11]		
	Domestic Wastewater treatment tank	[12] $t = [3]t \times [7]t$		
	Untreated	[13] $t = [3]t - [12]t$		
Percentage of population served by Advanced wastewater treatment /Sewered polulation in urban area (%)	Sewerage System	[14] $t = \frac{[14]t_0}{M} + m \times \left( \frac{[14]t_{goal}}{M} - \frac{[14]t_0}{M} \right)$		
	Domestic Wastewater treatment tank	[15] $t = \frac{[15]t_0}{M} + m \times \left( \frac{[15]t_{goal}}{M} - \frac{[15]t_0}{M} \right)$		
Percentage of population served by Advanced wastewater treatment /Sewered polulation in rural area (%)	Rural sewerage treatment system	[16]		
	Domestic Wastewater treatment tank	[17] $t = \frac{[17]t_0}{M} + m \times \left( \frac{[17]t_{goal}}{M} - \frac{[17]t_0}{M} \right)$		
Industrial discharges (m3/yr.)	Total	[18] $t = \frac{[21]t}{M} \times \frac{(D)t}{P}$		または、 $= \frac{(D)t}{M}$
	Connected to Sewerage System	[19] $t = [18]t \times [20]t$		
Percentage of industrial discharges connected to Sewerage system (%)		[20] $t = \frac{[20]t_0}{M} + m \times \left( \frac{[20]t_{goal}}{M} - \frac{[20]t_0}{M} \right)$		
Industrial production (million won)		[21] $t = \frac{[21]t_1}{M} \times \left( 1 + \frac{(C)t}{C, P} \right)$		または、 $= \frac{(C)t}{M}$
Industrial discharges per industrial production (m3/million won)		[22] $t = \frac{(D)t}{M}$		
Industrial discharges meeting Discharge Standard (%)		[23] $t = \frac{[23]t_0}{M} + m \times \left( \frac{[23]t_{goal}}{M} - \frac{[23]t_0}{M} \right)$		

※[24]~[34]については、=現況値としている。

表 4.5 市町村レベルにおける将来フレーム算出式一覧(ロシア)

		$t_0$ : 現況年データ	C: Whole of country data	: Statistical dataファイル
		$t$ : 現況年+m年データ	P: Provincial data	: Future projection ファイル
		$t_{goal}$ :	M: Municipal data	: Measure ファイル
		$m: (t-t_0) / (t_{goal}-t_0)$		
Population (pop.)	Total	[1] $t = \frac{[1]t_0}{M} \times \frac{(A)t}{C, P} \div \frac{[1]t_0}{C, P}$		または、 $= \frac{(A)t}{M}$
	Urban area	[2] $t = \frac{[2]t_0}{M} \div \frac{[1]t_0}{M} \times [1]t$		
	Rural area	[3] $t = [1]t - [2]t$		
Coverage Ratio of Sewerage treatment in urban area (%)	Sewerage System	[4] $t = \frac{[4]t_0}{M} + m \times \left( \frac{[4]t_{goal}}{M} - \frac{[4]t_0}{M} \right)$		
	Domestic Wastewater treatment tank	[5] $t = \frac{[5]t_0}{M} + m \times \left( \frac{[5]t_{goal}}{M} - \frac{[5]t_0}{M} \right)$		
Coverage ratio of Sewerage treatment in rural area (%)	Rural sewerage treatment system	[6]		
	Domestic Wastewater treatment tank	[7] $t = \frac{[7]t_0}{M} + m \times \left( \frac{[7]t_{goal}}{M} - \frac{[7]t_0}{M} \right)$		
Sewered Population in urban area	Sewerage System	[8] $t = [2]t \times [4]t$		
	Domestic Wastewater treatment tank	[9] $t = [2]t \times [5]t$		
	Untreated	[10] $t = [2]t - [8]t - [9]t$		
Sewered Population in rural area	Rural sewerage treatment system	[11]		
	Domestic Wastewater treatment tank	[12] $t = [3]t \times [7]t$		
	Untreated	[13] $t = [3]t - [12]t$		
Percentage of population served by Advanced wastewater treatment /Sewered polulation in urban area (%)	Sewerage System	[14] $t = \frac{[14]t_0}{M} + m \times \left( \frac{[14]t_{goal}}{M} - \frac{[14]t_0}{M} \right)$		
	Domestic Wastewater treatment tank	[15] $t = \frac{[15]t_0}{M} + m \times \left( \frac{[15]t_{goal}}{M} - \frac{[15]t_0}{M} \right)$		
Percentage of population served by Advanced wastewater treatment /Sewered polulation in rural area (%)	Rural sewerage treatment system	[16]		
	Domestic Wastewater treatment tank	[17] $t = \frac{[17]t_0}{M} + m \times \left( \frac{[17]t_{goal}}{M} - \frac{[17]t_0}{M} \right)$		
Industrial discharges (m3/yr.)	Total	[18] $t = \frac{[18]t_0}{M}$		
	Connected to Sewerage System	[19] $t = [18]t \times [20]t$		
Percentage of industrial discharges connected to Sewerage system (%)	[20] $t = \frac{[20]t_0}{M} + m \times \left( \frac{[20]t_{goal}}{M} - \frac{[20]t_0}{M} \right)$			
Industrial production	[21]			
Industrial discharges per industrial production	[22]			
Industrial discharges meeting Discharge Standard (%)	[23] $t = \frac{[23]t_0}{M} + m \times \left( \frac{[23]t_{goal}}{M} - \frac{[23]t_0}{M} \right)$			

※[24]~[34]については、=現況値としている。

## 5. 汚濁負荷量解析プログラムの使用方法

作成したデータファイルを基にして、汚濁負荷量を計算するには、Microsoft Office Excel を利用した汚濁負荷量解析プログラム ((VBA)Calculation model.xls) を利用する。本プログラムファイルのシート構成は表 5.1に示すとおりである。

表 5.1 負荷量計算実行プログラムファイルのシート構成

ファイル名	シート名	操作内容
(VBA)Calculation model.xls	Analysis Condition	【シナリオ情報の新規入力】 【現況解析の実行】 【将来シナリオ解析の実行】 【結果表の閲覧】 【結果のグラフ化】 【シナリオ設定の操作】
	Setting of Name	【計算範囲の名前づけ】 (基礎データファイル Step1~5 の市町村の削除・追加を行った場合にのみ使用する)

以下に本プログラムの操作方法を示す。



## a) Analysis Condition シートの画面構成

### I. シナリオ設定と解析実行パート

左側**緑色枠内**で、解析シナリオ毎の利用ファイルと解析期間などに関する部分

### II. シナリオ登録パート

右側**紫色枠内**で、登録したシナリオの読込・削除・登録に関する部分

### III. 解析結果グラフ化パート

右端**オレンジ色枠内**で、解析結果のグラフ化に関する部分

The screenshot shows a spreadsheet interface with several key sections:

- Green Box (Scenario Setting and Start Calculation):** Contains fields for scenario information (S\_ID, Items, Contents) and data files (F\_ID, Items, Country, Data Path).
- Purple Box (Save, Load and Delete of Setting):** Contains instructions for saving, loading, and deleting scenario settings, along with a 'Delete' button.
- Orange Box (Graphs):** Contains instructions for generating graphs, including 'Annual delivered load of each water body' and 'Trend charts of scenario in each country'.
- List of Registered Scenario Table:**

No.	Name	Description	order
B	Base Year		
S1	Scenario1		
S1'	Scenario1'		
S2	Scenario2		
S2'	Scenario2'		
S3	Scenario3		
S3'	Scenario3'		

Callouts in the image identify the following areas:

- 紫色枠内 (Purple Box):** シナリオ登録パート (Scenario Registration Part)
- オレンジ色枠内 (Orange Box):** 解析結果グラフ化パート (Graphing Results Part)
- 緑色枠内 (Green Box):** シナリオ設定と解析実行パート (Scenario Setting and Execution Part)

図 5.1 Analysis Condition シートの画面構成

b) シナリオ情報の新規入力

- ① S01~S03 にシナリオ番号、シナリオ名、シナリオの内容説明を入力する。
- ② 緑色の[Save>>>>]ボタンをクリックし、内容を保存する。
- ③ Status of Scenario Nubmber の表記が[New]から[Existing] の表記に変わっていることを確認する。

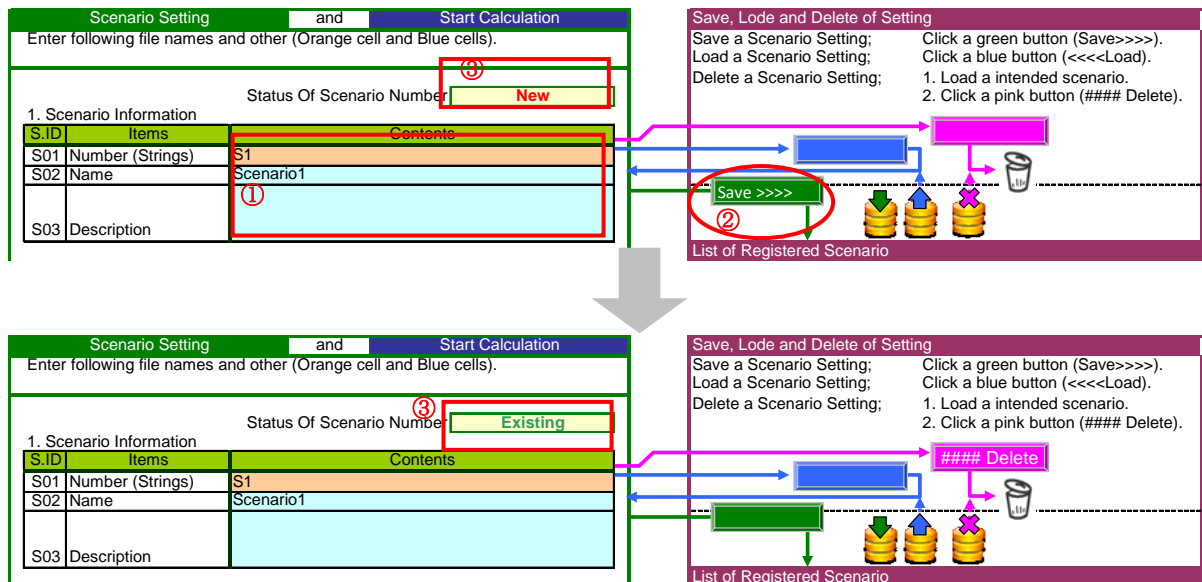


図 5.2 汚濁負荷量実行プログラム操作画面 (1)

c) 現況解析の実行

- ①[Browse]ボタンを押して、2.1Statistical data (F11~F14), 2.2Unit Load (F21~F24) 及び 2.3Parameters (F31~F34)のデータファイルをそれぞれ指定する。
- ②計算対象国の選択を[Yes/No] のリストボックス(R11~R14)より行う。
- ③青色の[Calculation of Base Year] “現況解析開始ボタン” をクリックすると、汚濁負荷量が自動的に計算され、図 5.4に示すとおり、「シナリオ番号\_シナリオ名」フォルダが自動作成され、同フォルダの中に5つの現況解析結果ファイル(シナリオ名(Current)\_国名\_0Summary、\_1COD、\_2TN、\_3TP、\_9Frame)が作成される。各結果ファイルの内容については「e) 結果表の閲覧」にて後述する。

現況解析では、負荷量の算出結果(シナリオ名(Current)\_国名\_1COD、\_2TN、\_3TP)を見ながら、パラメータファイル(Step3)の入力値の調整を行い、上記①~③の作業を繰り返し行うことで、適切なパラメータを設定することを目的としている。

2. Data Files

2.1. Statistical data

F.ID	Items (Country)	Data Path
F11	China	datasample\China\Statistical data_C.xls
F12	Korea	datasample\Korea\Statistical data_K.xls
F13	Japan	datasample\Japan\Statistical data_J.xls
F14	Russia	datasample\Russia\Statistical data_R.xls

2.2. Unit Load

F.ID	Items (Country)	Data Path
F21	China	datasample\China\Unit Loading factors_C.xls
F22	Korea	datasample\Korea\Unit Loading factors_K.xls
F23	Japan	datasample\Japan\Unit Loading factors_J.xls
F24	Russia	datasample\Russia\Unit Loading factors_R.xls

2.3. Parameters

F.ID	Items (Country)	Data Path
F31	China	datasample\China\Parameters_C.xls
F32	Korea	datasample\Korea\Parameters_K.xls
F33	Japan	datasample\Japan\Parameters_J.xls
F34	Russia	datasample\Russia\Parameters_R.xls

Run Calculation of Base Year

R.ID	Country	Run
R11	China	Yes
R12	Korea	Yes
R13	Japan	Yes
R14	Russia	Yes

After having saved a scenario setting

Calculation of Base Year

Calculation results will be saved in a new folder, which is created automatically in the same place

図 5.3 汚濁負荷量実行プログラム操作画面 (2)

名前	更新日時	種類	サイズ
Scenari3(Current)_China_0Summar...	2011/02/24 13:11	Microsoft Office ...	17 KB
Scenari3(Current)_China_1COD.xls	2011/02/24 13:11	Microsoft Office ...	60 KB
Scenari3(Current)_China_2TN.xls	2011/02/24 13:11	Microsoft Office ...	60 KB
Scenari3(Current)_China_3TP.xls	2011/02/24 13:11	Microsoft Office ...	60 KB
Scenari3(Current)_China_9Frame.xls	2011/02/24 13:11	Microsoft Office ...	57 KB

図 5.4 現況解析結果ファイル一覧 (サンプル)

d) 将来シナリオ解析の実行

- ① [Browse] ボタンを押し、2.4Future Projection (F41~F44) 及び 2.5Measures (F51~F54) のデータファイルを指定する。
- ② 計算対象国の選択を[Yes/No] のリストボックス(R21~R24)より行う。
- ③ 計算開始年及び終了年を入力する (R25, R26)。  
 計算開始年は、Statistical data ファイルのデータ年(Base year)、Future Projection ファイルの基準年(Base year)、Measures ファイルの基準年(Base year)に合わせる。また、計算終了年は、Future Projection ファイルの目標年(End of calculation)、Measures ファイルの目標年(Goal year)に合わせる。
- ④ 計算間隔年の選択を[Output Interval]のリストボックス(5 / 1)より行う(R27)。  
 この際、計算間隔年を1年と選択するときは、Future Projection ファイルの全てのシートの間隔年(Intervals of future projection data)を1年とし、全ての年のデータを入力する。  
 その後に緑色の[Save>>>>]ボタンをクリックし、内容を保存する(図 5.2参照)。
- ⑤ 青色の[Scenario Analysis] “将来シナリオ解析開始” ボタンをクリックすると、将来における汚濁負荷量が自動的に算出される。

**2.4. Future Projection**

F.ID	Items (Country)		Data Path
F41	China	Browse	datasample\China\Future projection_C.xls
F42	Korea	Browse	datasample\Korea\Future projection_K.xls
F43	Japan	Browse	datasample\Japan\Future projection_J.xls
F44	Russia	Browse	datasample\Russia\Future projection_R.xls

①

**2.5. Measures**

F.ID	Items (Country)		Data Path
F51	China	Browse	datasample\China\Measure\Scenario1_C.xls
F52	Korea	Browse	datasample\Korea\Measure\Scenario1_K.xls
F53	Japan	Browse	datasample\Japan\Measure\Scenario1_J.xls
F54	Russia	Browse	datasample\Russia\Measure\Scenario1_R.xls

②~④

**Run Scenario Analysis**

R.ID	Items (Country)	Unit	***
R21	Run	China	- Yes
R22	Calculation	Korea	- Yes
R23		Japan	- Yes
R24		Russia	- Yes
R25		Duration	Start
R26		End	Year 2030
R27	Output Interval		Year 5
R28	Rounding Digit (Fixed)		- Free

After having saved a scenario setting.

--->>>> ⑤

Scenario Analysis

Calculation results will be saved in a new folder, which is created automatically in the same place with this file.

図 5.5 汚濁負荷量実行プログラム操作画面 (3)

e) 結果表の閲覧

下図のとおり、シナリオ番号\_シナリオ名のフォルダが自動作成され、同フォルダの中に、5つのファイル(シナリオ名\_国名\_0Summary、\_1COD、\_2TN、\_3TP、\_9Frame)が自動的に作成される。この際、図 5.4 に示す現況解析結果ファイルが、全て上書きされ、図 5.6 に示すシナリオ解析結果ファイルに置き換わることとなる。

名前	更新日時	種類	サイズ
Scenario1_China_0Summary.xls	2011/01/31 18:43	Microsoft Office ...	20 KB
Scenario1_China_1COD.xls	2011/01/31 18:43	Microsoft Office ...	261 KB
Scenario1_China_2TN.xls	2011/01/31 18:43	Microsoft Office ...	264 KB
Scenario1_China_3TP.xls	2011/01/31 18:44	Microsoft Office ...	265 KB
Scenario1_China_9Frame.xls	2011/01/31 18:44	Microsoft Office ...	250 KB
Scenario1_Japan_0Summary.xls	2011/01/31 19:17	Microsoft Office ...	21 KB
Scenario1_Japan_1COD.xls	2011/01/31 19:15	Microsoft Office ...	244 KB
Scenario1_Japan_2TN.xls	2011/01/31 19:15	Microsoft Office ...	244 KB

図 5.6 汚濁負荷量実行プログラム計算結果フォルダ内の画面

各結果ファイルの内容の一部(中国の例)を以下に示す。

(1)シナリオ名\_国名\_0Summary ファイル

Table Type: Summary									
Scenario: Scenario1									
Country: China									
Table 1. COD <sub>Cr</sub>									
Year		2005	2010	2015	2020	2025	2030		
Pollution loads of individual water body	Bohai Sea	779,648	978,554	1,032,045	1,083,030	1,122,312	1,162,471		
	Yellow Sea	742,429	943,358	981,094	1,019,304	1,048,958	1,079,224		
	East China Sea	4,101,220	5,225,103	5,421,563	5,618,796	5,767,731	5,920,527		
	Japan Sea								
Pollution loads of individual source	Domestic discharges (non-sewerage)	Urban area	775,493	920,312	985,846	1,047,345	1,098,959	1,150,569	
		Rural area	1,226,514	2,491,427	2,586,087	2,677,422	2,739,577	2,801,729	
	Industrial discharges		1,182,301	1,244,416	1,347,974	1,460,281	1,546,649	1,638,561	
	Livestock discharges		38,066	38,066	38,066	38,066	38,066	38,066	
	Wastewater treatment plant		277,025	328,894	352,828	374,117	391,850	409,597	
Nonpoint sources		2,123,900	2,123,900	2,123,900	2,123,900	2,123,900	2,123,900		
Sub total pollution loads			5,623,298	7,147,014	7,434,701	7,721,131	7,939,001	8,162,222	
Table 2. Total Nitrogen									
Year		2005	2010	2015	2020	2025	2030		

図 5.7 汚濁負荷量実行プログラム計算結果ファイル(シナリオ名\_国名\_0Summary)画面

(2) シナリオ名\_国名\_02COD

The screenshot shows an Excel spreadsheet titled 'Scenario\_China\_1COD'. The main data table is 'Table 1. Annual delivered load' with columns for Coastal water body, Blocks No., River watershed, Sub-blocks No., ID, and various pollution load categories. The table is divided into two main sections: (A) Pollution loads from human activities and (B) Nonpoint sources pollution loads. The data is grouped by coastal water body: Bohai Sea (rows 13-31) and Yellow Sea (rows 32-41). Each group includes sub-totals for each water body.

図 5.8 汚濁負荷量実行プログラム計算結果ファイル(シナリオ名\_国名\_1COD)画面

## f) 結果のグラフ化

本プログラムは、解析結果を自動的にグラフ化することが可能となっている。以下に、グラフ化が可能な3つのグラフのサンプル図を示す。

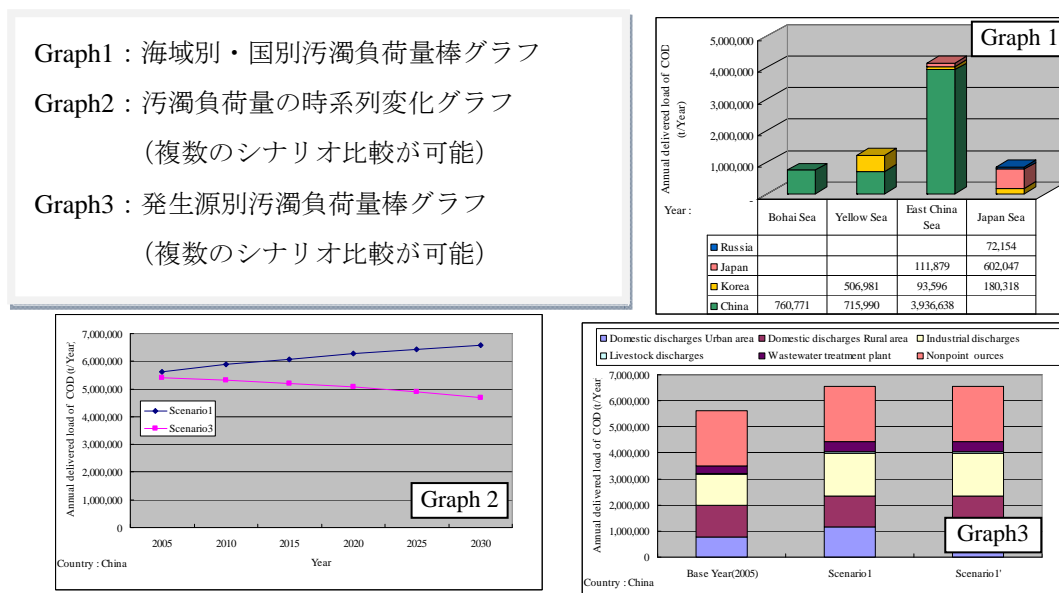


図 5.9 解析結果のグラフ化(サンプル)

グラフ化を実行する手順を以下に示す。

### ➤ Graph 1 の作成

- (1) グラフ化したいシナリオのリストボックスを「1」とする(下図①)。グラフ1は一つの解析結果に対するグラフであることから、複数のシナリオを選択することができない。
- (2) 下図②に示す一番左の[Go]ボタンを押す。

### ➤ Graph 2 の作成

- (1) グラフ化したいシナリオに番号を入力する(下図③)。グラフ2は複数のシナリオを選択することが可能であるため、表示させたいシナリオに1から順に整数を入力する。ただし、グラフ2は時系列変化を示すグラフであることから、解析年(期間)及び計算間隔が同じシナリオを選択すること。
- (2) 下図②に示す真ん中の[Go]ボタンを押す。

### ➤ Graph 3 の作成

- (1) グラフ化したいシナリオに番号を入力する(下図④)。グラフ3は複数の

シナリオを比較することが可能であるため、表示させたいシナリオに1から順に整数を入力する。入力した番号の順序で発生源別負荷量棒グラフが並ぶ設定としている。

(2) 下図②に示す一番右の[Go]ボタンを押す。

**Save, Load and Delete of Setting**

Save a Scenario Setting; Click a green button (Save>>>>).  
 Load a Scenario Setting; Click a blue button (<<<<Load).  
 Delete a Scenario Setting; 1. Load a intended scenario.  
 2. Click a pink button (#### Delete).

**List of Registered Scenario**

No.	Name	Description
S1	Scenario1	
S1'	Scenario1'	
S2	Scenario2	
S2'	Scenario2'	
S3	Scenario3	
S3'	Scenario3'	

**Graphs**

Annual delivered load of each water body	Trend charts of scenario in each country	Scenario comparison by source in the goal year
Go!	Go!	Go!
order		
0	0	0
0	0	0
①	③	④
1	1	1
0	2	2

図 5.10 解析結果のグラフ化操作画面

なお、作成されたグラフは、すべて Graphs フォルダに保存される。



### g) シナリオ設定の操作

シナリオ設定の操作は、「シナリオ設定と解析実行パート」のシナリオ情報部分と連携して行う。登録されたシナリオは、「シナリオ登録パート」に一覧で示される。

The screenshot shows the 'Scenario Setting and Start Calculation' window. The 'Status Of Scenario Number' is 'Existing'. The 'List of Registered Scenario' table is as follows:

No.	Name	Description	order
S1	Scenario1		0
S1'	Scenario1'		0
S2	Scenario2		0
S2'	Scenario2'		0
S3	Scenario3		1
S3'	Scenario3'		2

図 5.11 シナリオ設定の操作画面

#### (1) シナリオ登録

シナリオの登録は、「シナリオ設定と解析実行パート」で設定した条件を登録するもので、登録可能な状態の場合、緑色の Save ボタンが有効となり、Save ボタンを押すことで設定された条件が登録される。なお、新規登録した場合は、登録シナリオ一覧の最下行にシナリオ情報が追加される。

登録区分	「シナリオ設定と解析実行パート」の最上部にあるシナリオ番号の状態	シナリオ登録パートの有効ボタン
新規登録	New	Save
上書き登録	Existing(Modified)	Save、Load

The top screenshot shows the 'Scenario Setting and Start Calculation' window with 'Status Of Scenario Number' set to 'New'. The 'Save >>>>' button is highlighted in the 'Save, Load and Delete of Setting' panel.

The bottom screenshot shows the same window with 'Status Of Scenario Number' set to 'Existing(Modified)'. Both the 'Save >>>>' and '<<<< Load' buttons are highlighted in the 'Save, Load and Delete of Setting' panel.

図 5.12 各登録区分におけるシナリオ番号の状態とシナリオ登録パートの有効ボタン

(2) シナリオ読込

- ① 「シナリオ設定と解析実行パート」の1.シナリオ情報、項目番号 S01 の肌色着色部に、読み込みたいシナリオ番号を入力。
- ② Load ボタンを押す。

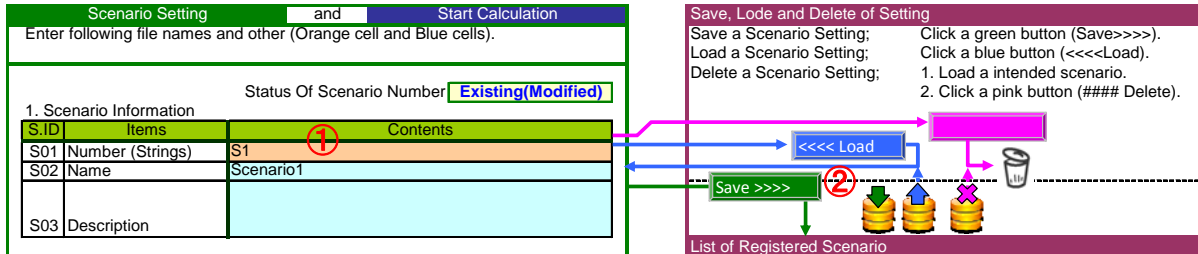


図 5.13 シナリオ読込の操作画面

(3) シナリオ削除

- ① シナリオ読込操作を実行
- ② Delete ボタンを押す。

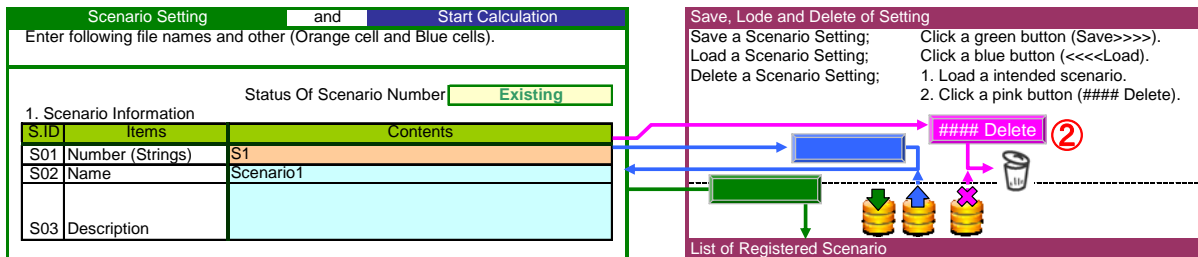


図 5.14 シナリオ削除の操作画面

削除されたシナリオは、登録シナリオの一覧から削除される。

## h) 計算範囲の名前づけ

本プログラムは、2005年現在の日本近海流域を対象として、県（Province）、市町村（Municipality）数を設定している。プログラムでは、この市町村数に対して計算範囲を設定（名前付け）することで、自動計算を行っている。よって、基礎データファイル（Step1～5）の市町村数を変更した場合には、以下に示す手順で新たに計算範囲の名前付けを行う作業が必要となる。

- (ア) シート「SettingOfNames」を表示させる（図 5.15左側参照）。
- (イ) 変更した市町村数を表に入力する（下図①）。
- (ウ) 変更した国をリストボックスから選択する（下図②）。
- (エ) 青色のボタン[Setting of “Name” on the Data Sheet]（下図③）を押すとダイアログボックス（図 5.15右側参照）が出てきて、You are going to set the data sheet of [選択した国]. Are you all right? と聞かれるので、図の④はい“Yes”を押し、Step1～5の5つのデータファイルを指定する。

以上の作業により、指定したファイルに対して新たな計算範囲の名前付けが行われ、負荷量計算実行プログラムのインプットデータファイルとして使用することが可能となる。

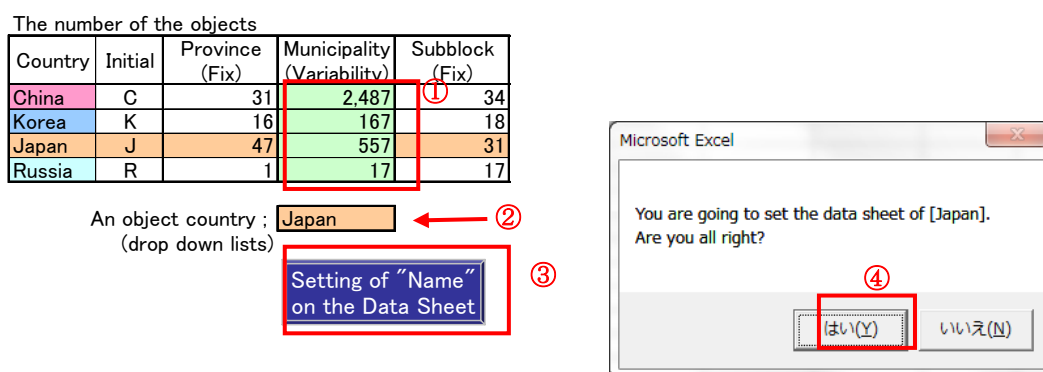


図 5.15 市町村数を変更した場合の計算範囲の名前付け画面

## 6. サンプルデータファイルについて

本プログラムモデルには、付属データとして、data sample フォルダの中に、日本、中国、韓国、ロシアの日本近海沿岸域からの汚濁負荷の算定用のサンプルデータファイル(各国の Statistical data ファイル、Unit Loading Factors ファイル、Parameters ファイル、Future Projection ファイル及び Measures ファイル)を用意している。これらのデータの諸元は以下のとおりである。

- ・ 基準年：2005 年
- ・ 目標年：2030 年
- ・ 間隔年：5 年

また、将来シナリオは、Scenario1、Scenario1'、Scenario2、Scenario2'、Scenario3 及び Scenario3' の計 6 種類用意している。2030 年におけるシナリオの内容は、それぞれ以下のとおりである。

国	地区区分	項目	シナリオ 1	シナリオ 1'	シナリオ 2	シナリオ 2'	シナリオ 3	シナリオ 3'
中国	都市部	汚水処理率	63%	63%	100%	100%	100%	100%
		高度処理導入率	0%	100%	0%	100%	0%	100%
	農村部	汚水処理率	0%	0%	0%	0%	100%	100%
		高度処理導入率	0%	0%	0%	0%	0%	100%
日本	都市部	汚水処理率	81%	81%	100%	100%	100%	100%
		高度処理導入率	0%	100%	0%	100%	0%	100%
	農村部	汚水処理率	61%	61%	61%	61%	100%	100%
		高度処理導入率	0%	0%	0%	0%	0%	100%
韓国	都市部	汚水処理率	95%	95%	100%	100%	100%	100%
		高度処理導入率	0%	100%	0%	100%	0%	100%
	農村部	汚水処理率	0%	0%	0%	0%	100%	100%
		高度処理導入率	0%	0%	0%	0%	0%	100%
ロシア	都市部	汚水処理率	15%	15%	100%	100%	100%	100%
		高度処理導入率	0%	100%	0%	100%	0%	100%
	農村部	汚水処理率	15%	15%	15%	15%	100%	100%
		高度処理導入率	0%	0%	0%	0%	0%	100%

注 1) 高度処理導入率は、汚水処理人口に対する高度処理人口の割合

注 2) 都市部の高度処理導入率は、下水道の汚水処理人口を対象として計算したもの

## 参考資料 1 汚濁負荷算定プログラムに関する参考資料

### (1) データファイルに入力している既存データについて

各データシートに入力するデータ項目のいくつかは、各国の統計データ等を収集し、すでに入力されている。以下に、各データシートにおける、既に入力されている各国のデータ項目を整理した。なお、これらデータについては、ファイル内のセルを水色着色としている。また、ファイル内の青色着色文字は、自動入力値である。

#### ■ Step1 Statistical data ファイル（フレームデータ）

表1 MuniFrame\_シート内の既存データ項目（市町村別データを入力）

種別	項目	中国	韓国	日本	ロシア
人口	総人口	●	●		●
	都市人口	●	●		●
汚水処理率	都市部下水道	●			●
	都市部合併浄化槽	●			●
	農村部農業集落排水				
	農村部合併浄化槽	●			●
汚水処理人口	都市部下水道		●	●	
	都市部合併浄化槽		●	●	
	都市部未処理			●	
	農村部農業集落排水			●	
	農村部合併浄化槽		●	●	
	農村部未処理			●	
高度処理率	都市部下水道	●	●	●	●
	都市部合併浄化槽	●	●	●	●
	農村部農業集落排水			●	
	農村部合併浄化槽	●	●	●	●
工場排水	工場排水量		●		●
	出荷額	●	●	●	
	出荷額当り工場排水量原単位	●			
	工場排水の下水道接続率	●	●	●	●
	水質基準達成率(下水道接続分除く)	●	●		
家畜頭数	大牧畜	●			●
	乳牛		●		
	牛		●	●	●
	馬		●		
	豚	●	●	●	●
	羊・鹿	●	●		●
	家禽		●		

出典 人口データ及び／中国：中華人民共和国国家統計局データを基に推計

汚水処理データ／韓国：韓国下水道統計（環境部）を基に推計

日本：住民基本台帳（総務省）、下水道統計（日本下水道協会）、地方公営企業年鑑（総務省）、環境省資料を基に推計

ロシア：ロシア連邦統計局中央総計データベース及び沿海地方統計年鑑を基に推計

工場排水データ／中国：中華人民共和国国家統計局データを基に推計

韓国：鉱業・製造業調査（韓国統計局）、排水量工場廃水の発生と処理（環境部）を基に推計

日本：工業統計表（経済産業省）より推計

ロシア：ロシア連邦統計局中央統計データベースより推計

家畜データ／中国：中国農業総計より推計

韓国：畜産廃水処理統計（環境部）より推計

日本：農林業センサス（農林水産省）より推計

ロシア：ロシア連邦統計局中央統計データベースより推計

表2 ProveFrame\_シート内のデータ項目)

(省(中国)、都道府県(日本)、道市(韓国)、地方(ロシア)別データを入力)

種別	項目	中国	韓国	日本	ロシア
人口	総人口	●		●	●
	都市人口	●			
工場排水	工場排水量	●		●	●
	出荷額	●		●	
	出荷額当り工場排水量原単位			●	
	水質基準達成率(下水道接続分除く)	●		●	

出典：表1と同様

■ Step2 Unit Loading Factors ファイル (原単位)

表3 Unit Load\_シート内のデータ項目(全国一律の値を入力)

種別	項目	中国	韓国	日本	ロシア
都市部生活系	下水道区域発生汚濁負荷量原単位	●	●	●	●
	合併浄化槽区域発生汚濁負荷量原単位	●	●	●	●
	未処理汚水発生汚濁負荷量原単位	●	●	●	●
	下水道除去率(標準法、高度処理法)	●	●	●	●
	合併浄化槽除去率(標準法、高度処理法)	●	●	●	●
農村部生活系	農業集落排水区域発生汚濁負荷量原単位			●	
	合併浄化槽区域発生汚濁負荷量原単位	●	●	●	●
	未処理汚水発生汚濁負荷量原単位	●	●	●	●
	農業集落排水除去率(標準法、高度処理法)			●	
	合併浄化槽除去率(標準法、高度処理法)	●	●	●	●
家畜系	大牧畜排水発生負荷量原単位	●			●
	乳牛排水発生負荷量原単位		●		
	牛排水発生負荷量原単位		●	●	●
	馬排水発生負荷量原単位		●		
	養豚排水発生負荷量原単位	●	●	●	●
	羊・鹿排水発生負荷量原単位	●	●		●
	家禽発生負荷量原単位		●		
	大牧畜排出率(標準、対策後)	●			●
	乳牛排水排出率(標準、対策後)		●		
	牛排水排出率(標準、対策後)		●	●	●
	馬排水排出率(標準、対策後)		●		
	養豚排水排出率(標準、対策後)	●	●	●	●
羊・鹿排水排出率(標準、対策後)	●	●		●	
家禽排水排出率(標準、対策後)		●			
面源系	森林排出負荷量原単位(標準、対策後)	●	●	●	●
	水田排出負荷量原単位(標準、対策後)	●	●	●	●
	畑地排出負荷量原単位(標準、対策後)	●	●	●	●
	市街地排出負荷量原単位(標準、対策後)	●	●	●	●

出典 中国の原単位：中華人民共和国太湖水環境管理計画調査 (JICA)

日本の原単位：流域別下水道整備総合計画調査 指針と解説

韓国の原単位：水系汚染総量管理技術指針、不足分は日本に準じた

ロシアの原単位：中国の原単位に準じた

除去率・排出率：「流域別下水道整備総合計画調査 指針と解説」及び「下水道施設計画・設計指針と解説」を基に設定

表4 Industrial\_\_シート内のデータ項目

(省別(中国)、都道府県別(日本)、市町村別(韓国・ロシア)のデータを入力)

種別	項目	中国	韓国	日本	ロシア
工場排水 水質	下水道未接続工場の未処理工場排水水質濃度 ①	●			●
	下水道未接続の工場排水排出基準濃度 ②	●	●	●	●
	下水道に接続する場合の工場排水水質濃度 ③	●		●	

出典 中国の排水水質：中国環境基準二級基準濃度及び中華人民共和国太湖水環境管理計画調査（JICA）を基に設定

日本の排水水質：「工業統計表（用地・用水編）」、「流域別下水道整備総合計画調査 指針と解説」及び「上乗せ基準値等（各県）」により設定

韓国の排水水質：「水質及び水生生態系保全に関する法律」による工場排水濃度規制値

ロシアの排水水質：中国の排水水質に準じた

■ Step3 Parameters ファイル（その他パラメータ）

表5 Parameter シート内のデータ項目(ブロック別に設定)

種別	項目	中国	韓国	日本	ロシア
補正值	都市部(生活排水、下水道、工場、市街地面源系)排出負荷原単位の補正	●			
	農村部(生活排水、畜産系、市街地を除く面源系)排出負荷原単位の補正	●			
	畜産排出負荷原単位の補正	●	●	●	●
	森林排出負荷原単位の補正	●	●	●	●
	水田排出負荷原単位の補正	●	●	●	●
	畑地排出負荷原単位の補正	●	●	●	●
	市街地排出負荷原単位の補正	●	●	●	●
	農業用取水による負荷損出	●	●	●	●
河川における浄化率	●	●	●	●	
四季別負荷	年間汚濁負荷量に対する四季別汚濁負荷の割合	●	●	●	●

出典 中国の補正值：中国水資源公報の実測値等を基に想定

日本、韓国、ロシアの補正值：実測値等を基に想定

四季別負荷：表9～表12の降雨量を基に想定

■ Step4 Future Projection ファイル（将来推計値）

表6 Total pop. (A)、Urban pop. (B)、Industrial production (C)、Industrial discharges (D) シート内のデータ項目(データレベルの選択(全国/都道府県/市町村)が可能)

種別	項目	中国	韓国	日本	ロシア
総人口	総人口	●	●	●	●
都市人口	都市人口/総人口比率の伸び率 又は 都市人口（市町村別データの場合）	●	●		●
工業出荷額	年当りGDP成長率または市町村別出荷額 (ただし、市町村別工場排水量を予測する場合は入力不要)	●	●		
工場排水量	出荷額当り工場排水量原単位又は市町村別工場排水量	●	●		

出典 人口：世界の統計（総務省統計局）等を基に設定

出荷額：GDPの将来予測に準じた。GDPは「社団法人日本経済センター」予測値を基に設定

中国の工場排水量原単位：出荷額及び排水量（中華人民共和国国家統計局HP）より推計

韓国の工場排水量原単位：出荷額（鉱業・製造業調査 韓国統計局経済統計局産業統計課）及び排水量（工場廃水の発生と処理 韓国環境部）より推計

■ Step5 Measure（施策）ファイル

表7 Policy ファイル内のデータ項目（市町村別目標値を入力）

種別	項目	中国	韓国	日本	ロシア
汚水処理率	都市部下水道	●	●	●	●
	都市部合併浄化槽	●	●	●	●
	農村部農業集落排水			●	
	農村部合併浄化槽	●	●	●	●
高度処理率	都市部下水道	●	●	●	●
	都市部合併浄化槽	●	●	●	●
	農村部農業集落排水			●	
	農村部合併浄化槽	●	●	●	●
工場排水	下水道接続率	●	●	●	●
	下水道未接続の工場排水排出基準達成率	●	●	●	●

表8 Nonpoint ファイル内のデータ項目（ブロック別目標値を入力）

種別	項目	中国	韓国	日本	ロシア
畜産系	家畜排水の排出負荷削減対策率(家畜種ごとに設定)	●	●	●	●
自然系	自然系面源負荷の排出負荷削減対策率(森林、水田、畑地、市街地ごとに設定)	●	●	●	●

※すべて対策率を0%に設定している。



(2) 降雨量データ

降雨量データについては、年間流達負荷量の四季配分率の計算に用いる。以下に降雨データの例を示す。

1) 中国における降雨量

中国における各流域の降雨量を表9に示す。

表9 中国における降雨量の変化(2005年実績)

流域名	都市名	項目	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	年間		
			冬			春			夏			秋					
長江	上流	重慶	降雨量(mm)	13.1	10.3	27.5	69.3	79.4	182.1	137.4	101.7	221.8	62.2	83.4	31.6	1,019.8	
			比率 (-)	0.0128	0.0101	0.0270	0.0680	0.0779	0.1786	0.1347	0.0997	0.2174	0.0610	0.0818	0.0310	1.0000	
		平均	0.050			0.325			0.452			0.174			1.0000		
	中流	武漢	降雨量(mm)	1.2	32.9	110.6	46.6	65.9	176.6	179.5	108.6	93.0	150.0	8.3	143.4	1,116.6	
			降雨量(mm)	44.8	75.1	190.8	106.8	92.2	400.8	272.1	66.7	80.4	47.5	64.4	159.3	1,600.9	
		平均	23.0	54.0	150.7	76.7	79.1	288.7	225.8	87.7	86.7	98.8	36.4	151.4	1,358.8		
	下流	上海	降雨量(mm)	21.7	73.0	124.9	42.7	33.1	75.6	37.3	118.6	307.4	101.5	39.3	84.7	1,059.8	
			降雨量(mm)	8.3	24.5	72.8	51.9	71.7	87.0	44.3	272.0	212.6	134.9	27.1	84.2	1,091.3	
		平均	15.0	48.8	98.9	47.3	52.4	81.3	40.8	195.3	260.0	118.2	33.2	84.5	1,075.6		
	黄河	上流-1	西安	降雨量(mm)	0.0	0.0	9.1	5.6	19.2	43.1	67.1	45.6	127.4	104.2	117.9	2.2	541.4
				降雨量(mm)	0.1	1.5	4.7	14.8	5.5	106.0	71.5	120.5	32.8	38.8	31.9	3.3	431.4
			平均	0.0	1.7	6.2	19.1	8.5	61.7	79.7	106.8	106.3	66.5	26.0	1.6	484.1	
上流-2		蘭州	降雨量(mm)	0.0	1.1	6.7	13.2	11.1	70.3	72.8	91.0	88.8	69.8	58.6	2.4	485.6	
			比率 (-)	0.0001	0.0022	0.0137	0.0271	0.0228	0.1447	0.1498	0.1873	0.1829	0.1438	0.1207	0.0049	1.0000	
		平均	0.016			0.195			0.520			0.269			1.0000		
中流		銀川	降雨量(mm)	0.100	0.000	1.700	0.000	0.000	13.600	2.000	11.500	19.600	19.700	6.700	0.000	74.9	
			比率 (-)	0.0013	0.0000	0.0227	0.0000	0.0000	0.1816	0.0267	0.1535	0.2617	0.2630	0.0895	0.0000	1.0000	
		平均	0.024			0.182			0.442			0.353			1.0000		
下流		西安	降雨量(mm)	0.0	0.0	9.1	5.6	19.2	43.1	67.1	45.6	127.4	104.2	117.9	2.2	541.4	
			降雨量(mm)	0.1	1.5	4.7	14.8	5.5	106.0	71.5	120.5	32.8	38.8	31.9	3.3	431.4	
		平均	0.0	1.7	6.2	19.1	8.5	61.7	79.7	106.8	106.3	66.5	26.0	1.6	484.1		
淮河	上流	鄭州	降雨量(mm)	4.5	0.0	20.6	0.2	28.9	65.6	118.8	252.9	161.0	286.9	19.2	6.8	965.4	
			比率 (-)	0.0047	0.0000	0.0213	0.0002	0.0299	0.0680	0.1231	0.2620	0.1668	0.2971	0.0199	0.0070	1.0000	
		平均	0.026			0.098			0.552			0.324			1.0000		
	下流	南京	降雨量(mm)	11.4	25.5	71.1	43.8	80.9	58.6	63.6	235.9	214.9	85.8	37.9	62.9	992.3	
			比率 (-)	0.01	0.03	0.07	0.04	0.08	0.06	0.06	0.24	0.22	0.09	0.04	0.06	1.00	
		平均	0.109			0.185			0.518			0.188			1.00		
	遼河	瀋陽	降雨量(mm)	18.6	13.4	5.8	0.0	74.4	114.3	132.6	179.9	191.1	48.5	40.8	2.8	822.2	
			比率 (-)	0.02	0.02	0.01	0.00	0.09	0.14	0.16	0.22	0.23	0.06	0.05	0.00	1.00	
		平均	0.046			0.230			0.612			0.112			1.00		
	海河	北京	降雨量(mm)	1.0	1.5	10.0	0.2	17.0	68.4	66.4	96.1	123.4	24.5	1.8	0.4	410.7	
			降雨量(mm)	0.8	1.6	6.0	0.0	8.5	37.4	170.9	154.2	209.0	29.2	0.9	0.0	618.5	
		平均	0.8	1.9	15.5	0.2	11.2	39.6	43.3	89.7	101.7	83.6	2.0	0.0	389.5		
その他	南昌	降雨量(mm)	0.9	1.7	10.5	0.1	12.2	48.5	93.5	113.3	144.7	45.8	1.6	0.1	472.9		
		比率 (-)	0.00	0.00	0.02	0.00	0.03	0.10	0.20	0.24	0.31	0.10	0.00	0.00	1.00		
	平均	0.028			0.129			0.743			0.100			1.00			

出典)中華人民共和国国家統計局 HP(<http://www.stats.gov.cn/tjsj/ndsj/>)

2) 日本における降雨量

表10 日本における降雨量の変化(2005年実績)

地域区分	項目	都市名	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	年間合計
			冬			春			夏			秋			
北海道	降水量 (mm)	札幌	153.5	120.5	124.0	55.0	62.0	51.0	119.0	114.0	126.0	72.0	150.5	89.0	1,236.5
			12.41%	9.75%	10.03%	4.45%	5.01%	4.12%	9.62%	9.22%	10.20%	5.82%	12.17%	7.20%	100.00%
	比率 (-)	32.19%			13.58%			29.04%			25.19%			100.00%	
東北 ～近畿 沿岸	降水量 (mm)	秋田	187.5	96.5	124.0	67.5	84.0	112.5	189.5	172.5	93.0	242.5	226.0	225.5	1,821.0
		新潟	166.5	122.5	141.5	53.0	49.5	169.5	103.5	193.0	76.5	212.5	231.0	294.0	1,813.0
		金沢	264.5	199.0	179.5	77.0	126.0	147.5	295.0	182.0	103.0	186.0	198.5	587.0	2,545.0
		舞鶴	165.5	194.0	154.5	54.5	61.0	77.0	185.0	38.5	99.5	98.0	150.0	347.5	1,625.0
		平均	196.0	153.0	149.9	63.0	80.1	126.6	193.3	146.5	93.0	184.8	201.4	363.5	1,951.1
	比率 (-)	10.05%	7.84%	7.68%	3.23%	4.11%	6.49%	9.91%	7.51%	4.77%	9.47%	10.32%	18.62%	100.00%	
	四季平均	25.57%			13.83%			22.19%			38.41%			100.00%	
東北 ～近畿 内陸	降水量 (mm)	福島	97.5	74.5	85.0	34.5	61.0	64.0	117.0	249.0	127.5	40.5	41.0	76.5	1,068.0
		長野	85.5	40.0	55.0	14.0	28.5	79.5	148.5	167.5	88.0	39.0	34.5	88.0	868.0
	平均	91.5	57.3	70.0	24.3	44.8	71.8	132.8	208.3	107.8	39.8	37.8	82.3	968.5	
	比率 (-)	9.45%	5.92%	7.23%	2.51%	4.63%	7.41%	13.71%	21.50%	11.13%	4.11%	3.90%	8.50%	100.00%	
	四季平均	22.60%			14.55%			46.34%			16.51%			100.00%	
中国	降水量 (mm)	松江	124.0	100.0	144.5	41.5	54.5	26.0	333.5	73.0	116.5	117.5	147.0	195.0	1,473.0
			8.42%	6.79%	9.81%	2.82%	3.70%	1.77%	22.62%	4.96%	7.91%	7.98%	9.98%	13.24%	100.00%
	比率 (-)	25.02%			8.29%			35.49%			31.20%			100.00%	
九州 (北部)	降水量 (mm)	福岡	47.0	91.0	93.0	36.0	62.5	15.0	301.0	73.5	115.0	18.5	109.0	58.5	1,020.0
			4.61%	8.92%	9.12%	3.53%	6.13%	1.47%	29.50%	7.21%	11.27%	1.81%	10.69%	5.74%	100.00%
	比率 (-)	22.65%			11.13%			47.98%			18.24%			100.00%	
九州 (南部)	降水量 (mm)	熊本	48.0	99.5	128.0	92.0	135.0	92.5	365.0	73.0	147.0	41.0	72.5	31.0	1,324.5
			3.62%	7.51%	9.66%	6.95%	10.19%	6.98%	27.57%	5.51%	11.10%	3.10%	5.47%	2.34%	100.00%
	比率 (-)	20.79%			24.12%			44.18%			10.91%			100.00%	

出典) 気象庁 HP

3) 韓国における降雨量

表11 韓国における降雨量の変化(2005年実績)

地域区分	項目	都市名	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	年間合計	適用 ブロック
			冬			春			夏			秋				
北部	降水量 (mm)	ソウル	10.3	4.5	17.2	12.5	94.7	85.8	168.5	269.4	285.0	313.3	52.6	44.6	1,358.4	N10, N2, K6
		麟蹄	6.1	10.0	23.2	29.0	74.0	73.5	193.0	215.5	236.0	226.5	39.5	42.0	1,168.3	
		利川	7.6	2.2	20.0	28.5	70.5	60.5	153.5	291.5	306.5	274.5	47.0	41.0	1,303.3	
		寧越	10.6	2.9	13.6	48.7	57.5	50.6	146.5	332.6	240.5	273.5	59.0	16.1	1,252.1	
		忠州	11.7	2.8	20.8	43.1	63.1	53.9	178.7	381.6	226.1	320.0	63.4	15.7	1,380.9	
		清州	11.3	4.6	13.8	36.8	66.1	50.7	170.5	373.1	332.7	295.5	54.6	16.0	1,425.7	
		平均	9.6	4.5	18.1	33.1	71.0	62.5	168.5	310.6	271.1	283.9	52.7	29.2	1,314.8	
	比率 (-)	0.73%	0.34%	1.38%	2.52%	5.40%	4.75%	12.81%	23.63%	20.62%	21.59%	4.01%	2.22%	1.0000		
	四季平均	2.45%			12.67%			57.06%			27.82%			1.0000		
南部	降水量 (mm)	密陽	0.5	7.5	20.0	89.0	91.5	64.0	141.0	206.5	244.0	72.0	8.0	27.5	971.5	上記3ブ ロック以 外全て
		任実	41.5	15.8	29.4	61.7	52.0	60.5	173.0	452.5	415.5	63.0	18.5	35.0	1,418.4	
		大邱	2.8	6.5	16.6	67.1	44.8	32.6	119.0	193.6	280.2	49.9	6.7	14.5	834.3	
		住岩ダム	32.1	9.7	35.4	73.6	96.2	88.5	182.5	331.5	185.6	44.5	14.7	40.1	1,134.4	
		光州	66.6	10.6	48.3	66.7	92.5	74.1	185.0	273.8	303.3	108.5	17.4	42.8	1,289.6	
		群山	55.1	6.5	40.5	39.6	51.7	80.6	132.0	550.2	321.4	176.0	29.6	25.3	1,508.5	
		金山	22.6	9.4	34.0	51.0	31.5	65.5	191.0	411.5	387.0	118.0	23.0	30.5	1,375.0	
		安東	2.9	5.5	14.0	41.7	50.2	45.5	139.5	209.5	227.6	115.9	20.1	9.3	881.7	
		平均	28.0	8.9	29.8	61.3	63.8	63.9	157.9	328.6	295.6	93.5	17.3	28.1	1,176.7	
	比率 (-)	2.38%	0.76%	2.53%	5.21%	5.42%	5.43%	13.41%	27.93%	25.12%	7.95%	1.47%	2.39%	1.0000		
	四季平均	5.67%			16.06%			66.46%			11.81%			1.0000		

出典) 国家水資源管理総合情報システム HP、国土海洋部、水文調査年報

[http://www.kma.go.kr/weather/observation/past\\_table.jsp?stn=108&yy=2000&obs=21&x=32&y=11](http://www.kma.go.kr/weather/observation/past_table.jsp?stn=108&yy=2000&obs=21&x=32&y=11)

#### 4) ロシアにおける降雨量

本調査では、ロシア連邦の沿海地方を対象区域としている。2005年の実績降雨量についての資料を得ることができなかつたため、世界気象機関（World Meteorological Organization）において公表されている平均降雨量を以下に整理した。

表12 ロシア沿海地方における平均降雨量の変化

地域区分	項目	都市名	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	年間合計
			冬			春			夏			秋			
沿海地方	降水量(mm)	ウラジオストック	18.0	15.0	19.0	25.0	54.0	61.0	100.0	124.0	153.0	126.0	66.0	38.0	799.0
	比率 (-)		2.25%	1.88%	2.38%	3.13%	6.76%	7.63%	12.52%	15.52%	19.14%	15.77%	8.26%	4.76%	100.00%
			6.51%			17.52%			47.18%			28.79%			100.00%

出典) 世界気象機関 HP(<http://www.worldweather.org/107/c00664.htm>)

### (3) 土地利用

中国の土地利用現況については、本調査で収集したリモートセンシングデータ(2000年値)を用いて算定した。

韓国、ロシア、日本の土地利用現況は、アメリカ地質調査所(United States Geological Survey)のデータを用いることが可能である。同データは、衛星画像を1kmメッシュに加工して土地利用区分を行ったもので、<http://edc2.usgs.gov/glcc/glcc.php>よりダウンロードが可能である。

表13に本調査において上記サイトからダウンロードした土地利用面積を各国対象流域ごとに集計した結果を示し、図1に土地利用図を示す。

表13 各国海域別土地利用面積現況まとめ

(単位: km<sup>2</sup>)

		総面積	山林面積	水田面積	畑地面積	市街地面積
中国	渤海	1,319,286	211,871	20,347	402,110	5163.1
	黄海	383,423	113,161	41,077	156,478	3082.1
	東シナ海	2,066,942	832,069	215,893	208,401	5,217
	小計 (比率)	3,769,651	1,157,101 (30.7%)	277,317 (7.4%)	766,989 (20.3%)	13,462 (0.4%)
日本	日本海	119,802	73,981	11,246	15,621	778
	東シナ海	20,829	15,083	2,062	1,317	190
	小計 (比率)	140,631	89,064 (63.3%)	13,308 (9.5%)	16,938 (12.0%)	968 (0.7%)
韓国	日本海	33,310	8,429	5,145	5,193	223
	東シナ海	13,348	4,903	3,746	1,717	32
	黄海	51,608	12,228	10,152	4,490	529
	小計 (比率)	98,266	25,560 (26.0%)	19,043 (19.4%)	11,400 (11.6%)	784 (0.8%)
ロシア	日本海 (比率)	67,303	63,604 (94.5%)	619 (0.9%)	2,640 (3.9%)	435 (0.6%)
合計 (比率)		4,075,851	1,335,329 (32.8%)	310,287 (7.6%)	797,967 (19.6%)	15,649 (0.4%)



图1 土地利用图

(4) 家畜頭数

各国の海域別家畜頭数を表 14に示す。

なお、本調査において将来の家畜頭数の予測は行っておらず、現況値と同等としている。

表14 各国海域別家畜頭数実績(2005年)

(単位:万頭)

		大牧畜	牛	豚	羊	馬
中国	渤海	4,124	—	9,135	13,134	—
	黄海	2,057	—	7,578	5,933	—
	東シナ海	4,246	—	21,227	5,241	—
	小計	10,427	—	37,940	24,308	—
日本	日本海	—	42	35	—	—
	東シナ海	—	49	84	—	—
	小計	—	91	119	—	—
韓国	日本海	—	68	241	6	0.1
	東シナ海	—	29	100	6	0.5
	黄海	—	137	661	12	0.5
	小計	—	234	1,002	24	1.1
ロシア	日本海	1.5	0.8	0.8	0.5	—
合計						

出典)

中国：中国農業総計

韓国：畜産廃水処理統計（韓国環境部）

日本：農林業センサス（農林水産省）

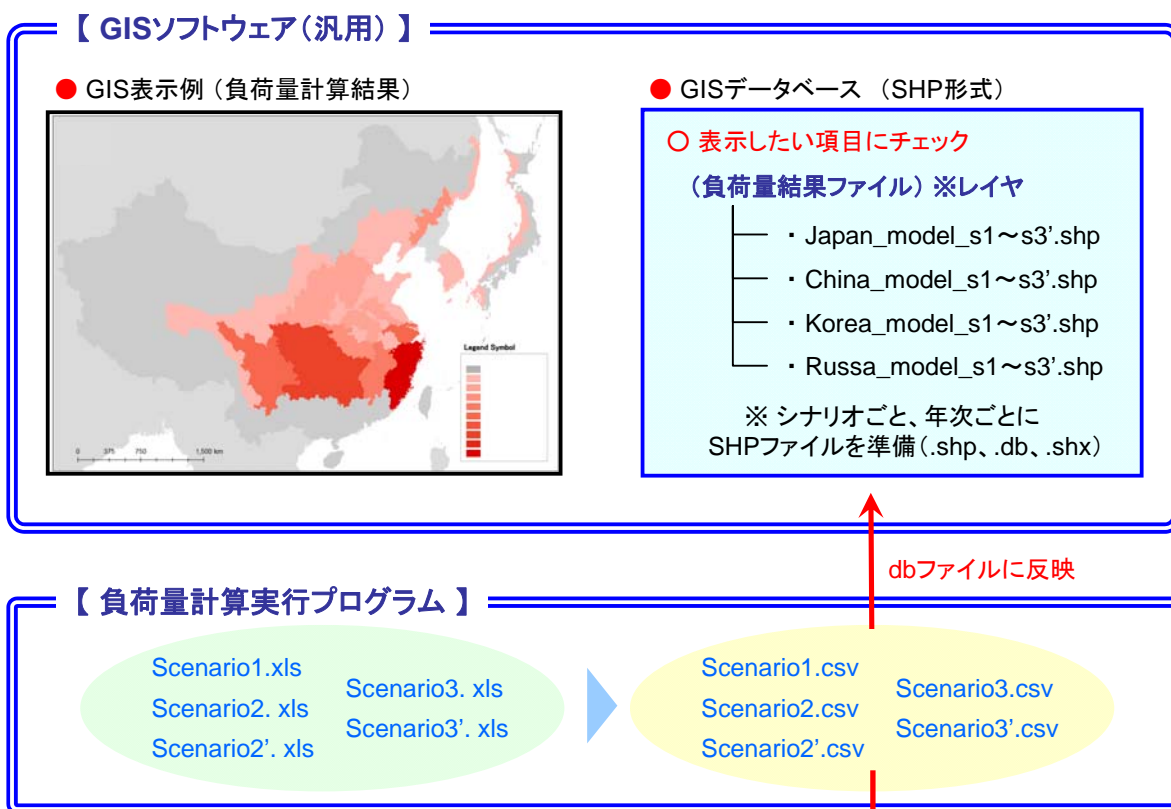
ロシア：ロシア連邦統計局中央統計データベース

(5) GIS へのデータ移行について

本プログラム自体には、各種出力データを地図上で示す GIS データベース機能は付属されていないが、ユーザーにおいて GIS ソフトを入手し、そのソフトに本プログラムで計算した負荷量計算結果のファイルを入力することで、GIS の地図上に負荷量の分布を示すことが可能である。

汚濁負荷量計算経過の GIS データベースへの移行イメージを以下に示す。

汚濁負荷量の計算結果については、GIS 上にシナリオごと、年度ごとの SHP ファイルを準備・登録し、負荷量計算結果を（この場合 CSV ファイルから）DB ファイルに移行することで、リアルタイムで表示に反映する。（※本データは ESRI 社の ArcGIS で作成した）



負荷量計算結果

Coastal water body	Blocks No.	River watershed	Sub-blocks No.	ID	(A) Pollution loads from human activities							(B) Nonpoint sources pollution loads					Total	
					Domestic discharges (non-sewerage)			Industrial discharges	Livestock discharges	Wastewater treatment plant	Subtotal	Forest	Grassy field	Dry field	Urban area	Subtotal		
					Urban area	Rural area	Subtotal											B1
		A1-1	A1-2	A1	A2	A3	A4	A	B1	B2	B3	B4	B	C				
Bohai Sea	B1	Liao River	Direct Input	B1_DI	25.113	2.174	27.287	27.096	66	7.673	62.122	3.860	2.534	1.387	770	8.55	70.67	
		Liao River	B2R1	B2R1	15.515	5.687	21.202	9.261	574	3.938	34.974	6.369	1.662	12.690	964	21.68	56.65	
		Liao River	B2R2	B2R2	4.255	2.039	6.294	6.926	166	1.307	14.692	1.358	1.359	3.424	291	6.43	21.12	
		B2	Sub-total		19.770	7.725	27.496	16.186	739	5.245	49.666	7.727	3.022	16.114	1.255	28.11	77.78	
		B3	Liao River	Direct Input	B3_DI	11.200	4.046	15.246	9.112	246	3.555	28.158	2.926	1.214	4.500	385	9.02	37.18
		B4	Hai River	Direct Input	B4_DI	9.810	3.108	12.919	23.821	158	4.212	41.110	3.124	751	2.058	1.247	7.18	48.29
		B5	Hai River	Direct Input	B5_DI	76.288	12.820	89.109	106.905	546	36.383	232.944	2.819	247	8.351	6.056	17.47	250.41
		B6	Hai River	Direct Input	B6_DI	7.054	2.361	9.415	8.598	139	3.385	21.537	11	18	1.769	773	2.57	24.10
		B7	Yellow River	B7K1	B7K1	8.495	2.180	10.675	6.646	263	1.356	18.940	4.711	1	1.658	164	6.53	25.47
			Yellow River	B7K2	B7K2	1.874	1.162	3.036	1.346	84	443	4.909	655	37	2.106	87	2.88	7.79
			Yellow River	B7K3	B7K3	4.370	1.108	5.478	12.777	76	1.710	20.041	358	1.389	1.699	287	3.73	23.77
			Yellow River	B7K4	B7K4	1.699	443	2.142	1.798	54	604	4.598	175	0	1.293	261	1.73	6.32
			Yellow River	B7K5	B7K5	5.624	779	6.403	6.936	83	2.003	15.425	804	0	2.024	210	3.03	18.46
			Yellow River	B7K6	B7K6	52.577	19.007	71.585	39.904	795	12.770	125.054	11.261	178	20.795	1.810	34.04	159.09
			Yellow River	B7K7	B7K7	28.109	14.874	42.983	34.728	695	10.636	89.043	5.930	626	8.558	1.814	16.92	105.97
			Yellow River	B7K8	B7K8	10.989	1.408	12.397	17.922	113	5.570	36.002	9	64	1.430	272	1.77	37.77
		B7	Sub-total		113.738	40.961	154.698	122.056	2,163	35.093	314.010	23.903	2,294	39.566	4,905	70.66	384.67	
		B8	Huai River	Direct Input	B8_DI	13.623	9.092	22.715	20.834	413	6.905	50.867	837	162	5.256	1.044	7.29	58.16
			Total		276.597	82.288	358.885	334.608	4,472	102.450	800.415	45.206	10,242	79,001	16,434	150.88	951.29	

図2 負荷量計算プログラムと GIS のリンクイメージ

### 【汚濁解析プログラムを用いたシナリオ解析結果】

本調査にて、2005 年を基準年とした現況解析及び 2030 年を目標年度とした表 15 に示す 5 つシナリオ解析を行っている。これらのデータを用いて、本年度構築を行った汚濁解析プログラムを用いて同様の計算を実行した。

以下に現況解析及びシナリオ解析の負荷量分布図並びに現況解析における面積当たり負荷量の分布図の出力結果を示す。

表15 各国シナリオ別汚水処理率設定値

シナリオ 1	現状維持
シナリオ 2	都市部において下水道等の施策を行う場合 (2030 年度までに標準法による普及率 100%とする) (工場排水の規制も併せて達成する)
シナリオ 2'	都市部において高度処理対応型の下水道等の施策を行う場合
シナリオ 3	都市部・農村部において下水道等の施策を行う場合 (2030 年度までに都市部・農村部において汚水処理率 100%とする)
シナリオ 3'	都市部・農村部において高度処理対応型の下水道等の施策を行う場合

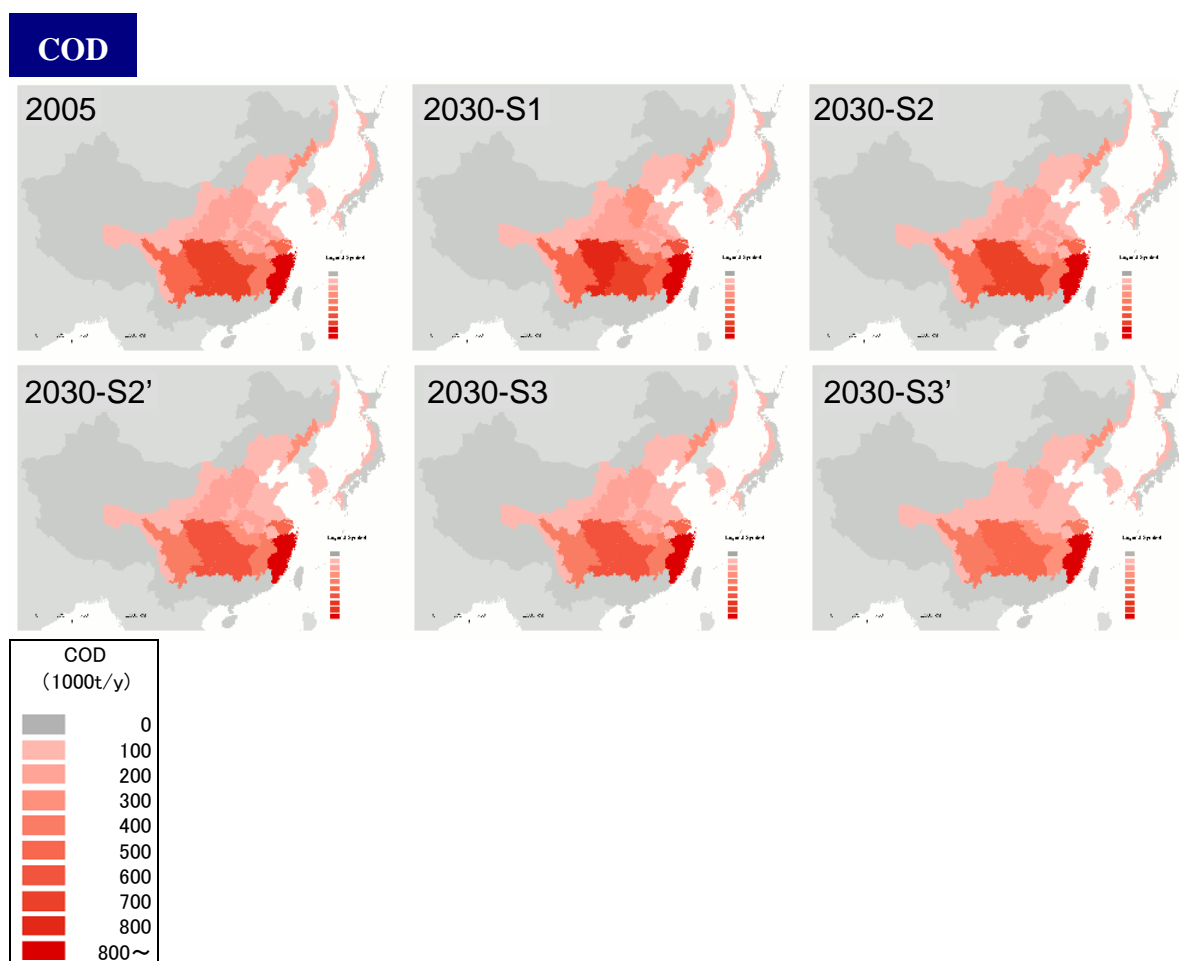
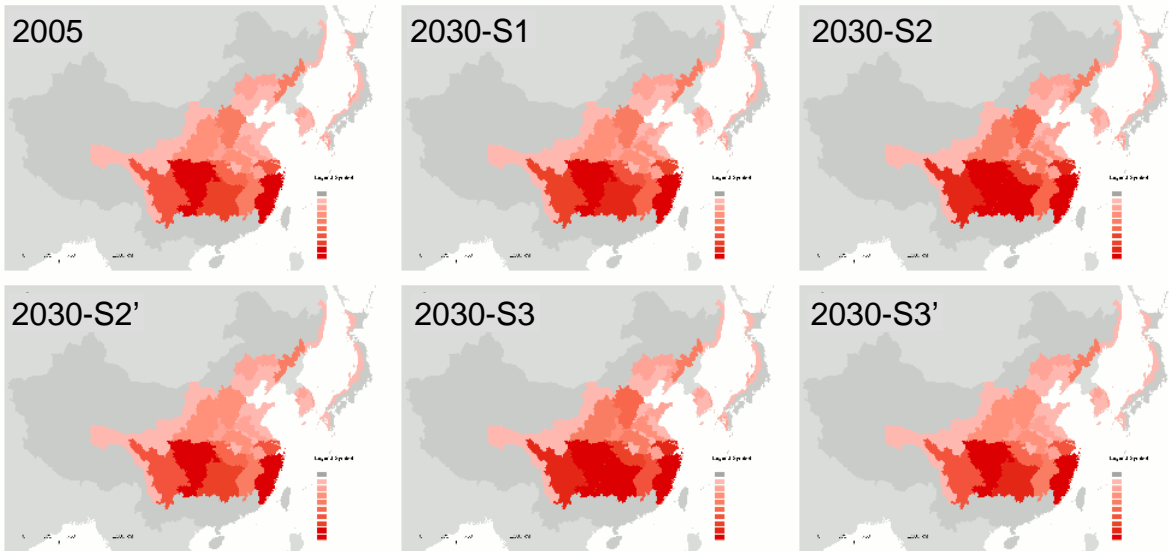


図3 現況解析(2005 年)及びシナリオ解析(2030 年)における COD<sub>Mn</sub> 分布図の比較



## T-N



## T-P

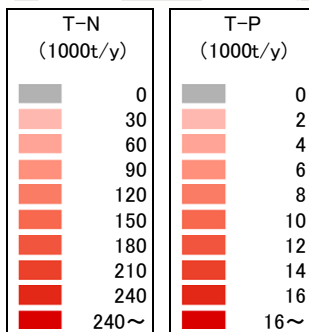
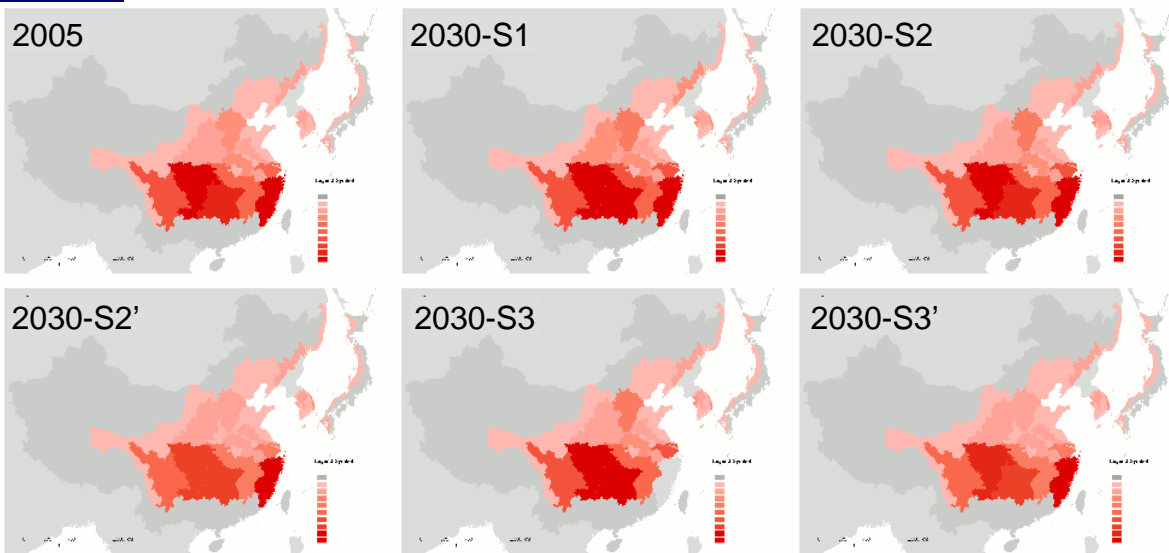


図4 現況解析(2005年)及びシナリオ解析(2030年)におけるT-N,T-P分布図の比較

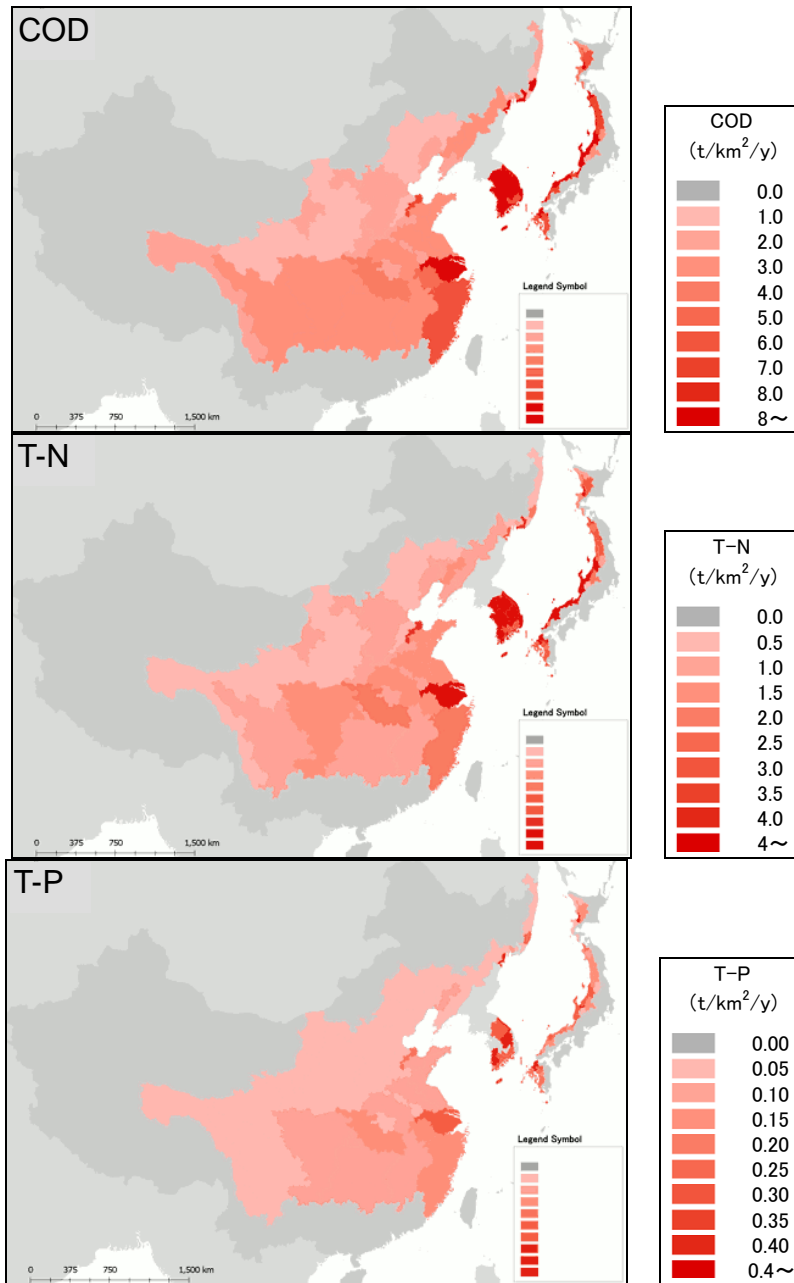


図5 現況解析(2005年)面積当たり汚濁負荷量分布図

## 参考資料 2 海洋水質予測シミュレーションの考え方

日本近海の将来的な水質の動向を把握するため、日本海・渤海・黄海・東シナ海を対象として、これらの海域の潮の流れや水温等の気象項目、現況及び将来における海域の COD(化学的酸素要求量)、T-N(全窒素)、T-P(全リン)濃度を計算できるシミュレーションの考え方を整理した。以下に、その考え方の概要と、それに基づくシミュレーションモデル(流動モデルと水質モデル)の設定事例を示す。

## 1. 流動モデル

### 1. 1 流動モデルの実施フロー

#### (1) 計算範囲の水平格子分割と水深データの設定

計算範囲と格子サイズを決めた後、水深データを作成。水深データは NGDC(National Geophysical Data Center) <http://www.ngdc.noaa.gov/mgg/global/global.html> から ETOPO1 (地球上の海域を含む標高) をダウンロードして作成することができる (表 1-1 に水深設定例)

#### (2) 淡水流入量の設定

計算対象年次を決めた後、陸域負荷量モデルにおいて参考とした河川流量等、別途実施した調査結果から設定する (表 1-2 に淡水流入量設定例)

#### (3) 気象条件の設定

時間変動するシミュレーションを行うのに必要な気象データは、風速、気温、湿度、日射量、雲量など。日本の 10km×10km 程度の領域を対象とするシミュレーションでは、最寄りの気象官署の観測データを気象条件として用いるが、日本近海のように広域を対象とする時には、世界的な気象データベースによる必要がある。例えば、米国の対流圏気象データベースである NCEP FNL (1 度毎 6 時間毎データ) <http://dss.ucar.edu/datasets/ds083.2/> から収集したデータを用いることができる。

#### (4) 初期条件・境界条件の設定

時間変動するシミュレーションを行うには、予測変数である流向、流速、水温、塩分について、初期条件、境界条件を設定する必要がある。例えば、日本近海のような広域をカバーしてこれらの情報を提供するものとしては、広域を計算対象範囲として実施されている海況予測モデル((株)フォーキャスト・オーシャン・プラスが提供する同化予測結果)があり、このデータを購入して、必要な初期条件、境界条件を設定することができる。

#### (5) 流動モデルの構築

流動モデルとしては、時間変化する水平方向と鉛直方向の移流・拡散を予測することができるモデルを用いる。例えば、海洋において広く用いられている Princeton Ocean Model (<http://www.aos.princeton.edu/WWWPUBLIC/htdocs.pom/>) 等入手して用いることができる。

#### (6) 流動モデルの計算と検証

計算条件を設定し、流動計算を実施する。計算結果については、表面水温を衛星画像と比較する等、検証を行い、再現性に問題があるようであれば、計算条件を変更して再計算を行う。

計算結果の表示については、各種市販の描画ソフトウェアが使用できる。市販のソフトウェアとしては、Tecplot (HULINKS 社製) や ArcGIS (ESRI 社製) 等を用いて図化することができる。

#### (7) 条件が変わった場合の再計算

計算対象年次が変わった場合、淡水流入条件、気象条件、初期条件、境界条件を再設定し、再計算を行う。将来シナリオ計算において、淡水流入量が変わる場合についても、淡水流入条件のみを変更し、再計算を行う必要がある。

## 1. 2 流動モデルの構築事例

### 1.2.1 流動モデル構築の設定条件の事例

#### (1) 対象となる流動とモデルの格子分割

対象海域（渤海、黄海、東シナ海、日本海）は、沿岸域の特徴から外洋域の特徴までを幅広く備えた海域である。このような海域における流動機構として以下の4種類が考えられる。

- ① 潮流（潮汐による水位昇降に伴う流れ。）
- ② 密度流（密度の低い淡水と密度の高い海水の密度差に伴って生じる流れ。）
- ③ 吹送流（海面を吹く風によって生じる流れ。）
- ④ 海流（黒潮や親潮など広いスケールで生じる海水の流れ。）

日本国内を代表する東京湾や大阪湾、伊勢湾などの内湾域では、潮流や密度流、風による吹送流などが水質の長期的な広がり重要な役割を果たす。

対象とする海域は、これら国内の内湾に比べ、空間スケールがはるかに大きい。このため、潮流の役割に比べて、黒潮による海流や長江の淡水流入に起因する密度流、風による吹送流などが主要な流動となる。

以上のことから、密度流、吹送流、海流の効果を考慮できる流動モデルとして、Mellor et al. (2002)<sup>1</sup>及びEzer and Mellor(2004)<sup>2</sup>により研究開発された鉛直方向に座標変換を施したモデルを利用する。鉛直方向の座標変換は以下の通りであり、こうした座標系を一般に $\sigma$ 座標系と呼んでいる。

$$\sigma = \frac{z - \eta}{H + \eta} \dots\dots\dots (1)$$

ここで、 $\sigma$  :  $\sigma$ -座標、 $z$  :  $z$ 座標、 $\eta$  : 静水面から上向きを正にとった水位、 $H$  : 静水面から下向きを正にとった水深である。 $z = \eta$ のとき $\sigma = 0$ であり、 $Z = -H$ のとき $\sigma = -1$ である。すなわち $\sigma$ -座標は海面で $\sigma = 0$ であり、海底で $\sigma = -1$ である。

なお、水質モデルについても同様の座標変換モデルを用いる。

座標変換を行うと鉛直方向の格子分割は図 1-1 のようなものとなる。

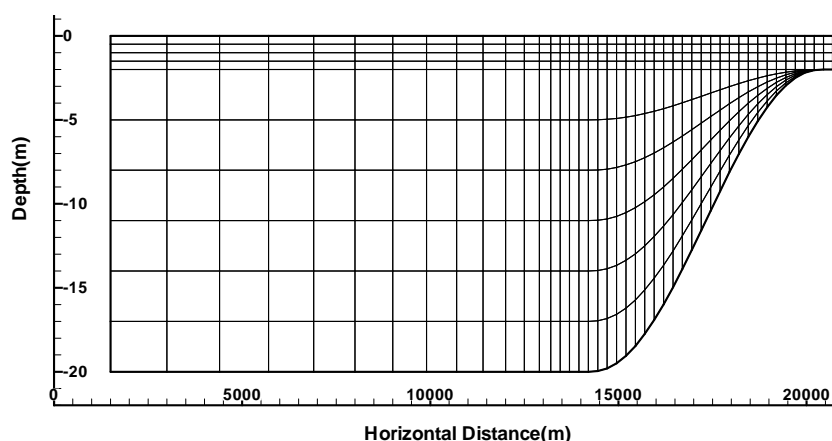


図 1-1 一般鉛直座標モデルの鉛直格子分割の例

<sup>1</sup> Mellor, G. L., S. Hakkinen, T. Ezer and R. Patchen(2002) : A generalization of a sigma coordinate ocean model and an intercomparison of model vertical grids, In: Ocean Forecasting: Conceptual Basis and Applications, N. Pinardi and J. D. Woods (Eds.), Springer, Berlin, 55-72.

<sup>2</sup> Ezer, T. and G. L. Mellor(2004) : A generalized coordinate ocean model and a comparison of the bottom boundary layer dynamics in terrain-following and in z-level grids, Ocean Modelling, 6, 379-403

## (2) 流動モデルの基礎方程式

構築する流動モデルの基礎方程式は、連続の式、静水圧近似及びブシネスク近似が施された運動方程式、水温・塩分の保存式、乱流統計量の保存式となる。σ-座標系のもとで海水流動の基本方程式は以下のように書かれる。

<連続の式>

$$\frac{\partial DU}{\partial x} + \frac{\partial DV}{\partial y} + \frac{\partial \omega}{\partial \sigma} + \frac{\partial \eta}{\partial t} = 0 \dots\dots\dots (2)$$

<運動方程式>

x 方向

$$\begin{aligned} \frac{\partial DU}{\partial t} + \frac{\partial U^2 D}{\partial x} + \frac{\partial UV D}{\partial y} + \frac{\partial U \omega}{\partial \sigma} - fVD + gD \frac{\partial \eta}{\partial x} \\ + \frac{gD^2}{\rho_0} \int_{\sigma}^0 \left[ \frac{\partial \rho'}{\partial x} - \frac{\sigma'}{D} \frac{\partial D}{\partial x} \frac{\partial \rho'}{\partial \sigma'} \right] d\sigma' = \frac{\partial}{\partial \sigma} \left[ \frac{K_M}{D} \frac{\partial U}{\partial \sigma} \right] + F_x \dots\dots\dots (3) \end{aligned}$$

y 方向

$$\begin{aligned} \frac{\partial DV}{\partial t} + \frac{\partial UV D}{\partial x} + \frac{\partial V^2 D}{\partial y} + \frac{\partial V \omega}{\partial \sigma} + fUD + gD \frac{\partial \eta}{\partial y} \\ + \frac{gD^2}{\rho_0} \int_{\sigma}^0 \left[ \frac{\partial \rho'}{\partial y} - \frac{\sigma'}{D} \frac{\partial D}{\partial y} \frac{\partial \rho'}{\partial \sigma'} \right] d\sigma' = \frac{\partial}{\partial \sigma} \left[ \frac{K_M}{D} \frac{\partial V}{\partial \sigma} \right] + F_y \dots\dots\dots (4) \end{aligned}$$

<水温・塩分の保存式>

$$\frac{\partial DT}{\partial t} + \frac{\partial TUT D}{\partial x} + \frac{\partial TVD D}{\partial y} + \frac{\partial T \omega}{\partial \sigma} = \frac{\partial}{\partial \sigma} \left[ \frac{K_H}{D} \frac{\partial T}{\partial \sigma} \right] + F_T - \frac{\partial R}{\partial z} \dots\dots\dots (5)$$

$$\frac{\partial DS}{\partial t} + \frac{\partial SUD D}{\partial x} + \frac{\partial SV D D}{\partial y} + \frac{\partial S \omega}{\partial \sigma} = \frac{\partial}{\partial \sigma} \left[ \frac{K_H}{D} \frac{\partial S}{\partial \sigma} \right] + F_S \dots\dots\dots (6)$$

<乱流統計量の保存式>

$$\begin{aligned} \frac{\partial Dq^2}{\partial t} + \frac{\partial q^2 UD}{\partial x} + \frac{\partial q^2 VD}{\partial y} + \frac{\partial q^2 \omega}{\partial \sigma} = \frac{\partial}{\partial \sigma} \left[ \frac{K_q}{D} \frac{\partial q^2}{\partial \sigma} \right] \\ + \frac{2K_M}{D} \left[ \left( \frac{\partial U}{\partial \sigma} \right)^2 + \left( \frac{\partial V}{\partial \sigma} \right)^2 \right] + \frac{2g}{\rho_0} K_H \frac{\partial \tilde{\rho}}{\partial \sigma} - \frac{2Dq^3}{B_1 l} + F_q \dots\dots\dots (7) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial Dq^2 l}{\partial t} + \frac{\partial q^2 l UD}{\partial x} + \frac{\partial q^2 l VD}{\partial y} + \frac{\partial q^2 l \omega}{\partial \sigma} = \frac{\partial}{\partial \sigma} \left[ \frac{K_q}{D} \frac{\partial q^2 l}{\partial \sigma} \right] \\ + E_1 l \left[ \frac{K_M}{D} \left[ \left( \frac{\partial U}{\partial \sigma} \right)^2 + \left( \frac{\partial V}{\partial \sigma} \right)^2 \right] + E_3 \frac{g}{\rho_0} K_H \frac{\partial \tilde{\rho}}{\partial \sigma} \right] \tilde{W} - \frac{Dq^3}{B_1} \tilde{W} + F_l \dots\dots\dots (8) \end{aligned}$$

ここで、

- $D$  : 全水深 ( $H + \eta$ )
- $U, V$  :  $x, y$  方向の 3 次元流速成分
- $\omega$  :  $\sigma$ -座標系のもとの鉛直流速成分
- $\eta$  : 水位
- $f$  : コリオリ係数、 $f=2\omega \sin(\phi)$ 、 $\omega$ =地球自転の角速度 ( $2\pi/86400$ )、 $\phi$ =緯度、緯度は格子点毎に与えた。したがってコリオリ係数も格子点毎に与えられている。
- $g$  : 重力加速度、 $9.8\text{m/s}^2$
- $\rho$  : 海水密度、水温、塩分、水深の関数として与えた。
- $\rho_0$  : 基準海水密度 ( $1025\text{kg/m}^3$ )
- $K_M$  : 鉛直渦動粘性係数、Mellor, Yamada のレベル 2.5 乱流モデルから算定されている。
- $F_x$  : 流速  $U$ 成分に係る水平粘性項、これらの内容はすぐ後に述べる。
- $F_y$  : 流速  $V$ 成分に係る水平粘性項、これらの内容はすぐ後に述べる。
- $T$  : 水温
- $S$  : 塩分
- $F_T$  : 水温に係る水平拡散項、これらの内容はすぐ後に述べる (※)。
- $F_S$  : 塩分に係る水平拡散項、これらの内容はすぐ後に述べる (※)。
- $K_H$  : 水温、塩分、SS に係る鉛直渦動拡散係数、Mellor, Yamada のレベル 2.5 乱流モデルから算定されている。
- $\frac{\partial R}{\partial z}$  : 水中における鉛直方向の短波放射収支、巻末の文献を参照。
- $q^2$  : 乱流運動エネルギー
- $K_q$  : 乱流運動エネルギーに係る鉛直渦動拡散係数
- $l$  : 乱流長さスケール
- $F_q$  : 乱流運動エネルギーに係る水平拡散項、これらの内容はすぐ後に述べる (※)。
- $F_l$  : 乱流長さスケールに係る水平拡散項、これらの内容はすぐ後に述べる (※)。
- $B_1, E_1, E_3$  : 乱流モデルに係る経験定数 ( $B_1 = 16.6, E_1 = 1.8, E_3 = 1.0$ )
- $\sigma'$  : 積分定数

である。

なお、 $\sigma$ -座標における鉛直流速と  $z$  座標における鉛直流速の関係は以下のとおりであり、 $\omega$  は  $\sigma$ -座標における鉛直流速、 $W$  は  $z$  座標における鉛直流速である。

$$W = \omega + U \left( \sigma \frac{\partial D}{\partial x} + \frac{\partial \eta}{\partial x} \right) + V \left( \sigma \frac{\partial D}{\partial y} + \frac{\partial \eta}{\partial y} \right) + \sigma \frac{\partial D}{\partial t} + \frac{\partial \eta}{\partial t} \dots\dots\dots (9)$$

$\tilde{W}$  は近接関数であり、以下のように定義される、

$$\tilde{W} = 1 + E_2(l/kL)$$

ここで

$$L^{-1} = (\eta - z)^{-1} + (H - z)^{-1}$$

$E_2$  : 乱流モデルに係る経験定数(1.33)

$k$  : カルマン定数(0.4)

また  $\partial \tilde{\rho} / \partial \sigma = \partial \rho / \partial \sigma - c_s^{-2} \partial p / \partial \sigma$  であり、 $c_s$  は水中における音速、 $p$  は静水圧である。 $\rho'$  は海水密度  $\rho$  から各水深における水平平均密度を引いた偏差である。

水平粘性項や水平拡散項は以下のように定義される。

$$F_x = \frac{\partial H \tau_{xx}}{\partial x} + \frac{\partial H \tau_{xy}}{\partial y} \dots\dots\dots (10)$$

$$F_y = \frac{\partial H \tau_{xy}}{\partial x} + \frac{\partial H \tau_{yy}}{\partial y} \dots\dots\dots (11)$$

ここで、

$$\tau_{xx} = 2A_M \frac{\partial U}{\partial x}, \tau_{xy} = A_M \left( \frac{\partial U}{\partial y} + \frac{\partial V}{\partial x} \right), \tau_{yy} = 2A_M \frac{\partial V}{\partial y} \dots\dots\dots (12)$$

また、

$$F_\phi = \frac{\partial H q_x}{\partial x} + \frac{\partial H q_y}{\partial y} \dots\dots\dots (13)$$

ここで、

$$q_x = A_H \frac{\partial \phi}{\partial x}, q_y = A_H \frac{\partial \phi}{\partial y} \dots\dots\dots (14)$$

であり、(※)  $\phi$  は  $T, S, q^2, q^2 l$ 、 $A_M$  は水平渦粘性係数、 $A_H$  は水平渦拡散係数を表す。ここで以下のことに注意を要する。すなわち上の水平粘性等に関する式では  $\sigma$ -座標変換に伴う補正項を含んでいないことである。この形式に関する正当化は Mellor and Blumberg(1985)<sup>3</sup>を参照されたい。

---

<sup>3</sup> Mellor, G.L. and A.F.Blumberg(1985) : Modeling vertical and horizontal diffusivities with the sigma coordinate system, Mon. Wea. Rev. 113, pp1380-1383.



### (3) モード分割

今回構築する流動モデルの特徴の一つとして、POM(Princeton Ocean Model <http://www.aos.princeton.edu/WWWPUBLIC/htdocs.pom/>)と同様にその解法にモード分割の手法を取り入れている。モード分割とは表面水位を計算する部分と流速や水温、塩分等の3次元構造を計算する部分を分けることである。表面水位はいわゆる重力波の速度 $\sqrt{gH}$ で伝播し、その速度は流速などに比べ速い。

基本方程式を時間積分する際の時間刻み幅(タイムステップ)はその基本方程式によって記述される物理現象のうち、最も伝播速度の速い現象によって支配されている。静水圧近似に基づく海洋流動現象の場合、普通最も速い現象は上述した表面波の伝播であり、タイムステップ $DT$ は、格子間隔を $DS$ とすると、 $DT < DS/\sqrt{gH}$ で規定される。流速、水温、塩分等の3次元構造を含めてこのタイムステップで計算すると、相当小さいタイムステップとなり、計算機演算時間が多くかかるようになる。そこで表面水位の計算には2次元単層モデルを用いることにより、あまり演算時間がかからないようにしている。このように表面水位の計算を2次元単層モデルで行う部分を外部モードの計算と呼んでいる。一方、流速や水温、塩分等の3次元構造を計算する部分を内部モードの計算と呼んでいる。内部モード計算のタイムステップは外部モードのその5~30倍(整数倍)の値が用いられる。すなわち、1回の内部モードの計算が行われると次は5~30ステップの外部モード計算が繰り返され、次に1回の内部モード計算が行われるといった計算シーケンスとなる。

外部モード計算に用いられる単層モデルの基本式は以下に示すとおりであり、内部モードとの相互作用が考慮されている。

<連続の式>

$$\frac{\partial \eta}{\partial t} + \frac{\partial \bar{U}D}{\partial x} + \frac{\partial \bar{V}D}{\partial y} = 0 \dots\dots\dots (15)$$

<運動方程式>

x 方向

$$\begin{aligned} \frac{\partial \bar{U}D}{\partial t} + \frac{\partial \bar{U}^2 D}{\partial x} + \frac{\partial \bar{U}\bar{V}D}{\partial y} - \tilde{F}_x - f\bar{V}D + gD \frac{\partial \eta}{\partial x} = - \langle wu(0) \rangle + \langle wu(-1) \rangle \\ + G_x - \frac{gD}{\rho_0} \int_{-1}^0 \int_{\sigma}^0 \left[ D \frac{\partial \rho'}{\partial x} - \sigma' \frac{\partial D}{\partial x} \frac{\partial \rho'}{\partial \sigma'} \right] d\sigma' d\sigma \dots\dots\dots (16) \end{aligned}$$

y 方向

$$\begin{aligned} \frac{\partial \bar{V}D}{\partial t} + \frac{\partial \bar{U}\bar{V}D}{\partial x} + \frac{\partial \bar{V}^2 D}{\partial y} - \tilde{F}_y + f\bar{U}D + gD \frac{\partial \eta}{\partial y} = - \langle wv(0) \rangle + \langle wv(-1) \rangle \\ + G_y - \frac{gD}{\rho_0} \int_{-1}^0 \int_{\sigma}^0 \left[ D \frac{\partial \rho'}{\partial y} - \sigma' \frac{\partial D}{\partial y} \frac{\partial \rho'}{\partial \sigma'} \right] d\sigma' d\sigma \dots\dots\dots (17) \end{aligned}$$

ここで鉛直平均流速は以下のように定義される。

$$\bar{U} = \int_{-1}^0 U d\sigma \dots\dots\dots (18)$$

風応力成分は  $-\langle wu(0) \rangle$  と  $-\langle wv(0) \rangle$  であり、一方海底摩擦成分は  $-\langle wu(-1) \rangle$  と  $-\langle wv(-1) \rangle$  である。 $F_x$  と  $F_y$  は以下のように定義される。

$$F_x = \frac{\partial}{\partial x} \left[ H2\bar{A}_M \frac{\partial \bar{U}}{\partial x} \right] + \frac{\partial}{\partial y} \left[ H\bar{A}_M \left( \frac{\partial \bar{U}}{\partial y} + \frac{\partial \bar{V}}{\partial x} \right) \right] \dots\dots\dots (19)$$

$$F_y = \frac{\partial}{\partial y} \left[ H2\bar{A}_M \frac{\partial \bar{V}}{\partial y} \right] + \frac{\partial}{\partial x} \left[ H\bar{A}_M \left( \frac{\partial \bar{U}}{\partial y} + \frac{\partial \bar{V}}{\partial x} \right) \right] \dots\dots\dots (20)$$

いわゆる分散項は以下のように定義される。

$$G_x = \frac{\partial \bar{U}^2 D}{\partial x} + \frac{\partial \bar{U} \bar{V} D}{\partial y} - \tilde{F}_x - \frac{\partial \bar{U}^2 D}{\partial x} - \frac{\partial \bar{U} \bar{V} D}{\partial y} + \bar{F}_x \dots\dots\dots (21)$$

$$G_y = \frac{\partial \bar{U} \bar{V} D}{\partial x} + \frac{\partial \bar{V}^2 D}{\partial y} - \tilde{F}_y - \frac{\partial \bar{U} \bar{V} D}{\partial x} - \frac{\partial \bar{V}^2 D}{\partial y} + \bar{F}_y \dots\dots\dots (22)$$

式(21)～(22)において、右辺 1～3 項は鉛直平均流速をもとに構成される量であり、4～6 項は 3 次元流速から構成したものを鉛直平均したものである。式(16)～(17)の右辺は内部モードのタイムステップ毎に更新され、外部モード計算中において右辺は一定値に保たれる。外部モードのステップ毎に毎回更新されるのは式(16)～(17)の左辺のみである。

#### (4) 計算範囲の水平格子分割と水深データの設定

計算範囲を図 1-2 に示す。演算時間と空間解像度を考慮に入れて格子間隔は 40km とした。図面は、格子間隔を 40km で均等にするために水平座標を UTM(Universal Transverse Mercator)座標に変換している。y 軸は赤道からの距離、x 軸は基準とする地点からの水平距離となる。

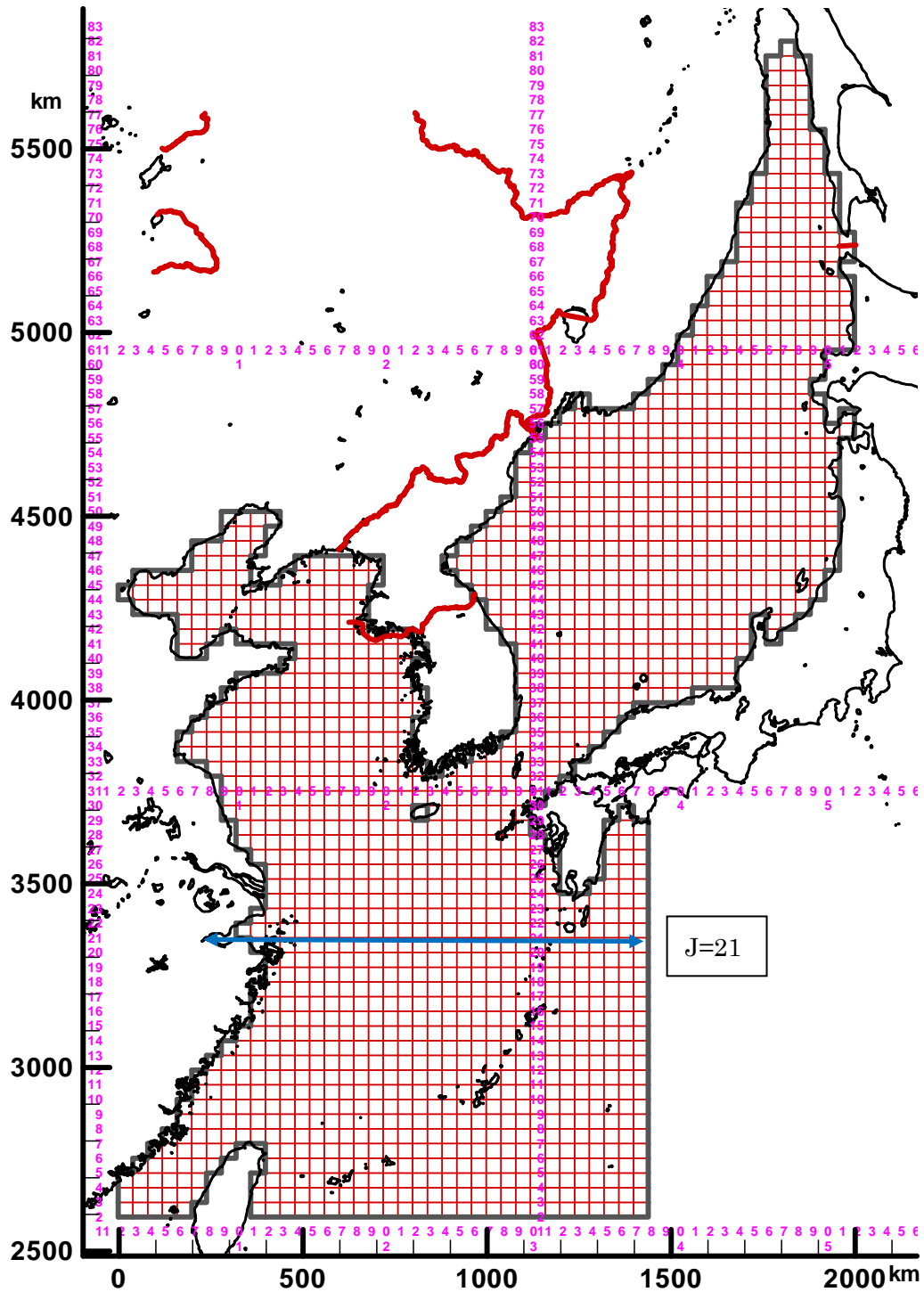


図 1-2 計算に用いる水平格子分割

各格子に与える水深データの水平分布図を図 1-3 に示す。なお、水深データは NGDC(National Geophysical Data Center) <http://www.ngdc.noaa.gov/mgg/global/global.html> から ETOPO1 のデータをダウンロードして作成した。これによる水深データ作成例を表 1-1 に示す。

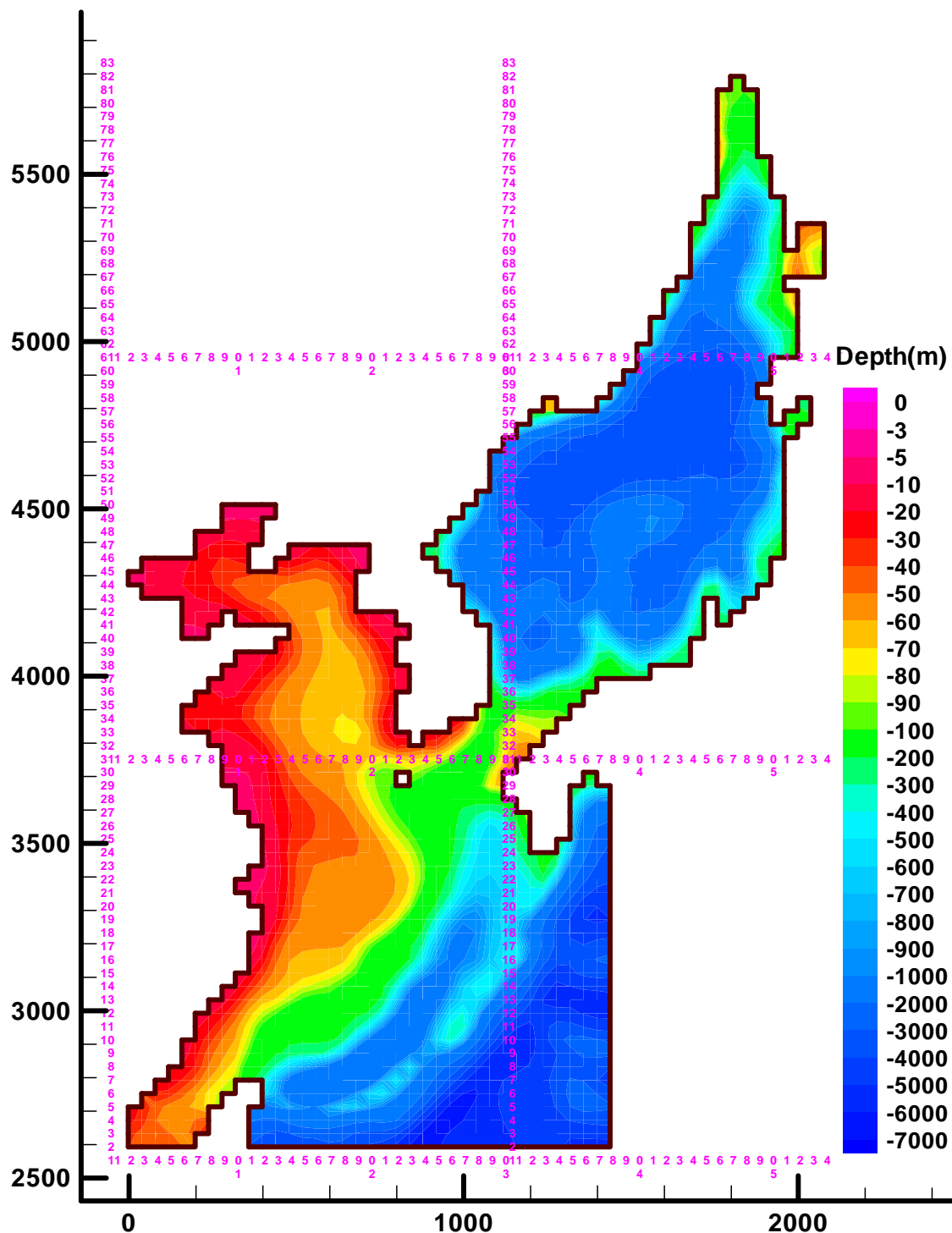


図 1-3 計算に用いる水深データ

表 1-1 水深データ作成例

Nihon kinkai (10f7.1) Item=DEP Unit=m Power=1

1	56	83	0	0	0	0	0	0	10.0	10.0	100.0	0.0	
-999.	-999.	-999.	-999.	-999.	-999.	-999.	-999.	-999.	-999.	-999.	-999.	-999.	1- 1
-999.	-999.	-999.	-999.	-999.	-999.	-999.	-999.	-999.	-999.	-999.	-999.	-999.	1- 2
-999.	-999.	-999.	-999.	-999.	-999.	-999.	-999.	-999.	-999.	-999.	-999.	-999.	1- 3
-999.	-999.	-999.	-999.	-999.	-999.	-999.	-999.	-999.	-999.	-999.	-999.	-999.	1- 4
-999.	-999.	-999.	-999.	-999.	-999.	-999.	-999.	-999.	-999.	-999.	-999.	-999.	1- 5
-999.	-999.	-999.	-999.	-999.	-999.	-999.	-999.	-999.	-999.	-999.	-999.	-999.	1- 6
-999.	40.0	48.0	52.0	37.0	63.0	-999.	-999.	-999.	-999.	-999.	-999.	-999.	2- 1
3081.0	3607.0	3405.0	3422.0	3838.0	3473.0	2996.0	3418.0	3867.0	4489.0				2- 2
4555.0	6086.0	6186.0	6330.0	5811.0	5832.0	5799.0	5611.0	5513.0	5278.0				2- 3
4683.0	4280.0	4191.0	5240.0	5287.0	5299.0	5367.0	-999.	-999.	-999.				2- 4
-999.	-999.	-999.	-999.	-999.	-999.	-999.	-999.	-999.	-999.	-999.	-999.	-999.	2- 5
-999.	-999.	-999.	-999.	-999.	-999.	-999.	-999.	-999.	-999.	-999.	-999.	-999.	2- 6
-999.	34.0	50.0	51.0	56.0	59.0	17.0	-999.	-999.	-999.	-999.	-999.	-999.	3- 1
2086.0	2995.0	3133.0	2109.0	1618.0	1523.0	2172.0	2484.0	2471.0	2131.0				3- 2
1807.0	2659.0	5666.0	6500.0	6270.0	5903.0	5771.0	5633.0	5458.0	4753.0				3- 3
4386.0	4212.0	4414.0	4503.0	4414.0	4322.0	4074.0	-999.	-999.	-999.				3- 4
-999.	-999.	-999.	-999.	-999.	-999.	-999.	-999.	-999.	-999.	-999.	-999.	-999.	3- 5
-999.	-999.	-999.	-999.	-999.	-999.	-999.	-999.	-999.	-999.	-999.	-999.	-999.	3- 6
-999.	17.0	40.0	54.0	69.0	55.0	65.0	-999.	-999.	-999.	-999.	-999.	-999.	4- 1
1647.0	1725.0	825.0	538.0	638.0	338.0	243.0	733.0	1167.0	1545.0				4- 2
1422.0	1655.0	2402.0	5343.0	6500.0	6500.0	5862.0	5702.0	5130.0	4640.0				4- 3
4176.0	4027.0	4403.0	3670.0	3201.0	3023.0	3047.0	-999.	-999.	-999.				4- 4
-999.	-999.	-999.	-999.	-999.	-999.	-999.	-999.	-999.	-999.	-999.	-999.	-999.	4- 5
-999.	-999.	-999.	-999.	-999.	-999.	-999.	-999.	-999.	-999.	-999.	-999.	-999.	4- 6
-999.	-999.	41.0	41.0	51.0	57.0	70.0	88.0	-999.	-999.	-999.	-999.	-999.	5- 1
-999.	427.0	870.0	1179.0	1482.0	1630.0	1015.0	431.0	227.0	392.0				5- 2
779.0	1489.0	1788.0	2432.0	5374.0	6500.0	6183.0	5642.0	5128.0	4394.0				5- 3
4073.0	4314.0	4367.0	3406.0	1929.0	2168.0	2635.0	-999.	-999.	-999.				5- 4
-999.	-999.	-999.	-999.	-999.	-999.	-999.	-999.	-999.	-999.	-999.	-999.	-999.	5- 5
-999.	-999.	-999.	-999.	-999.	-999.	-999.	-999.	-999.	-999.	-999.	-999.	-999.	5- 6

(以下略)

数値は各格子の水深をm単位で表示したもの。「-999.」は陸地（計算対象ではない格子）を表しているもの。

## (5) 鉛直層分割

海域に注がれる河川水は、海水に比べて密度が低いため、主に海洋表層を流れる性質がある。このような状況からすると、陸域負荷の影響を評価することを目的とした本業務のような場合には、海洋表面だけを計算対象とするモデル構築が一見効果的にも思える。しかし、海洋における流れは、表面だけで駆動されている訳ではなく、下層における流動や密度構造が表面の流動に大きな影響を与えている。従って、海洋表面の流動シミュレーションの精度を確保するには、鉛直的な密度や流速分布を高解像度で計算する必要がある。

層分割の厚さは 1.2.1(1) で示した  $\sigma$  座標を用いるため、水深が異なれば同じ層であっても厚みが異なる事になる。層分割の例として y 軸格子 J=21 (図 1-2 参照) における水平縦断図を示す。鉛直方向には全体で 20 層に分割する。

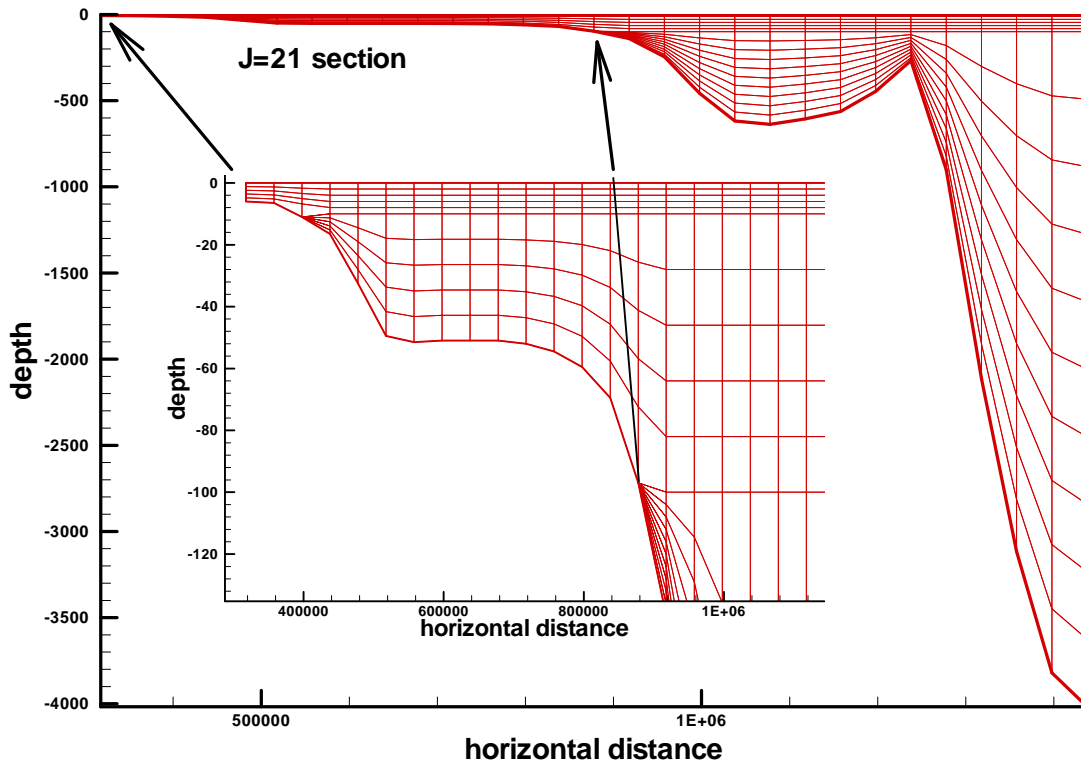


図 1-4 鉛直方向格子分割

## (6) 入力条件の時間変化

対象海域は温帯モンスーンの気候帯に位置するため、流れを駆動する風や河川水などに季節変化が存在する。文献によると黄海・東シナ海の流れはこうした外力の季節変化に応答しており、海域内の流量・流路に大きな違いがある。このことから外力となる黒潮の流量、淡水流入量、風のデータを年間の時系列として収集し、収集したデータを時間補間することで1年間の流動計算に用いた。このような入力条件のもとで計算される流動結果は、入力条件の時間変化に応じて時々刻々変化したものとなる。

なお、潮汐によって生じる潮流は、およそ12時間周期で繰り返される流れであり大きさとして考えるとその場の海域で卓越した流れとなる。しかし、水平的な地形の影響を大きく受ける沿岸近傍を除くと、周期的に繰り返される往復流であるため長期的に相殺されてしまい、物質を一方向に運ぶ効果としてはあまり大きく効いてこない。今回の目的は水質濃度の長期的な広がりであるから、海流や密度流、吹送流などによる効果を念頭に置き、潮汐による往復流は考慮しないものとする。

### 1) 淡水流入量の設定

淡水流入量は、計算対象年次を決めた後、陸域負荷量モデルにおいて参考とした河川流量等、別途実施した調査結果から設定する。流入位置の設定例を図 1-5～図 1-8 に該当位置を示す。

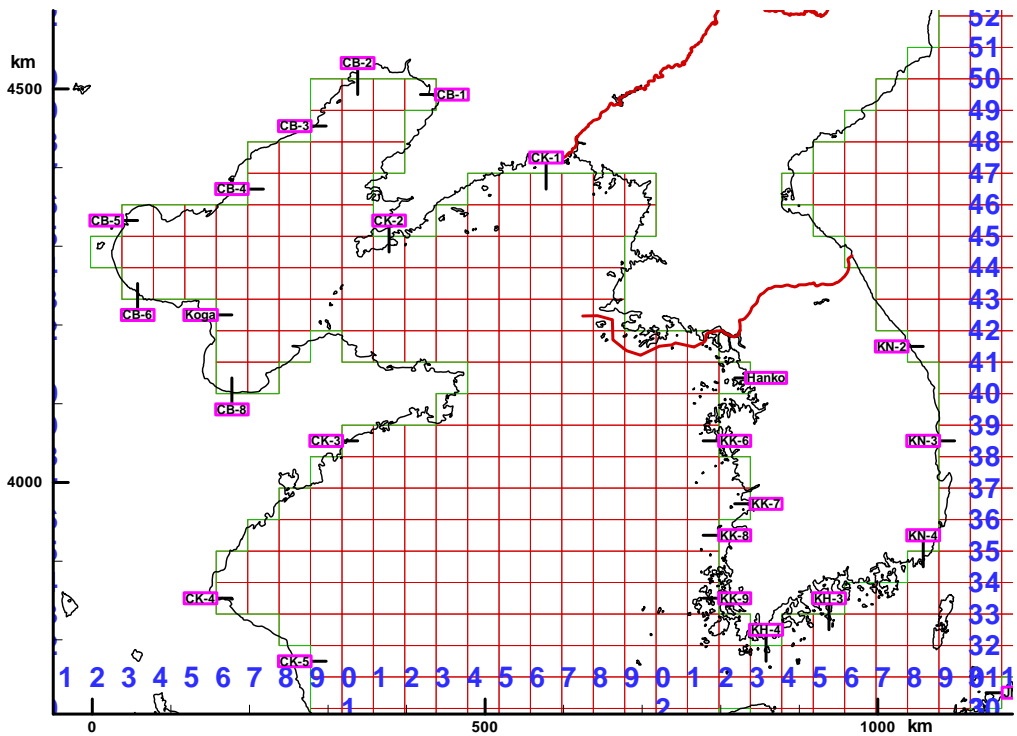


図 1-5 淡水流入量の投入位置（中国及び韓国沿岸部）

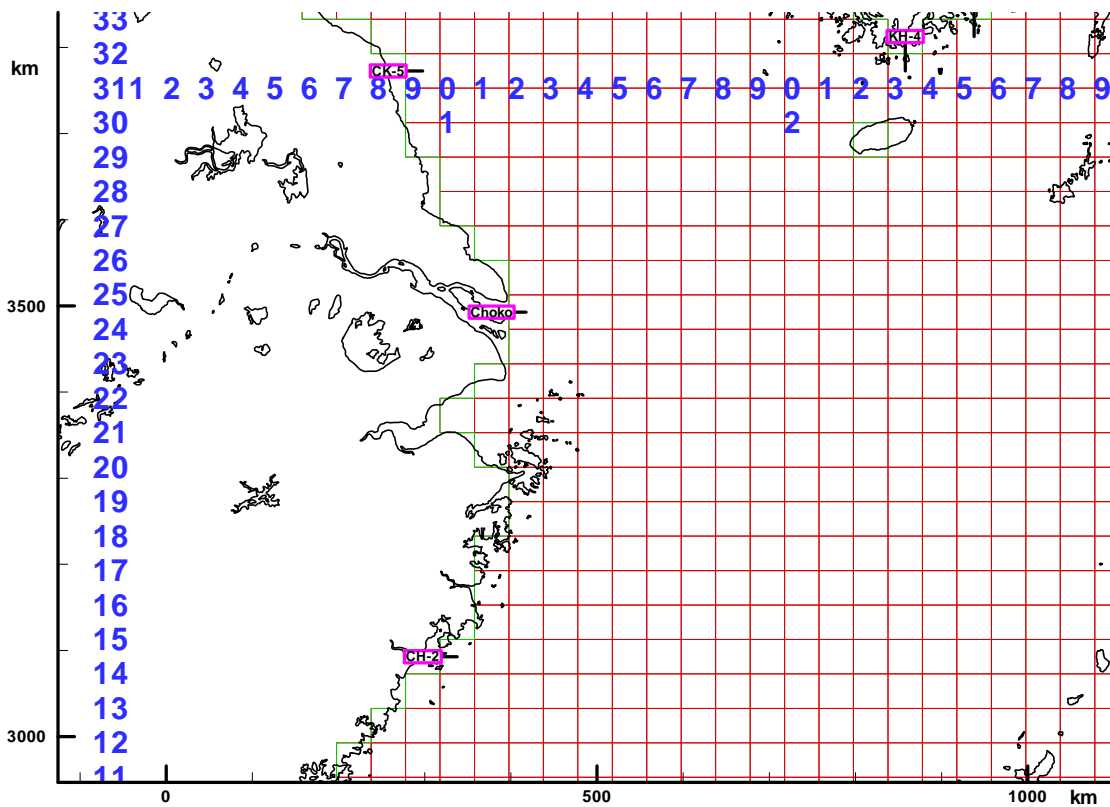


図 1-6 淡水流入量の投入位置ブロック図（中国沿岸部）

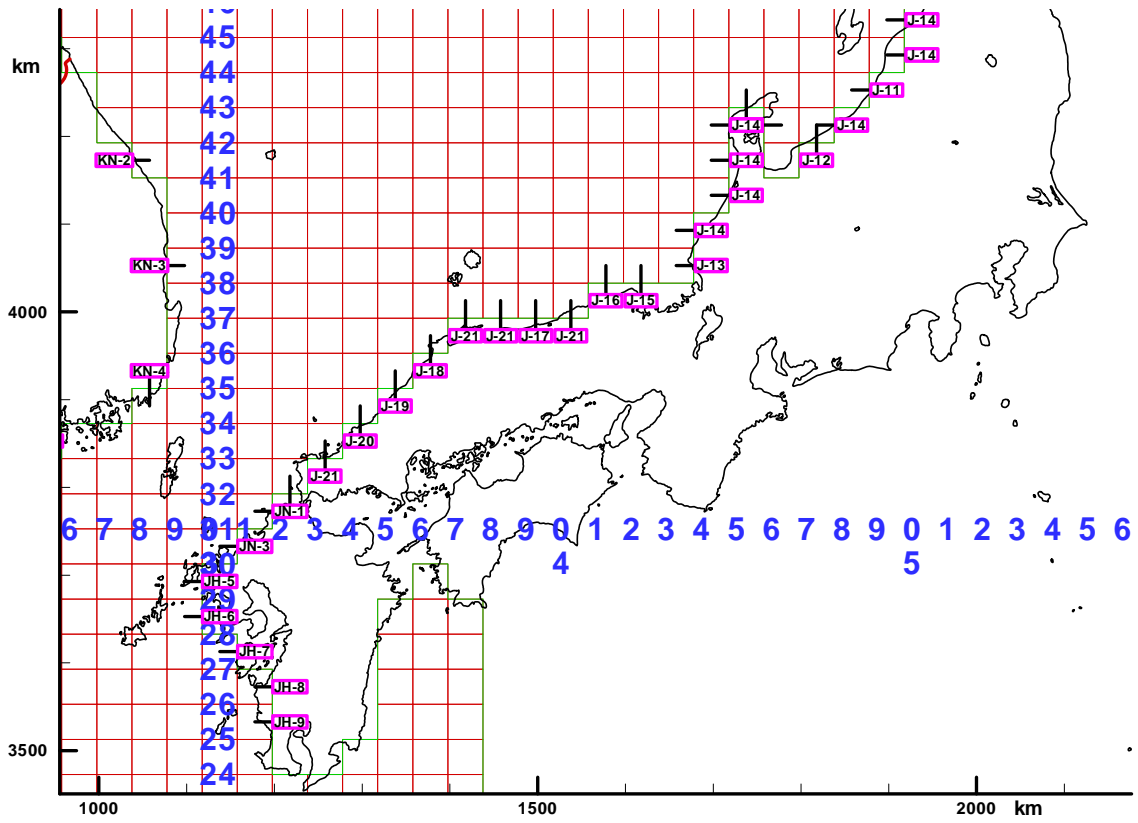


図 1-7 淡水流入量の投入位置ブロック図（韓国及び日本沿岸部）

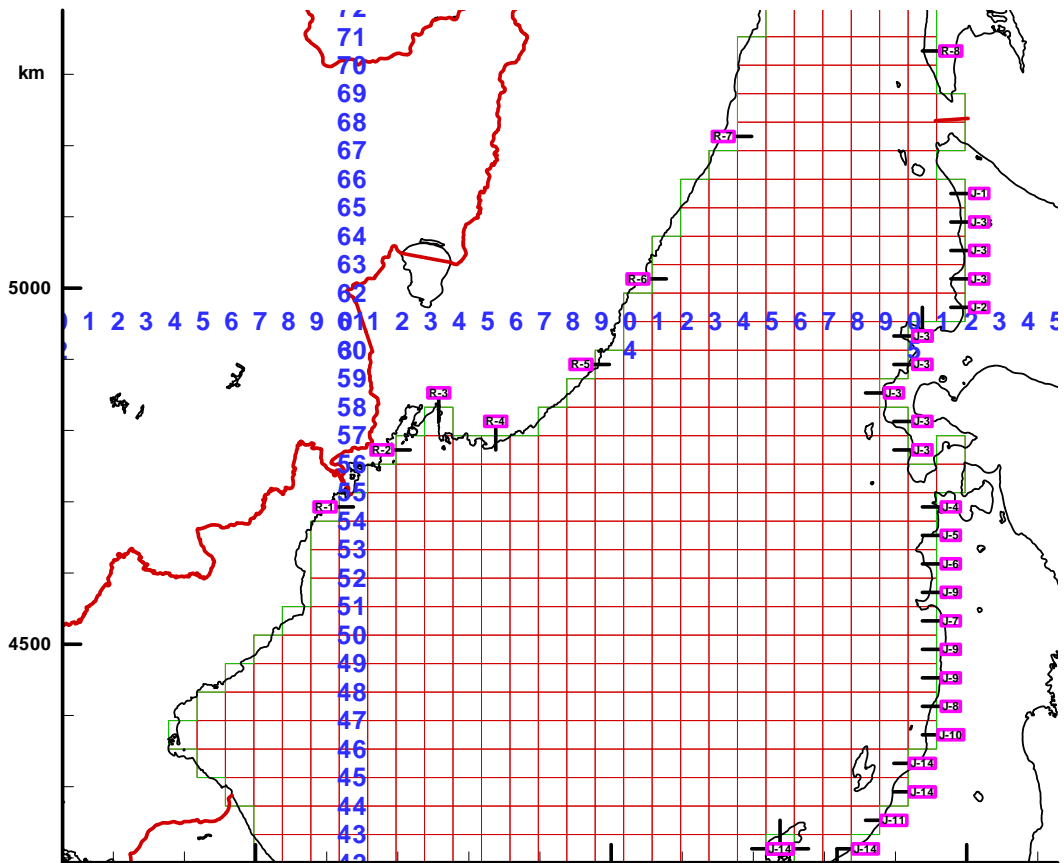


図 1-8 淡水流入量の投入位置ブロック図（ロシア及び日本沿岸部）



淡水流入量データの設定例について、表 1-2 に示す。

表 1-2 淡水流入量データの設定例

year	mdddhmm	m <sup>3</sup> /s	S(psu)	T(deg-C)	
2005	01150000	318.000	0.000	20.000	黄河
2005	02150000	256.000	0.000	20.000	黄河
2005	03150000	200.000	0.000	20.000	黄河
2005	04150000	107.000	0.000	20.000	黄河
2005	05150000	87.800	0.000	20.000	黄河
2005	06150000	186.000	0.000	20.000	黄河
2005	07150000	1560.000	0.000	20.000	黄河
2005	08150000	550.000	0.000	20.000	黄河
2005	09150000	242.000	0.000	20.000	黄河
2005	10150000	2930.000	0.000	20.000	黄河
2005	11150000	854.000	0.000	20.000	黄河
2005	12150000	405.000	0.000	20.000	黄河
2005	01150000	847.580	0.000	20.000	淮河
2005	02150000	711.530	0.000	20.000	淮河
2005	03150000	1883.420	0.000	20.000	淮河
2005	04150000	657.470	0.000	20.000	淮河
2005	05150000	273.820	0.000	20.000	淮河
2005	06150000	378.440	0.000	20.000	淮河
2005	07150000	9940.360	0.000	20.000	淮河
2005	08150000	6417.630	0.000	20.000	淮河
2005	09150000	3348.330	0.000	20.000	淮河
2005	10150000	933.000	0.000	20.000	淮河
2005	11150000	695.820	0.000	20.000	淮河
2005	12150000	460.430	0.000	20.000	淮河
2005	01150000	14074.200	0.000	20.000	長江
2005	02150000	15676.180	0.000	20.000	長江
2005	03150000	23342.640	0.000	20.000	長江
2005	04150000	23113.790	0.000	20.000	長江
2005	05150000	30780.250	0.000	20.000	長江
2005	06150000	54008.470	0.000	20.000	長江
2005	07150000	47257.380	0.000	20.000	長江
2005	08150000	40277.450	0.000	20.000	長江
2005	09150000	67167.300	0.000	20.000	長江
2005	10150000	38675.550	0.000	20.000	長江
2005	11150000	25173.460	0.000	20.000	長江
2005	12150000	14989.650	0.000	20.000	長江

数値は各河川の流量、塩分、水温を m/sec、psu、℃単位で表示したもの。モデル計算では、日付の間を線形補間して日別の流量として扱う。

調査対象年は 2005 年とする。計算に利用する淡水流入量の中から流量の多い長江と黄河について 2005 年前後の流量変化を図 1-9 に示す。図 1-9 によると 2005 年は他の年と比べて特出した流量の増大や減少はみられず、典型的な大きさの流量が海域に流入した年と考えられる。

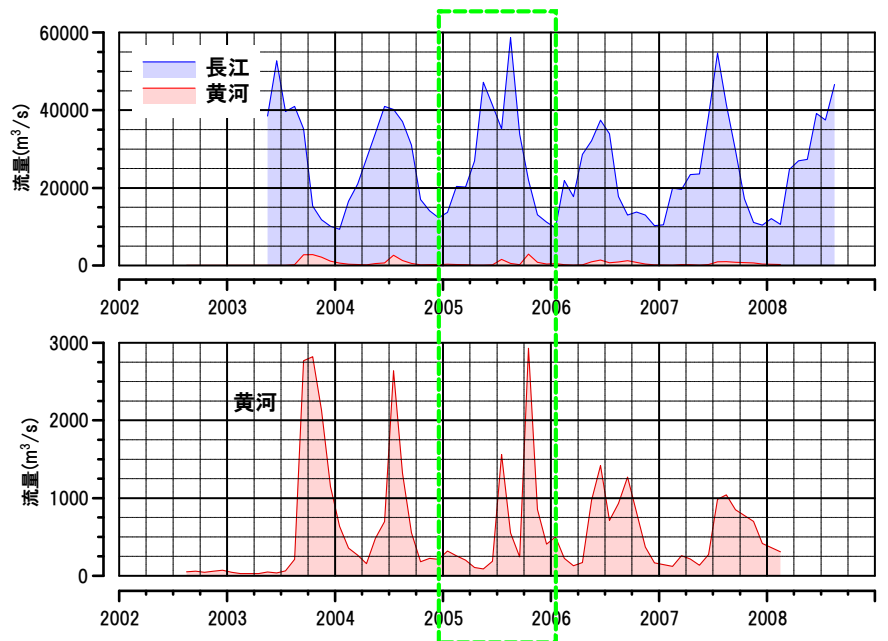
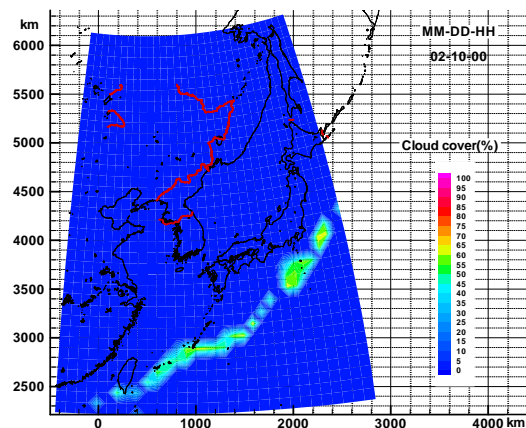
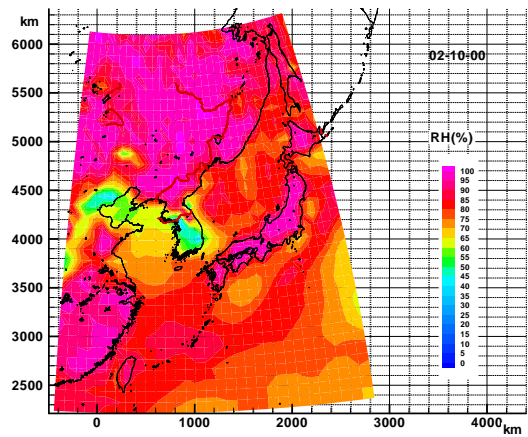
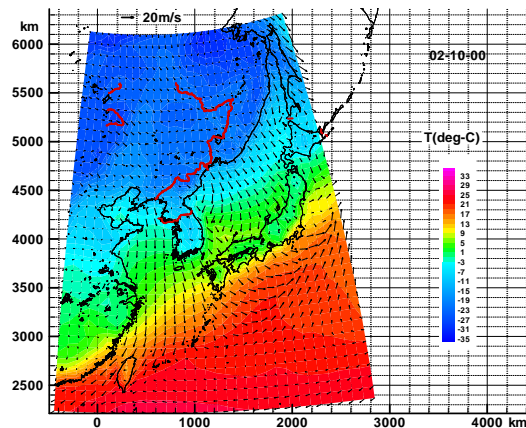


図 1-9 長江と黄河流量経年変化（下図は黄河のみ軸を拡大）

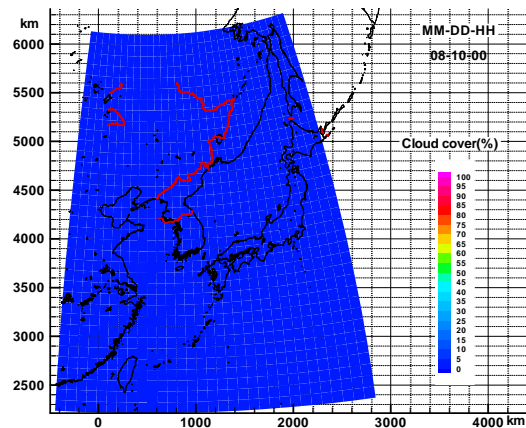
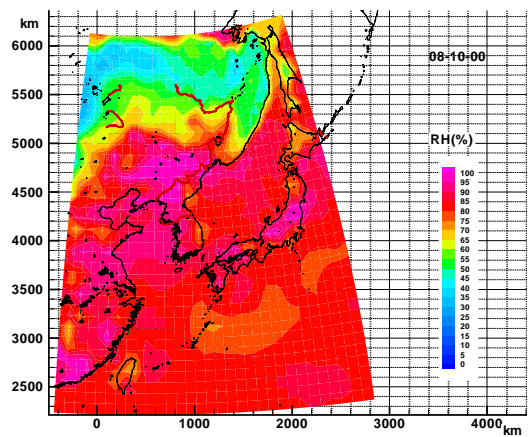
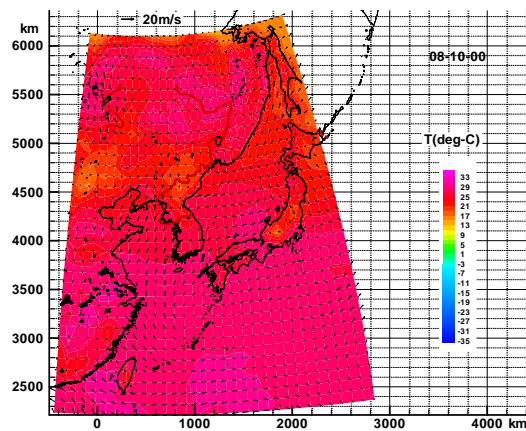
## 2) 気象条件の設定

気象データは海表面を通じての熱の流出入量を計算するために必要となる。必要なデータは、風速、気温、湿度、日射量、雲量などである。このうち、風速・風向については風が海面を吹いた時に、風によって水が移動する効果を考慮するためにも必要となる。広範囲にわたるデータが必要となるが、流れのモデルを計算する目的から考えて海域に比べて細かい空間解像度の風データは必要としない。

NCEP FNL (1 度毎 6 時間毎データ) <http://dss.ucar.edu/datasets/ds083.2/> から収集した気象データの一部を図 1-10 に示す。



左上：気温と風  
 右上：湿度  
 左下：雲量



左上：気温と風  
 右上：湿度  
 左下：雲量

図 1-10 計算に使用可能な気象条件（上：2月、下：8月）（気温と風、湿度、雲量を表示）

## (7) 境界条件の設定

黒潮の流入条件を考慮するため、東シナ海の南側と台湾海峡に境界条件を設定し、陸棚斜面付近で生じる黒潮域と東シナ海との海水のやりとりが再現できるようにした。

流出条件は対馬海峡よりもやや日本海側の海域に設定した。

境界条件で必要となる海流の時間変化は、北太平洋全体を計算領域とするような大掛かりな流動モデルを必要とする。このため、別途広域を計算対象範囲として実施されている海況予測モデル((株)フォーキャスト・オーシャン・プラスが提供する同化予測結果)を参考に設定することが可能である。

なお、海況予測モデルの結果は、本業務で用いる河川流量とは異なる条件を利用して計算されたものである。このため、海況予測モデルの流動計算結果をそのまま水質予測モデルに使うことはできない。

2005年2月及び8月の海況予測モデルの計算結果を図1-11～1-12に示す。

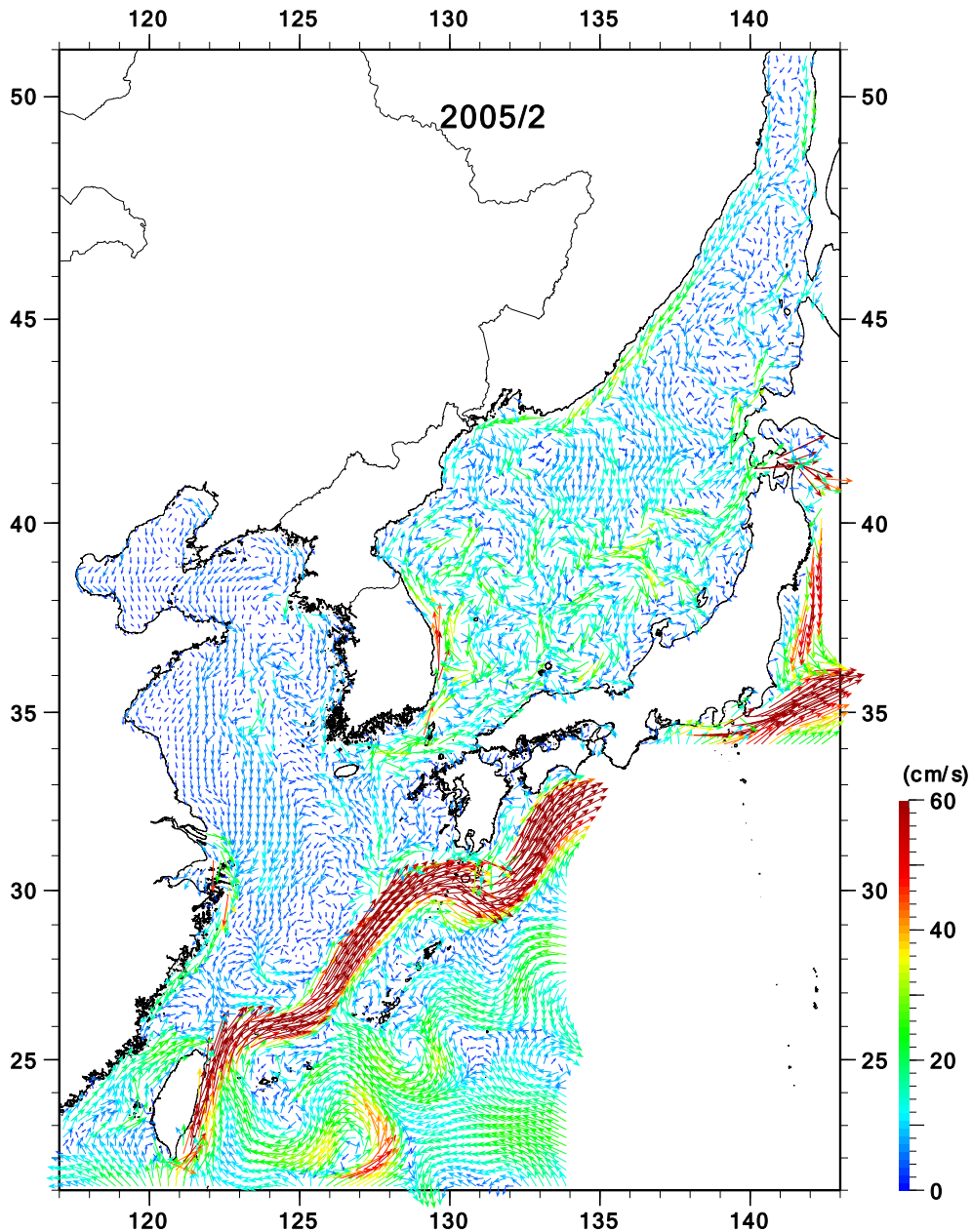


図1-11 境界条件の設定に利用した海況予測モデルの計算結果（冬季 2月）

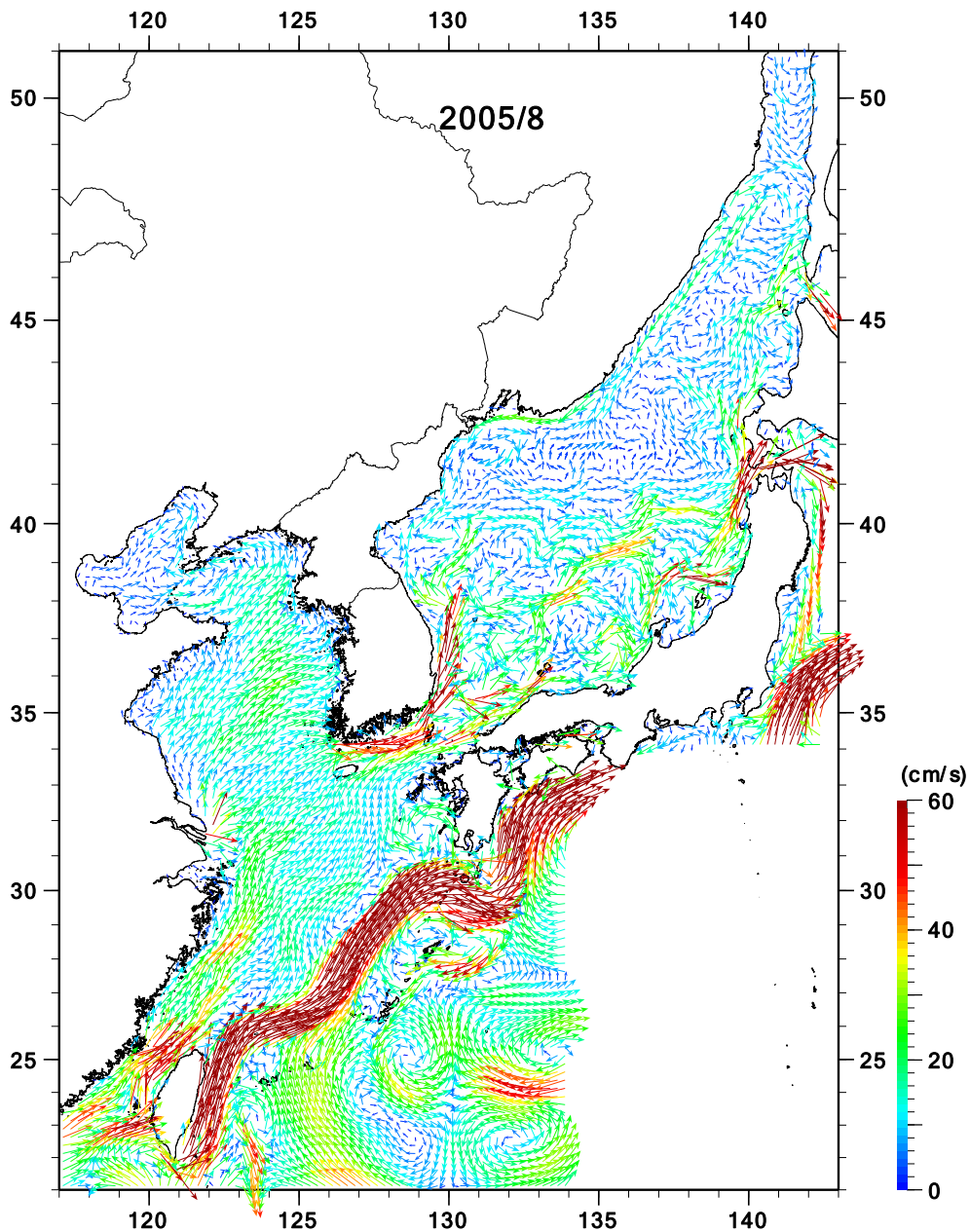


図 1-12 境界条件の設定に利用した海況予測モデルの計算結果（夏季 8月）

南側境界の黒潮流入地点付近は、流動モデルの境界条件として鉛直方向の流速、塩分、水温が必要となる。図 1-13 に南側境界条件の位置を示す。境界線上の水温、塩分、流速の縦断鉛直構造を図 1-14 に示す。

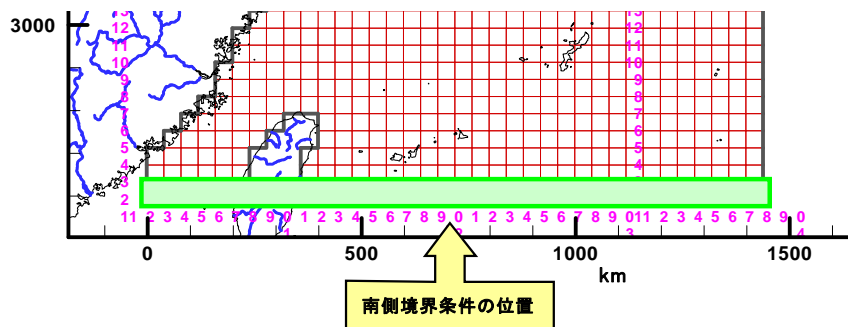


図 1-13 境界条件の設定位置

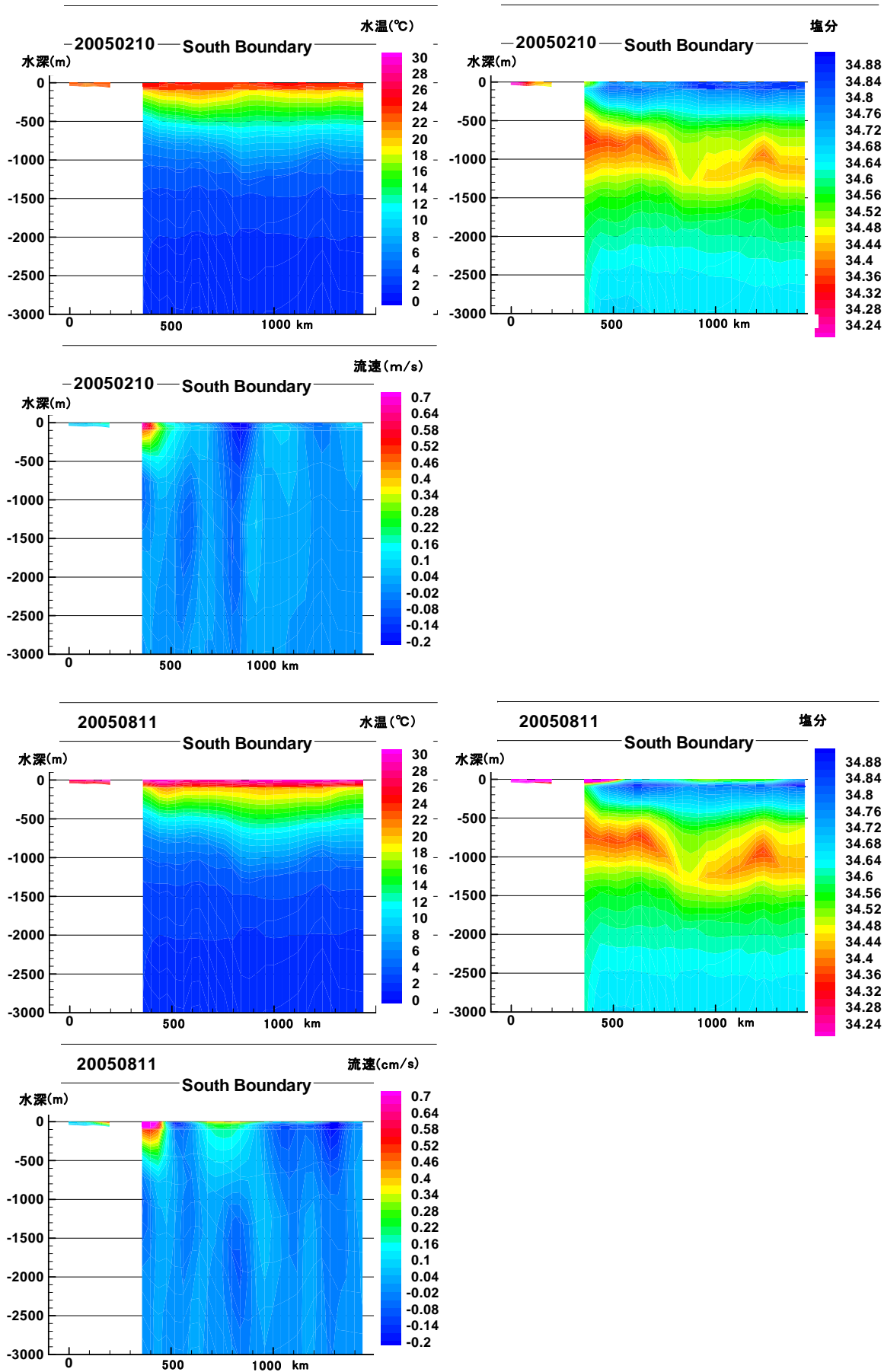


図 1-14 南側境界における境界条件の鉛直分布状況 (上: 2月、下: 8月)

### 1.2.2 流動モデル構築の計算結果と検証の事例

流動モデルによる水温のシミュレーション結果と、衛星データとの比較について、図 1-15 に示す。

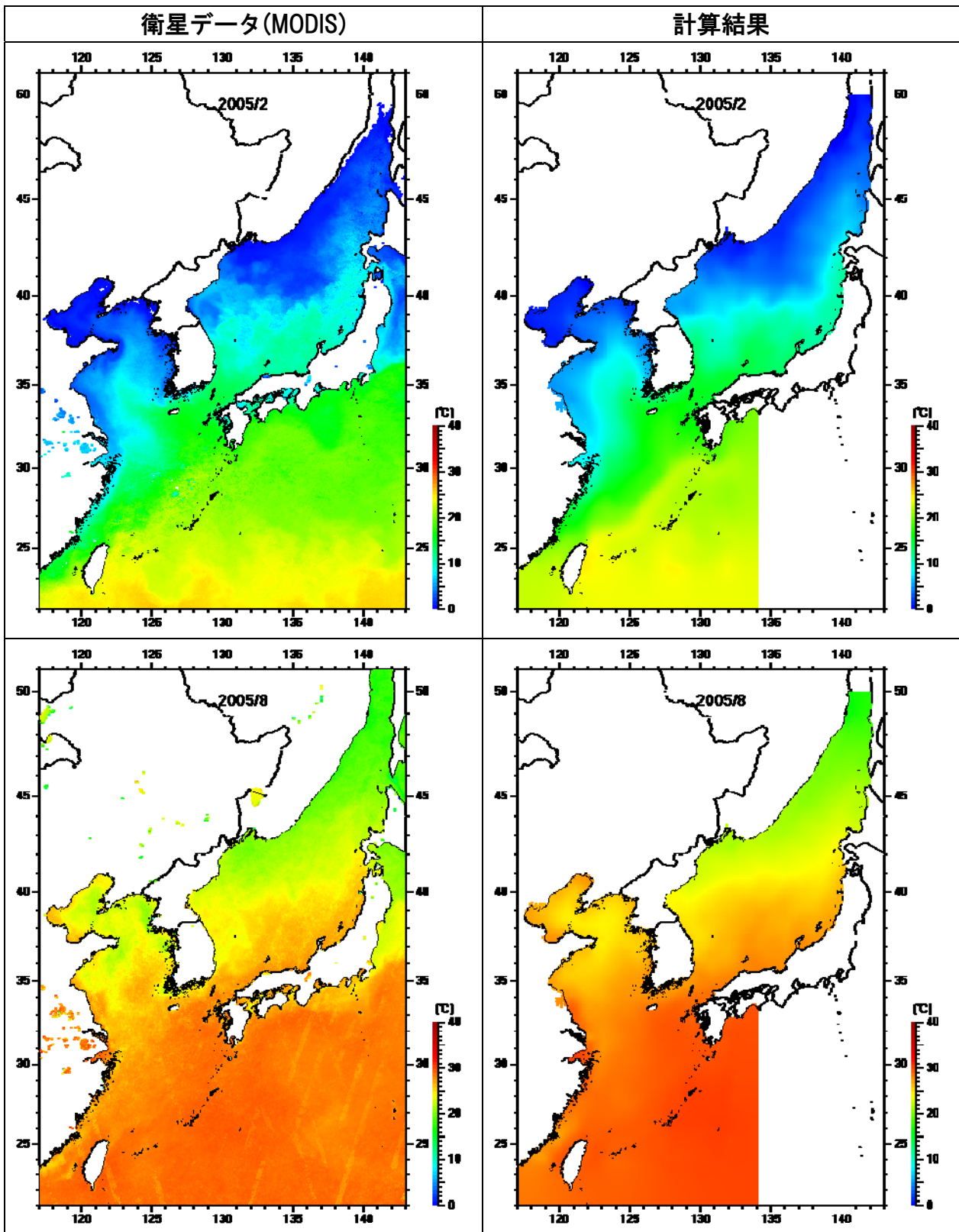


図 1-15 衛星データ (MODIS) と計算値の比較 水温 (上 : 2 月、下 : 8 月)

※衛星データ画像は、宇宙航空研究開発機構(JAXA)/東海大学(TSIC/TRIC)提供

## 2. 水質モデル

### 2. 1 水質モデルの実施フロー

#### (1) 計算範囲の設定

計算範囲は基本的に流動モデルの計算範囲内で設定する。

#### (2) 流入負荷量の設定

陸域負荷量モデルにおいて算出された各国の河川等から海域に流入する負荷量を設定する (2.2.1(8)の流入負荷量設定例参照)。陸域負荷量モデルにおいて算出される負荷量は、季節平均の COD、T-N、T-P であるため、用いる水質モデルの計算項目に合わせて、これらを分画する必要がある。

#### (3) 初期条件・境界条件の設定

時間変動するシミュレーションを行うには、予測変数である水質計算項目について、初期条件、境界条件を設定する必要がある。計算対象年次の観測値を収集・整理し、各条件を設定する。

#### (4) 水質モデルの構築

水質モデルとしては、植物プランクトンによる内部生産を考慮するもの、動物プランクトンも考慮するもの、より高次の生物を考慮するもの、水質と底質の相互作用を考慮するため、底質についても計算項目とするもの、と様々なモデルが存在する。どのような枠組みのモデルを構築するかについては、対象水域の特性と解析の目的を踏まえたうえで検討を行う。水質モデルは、拡散方程式を基本とし、それに生物・化学的な反応項を付加したものが基礎式となる。

例として、2.2.1(7)に基本式と植物プランクトンに関する反応項、及び、植物プランクトンの光合成に関わる部分の Fortan プログラムを示す。

#### (5) 水質モデルの計算と検証

計算条件を設定し、水質計算を実施する。計算結果については、表面クロロフィル-a 濃度を衛星画像と比較する、実測水質と比較する等、検証を行い、再現性に問題があるようであれば、計算条件を変更して再計算を行う。

計算結果の表示については、各種市販の描画ソフトウェアが使用できる。市販のソフトウェアとしては、Tecplot (HULINKS 社製) や ArcGIS (ESRI 社製) 等を用いて図化することができる。

また、実測値が得られた地点に該当する計算格子の水質濃度を取りだして Microsoft Excel 等表計算ソフトウェアで処理を行うこともできる。

#### (6) シナリオ計算の実行と評価

陸域負荷量モデルにおいて算出されたシナリオケースの流入負荷量を入力条件とすることにより、シナリオが海域環境に与える影響について評価することができる。シナリオケースが淡水流入量の変化を伴わない場合は、現況の流動計算結果を用いることができる。

計算結果の評価については、描画ソフトウェアを用いて水平分布図として評価することができる他、任意の計算格子の水質濃度を取りだして Microsoft Excel 等表計算ソフトウェアで処理を行うこともできる。



## 2. 2 水質モデルの構築事例

### 2.2.1 水質モデル構築の設定条件の事例

#### (1) 格子分割

水平方向および鉛直方向の格子分割は、流動モデルに従う。このため、水質モデルにおいては、空間的な濃度分布を表現できるモデル構築およびパラメータ設定を行う。

#### (2) モデル構造

諸外国（中国・韓国・ロシア）の経済活動や下水道等社会基盤整備の変化による海域への負荷量変化に伴う我が国への環境影響を評価するために、図 2-1 に示すような植物プランクトンの生産を考慮した水質モデルの適用を検討した。

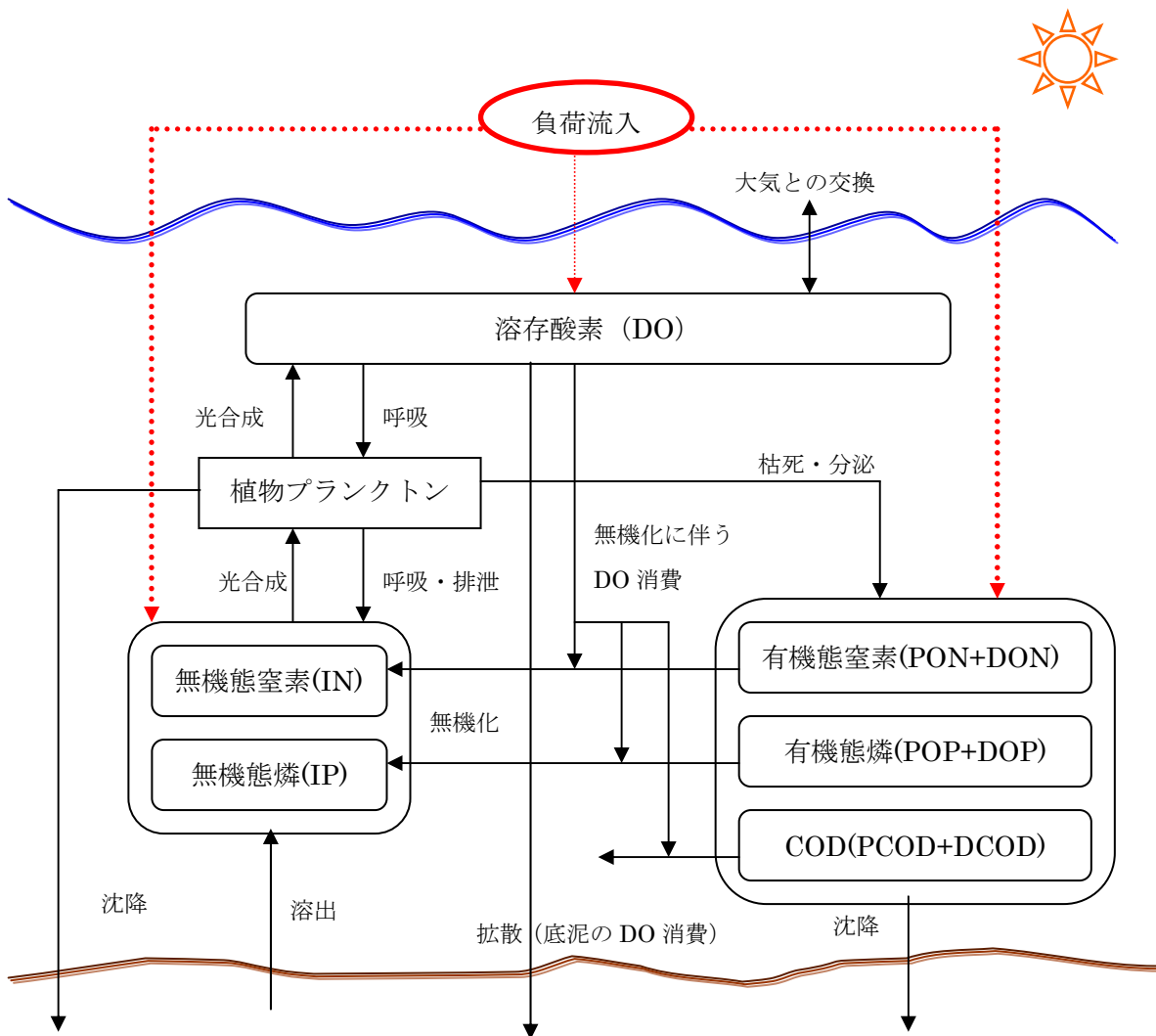


図 2-1 水質モデルの概念図

図 2-1 のような水質モデルを用いることにより、有機汚濁指標の COD や、富栄養化状況を評価する窒素、リンのみならず、赤潮の評価指標でもあるクロロフィル-a 濃度の変化についても評価することが可能となる。

### (3) 計算項目

水質モデルの計算項目を表 2-1 に示す。

表 2-1 水質の計算項目

変数名	独立変数	単位
<i>PHY</i>	植物プランクトン濃度	$\mu\text{g/L}$
<i>DO</i>	溶存酸素濃度	$\text{mgO/L}$
<i>POC</i>	懸濁態有機炭素濃度	$\text{mgC/L}$
<i>DOC</i>	溶存態有機炭素濃度	$\text{mgC/L}$
<i>PON</i>	懸濁態有機窒素濃度	$\text{mgN/L}$
<i>DON</i>	溶存態有機窒素濃度	$\text{mgN/L}$
<i>POP</i>	懸濁態有機リン濃度	$\text{mgP/L}$
<i>DOP</i>	溶存態有機リン濃度	$\text{mgP/L}$
<i>NH<sub>4</sub>-N</i>	アンモニア態窒素濃度	$\text{mgN/L}$
<i>NO<sub>x</sub>-N</i>	亜硝酸及び硝酸態窒素の合計濃度	$\text{mgN/L}$
<i>PO<sub>4</sub>-P</i>	リン酸態リン濃度	$\text{mgP/L}$
<i>ODU</i>	酸素消費物質濃度 ( $\Sigma\text{H}_2\text{S}$ , $\text{Mn}^{2+}$ , $\text{Fe}^{2+}$ , $\text{CH}_4$ の合計値)	$\text{mgO/L}$

本モデルにおいて、COD、総窒素 (T-N)、総リン (T-P) 濃度は直接的な計算項目ではないため、以下のように、水質モデルにおける解析項目の濃度より換算して算出する。

$$(\text{COD}) = (\text{植物プランクトン態 COD}) + (\text{懸濁態 COD}) + (\text{溶存態 COD})$$

$$(\text{T-N}) = (\text{TON}) + (\text{NH}_4\text{-N}) + (\text{NO}_x\text{-N})$$

$$(\text{T-P}) = (\text{TOP}) + (\text{PO}_4\text{-P})$$

ここで、 $(\text{TON}) = (\text{植物プランクトン態 N}) + (\text{PON}) + (\text{DON})$

$(\text{TOP}) = (\text{植物プランクトン態 P}) + (\text{POP}) + (\text{DOP})$  とする。

近年の水質モデルでは、a) 有機態物質を懸濁態と溶存態に分画する、b) 植物プランクトンを複数種考慮する、c) 動物プランクトンを考慮する、d) 底泥との相互作用を考慮する等、目的に応じた工夫がなされている。本業務では、日本近海という広大な海域を対象とし、限られたデータを用いて大局的な現況再現を行った上で、陸域からの汚濁負荷 (COD、T-N、T-P) 発生量の変化を評価することから、計算項目については、上記に示した基本的な物質を対象とし、モデル構築を行った。

### (4) 計算基礎式

水質予測サブモデルの基礎方程式は、流動モデルの基礎方程式に生物・化学過程の変動項を追加したものである。

$$\frac{\partial DC}{\partial t} + \frac{\partial CUD}{\partial x} + \frac{\partial CVD}{\partial y} + \frac{\partial CW}{\partial \sigma} = \frac{\partial}{\partial \sigma} \left[ \frac{K_H}{D} \frac{\partial C}{\partial \sigma} \right] + F_C + Q \pm R$$

ここで、 $D$ は全水深、 $C$ は物質の濃度、 $U, V, W$ は3次元流速成分、 $K_H$ は鉛直渦動拡散係数、 $F_C$ は水平拡散項、 $Q$ は流入負荷量、 $R$ は生物・化学反応項を示す。また、水平拡散項も流動モデルと同様に定義される。

### (5) モデルで考慮する現象

水質モデルにおいて考慮する現象・過程を表 2-2 に示す。

表 2-2 水質モデルで考慮する過程

コンパートメント	+	-	±
植物プランクトン(PHY)	光合成	細胞外分泌 呼吸 枯死 沈降	—
溶存酸素(DO)	光合成(PHY)による生産	PHY の呼吸 POC の好気分解・無機化 DOC の好気分解・無機化 硝化 底泥による消費 ODU の酸化	再ばっ気
懸濁態有機物(POM)	PHY の枯死 流入負荷	分解・無機化 沈降	—
溶存態有機物(DOM)	PHY の細胞外分泌 POM の溶存化 流入負荷	分解・無機化	—
アンモニア態窒素(NH <sub>4</sub> -N)	PHY の呼吸 POM の分解・無機化 DOM の分解・無機化 流入負荷	PHY の光合成 硝化	底泥からの溶出
硝酸態窒素及び亜硝酸態窒素(NO <sub>x</sub> -N)	硝化 流入負荷	PHY の光合成	底泥からの溶出
リン酸態リン(PO <sub>4</sub> -P)	PHY の呼吸 POM の分解・無機化 DOM の分解・無機化 流入負荷	PHY の光合成	底泥からの溶出
酸素消費物質(ODU)	POM の嫌気分解・無機化 DOM の嫌気分解・無機化 底泥からの溶出	DO による酸化	—

### (6) パラメータの設定

表 2-3 に水質モデルの諸係数を示す。

表 2-3 (1) 植物プランクトンに関するパラメータ

パラメータ	単位	値	参考文献
■植物プランクトン			
最大光合成速度(0°C)	1/day	0.59	(1)
光合成に関する温度係数	-	0.0633	(1)
呼吸速度(0°C)	1/day	0.001	M
呼吸に関する温度係数	-	0.0524	(4)
枯死速度(0°C)	1/day	0.01	M
枯死に関する温度係数	-	0.0693	(4)
光合成に対するリン酸態リンの半飽和値	mg/L	0.003	(2)
光合成に対するアンモニア態窒素の半飽和値	mg/L	0.020	M
光合成に対する硝酸態窒素の半飽和値	mg/L	0.033	M
光合成量に対する分泌の割合	-	0.12	(3)
最適光量	MJ/m <sup>2</sup> /day	8.56	(2)
消散係数	-	$0.3428-0.0056*Chla+0.0634*Chla^{2/3}$	(5)
炭素/クロロフィル a 比	-	47.6	(2)
沈降速度	m/day	0.1	M

表 2-3 (2) 懸濁態有機物に関するパラメータ

パラメータ	単位	値	参考文献
■懸濁態有機物			
POC の分解速度(0°C)	1/day	0.040	M
POC の分解に関する温度係数	-	0.07	(4)
PON の分解速度(0°C)	1/day	0.025	M
PON の分解に関する温度係数	-	0.07	(4)
POP の分解速度(0°C)	1/day	0.040	M
POP の分解に関する温度係数	-	0.07	(4)
POM の沈降速度	m/day	0.5	M

表 2-3 (3) 溶存態有機物に関するパラメータ

パラメータ	単位	値	参考文献
■溶存態有機物			
DOC の分解速度(0°C)	1/day	0.01	M
DOC の分解に関する温度係数	-	0.0693	(4)
DON の分解速度(0°C)	1/day	0.01	M
DON の分解に関する温度係数	-	0.0693	(4)
DOP の分解速度(0°C)	1/day	0.004	M
DOP の分解に関する温度係数	-	0.0693	(4)
懸濁態有機炭素の分解・無機化量に対する溶存化の割合	-	0.80	M
懸濁態有機窒素の分解・無機化量に対する溶存化の割合	-	0.80	M
懸濁態有機リンの分解・無機化量に対する溶存化の割合	-	0.80	M

参考文献は文末に記載した。M はモデルチューニングを示す。

表 2-3(4) 溶存酸素に関するパラメータ

パラメータ	単位	値	参考文献
<b>■溶存酸素</b>			
植物プランクトンの OC 比(重量比)	-	3.42	(2)
懸濁態有機物の好氣的分解・無機化に対する溶存酸素の半飽和値	mg/L	0.099	(7)
溶存態有機物の好氣的分解・無機化に対する溶存酸素の半飽和値	mg/L	0.099	(7)
ODU の酸化速度	1/day	135.0	(8)
再ばっ気速度	m/day	2.25	(9)

表 2-3(5) その他のパラメータ

パラメータ	単位	値	参考文献
植物プランクトンの CN 比(重量)	-	6.1	(2)
植物プランクトンの CP 比(重量)	-	8.0	(2)
最大硝化速度(0°C)	1/day	0.003	M
硝化に関する温度係数	-	0.0693	M
硝化に対する溶存酸素の半飽和値	mg/L	0.5	M

参考文献は文末に記載した。M はモデルチューニングを示す。

■水質モデルのパラメータに引用した文献

- (1) Eppley, R. W.(1972):Temperature and phytoplankton growth in the sea.,Fish. Bull.,70,1063-1085.
- (2) 堀口文男・中田喜三郎(1995):東京湾の水質のモデル解析, Journal of Advanced Marine Science and Technology Society,Vol.1,No.1,71-92.
- (3) Watt, W. D.(1966):Release of dissolved organic material from the cells of phytoplankton populations., Proc. Roy. Soc. Ser. B, vol.164,521-551.
- (4) 堀口文男・中田喜三郎(1993):沿岸生態系モデルの実海域への適用ー山口県西部海域の場合ー,資源と環境,Vo.2,No.1,61-92.
- (5) 中田喜三郎(2007):三河湾の貧酸素水塊形成機構に関するモデル解析, 伊勢湾再生研究シンポジウム
- (6) 国土交通省関東地方整備局・国土交通省東京航空局(2005):東京国際空港再拡張事業に係る環境影響評価準備書
- (7) J.W.M.Wijnsman , P.M.J.Herman , J.J.Middelburg and K.Soetaert (2002):A model for Early Diagenetic Processes in Sediments of the Continental Shelf of the Black Sea, *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, Vol.54, pp.403-421.
- (8) NERI Technical Report(2004): A model set-up for an oxygen and nutrient flux model for Aarhus Bay(Denmark), No.483, pp.1-67
- (9) 平山公明, 松尾友矩, 今岡正美, 平山けい子(1995):乱れ強度モデルに基づく河川の再ばっ気係数の推定式, 土木学会論文集,No.521/II-32,pp.181-191

## (7) 水質モデルのプログラム例

[予測モデルの基本式]

$$\frac{\delta C \cdot h}{\delta t} = \text{移流項} + \text{拡散項} + \text{生物・化学反応項}$$

$C$  : 水質項目の濃度、  $h$  : 層厚

$$\text{移流項} = -u \frac{\partial C}{\partial x} - v \frac{\partial C}{\partial y} - w \frac{\partial C}{\partial z}$$

$$\text{拡散項} = \frac{\partial}{\partial x} \left( K_h \frac{\partial C}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( K_h \frac{\partial C}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left( K_z \frac{\partial C}{\partial z} \right)$$

$K_h$  : 水平渦拡散係数、  $K_z$  : 鉛直渦拡散係数

上式の生物・化学的反応項については以下に示すとおりである。

植物プランクトン(Phy) (第 n 層)

$$\frac{d}{dt} (Phy^{(n)} \cdot H^{(n)}) = +Pr^{(n)} \cdot (1 - \varepsilon) \cdot H^{(n)} - Res_{phy} \cdot Phy^{(n)} \cdot H^{(n)}$$

生産項 - 細胞外分泌項      呼吸項

$$-Mor_{phy} \cdot Phy^{(n)} \cdot H^{(n)} + S_{Phy}^{(n-1)} \cdot Phy^{(n-1)} - S_{Phy}^{(n)} \cdot Phy^{(n)}$$

枯死項      上の層からの沈降      下の層への沈降

(n = 1 の場合は 0)

$P_r^{(n)}$  : 植物プランクトンによる生産量

$$P_r^{(n)} = Phy^{(n)} \cdot \mu_{max} \cdot f(T) \cdot f(N, P) \cdot f(I)$$

$\mu_{max}$  : 最大比増殖速度 ( /s)

$f(T)$  : 増殖速度の温度(T)依存項

$$f(T) = \exp(Q_{10} V_{phy} \cdot T^{(n)})$$

$Q_{10} V_{phy}$  : 温度定数

$f(N, P)$  : 増殖速度の栄養塩依存項

$$f(N, P) = \frac{IP^{(n)}}{K_{IP} + IP^{(n)}} \cdot \frac{IN^{(n)}}{K_{IN} + IN^{(n)}}$$

$K_{IP}$  : 磷の半飽和濃度 ( $g/m^3$ )

$K_{IN}$  : 窒素の半飽和濃度 ( $g/m^3$ )

$f(I)$  : 増殖速度の照度依存項 (水中照度 I から計算)

$$f(I) = \frac{I^{(n)}}{I_{OPT}} \exp\left(1 - \frac{I^{(n)}}{I_{OPT}}\right)$$

$\varepsilon$  : 細胞外分泌係数

$Res_{phy}$  : 植物プランクトンの呼吸速度 ( /s)

$Mor_{phy}$  : 植物プランクトンの枯死速度 ( /s)

<Fortran program 例>

```
c===== Phyto plankton =====
c-----          FI          -----
!      zup = zenten(nhor)
      zup = radiation(nb) * 86400.0 / 1000000.0      !W/m2 -> MJ/m2/day
do L=1,lay
  FC = (s(8,L,nb)*0.50+s(10,L,nb)/rCChl)* 1000.    ! mgC/L => ug/L
  dk = syousanA*FC+syousanB
  zdown = zup*exp(-dk*DZ(L,nb))
  heikin = (zup-zdown)/(DZ(L,nb)*dk)
  FI = heikin/FIopt*exp(1.0-heikin/FIopt)
  zup = zdown
c----- define solar on surface sediment
      if(L.eq.lay) then
        mb = nbmb(nb)
        solarb(mb)= solarb(mb) + heikin/float(idtm(idom))*sect(L,nb)    ! (MJ/m2/day)
      endif
c-----          FNP          -----
      FP = s(1,L,nb) / (halfIP + s(1,L,nb))
      ratio_pphy=exp(-gams_pphy*s(4,L,nb))
      rp_nh4 = s(4,L,nb)/(halfNH4+s(4,L,nb))*(1.0-ratio_pphy)
      rp_nox = s(5,L,nb)/(halfNOx+s(5,L,nb))*ratio_pphy
      if(rp_nh4.lt.0.0001) rp_nh4 = 0.0
      if(rp_nox.lt.0.0001) rp_nox = 0.0
      FN= rp_nh4 + rp_nox
      if((FN.le.0.0).or.(FP.le.0.0)) then
        FNP = 0.0
      else
        FNP = 2.0/((1.0/FN + 1.0/FP))
      endif
c-----          FT          -----
      T = wtemp(L,nb)
      FT = exp( Q10phy*(T-TbasePphy)**2. )
c----- Calculation Production -----
      fPRO(10,L) = + vmax*FT*FNP*FI*s(10,L,nb)*vol(L,nb)      ! CHL
      fPRO( 1,L) = - fPRO(10,L)/rCPphy                        ! IP
      if((rp_nh4.eq.0.0).and.(rp_nox.eq.0.0)) rp_nh4 = 1.0    ! 発散防止
      fPRO( 4,L) = - fPRO(10,L)/rCNphy*rp_nh4/(rp_nh4+rp_nox) ! NH4N(-)
      fPRO( 5,L) = - fPRO(10,L)/rCNphy*rp_nox/(rp_nh4+rp_nox) ! NOX(-)
      fPRO(11,L) = + fPRO(10,L)*rOCphy                        ! DO
```

### (8) 流入負荷量の設定例

2005 シナリオ1								
夏季(6-8月)計算負荷量				COD	T-N	T-P		
海域名	ブロック	サブ ブロック	河川流域	合計	合計	合計		
渤海	B1	直排	遼河	26449	8529	724		
		B2	B2R1	遼河	26170	18058	693	
			B2R2	遼河	8723	5448	222	
			小計	34893	23506	915		
		B3	直排	遼河	15809	8284	445	
		B4	直排	海河	17437	7146	421	
		B5	直排	海河	92151	36670	2736	
		B6	直排	海河	9193	4648	280	
			B7K1	黄河	9585	3616	245	
			B7K2	黄河	3123	2394	82	
			B7K3	黄河	7335	3235	178	
			B7K4	黄河	1834	1345	50	
			B7K5	黄河	5366	2846	152	
			B7K6	黄河	57121	30389	1567	
		B7K7	黄河	36313	17165	1035		
		B7K8	黄河	11187	5037	336		
		小計		131864	66027	3644		
	B8	直排	淮河	18948	9908	568		
	計			346744	164719	9734		
黄海	K1	直排	アムール	150480	55198	2255		
		K2	直排	遼河	14896	6409	347	
		K3	直排	淮河	17290	9797	499	
		K4	直排	淮河	14436	7278	434	
		K5	K5W1	淮河	14297	7168	431	
			K5W2	淮河	80140	38435	2532	
			K5W3	淮河	13317	7648	428	
			K5W4	淮河	44588	21019	1390	
			K5W5	淮河	18402	8059	533	
			小計		170744	82329	5313	
	計			367846	161010	8847		
東シナ海	H1	H1C1	長江	26835	8301	408		
		H1C2	長江	182772	70741	4305		
		H1C3	長江	184600	79111	4709		
		H1C4	長江	182814	57297	4307		
		H1C5	長江	90761	37377	2540		
		H1C6	長江	101408	29388	2378		
		H1C7	長江	41815	11479	1169		
		H1C8	長江	140066	50145	3509		
			小計		951070	343840	23324	
		H2	直排	その他	173953	55238	3391	
	計			1125023	399077	26715		
合計				1839612	724807	45296		

数値は夏各河川流域の流入負荷量 (COD<sub>Mn</sub>、T-N、T-P) を kg/day 単位で表示したもの。モデル計算では、日別の負荷量として扱う。

### (9) 境界条件の設定

境界条件を設定する格子位置は、流動モデルに従った。水質モデルでは、境界格子に境界濃度を固定値として与え、流入条件時にその濃度の水が計算領域内に流入し、流出条件時には、計算領域内の濃度で水が流出するものとした。固定する境界濃度は、離散的な観測値を時空間的に補間し設定した。



### 3. 流動モデルと水質モデルを用いた日本近海の水質予測シミュレーションの考え方

構築した流動モデルと水質モデルを用いて、日本・中国・韓国・ロシアの経済活動等に伴う、日本近海への環境影響を評価する方法としては、別途構築された汚濁負荷量算定プログラムにより計算される、現状の負荷量を用いて計算される場合と将来における流入負荷量を与える場合における対象海域における水質計算結果から、日本近海への環境影響を評価する手法を検討することが可能である。以下に、その手順について示す。

#### 3. 1 水質予測シミュレーションの全体スキーム

流動モデルと水質モデルを使用して実施する水質予測シミュレーションの全体スキームを図3-1に示す。

はじめに、構築した水質予測シミュレーションモデルを用いて、現況の海洋環境汚染について計算および把握を行う。陸域から供給される河川流量や負荷量は、汚濁負荷量算定プログラム等において算定されたものを用いる。

将来計算は、汚濁負荷量算定プログラムにおいて、「経済成長（汚濁物質排出量の増加）」と「水質環境保全対策の普及（汚濁物質排出量の削減）」を主な比較項目として作成されたシナリオから計算された負荷量を、将来負荷量としてインプットし、各シナリオに従った水質濃度を計算する。

将来シナリオにおいて、河川流量の変化が伴うと、海域の密度構造が変化し流動場が変化することになるので、流量条件を変えて流動を再計算する必要があるが、河川流量の変化は伴わないとされていることから、流動場については、現況計算結果をそのまま利用することが可能である。

水質計算においては、妥当性が確認されたモデルおよびパラメータを用いて、シナリオに基づき算定された、陸域から海域への流入負荷量条件毎の計算を実施する。

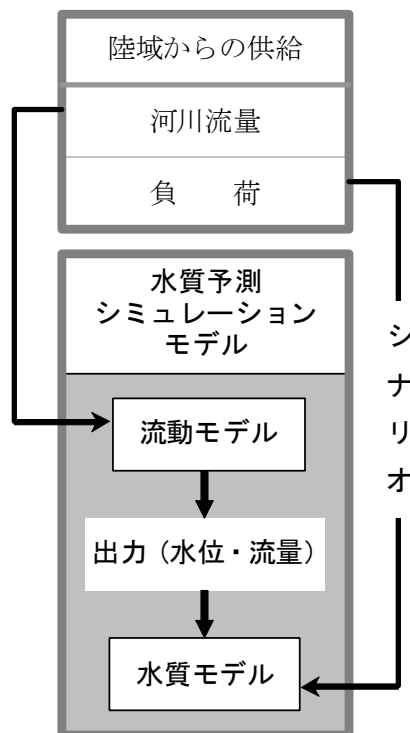


図 3-1 水質予測シミュレーションの全体スキーム

図 3-2 に示した日本沿岸の既存の定点における観測結果と計算結果との比較の例を図 3-3 に示す。それぞれ 2005 年観測期間内における最大値 (max)、最小値 (min)、平均値 (ave) を表している。

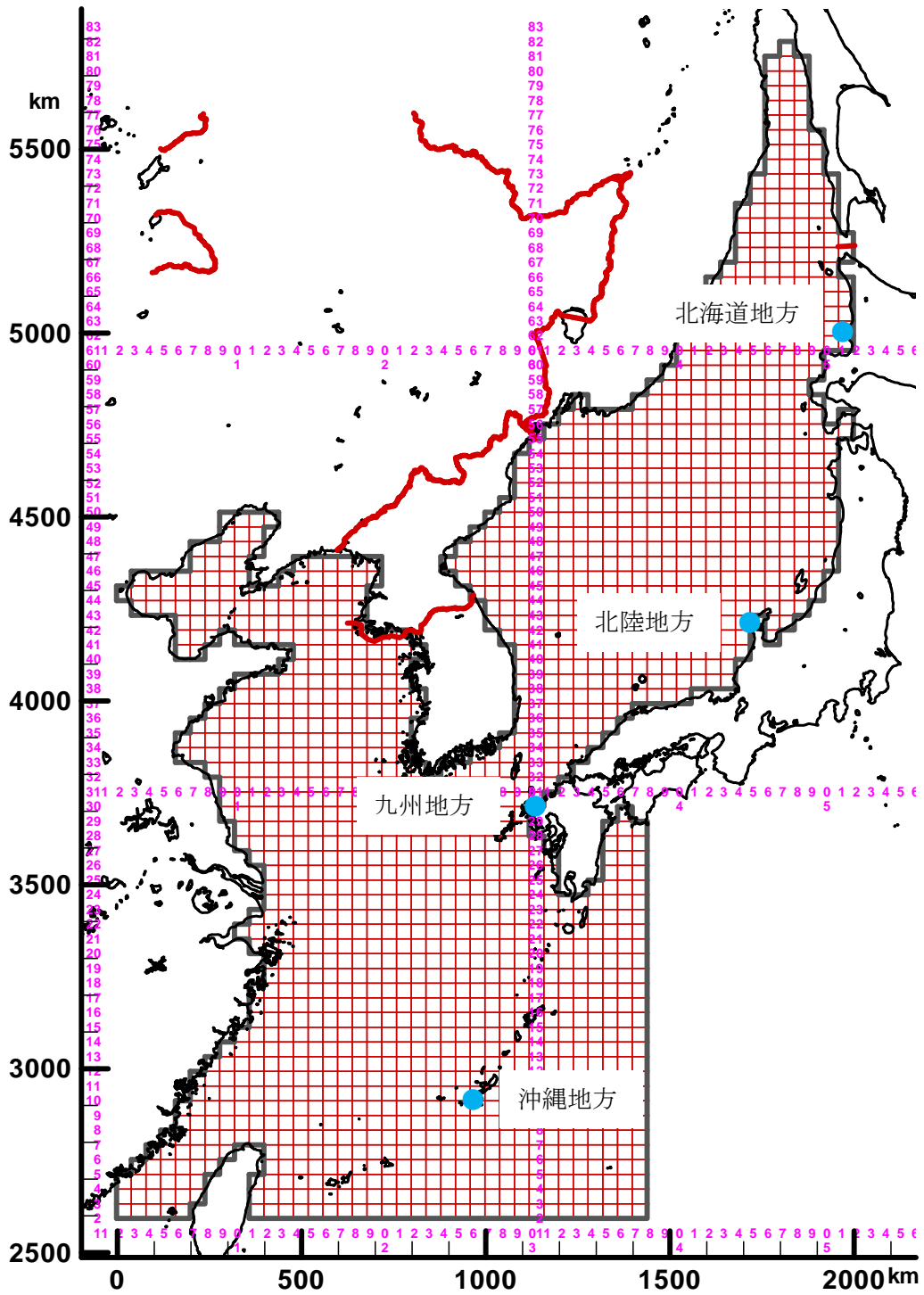


図 3-2 実測値と計算値の比較を行った地点

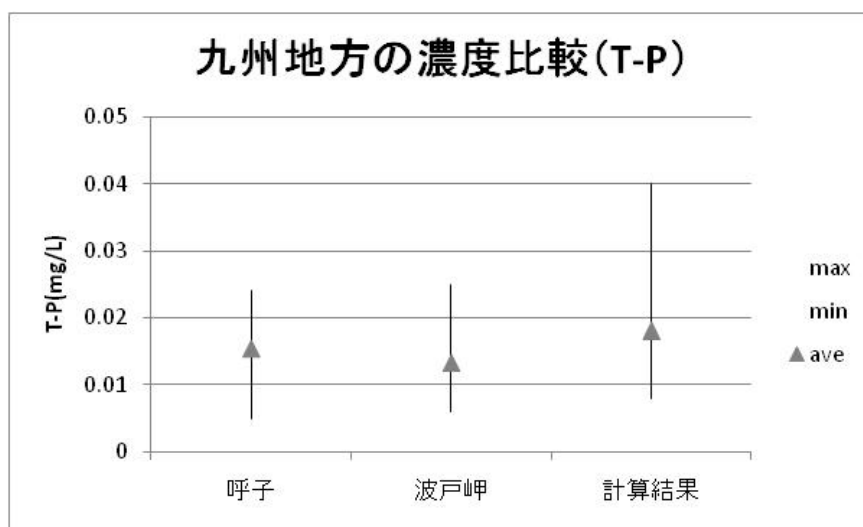
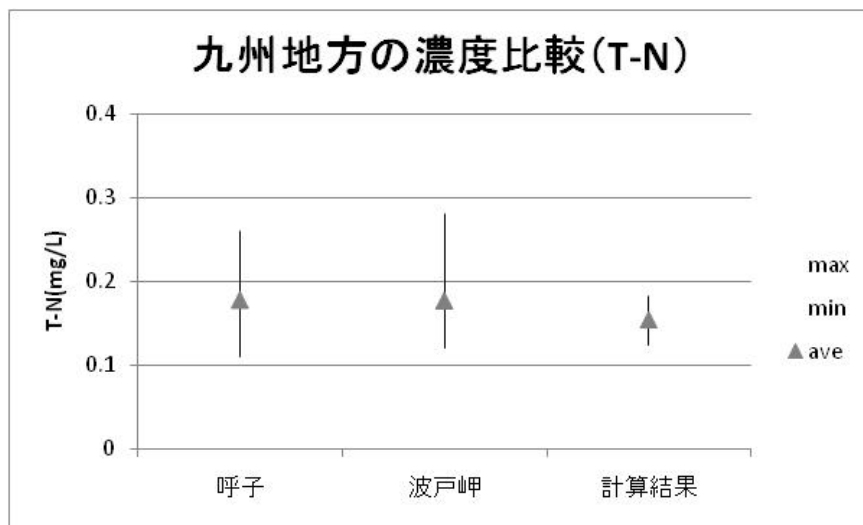
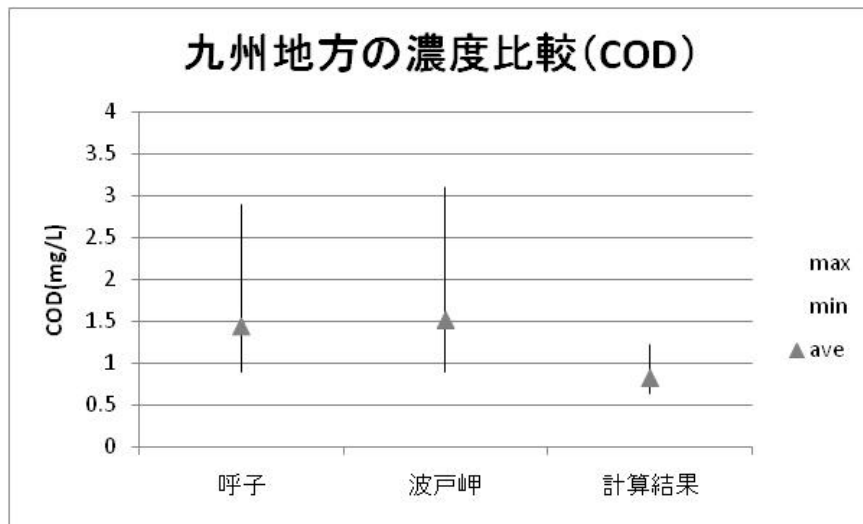


図 3-3 九州地方における実測値と計算値の比較

実測値出典：公共用水域水質測定結果

将来計算における、初期値の設定については、対象年次の1段階前の年次(図3-4の例では5年前)の計算結果を初期値として全域・全層に設定した。各年次の計算は、流入負荷量変化に伴う影響が年間を通じて定常状態に達するまでの期間として3サイクル(1年を1サイクルとして3回繰り返して計算を行った)の計算を実施し、評価は最終サイクル(3サイクルめの1年間)とした。3サイクルの計算における定常状態の確認として、図3-4及び図3-5に2005年を現況とし、2030年まで5年ごとに行う計算条件例及びその計算結果事例を示す。

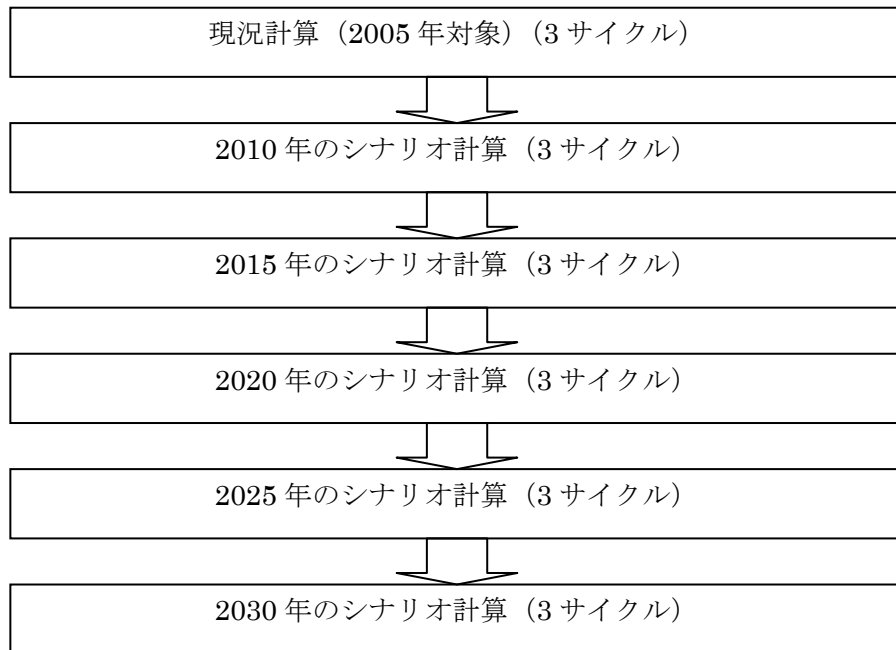


図3-4 各年次の初期値設定条件の例

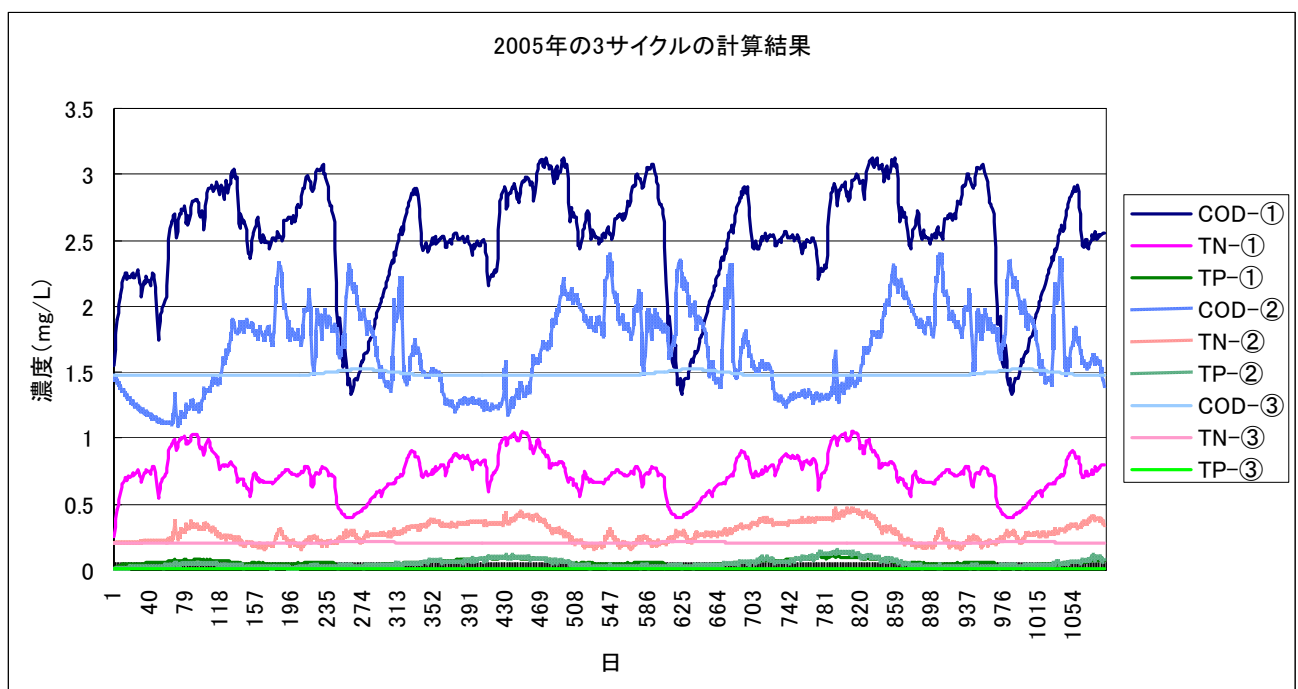


図3-5 2005年の3サイクルのCOD<sub>Mn</sub>、T-N、T-Pの計算結果  
 (①:長江河口、②:長江河口の沖合120km、③:南側境界)

### 参考資料3 将来シナリオに基づく将来の日本近海の海洋水質の検討事例

汚濁負荷算定プログラムモデルと参考資料2に示した水質予測シミュレーションモデルを用いて、日本近海の将来における水質を予測した検討事例を以下に紹介する。

#### 1. 汚濁負荷量予測のためのシナリオ設定

##### 1.1 目標年次

本調査における目標年次は2030年とする。

##### 1.2 フレームの将来値

フレームの将来値は次のとおりとする。

##### (1)人口

「世界の統計（総務省統計局）」に示す、国際連合人口部による各掲載年の7月1日現在の推計人口（1950～2000年）及び将来推計人口（2010～2050年）の中位推計値を参考にして設定した。この値を表1に示す。

表1 国別将来人口推計値

	中国	韓国	日本	ロシア
1950	554,760	18,859	84,115	102,702
1960	657,492	25,003	94,302	119,906
1970	830,675	31,922	104,665	130,392
1980	998,877	38,124	117,060	138,655
1990	1,149,069	42,869	123,611	148,615
2000	1,269,962	46,780	126,926	147,423
2010	1,351,512	48,673	127,176	140,318
2020	1,421,260	49,221	122,735	132,407
2030	1,458,421	48,411	115,224	123,915
2040	1,448,355	45,961	105,695	115,782
2050	1,408,846	42,327	95,152	107,832

※国際連合人口部による世界の人口推計値

##### (2)工業総生産額

工場排水量の予測のために、工業総生産額の将来予測を行う。工業総生産額の将来予測は、GDPの将来予測を基に行うものとした。なお、日本とロシアは将来においても工業総生産額は変動無しと設定したため、GDP将来予測は中国と韓国のみ行った。

中国と韓国のGDP将来予測は、「社団法人日本経済研究センター」に基づく。各国GDPの将来伸び率予測値を表2に示す。

表2 GDP伸び率予測値

項目	2001-2005（実績）	2006-2020	2021-2030	2031-2040	2041-2050
中国	9.3	5.5	3.8	1.9	0.9
韓国	4.4	3.4	1.7	0.8	0.1

出典：（社）日本経済研究センター

### (3)面源系フレーム（家畜頭数・土地利用面積）

家畜頭数及び土地利用面積は現状維持とした。

### (4)汚水処理施設の普及状況

下水道等の普及による汚濁負荷量の減少を予測する。将来シナリオは施策の進捗度に応じ、以下のシナリオを5つ設定する。

- シナリオ1： 現状維持
- シナリオ2： 都市部において下水道等の施策を行う場合  
(2030年度までに標準法による普及率100%とする)  
(工場排水の規制も併せて達成する)
- シナリオ2'： 都市部において高度処理対応型の下水道等の施策を行う場合
- シナリオ3： 都市部・農村部において下水道等の施策を行う場合  
(2030年度までに都市部・農村部において汚水処理率100%とする)
- シナリオ3'： 都市部・農村部において高度処理対応型の下水道等の施策を行う場合

各国の上記シナリオ別の2030年度における汚水処理人口普及率の設定値を表3に示す。

表3 各国のシナリオ別の2030年度における汚水処理人口普及率設定値

		シナリオ1	シナリオ2	シナリオ2'	シナリオ3	シナリオ3'
中国	都市部	63%	100%	(高度処理) 100%	100%	(高度処理) 100%
	農村部	0%	0%	0%	100%	(高度処理) 100%
日本	都市部	81%	100%	(高度処理) 100%	100%	(高度処理) 100%
	農村部	61%	61%	61%	100%	(高度処理) 100%
韓国	都市部	95%	100%	(高度処理) 100%	100%	(高度処理) 100%
	農村部	0%	0%	0%	100%	(高度処理) 100%
ロシア	都市部	15%	100%	(高度処理) 100%	100%	(高度処理) 100%
	農村部	15%	15%	15%	100%	(高度処理) 100%

## 2. 陸域からの汚濁負荷量の計算

1での設定により計算した、シナリオ別の各国の2030年度における汚濁負荷排出量とその内訳を図1~4に示す。なお、これらの計算は汚濁負荷量算定プログラムモデルにより実施した。

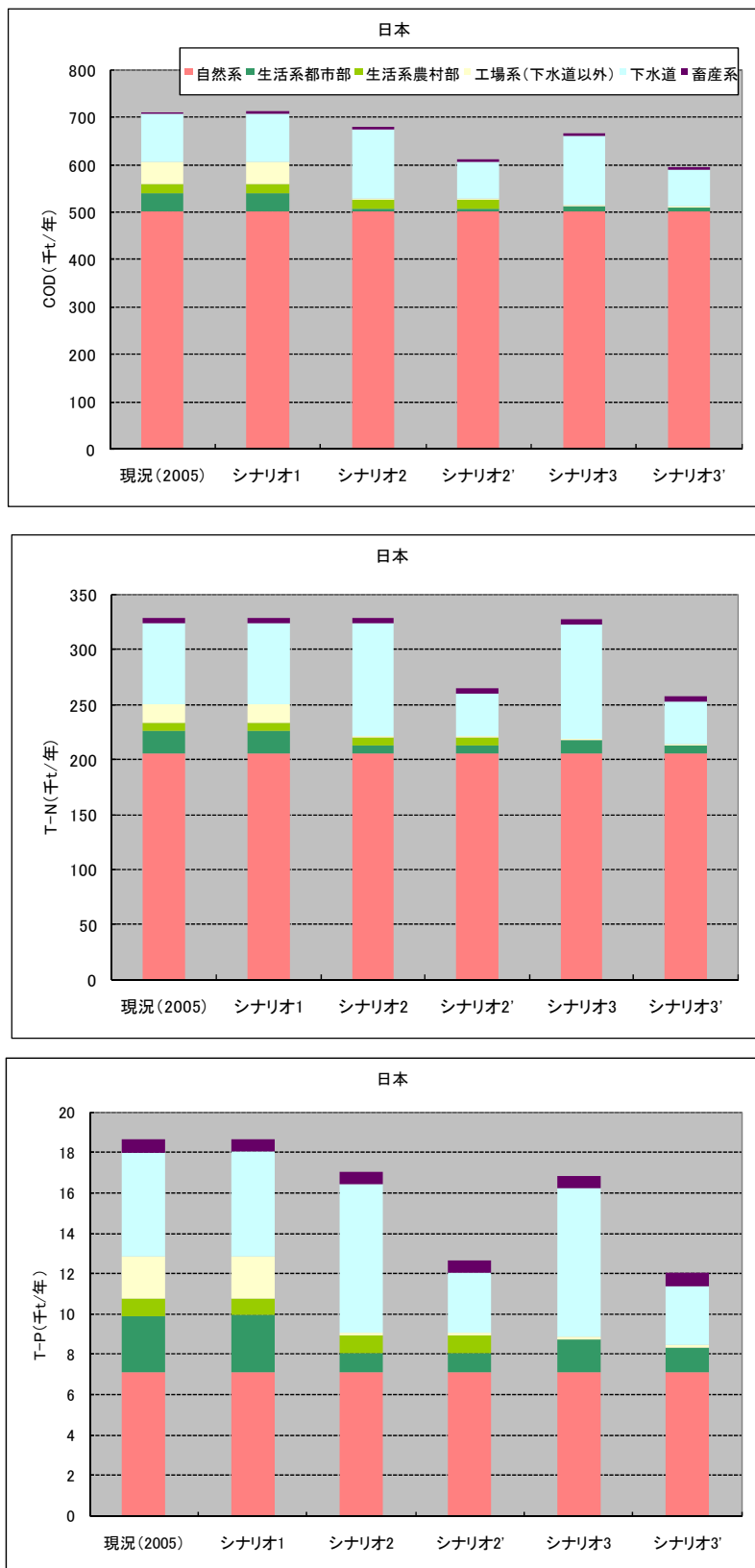


図1 現況及び2030年度におけるシナリオ別の汚濁負荷量（日本）  
（上から COD<sub>Mn</sub>、T-N、T-P）

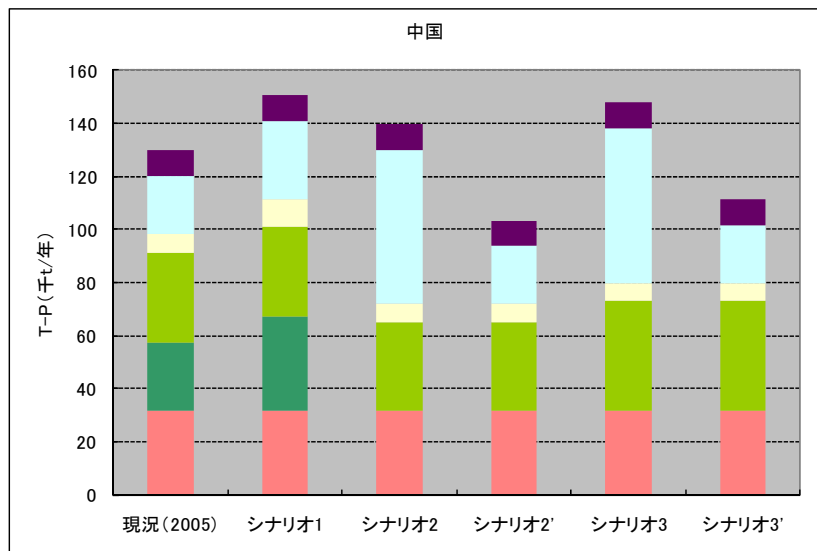
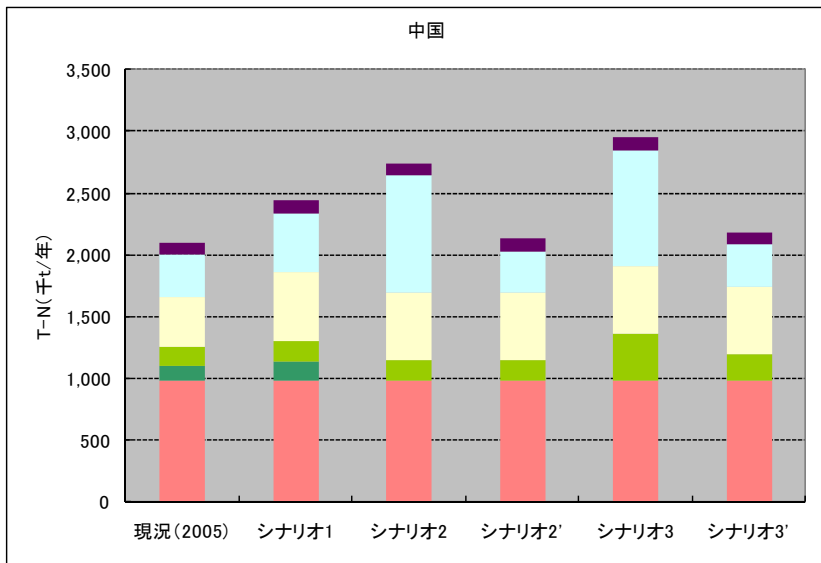
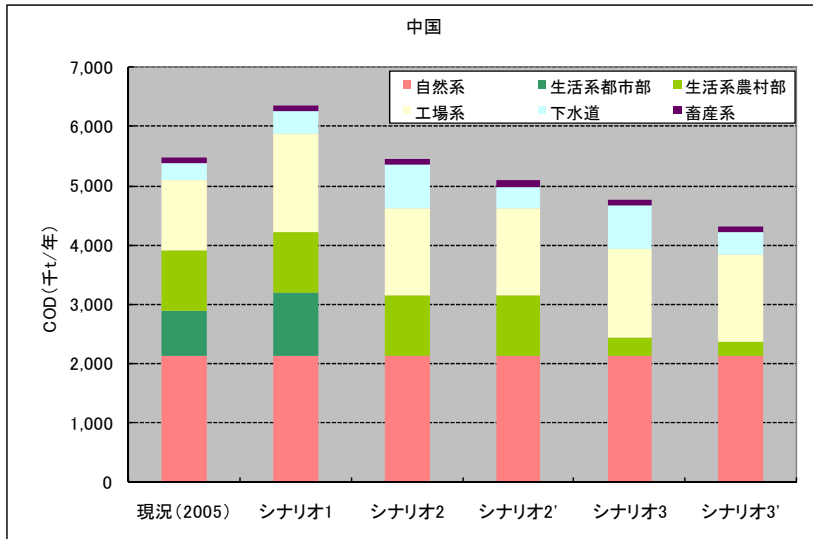


図2 現況及び2030年度におけるシナリオ別の汚濁負荷量（中国）  
（上から COD<sub>Mn</sub>、T-N、T-P）



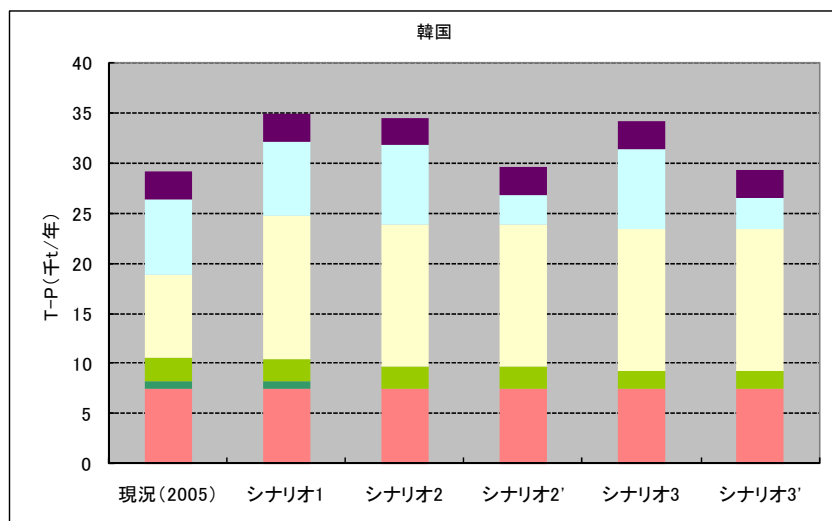
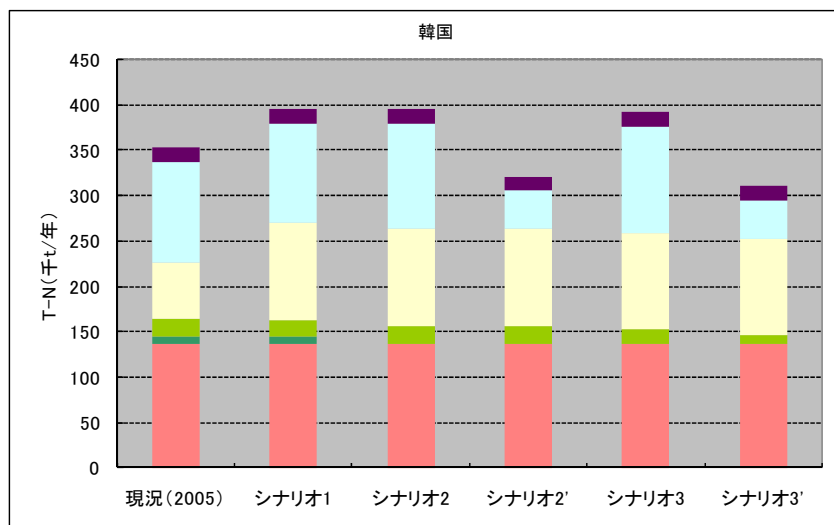
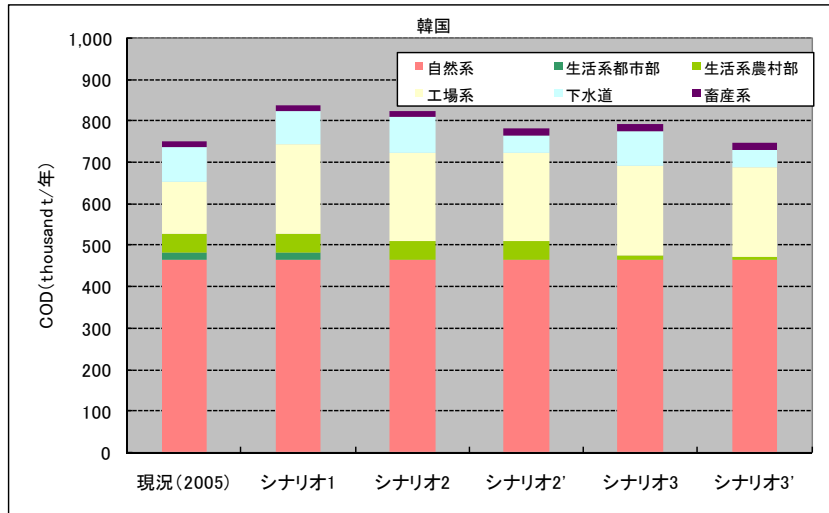


図3 現況及び2030年度におけるシナリオ別の汚濁負荷量（韓国）  
（上から COD<sub>Mn</sub>、T-N、T-P）

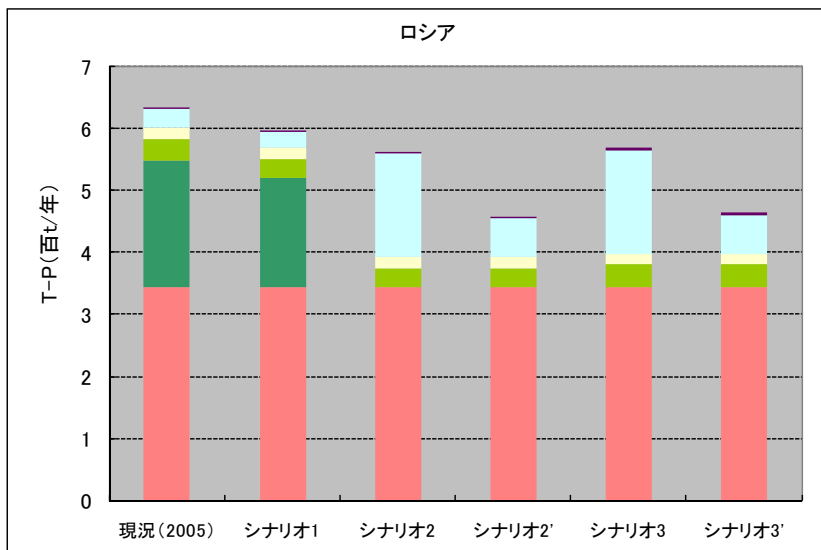
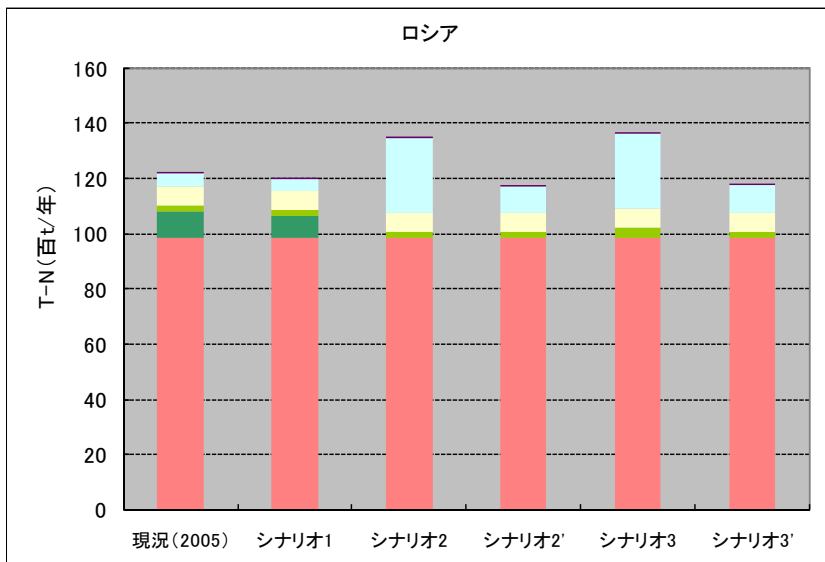
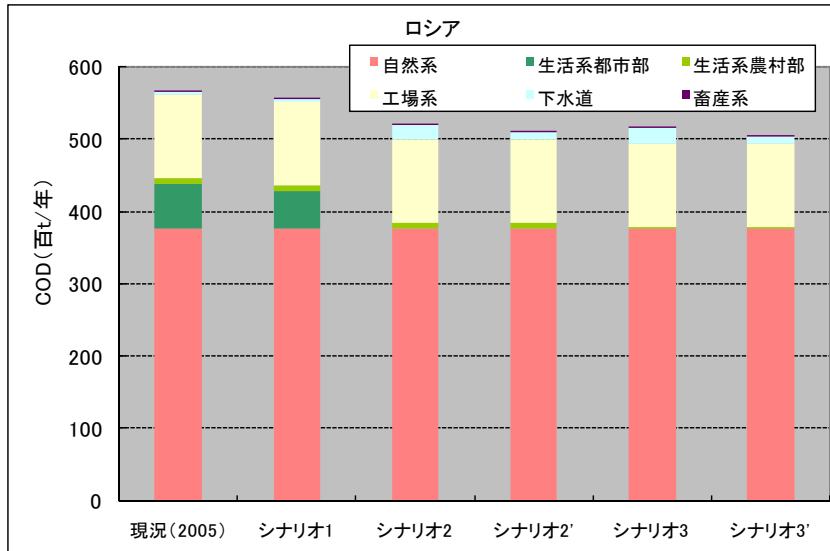


図4 現況及び2030年度におけるシナリオ別の汚濁負荷量（ロシア）  
（上から COD<sub>Mn</sub>、T-N、T-P）

### 3. 将来水質の予測

陸域からの負荷量の変化について評価するため、各国の主要な河川の河口部における水質濃度の変化をとりまとめた。濃度をピックアップした場所は図5に示した9か所である。

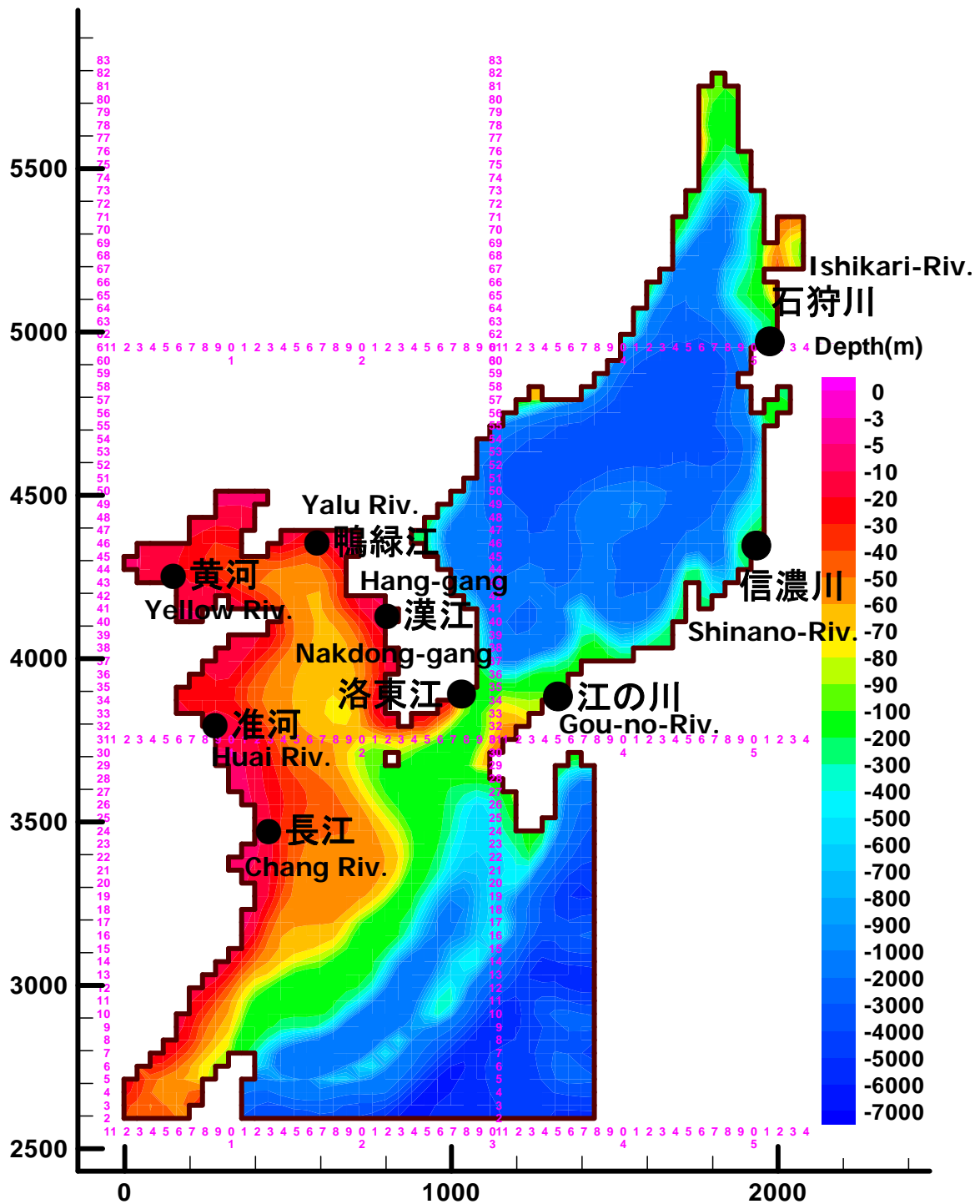


図5 シナリオ評価のために濃度比較を行った場所

汚濁負荷算定プログラムモデルで計算した陸域からの汚濁負荷量の値を、参考資料2で示した水質予測シミュレーションモデルにインプットし、各地点の水質を求めた。

### (1)各地点での将来水質予測

2030年の各シナリオ計算における沿岸部の年平均濃度の予測値を図6に示す。図中“-01”は表層を、“-05”は第5層め(概ね10m深)の結果を表している。また、長江、黄河、漢江、信濃川河口部における表層の月平均濃度の予測値を図7に示す。

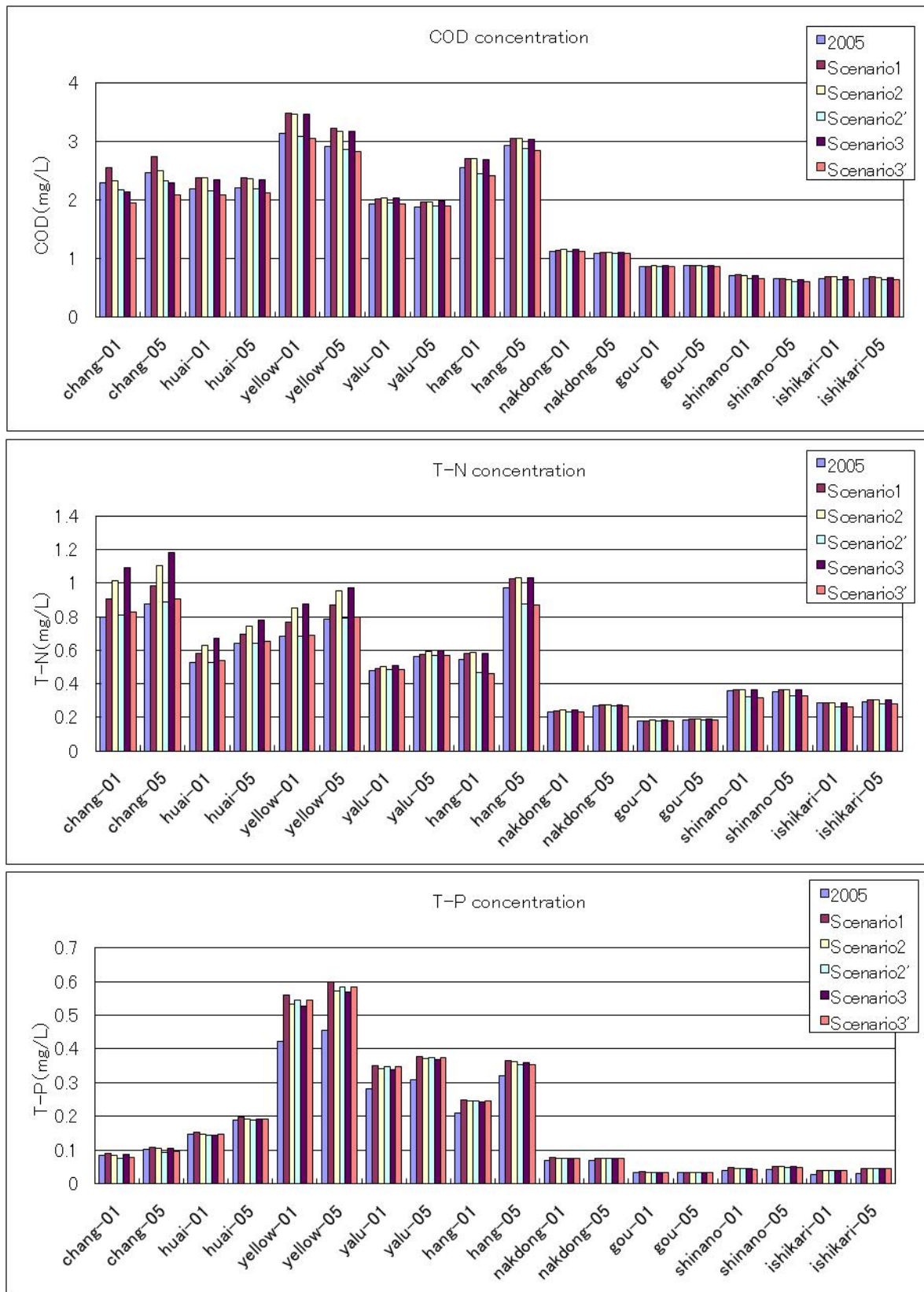


図6 2030年の各シナリオ計算における沿岸部の水質濃度予測値 (COD<sub>Mn</sub>、T-N、T-P)

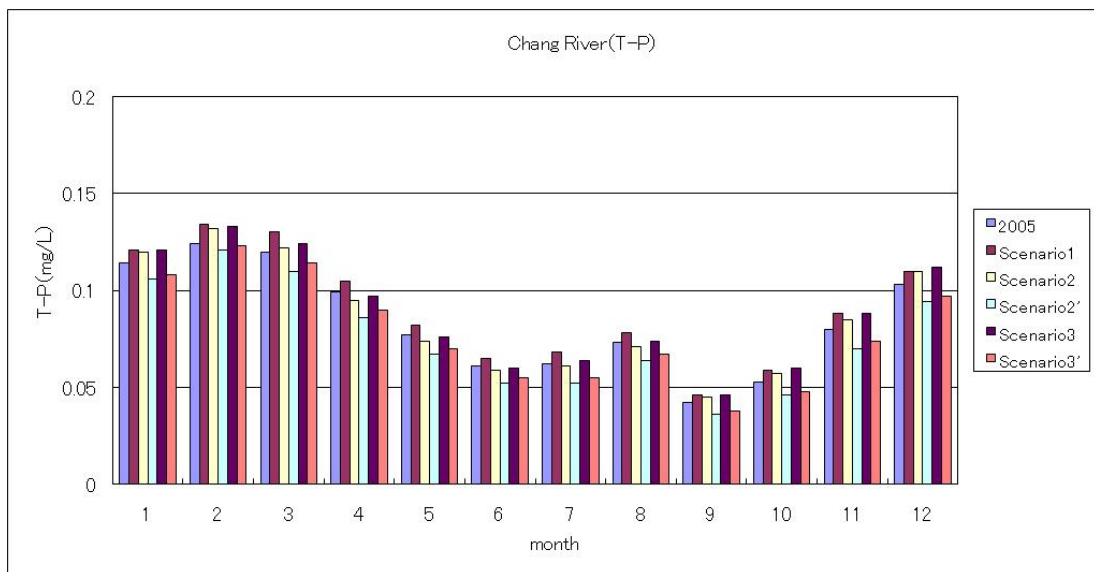
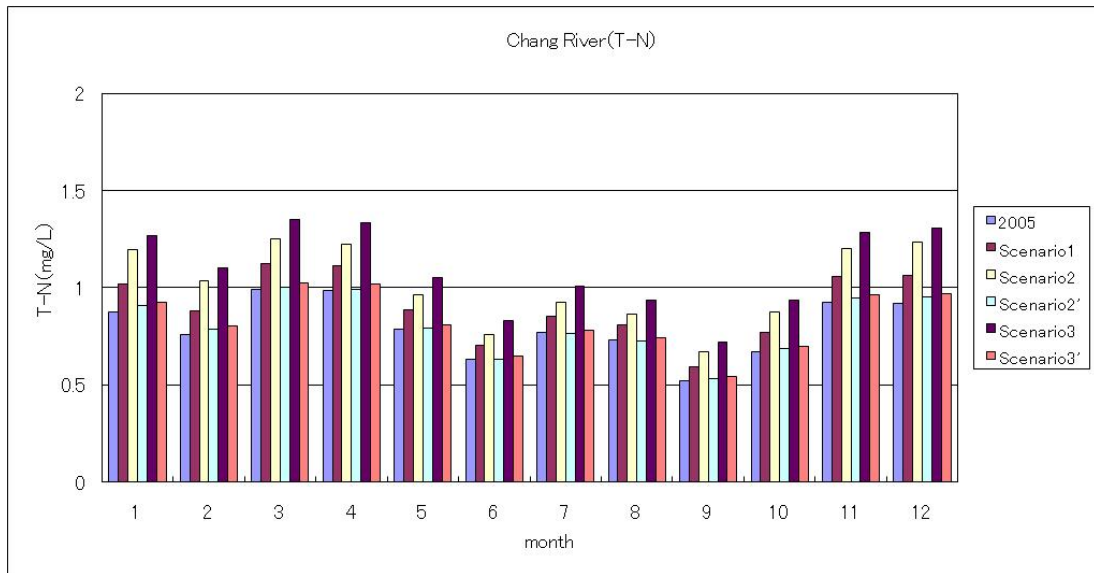
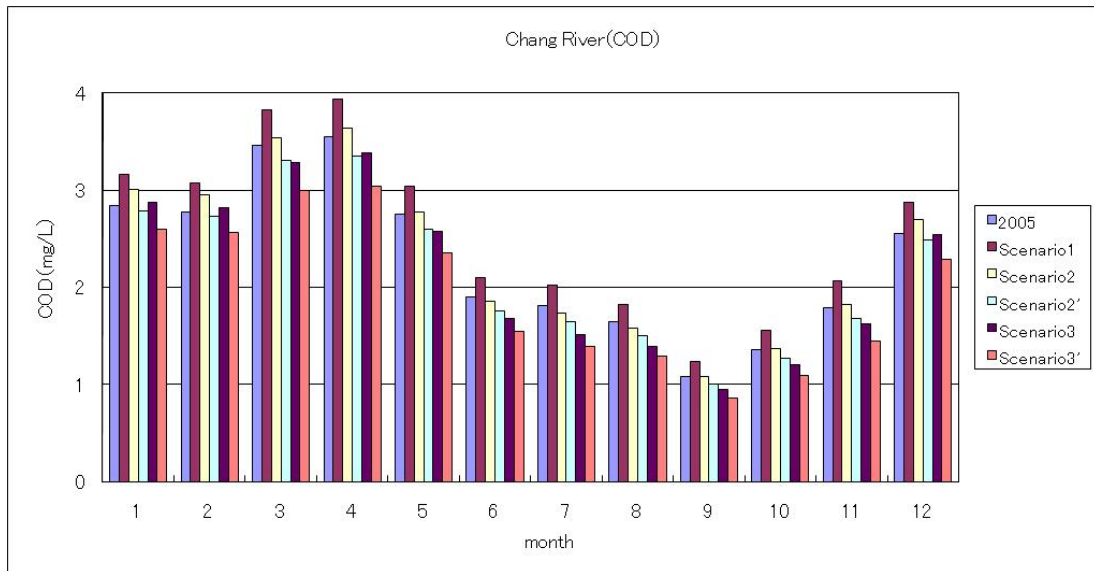


図 7(1) 2030 年シナリオにおける長江の水質濃度予測値 (COD<sub>Mn</sub>, T-N, T-P)

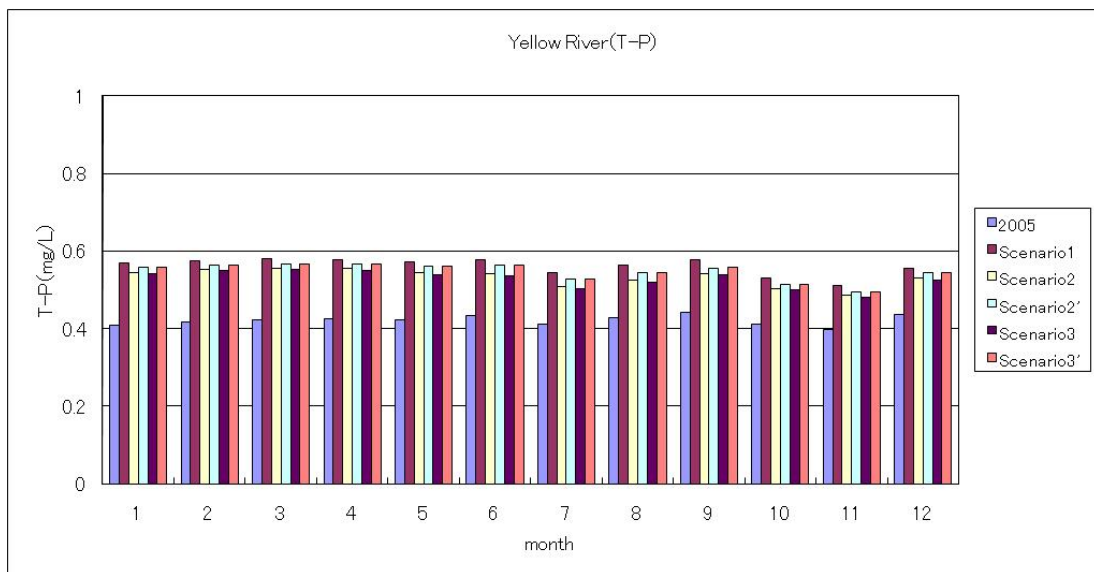
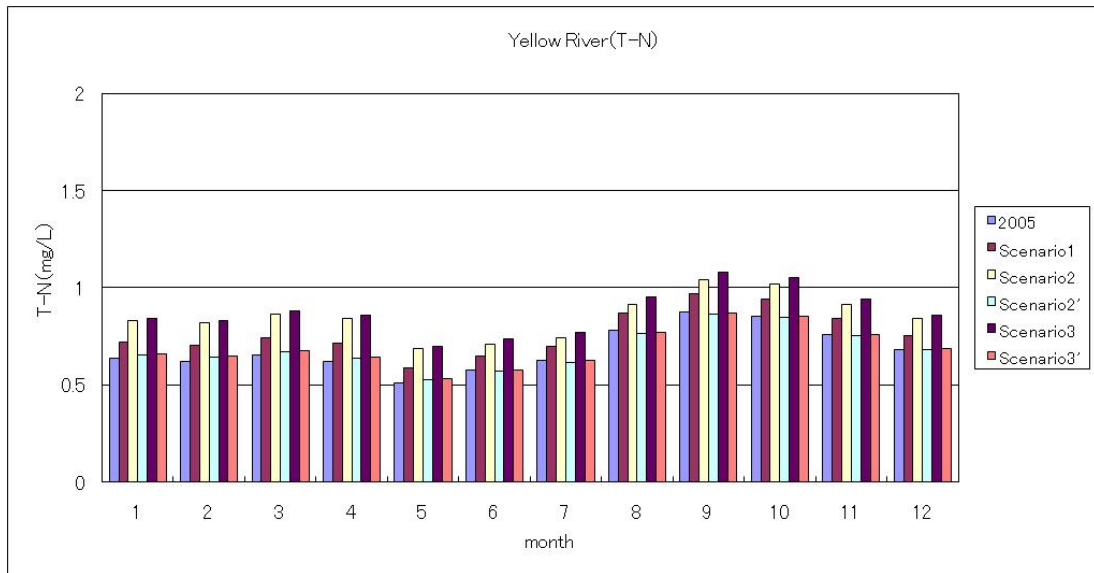
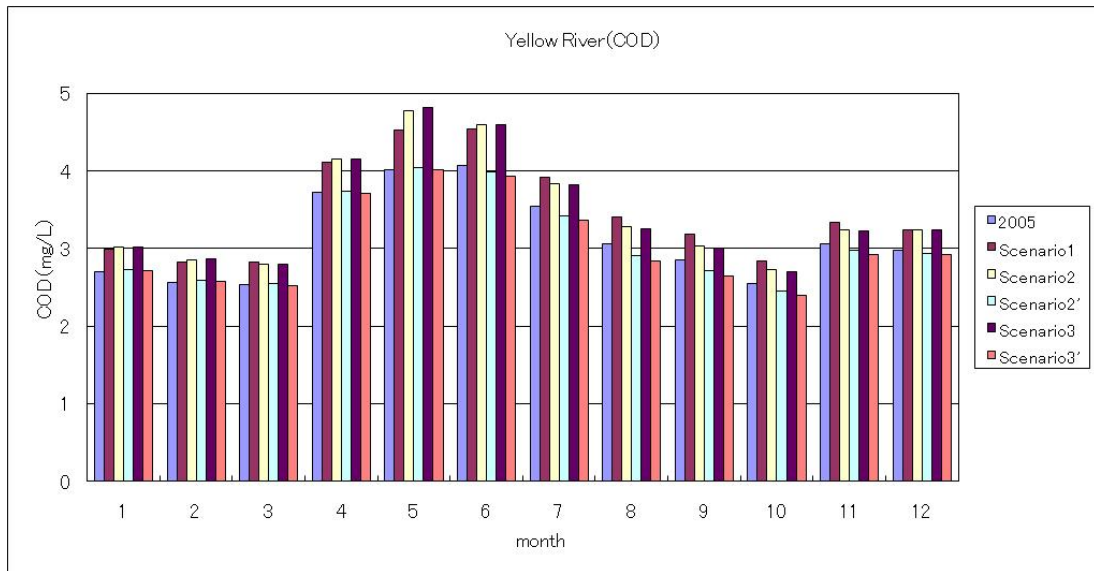


図 7(2) 2030 年シナリオにおける黄河の水質濃度予測値 (COD<sub>Mn</sub>, T-N, T-P)

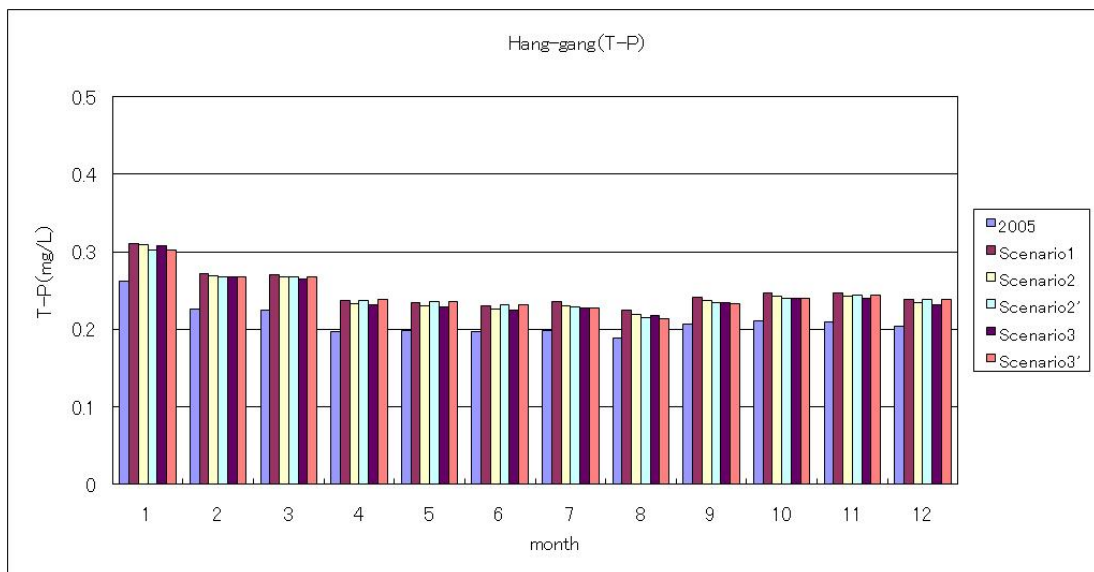
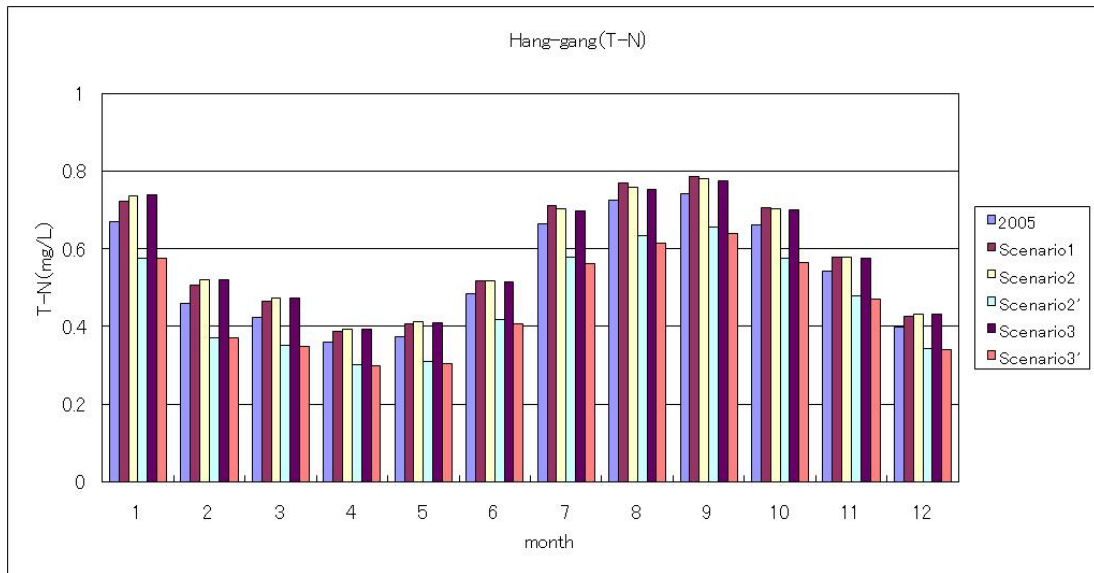
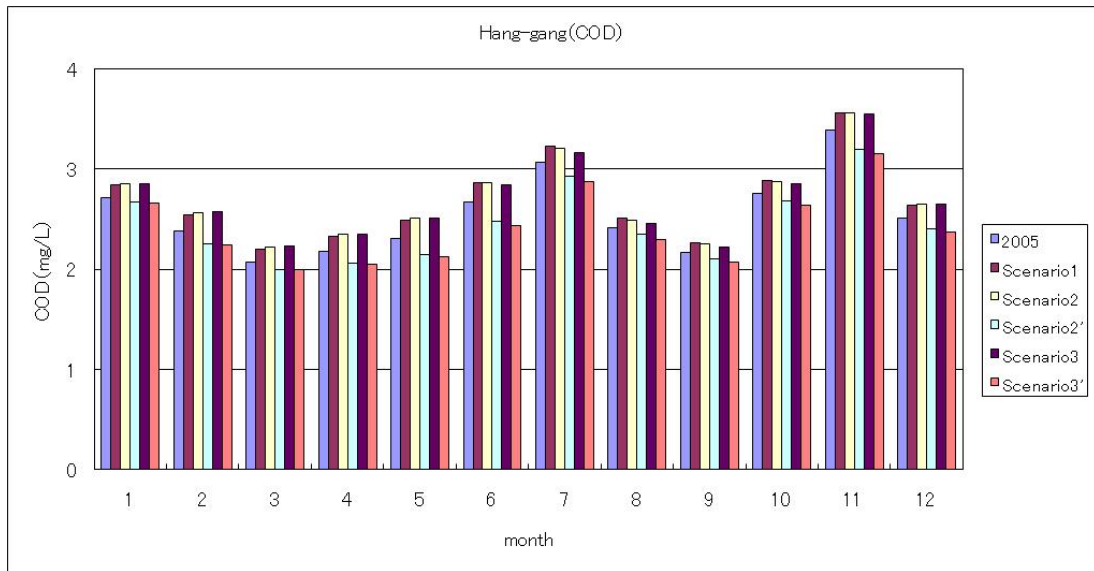


図 7(3) 2030 年シナリオにおける漢江の濃度変化 (COD<sub>Mn</sub>, T-N, T-P)

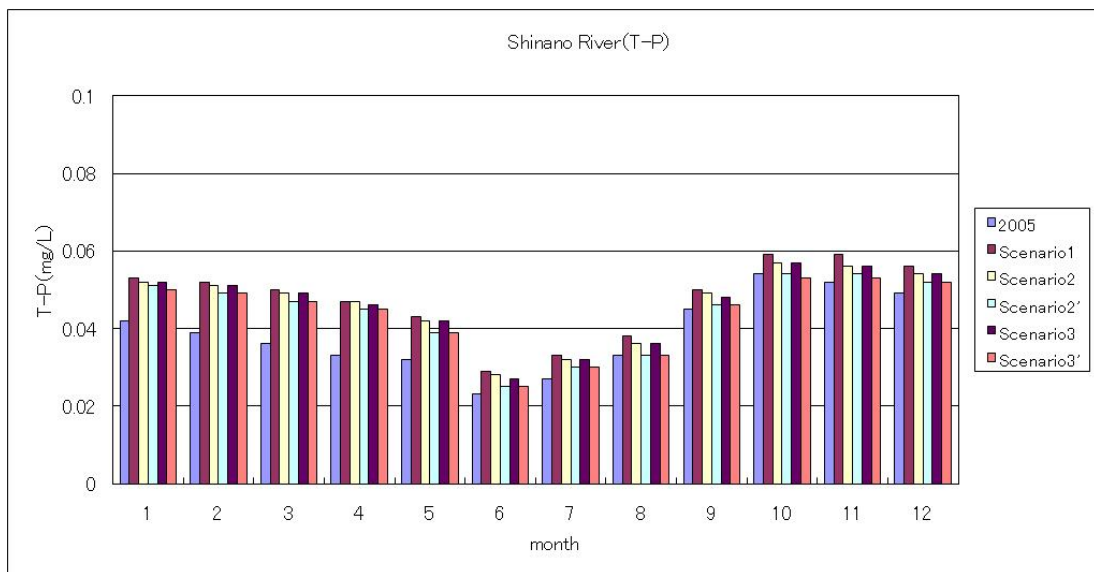
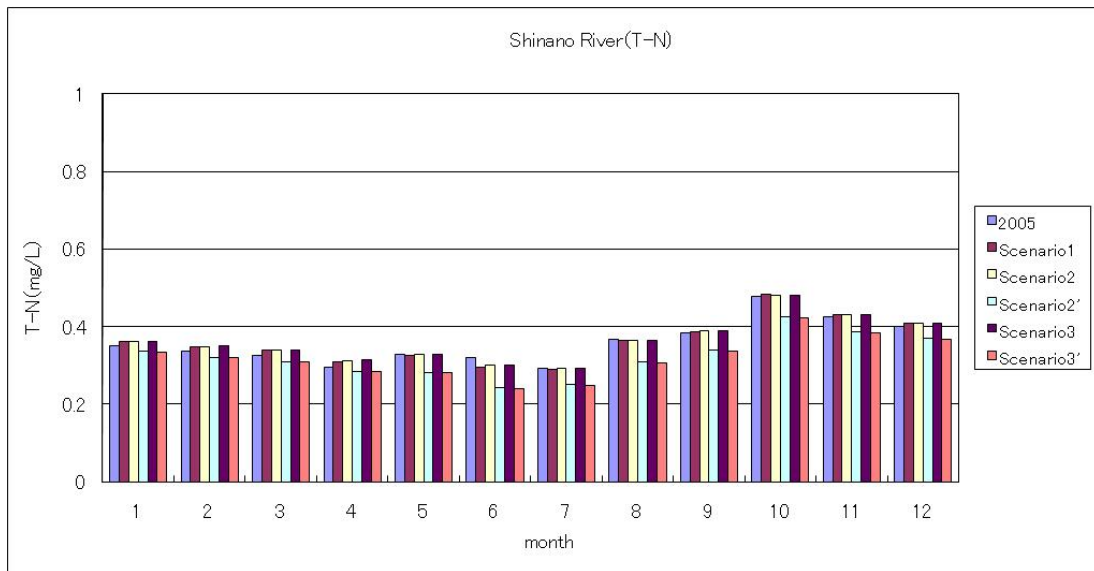
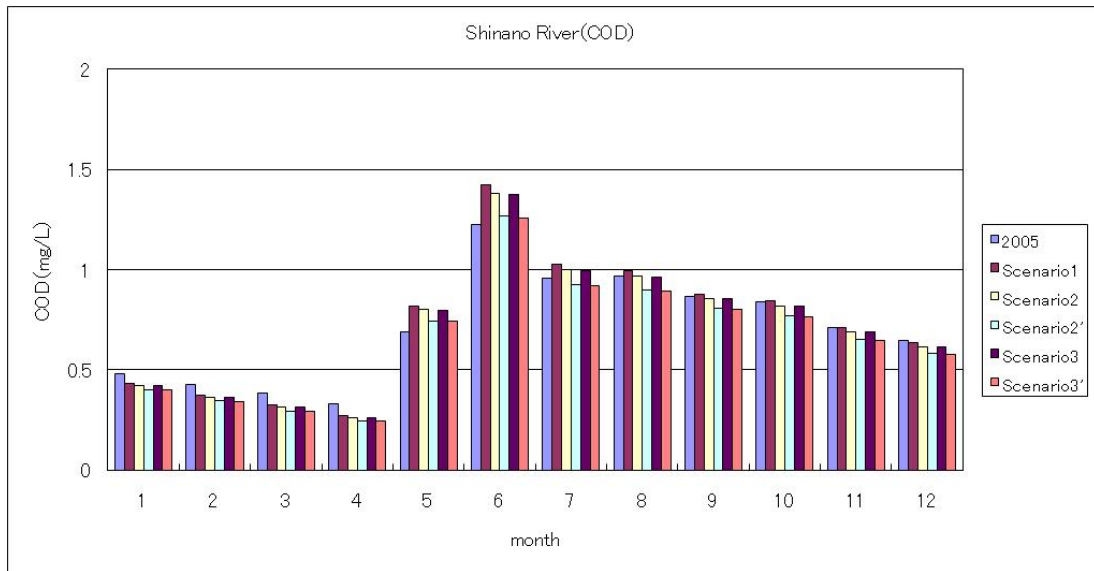


図 7(4) 2030 年シナリオにおける信濃川の水質濃度予測値 (COD<sub>Mn</sub>, T-N, T-P)



## (2)日本近海全体における予測水質濃度分布

2005年と2030年時の各シナリオ計算における第1層（表層）の水質濃度（COD<sub>Mn</sub>、T-N、T-P）の分布を図8～図10に示す。

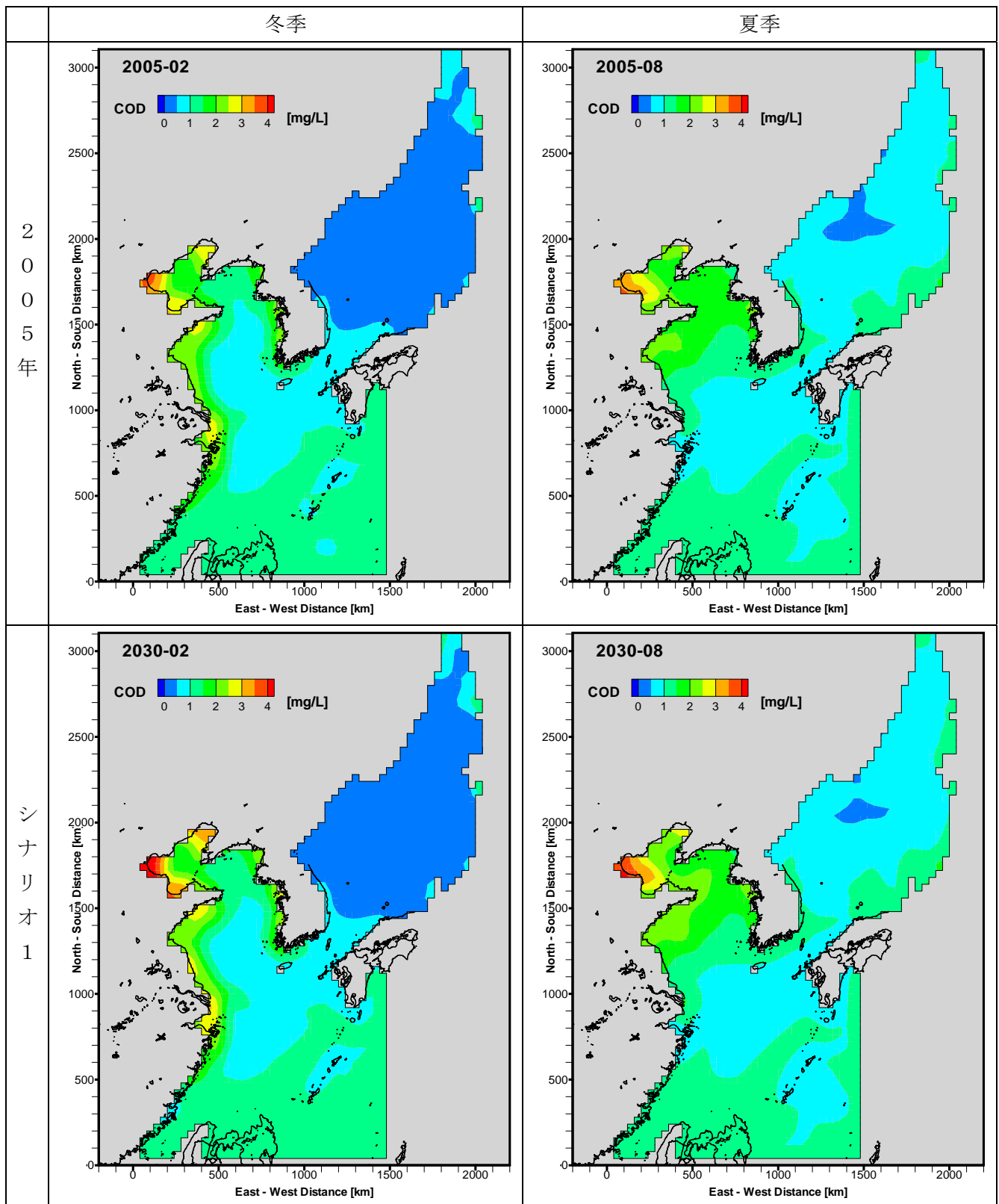


図 8(1) 水質濃度分布（2005年、2030年のシナリオ1、COD<sub>Mn</sub>）

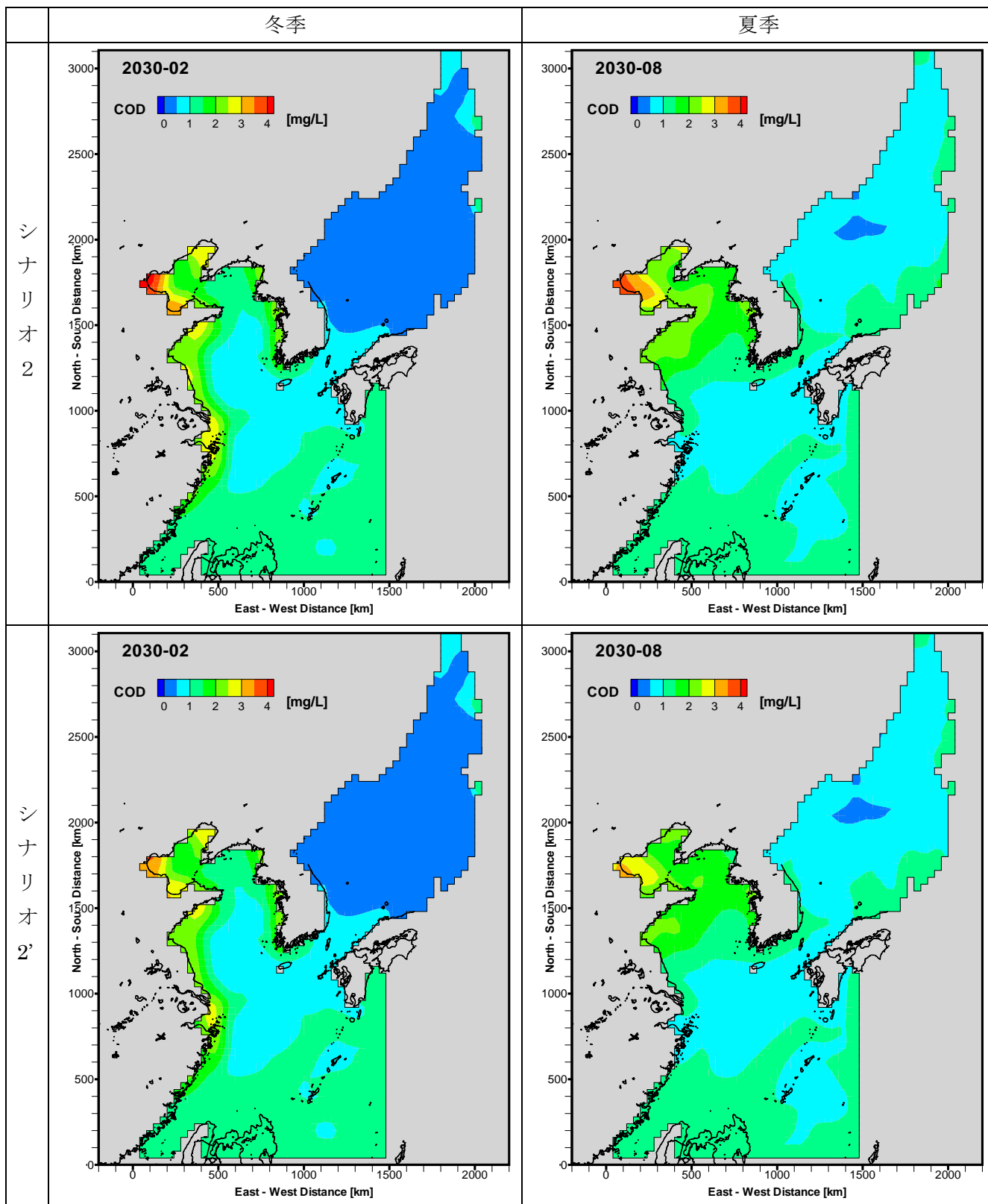


図 8(2) 水質濃度分布 (2030 年のシナリオ 2、シナリオ 2'、COD<sub>Mn</sub>)

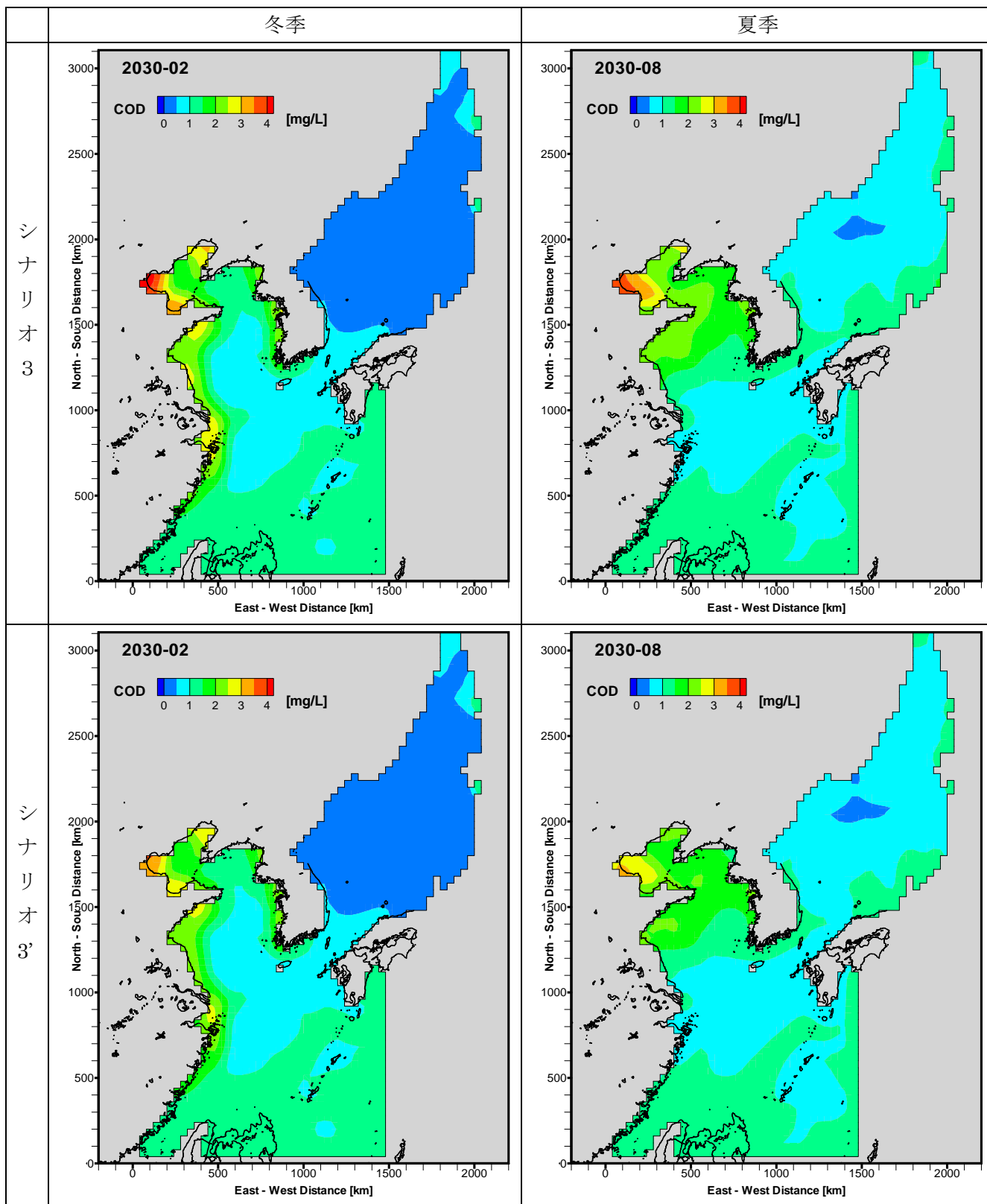


図 8(3) 水質濃度分布 (2030 年のシナリオ 3、シナリオ 3'、COD<sub>Mn</sub>)

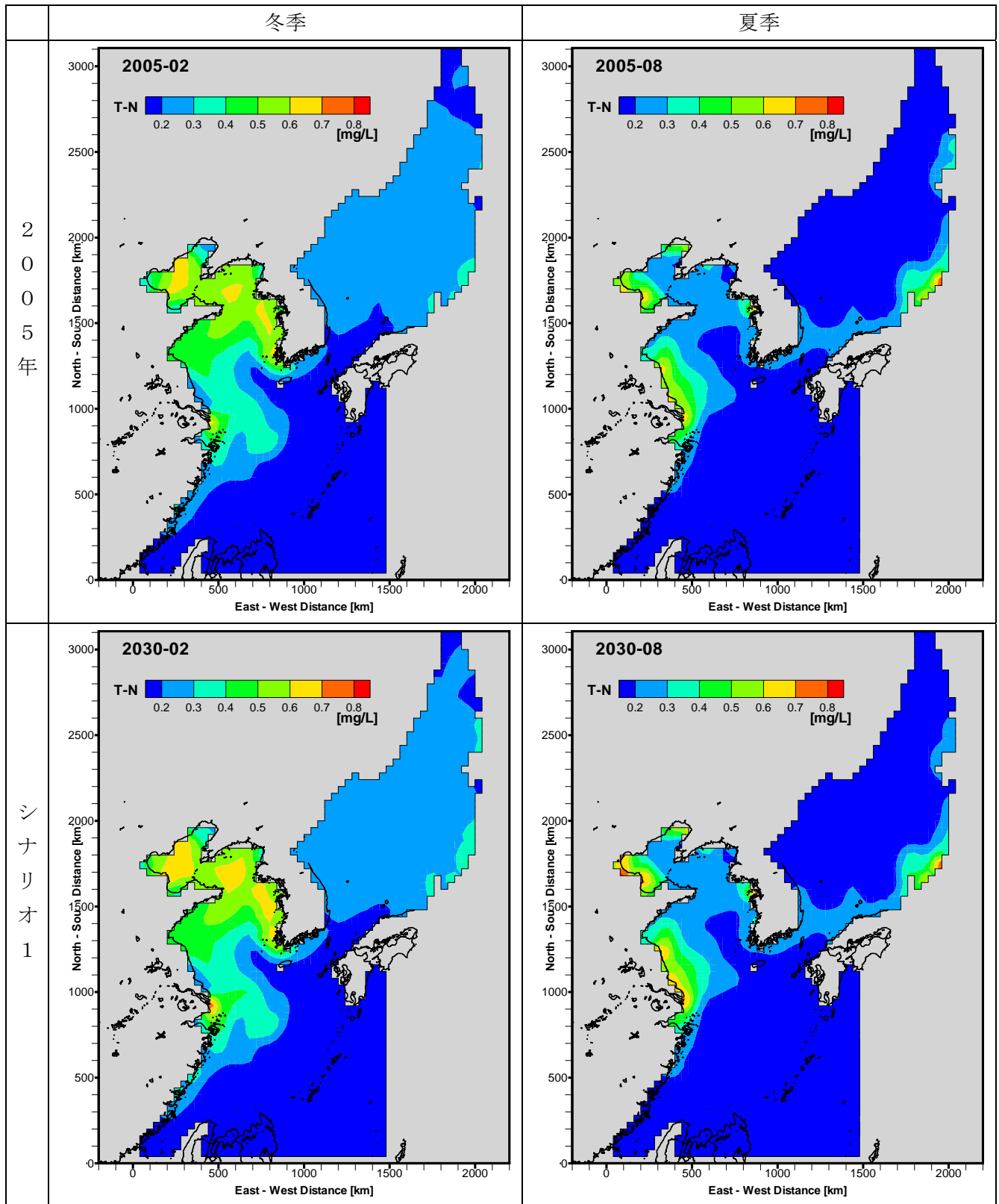


図 9(1) 水質濃度分布 (2005 年、2030 年のシナリオ 1、T-N)

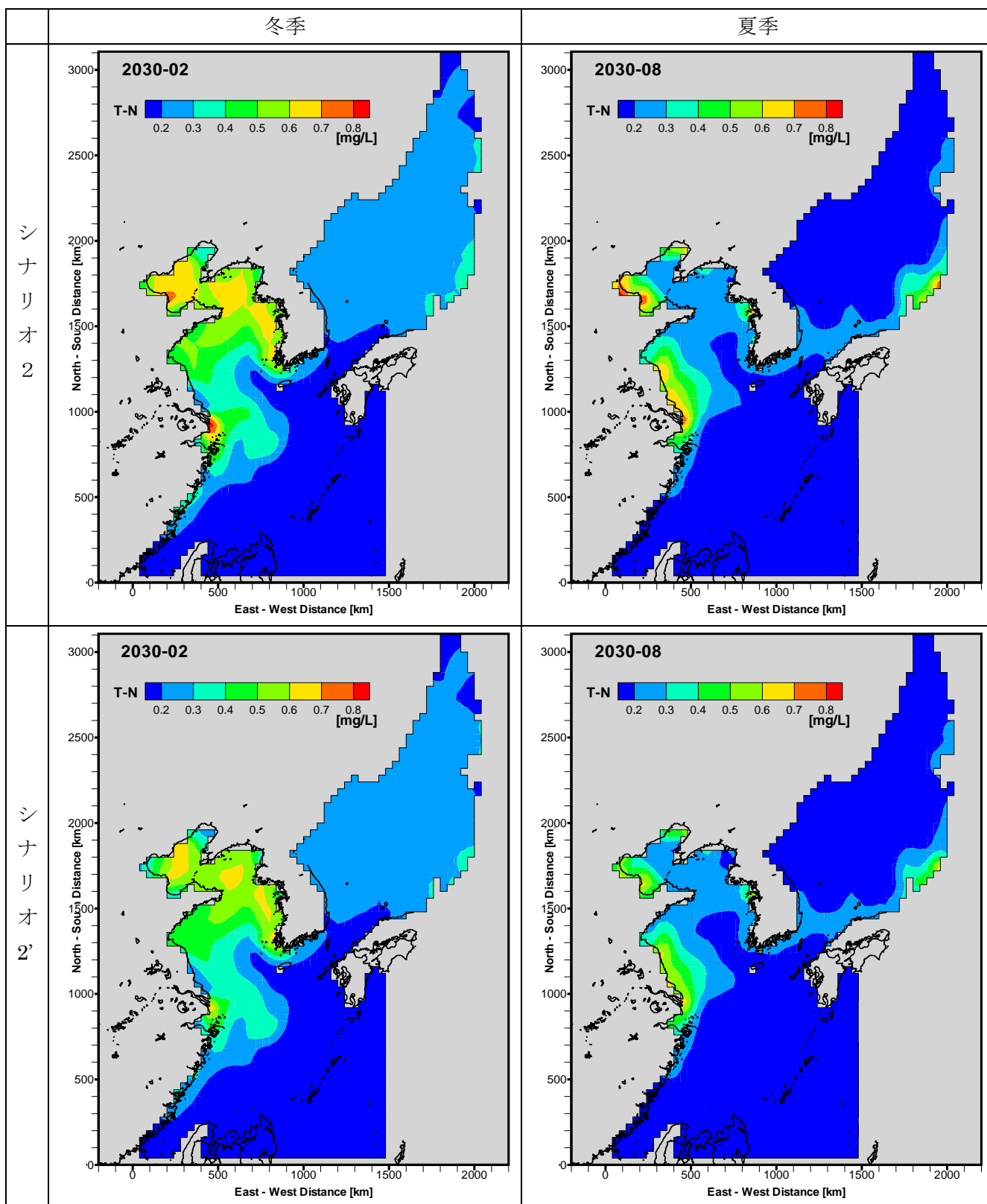


図 9(2) 水質濃度分布 (2030 年のシナリオ 2、シナリオ 2'、T-N)

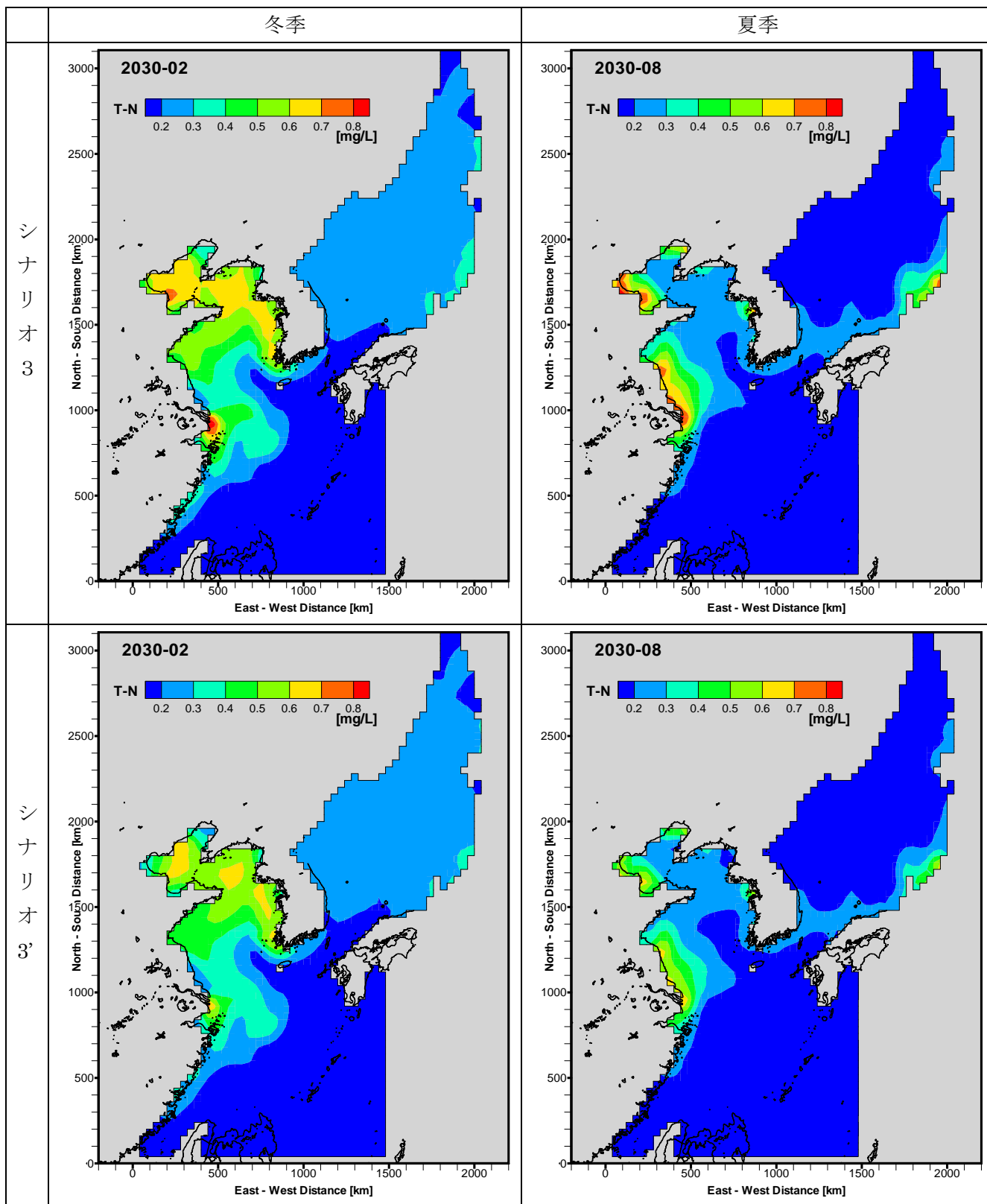


図 9(3) 水質濃度分布 (2030 年のシナリオ 3、シナリオ 3'、T-N)

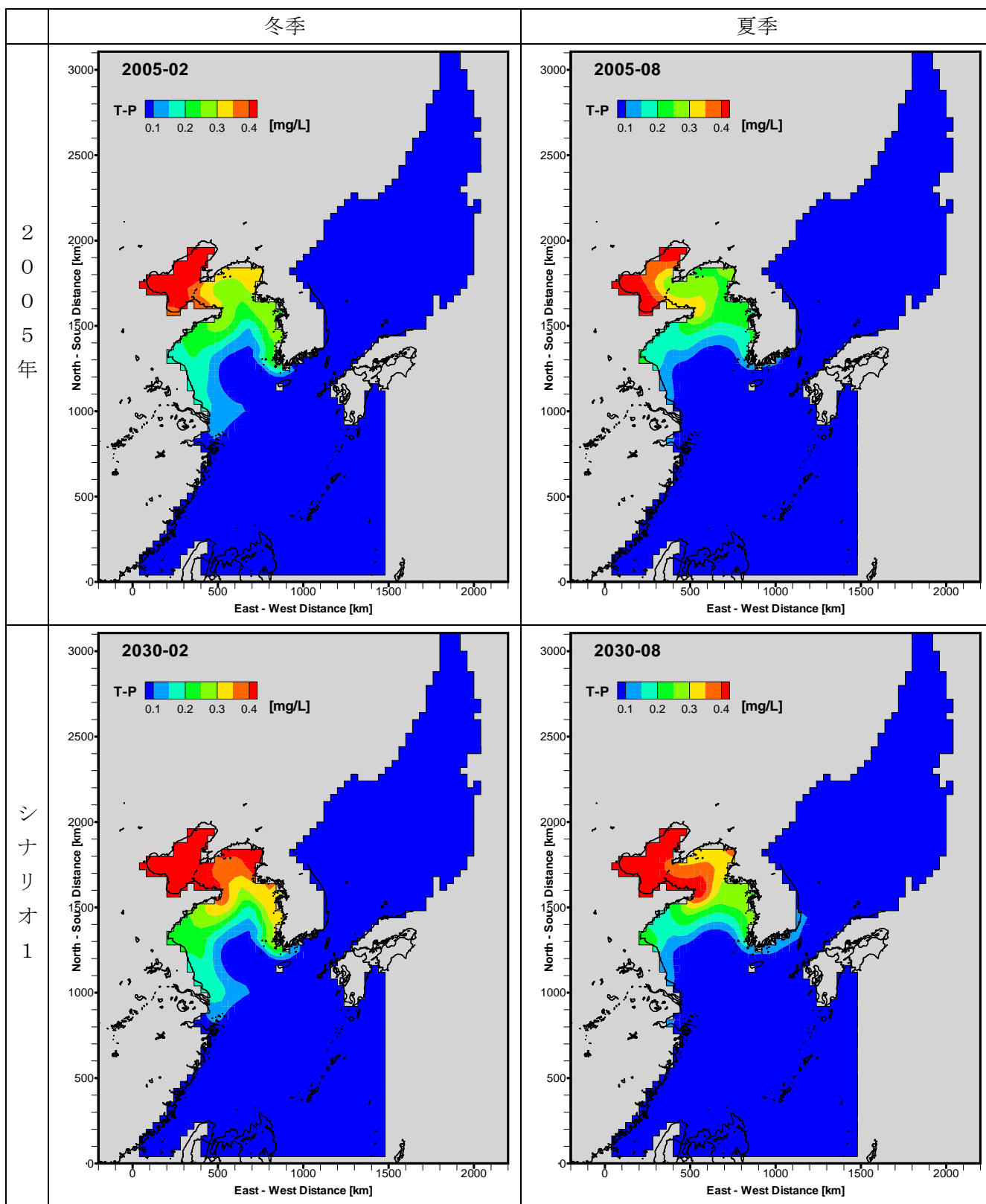


図 10(1) 水質濃度分布 (2005 年、2030 年のシナリオ 1、T-P)

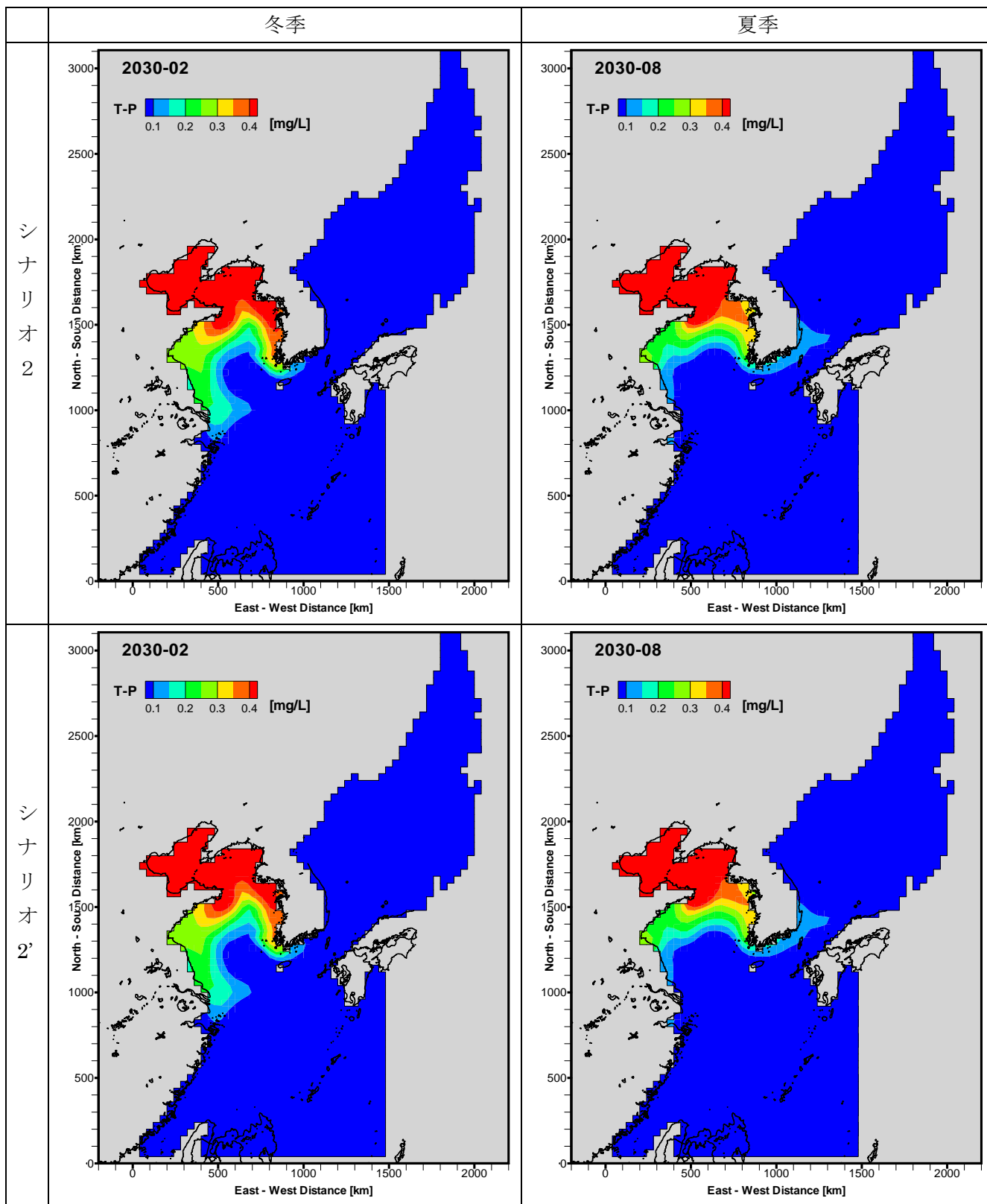


図 10(2) 水質濃度分布 (2030 年のシナリオ 2、シナリオ 2'、T-P)



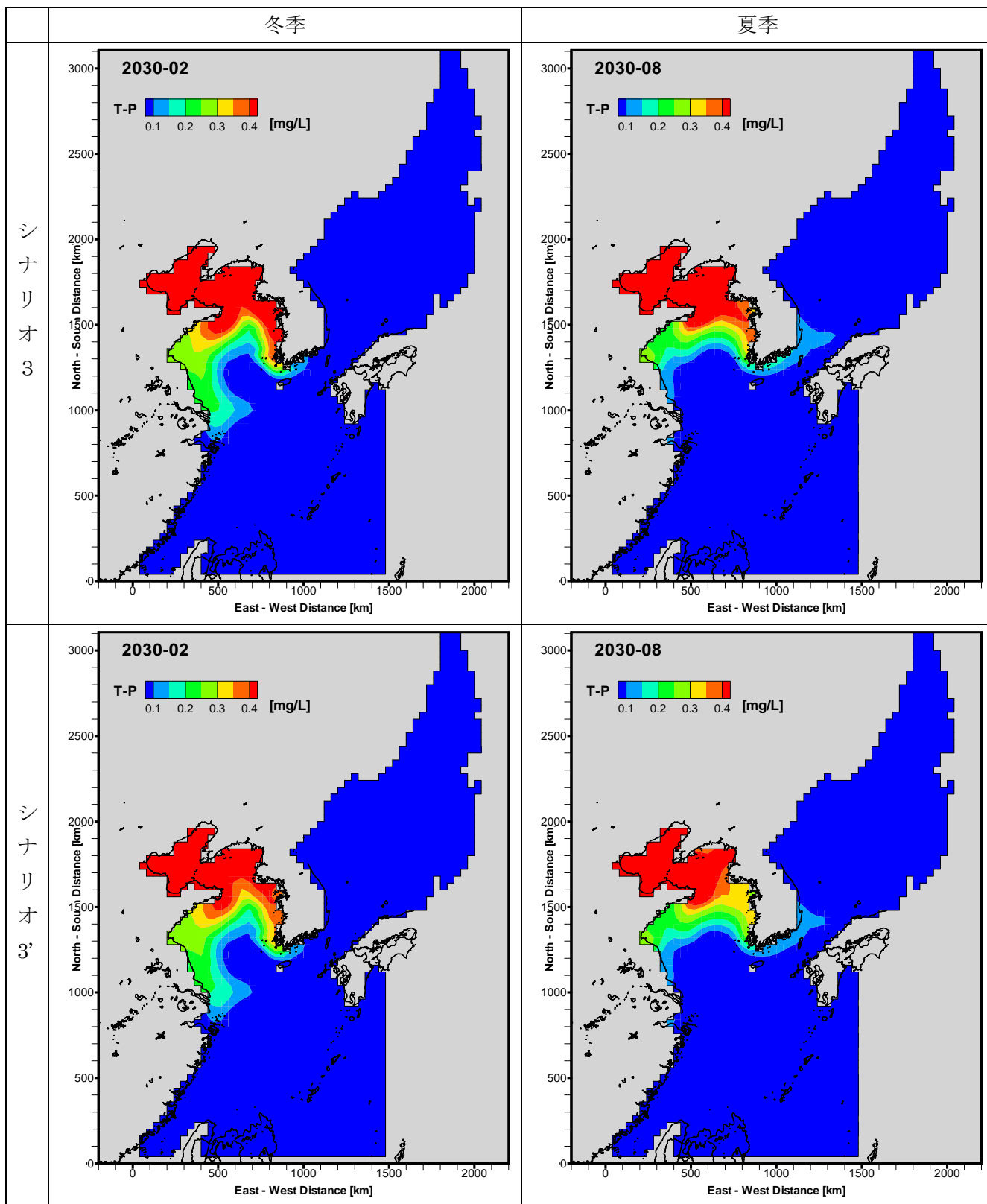


図 10(3) 水質濃度分布 (2030年のシナリオ3、シナリオ3'、T-P)