

第6期湖沼水質保全計画に係る  
将来水質予測シミュレーションについて

平成23年10月

滋賀県琵琶湖環境科学研究センター

1. 将来予測に用いたモデルの概要.....	1-1
1.1 はじめに.....	1-1
1.2 モデルの概要.....	1-1
1.3 モデルの特徴（第5期湖沼水質保全計画との違い）.....	1-5
2. 将来水質予測シミュレーションの結果まとめ.....	2-1
2.1 評価方法.....	2-1
2.2 結果まとめ.....	2-4
3. 現況再現シミュレーション(2010年度).....	3-1
3.1 データ整備の方法.....	3-1
3.2 計算条件.....	3-9
3.3 計算結果.....	3-10
4. 将来予測シミュレーション(2015年度).....	4-1
4.1 データ整備の方法.....	4-1
4.2 計算条件.....	4-4
4.3 計算結果.....	4-7
5. 原単位法による負荷量推計.....	5-1
5.1 負荷量の計算方法.....	5-1
5.2 原単位の計算.....	5-3
5.3 負荷量計算結果.....	5-11

# 1. 将来予測に用いたモデルの概要

---

## 1.1 はじめに

琵琶湖では有機物をはじめとする負荷削減対策を進めてきたが、近年 BOD は減少傾向にある一方で COD は減少しておらず、微生物では分解されにくい有機物（難分解性有機物）の増加が疑われている。さらに、COD は加算性がないことから、有機物の指標としての問題が指摘されている。

以上の課題を受け、TOC、TN、TP を中心とした解析・予測を目的として、琵琶湖の陸域・湖内の水物質循環に関するモデルを結合し、非定常な解析が可能な分布型モデル「琵琶湖流域水物質循環モデル」を構築してきた。このモデルを活用して、2010 年度における琵琶湖水質の現況再現と、2015 年度における将来水質の予測を行うことを目的とする。

## 1.2 モデルの概要

モデルは「陸域水物質循環モデル」「湖内流動モデル」「湖内生態系モデル」の 3 つから成り、それぞれ気象や地形、社会条件等のデータと他のモデルからの出力を読み込んでシミュレートする（図 1）。

陸域水物質循環モデルは蒸発散モデル、地表流モデル、地下水モデルなど 5 つの要素モデルから成る分布型物理モデルであり、TN、TP の他、RTOC（TOC のうち難分解性（100 日生分解後に残存）の画分）と LTOC（TOC のうち易分解性の画分）を負荷発生から湖内流入まで解析する（図 2）。湖内生態系にデータを受け渡す際に、各流域の過去の水質調査データから、各物質を溶存態と懸濁態に形態分離している。

水循環については、降水をインプットデータとし、地表面での降水の分配～地下水流～地表流～河道流といった流域での水の挙動に関する物理現象を解析する各サブモデルを統合することによって流域全体の現象を解析する。物質循環については、点源負荷については原単位法により計算を行い、また負荷の発生・排出・流達過程における物理的機構を再現するため、面源負荷の発生と負荷流達機構について雨天時流出負荷量算定モデル等を用いた解析を行う。

湖内流動モデルは、琵琶湖内部での水の流動および水温変化を計算するモデルである。水域を平面方向に 1km×1km に分割し、鉛直方向には水深の異なる 8 層に分割し作成したメッシュを計算単位として、外部条件（気象、河川流出入）を与えることにより、湖内の水の流れを計算し、湖内での流速および水温分布を結果として出力する（図 3）。

湖内生態系モデルは、物質の移流・拡散過程、水-底質相互作用を含む湖内の生化学反

応過程を基盤とするモデルである（図 4）。流入負荷や内部生産等に関する有機物を、懸濁態・溶存態と難分解性・易分解性の 4 成分で表し、各成分の分解速度を湖水の分解試験結果から設定することで、湖内の RTOC・LTOC 等の濃度を計算する。

計算単位となるメッシュは、平面・鉛直方向ともに湖内流動モデルと同じであり、湖内における移流拡散モデルと生態系モデルを結合させることにより開発した湖内生態系モデルを使用する。このモデルでは、湖内の溶存酸素、有機物、栄養塩、鉄などの金属の濃度を予測するために、陸域水物質循環モデル、湖内流動モデルの結果を連成させ、時間発展方程式を解く。また、リンの挙動を把握するために、鉄のサイクルや底質-水相互作用を考慮し、好気状態の下での物質の吸着・沈降と嫌気状態での溶解・溶出のプロセスを考慮する。

このうち生態系モデルでは、水相 7 コンパートメントと溶存酸素、底質 4 コンパートメントからなる支配方程式を導出した。湖内における栄養塩の挙動・ダイナミクスは、河川からの流入、瀬田川への流出、生物相による摂取、水相における沈殿・再懸濁、懸濁態への吸脱着、底質からの溶出および水-底質相互作用による吸脱着、無機化、堆積により表現している。

なお湖内生態系モデルでは、前述のように有機物として COD ではなく Carbon 量 (TOC) を用いた解析を行っているが、最終的に COD で評価するために、再度 TOC を湖内水質の統計データから COD に換算するという操作を行う。

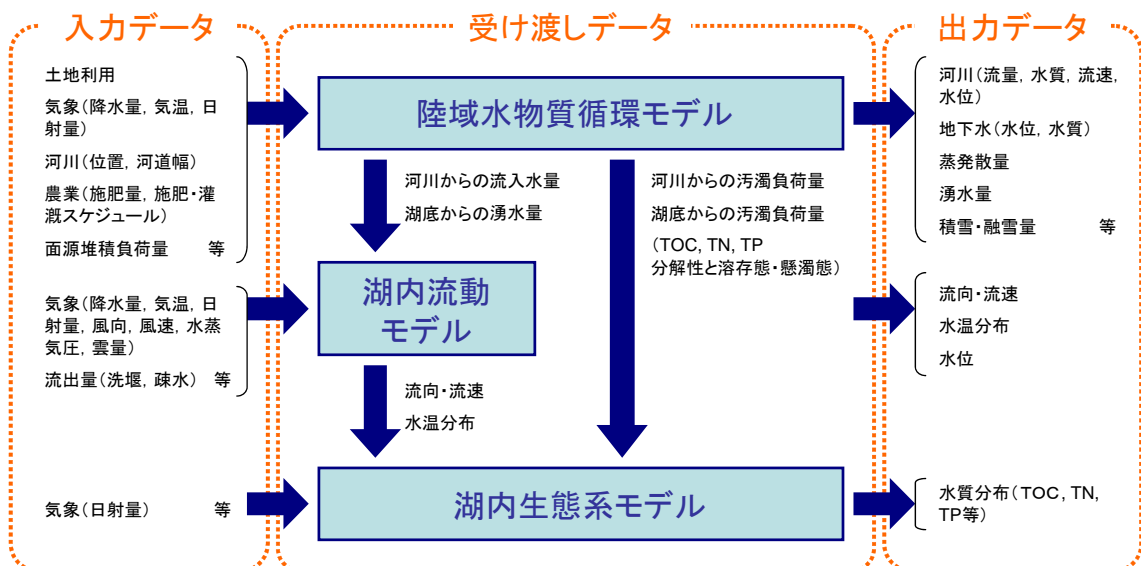


図 1 琵琶湖流域水物質循環モデルの全体像

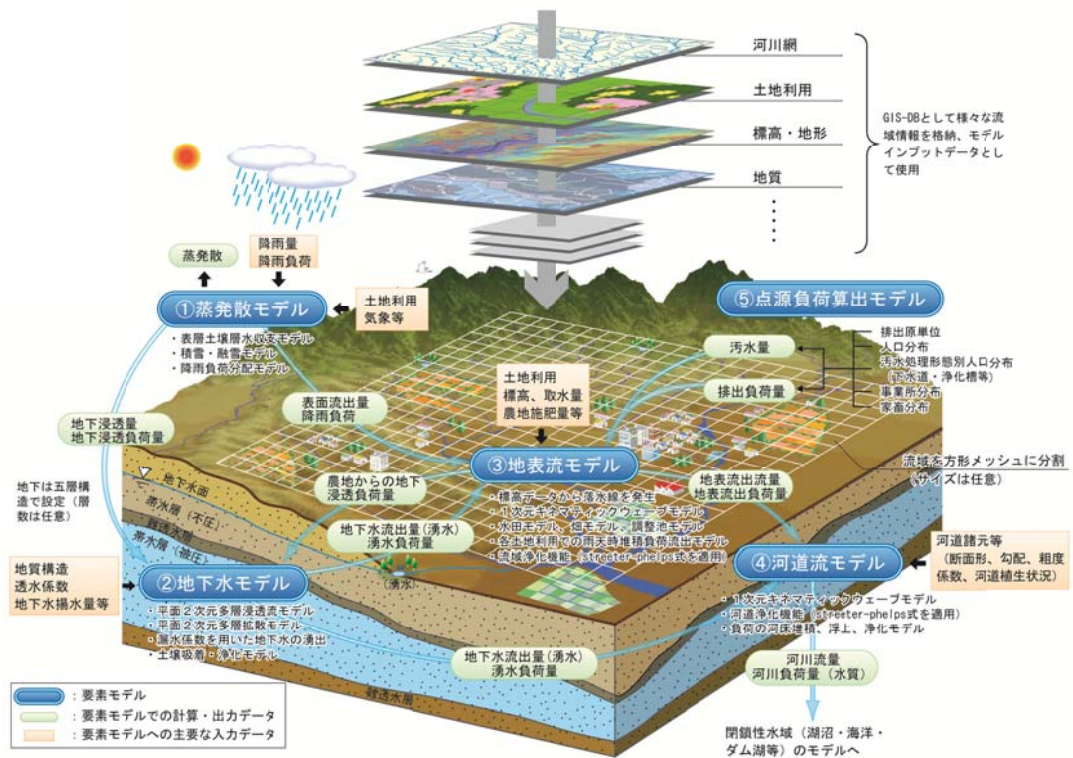


図 2 陸域水物質循環モデルの概要

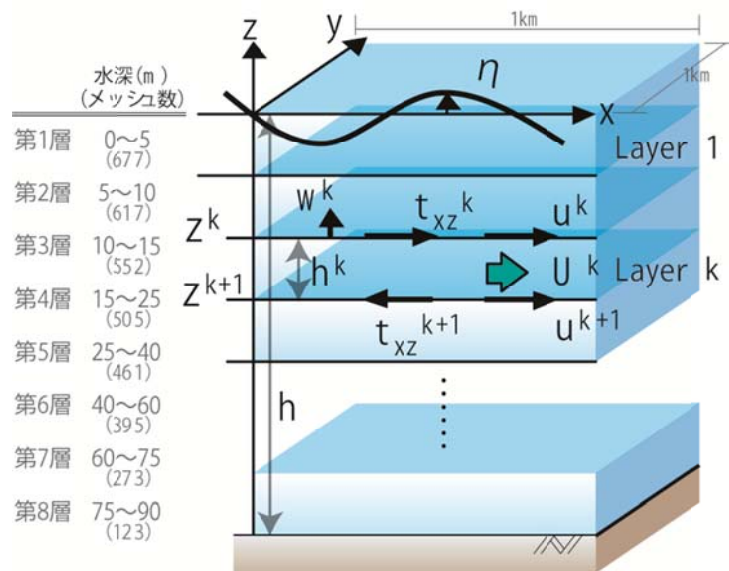


図 3 湖内流動モデルの概要

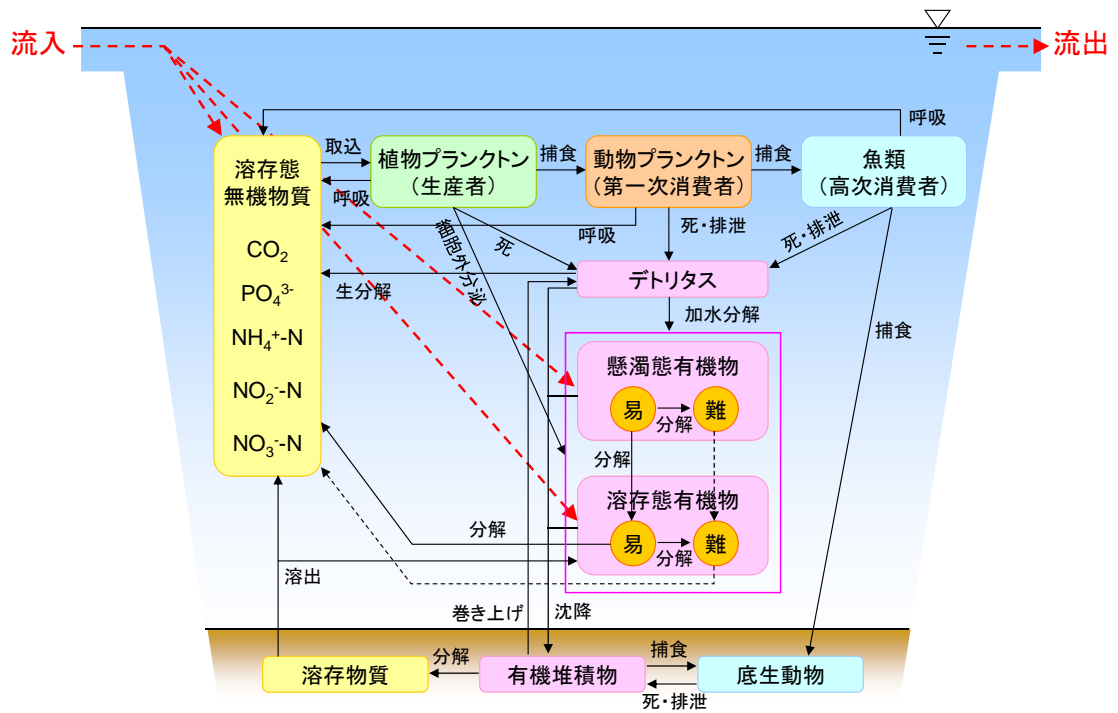


図 4 湖内生態系モデルの概要

### 1.3 モデルの特徴(第5期湖沼水質保全計画との違い)

第5期湖沼計画と本計画におけるモデルの違いを表1に示す。

#### (1) TOCと難分解性有機物の考慮

琵琶湖では、水環境保全のための多様な対策や取り組みにもかかわらず環境基準項目のCODが上昇傾向にあることや、CODとBODの経年傾向に乖離が見られること等、未解明な水質汚濁機構が残されており、その解明が急務である。そのためには窒素やリンなどの栄養塩類の他、TOCや難分解性有機物も含めた流域の物質収支を明らかにする必要があるが、第5期湖沼計画のモデル構築当時はそれらに係るデータが少なかったこともあり、モデルで考慮できる形とはなっていなかった。

滋賀県では、平成19年度から琵琶湖流域において難分解性有機物やTOC、降雨時面源負荷等に係る調査を実施中であり、データの蓄積が進んでいる状況にある。平成20年度以降、これらのデータを活用して琵琶湖流域における物質収支を把握できるよう、「琵琶湖流域水物質循環モデル」の改良を行ってきており、平成21年度には陸域と湖内の有機物収支の概要を提示した。

#### (2) 複数年連続計算

第6期湖沼水質保全計画における予測計算を行うためには、琵琶湖の平均滞留時間であり予測計算の期間でもある、少なくとも5ヶ年の連続計算を行うことが望ましい。しかし、従来のモデルは単年度単位の計算を行うことが基本であり、複数年に渡る計算を行う仕様にはなっていなかった。そこで、5ヶ年以上の連続計算を行えるモデルに改良するとともに、複数年に渡って安定的な予測を行えるようキャリブレーションを実施した。

#### (3) 各コンパートメントモデルの精度向上

- ① 陸域水物質循環モデル：水田、市街地、森林など面源由来負荷に関するモデル・パラメータを、降雨時詳細調査結果等から改良
- ② 湖内流動モデル：熱収支モデルの改良等により、成層の形成・崩壊といった鉛直循環に関する再現精度を向上
- ③ 湖内生態系モデル：モデル・パラメータの見直しにより、各水質項目の季節変動や鉛直分布に関する再現精度を向上

表 1 第 5 期湖沼計画と本計画におけるモデルの違い

モデル	項目	第5期湖沼計画モデル(旧モデル)	第6期湖沼計画モデル(新モデル)
陸域	有機物	発生源から湖内流入に至るまでCODで計算を行い、湖内生態系モデルに受け渡す際に河川ごとのCOD/TOC比によりTOCに換算する。	発生源から湖内流入に至るまで一環してTOCとその分解性(難分解性TOC、易分解性TOC)により計算を行い、結果をそのまま湖内生態系モデルに受け渡す。
	面源負荷	面源負荷流出の物理的な機構をモデル化するが、各種パラメータは負荷量が概ね既往の原単位に見合う程度となるように同定する。	河川や面源における降雨時調査・年間負荷量詳細調査の結果を用いて、面源負荷流出モデルのパラメータを同定する。
	計算期間	単年度計算を基本とする。	複数年度の計算が行えるようモデルを改良し、点源負荷量や土地利用、削減対策については任意の期間で変更できるようにする。
湖内流動	水温	表層の季節変化が再現できる。	表層から深層にかけての季節変化が再現でき、成層の形成・崩壊が予測できる。
	流動	未検証	夏季に発達する環流が再現できる。
湖内生態系	有機物	TOCのみで計算する。	難分解性POC、難分解性DOC、易分解性POC、易分解性DOCにより構成される4成分モデルにより、有機物の分解・生成を表現する。
	水質季節変動	北湖・南湖別の年平均値が再現できる。	北湖については地点ごとの水質の季節変動が再現できる。
	水質鉛直分布	表層の水質が再現できる。	水質の鉛直分布が再現できる。
	植物プランクトン	植物プランクトン細胞内のCNP比を一般的な値に設定する。	植物プランクトン細胞内のCNP比を琵琶湖における文献値に設定する。
	計算期間	単年度計算を基本とする。	複数年度の計算が行えるようモデルを改良し、長期間連続計算を行っても物質循環が力学的に安定するようなパラメータを同定する。



## 2. 将来水質予測シミュレーションの結果まとめ

### 2.1 評価方法

第3章～5章において計算された琵琶湖水質の現況再現と将来予測シミュレーションの結果から、今後5年の間に対策を講じた場合、また講じなかった場合の水質予測を整理した。なお環境基準の評価にあたっては、環境基準点のうち最も濃度の高い地点において評価を行うものとし、また各水質項目の評価基準は下記の通りとなっている。

COD：75%水質値<sup>1</sup>

TN・TP：年間平均値

なお本計画より評価対象としたTOCについては、環境基準項目ではないが、CODにならい75%水質値とした。

本計画で使用する水質シミュレーションモデルは、前述のようにCODではなくTOCにより有機物の負荷量や濃度の計算を行っている。しかし、有機物の環境基準項目はCODであるため、計算により算出されたTOCをCODに換算する必要がある。そこで、北湖環境基準点7地点（17A、17B、17C'、15B、13A、13C、12B）と、南湖環境基準点4地点（9B、8C、6B、4A）を対象として（図6）、2010年度におけるCODとTOCの相関からTOCをCODに換算した。換算式は以下の通りである（図5）。

北湖：COD = 1.3175 × TOC + 0.5863

南湖：COD = 1.2631 × TOC + 0.7748

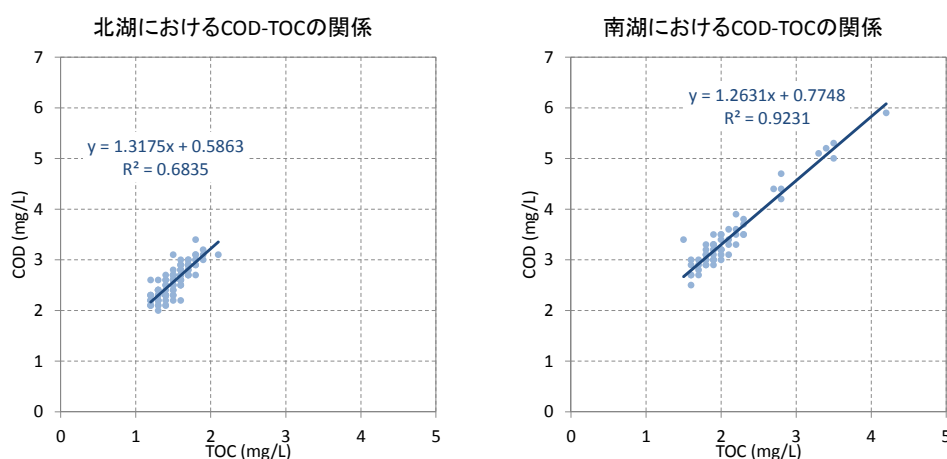


図5 北湖・南湖におけるCODとTOCの相関

<sup>1</sup>年間の日間平均値の全データをその値の小さいものから順に並べ、0.75×n番目（nは日間平均値のデータ数）のデータ値をもって75%水質値とする

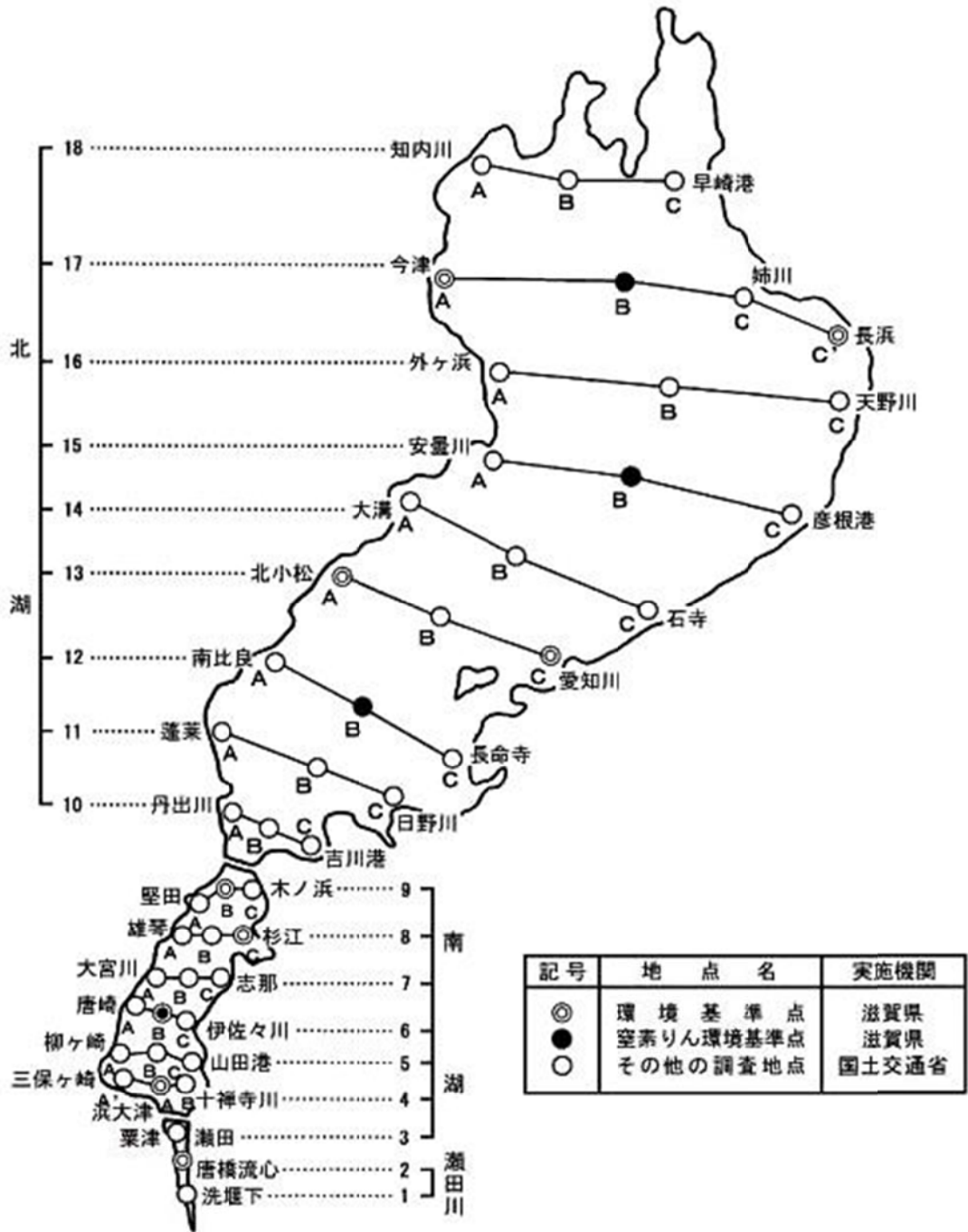


図 6 琵琶湖における観測地点

なお、平成 22 年度を対象として行った現況再現の結果は、後述のように地点間の差異を十分表現できるものであったが、必ずしも全ての地点で水質を再現できたわけではない。平成 22 年度の計算値が観測値と異なる場合に、平成 27 年度の水質予測値をそのまま結果として採用すると、現況の実績値と比較した場合に誤った解釈を与える可能性がある。したがって、平成 22 年度の現況再現計算結果を観測値に合わせ、平成 27 年度の水質予測値を補正する必要がある。

本計算においては、平成 22 年度の水質観測値を  $C_{obs}$ 、平成 27 年度の水質再現値を  $C_{cal}$ 、シミュレーションモデルによる平成 27 年度の水質予測値を  $C_{pre}$  とし、補正後の平成 27 年度水質予測値  $C_{pre-rev}$  を

$$C_{pre-rev} = C_{obs} \times C_{pre} / C_{cal}$$

として補正を行った。

## 2.2 結果まとめ

以上により算出された結果をまとめたものを表 2 に示す。

表 2 将来水質予測シミュレーションの結果まとめ

単位:mg/L

			H27年度		
			現状 (H22年度)	対策あり	対策なし
全有機炭素 (TOC)	75%値	北湖	1.7	1.7	1.7
		南湖	3.4	3.4	3.5
	年平均値 (参考)	北湖	1.6	1.6	1.6
		南湖	2.3	2.3	2.4
化学的酸素要求量 (COD)	75%値	北湖	2.9	2.9	2.9
		南湖	5.0	5.0	5.1
	年平均値 (参考)	北湖	2.6	2.6	2.6
		南湖	3.6	3.6	3.7
全窒素 (TN)	年平均値	北湖	0.25	0.25	0.25
		南湖	0.28	0.28	0.29
全リン (TP)	年平均値	南湖	0.016	0.016	0.017

単位:mg/L

汚濁項目	環境基準点		No.	H22年度実績		H27年度対策あり		H27年度対策なし	
				年間平均値	75%値	年間平均値	75%値	年間平均値	75%値
TOC	北湖	今津沖 長浜沖 北小松沖 愛知川沖	17A	1.51	1.60	1.50	1.59	1.51	1.59
			17C	1.62	1.70	1.60	1.67	1.62	1.70
			13A	1.54	1.60	1.53	1.59	1.54	1.60
			13C	1.60	1.70	1.59	1.69	1.60	1.70
	南湖	堅田沖中央 新杉江港沖 唐崎沖中央 浜大津沖	9B	1.74	1.80	1.73	1.78	1.75	1.82
			8C	2.85	3.40	2.84	3.39	2.95	3.47
			6B	2.07	2.20	2.05	2.19	2.13	2.29
			4A	2.55	2.10	2.53	2.09	2.63	2.18
	北湖平均		1.57	1.65	1.56	1.64	1.57	1.65	
	南湖平均		2.30	2.38	2.29	2.36	2.36	2.44	
北湖最大値		1.62	1.70	1.60	1.69	1.62	1.70		
南湖最大値		2.85	3.40	2.84	3.39	2.95	3.47		
COD	北湖	今津沖 長浜沖 北小松沖 愛知川沖	17A	2.52	2.70	2.51	2.69	2.52	2.69
			17C	2.69	2.90	2.67	2.85	2.70	2.90
			13A	2.54	2.80	2.53	2.79	2.54	2.80
			13C	2.66	2.90	2.64	2.89	2.66	2.90
	南湖	堅田沖中央 新杉江港沖 唐崎沖中央 浜大津沖	9B	3.03	3.20	3.01	3.17	3.04	3.22
			8C	4.47	5.00	4.45	4.98	4.58	5.08
			6B	3.35	3.40	3.33	3.39	3.42	3.51
			4A	3.75	3.50	3.73	3.48	3.83	3.59
	北湖平均		2.60	2.83	2.59	2.81	2.60	2.82	
	南湖平均		3.65	3.78	3.63	3.76	3.72	3.85	
北湖最大値		2.69	2.90	2.67	2.89	2.70	2.90		
南湖最大値		4.47	5.00	4.45	4.98	4.58	5.08		
TN	北湖	今津沖中央 安曇川沖中央 南比良沖中央	17B	0.241		0.240		0.241	
			15B	0.236		0.236		0.236	
			12B	0.248		0.248		0.248	
	南湖	唐崎沖中央	6B	0.283		0.281		0.293	
	北湖平均		0.242		0.241		0.242		
	南湖平均		0.283		0.281		0.293		
	北湖最大値		0.248		0.248		0.248		
南湖最大値		0.283		0.281		0.293			
TP	北湖	今津沖中央 安曇川沖中央 南比良沖中央	17B	0.0069		0.0068		0.0069	
			15B	0.0065		0.0064		0.0065	
			12B	0.0080		0.0079		0.0080	
	南湖	唐崎沖中央	6B	0.0158		0.0157		0.0166	
	北湖平均		0.0071		0.0071		0.0072		
	南湖平均		0.0158		0.0157		0.0166		
北湖最大値		0.0080		0.0079		0.0080			
南湖最大値		0.0158		0.0157		0.0166			

\* CODの計算値は以下によりTOCから換算した

北湖:  $COD = 1.3175 \times TOC + 0.5863$

南湖:  $COD = 1.2631 \times TOC + 0.7748$

### 3. 現況再現シミュレーション(2010 年度)

---

#### 3.1 データ整備の方法

##### (1) 処理場系

下水処理場については、2010 年度における各処理場の排水量・水質の実績値より負荷量を算出した。流域下水道については下水道課提供の実績値を用い、その他公共下水道については琵琶湖政策課提供の水質台帳の実績値を用いた。

し尿処理場については、琵琶湖政策課提供の水質台帳から抽出した排水量・水質の実績値より負荷量を算出した。

農業集落排水処理施設については、琵琶湖政策課提供の水質台帳から抽出した排水量・水質の実績値より負荷量を算出した。

各処理施設（下水処理場の場合は放流口）の住所から該当するメッシュを求め、当該メッシュより上記で計算した負荷を発生させることにした。

なお水質台帳の実績値については、複数の観測値が存在する場合には最新のデータを使用した。必ずしも 2010 年度に調査がなされているとは限らない。

##### (2) 生活系

下水道課提供の集落別処理形態別人口（下水道・農業集落排水等処理施設・合併処理浄化槽・単独浄化槽・その他（＝し尿処理と仮定））（集落数：滋賀県内で 2697 個）のデータ（EXCEL 形式）を GIS 形式（シェープファイル）で整備し、土地利用を考慮して、500m メッシュに分割した。具体的な方法は以下の通りである。

- ① 平成 17 年度国勢調査の結果を GIS でまとめたもの（平成 17 年度国勢調査（小地域）<sup>2</sup>）と、下水道課の集落別データをマッチングさせ、処理形態別人口の GIS データ（シェープファイル形式）を作成する。なお集落界は国勢調査と下水道課データで異なることも多く、下記のように対処した。

(ア) 国勢調査の集落が複数の下水道課データの集落を包含する場合：下水道課データの集落別処理形態別人口を合計し、国勢調査の GIS データに統合する。

(イ) 下水道課データの集落が複数の国勢調査の集落を包含する場合：下水道課データの集落別処理形態別人口を、国勢調査の集落別人口の比率で割り振り、国勢調査の GIS データに統合する。

---

<sup>2</sup> <http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/toukeiChiri.do?method=init> よりダウンロード

② ①により作成した集落別処理形態別人口の GIS データと、500m メッシュ別土地利用 GIS データ（作成方法は後述）を重ね合わせ（図 7）、下記の方法で集落別処理形態別人口を 500m メッシュに分割する（図 8）。

(ア) 集落  $i$  ( $i=1,2,\dots,I$ ;  $I$ は集落数) において、処理形態  $k$  ( $k=1,2,\dots,K$ ;  $K$ は処理形態の数) にかかる人口を  $P_i^k$  とする。この集落が重なるメッシュ  $j$  ( $j=1,2,\dots,J$ ;  $J$ は集落  $i$  が重なるメッシュ数) を求める。

(イ) 集落  $i$  がメッシュ  $j$  にかかる面積を  $A_i^j$  とする。またメッシュ  $j$  における市街地面積比率を  $C_j$  とする。

(ウ) これより、集落  $i$  からメッシュ  $j$  に割り振る処理形態  $k$  の人口  $D_{i,j}^k$  を以下のように求める。
$$D_{i,j}^k = P_i^k \times \frac{C_j \cdot A_i^j}{\sum_j (C_j \cdot A_i^j)}$$

(エ) なお、メッシュ  $j$  に市街地が存在しない場合は水田・畑の面積比率を、それもない場合は山林・他の面積比率を対象として、上記と同様の計算を行う。

下水道課提供の処理形態別人口は、下水道整備人口を記したものであるため、これを接続人口に直し、浄化槽等を含めて実際の排水処理形態別人口に修正する必要がある。しかし、接続率等のデータは市町別にしか把握されていないため、上記で算出したメッシュ別下水道整備人口に市町別の接続率のデータ（表 3）をかけて接続人口を算出し、整備人口と接続人口の差分を合併浄化槽・単独浄化槽・し尿処理に現在の比率で割り振ることとした。

なお最新の処理形態別人口データは 2008 年度末のものであったが、これが 2010 年度でも同等であると仮定し、以降の計算に使用した。また京都市分については別途計上した。

このようにして得られたメッシュ別処理形態別人口に対し、各処理形態の原単位をかけ、生活系由来負荷量を算出した。

表 3 市町別下水道接続率

市町名	市町別污水处理人口普及率(平成22年度末)					市町別生活排水処理率(平成22年度末)					下水道 接続率 (%)
	污水处理 人口普及率 (%)	内訳				污水处理 人口普及率 (%)	内訳				
		下水道	農業集落 排水施設	合併処理 浄化槽等	林業集落 排水施設		下水道	農業集落 排水施設	合併処理 浄化槽等	林業集落 排水施設	
大津市	98.7	96.7	0.3	1.7	0.0	96.3	93.7	0.3	2.3	0.0	96.9
彦根市	93.8	75.4	4.4	14.0	0.0	89.2	67.2	4.3	17.7	0.0	89.1
長浜市	99.9	76.2	23.3	0.4	0.0	93.1	68.6	22.4	2.1	0.0	90.0
近江八幡市	93.2	71.5	0.8	20.9	0.0	86.2	58.6	0.8	26.8	0.0	82.0
草津市	99.6	95.1	4.3	0.2	0.0	95.1	90.3	3.7	1.1	0.0	95.0
守山市	99.9	93.5	6.3	0.1	0.0	99.0	90.2	5.8	3.0	0.0	96.5
栗東市	98.7	98.0	0.3	0.4	0.0	95.4	93.9	0.3	1.2	0.0	95.8
甲賀市	93.0	66.9	11.4	14.7	0.0	83.5	52.8	11.1	19.6	0.0	78.9
野洲市	99.8	93.4	6.3	0.1	0.0	97.3	90.7	6.2	0.4	0.0	97.1
湖南市	98.0	95.4	0.0	2.6	0.0	93.2	85.9	0.0	7.3	0.0	90.0
高島市	98.8	77.5	18.8	2.4	0.1	87.0	57.8	17.8	11.3	0.1	74.6
東近江市	98.4	72.4	25.2	0.8	0.0	89.1	56.7	24.9	7.5	0.0	78.3
米原市	100.0	89.5	10.3	0.3	0.0	89.1	74.7	9.4	5.0	0.0	83.5
日野町	96.5	68.1	22.9	5.5	0.0	83.2	49.2	22.1	11.9	0.0	72.2
竜王町	99.1	83.6	6.9	8.6	0.0	89.8	71.8	6.9	11.1	0.0	85.9
愛荘町	99.9	99.2	0.0	0.7	0.0	88.5	83.9	0.0	4.6	0.0	84.6
豊郷町	100.0	100.0	0.0	0.0	0.0	85.8	83.8	0.0	2.0	0.0	83.8
甲良町	99.1	99.1	0.0	0.0	0.0	70.6	66.1	0.0	4.5	0.0	66.7
多賀町	97.3	85.0	9.5	2.8	0.0	84.9	74.6	5.2	5.1	0.0	87.8
計	97.8	85.8	7.8	4.2	0.0	92.1	77.4	7.5	7.2	0.0	90.2



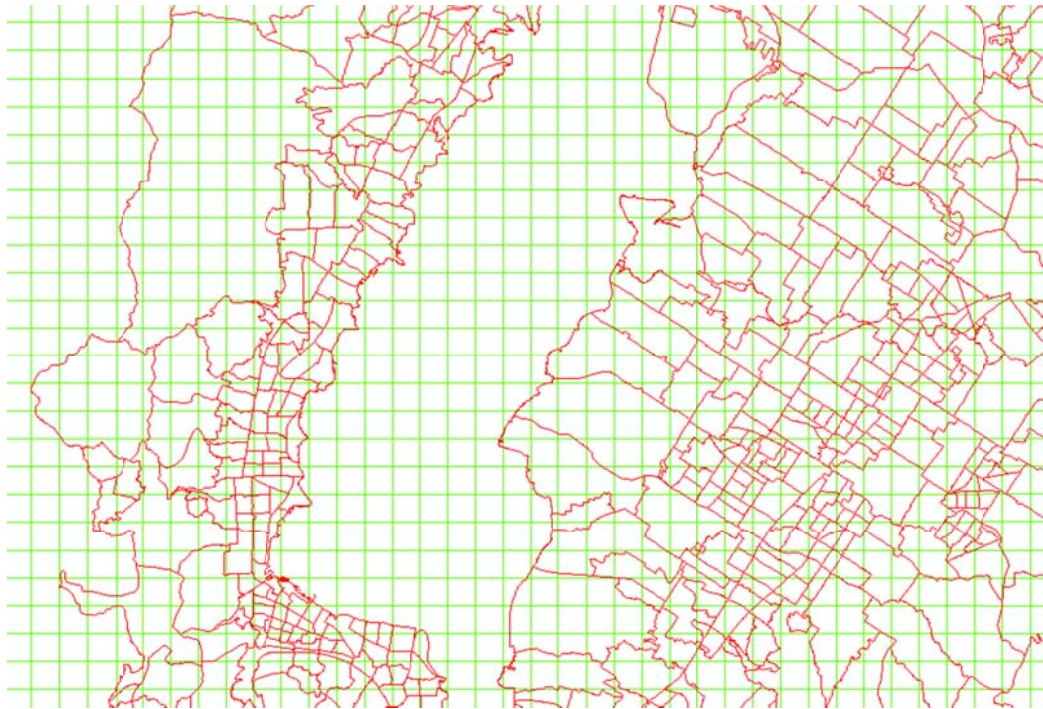


図 7 集落とメッシュの関係（南湖周辺の例）

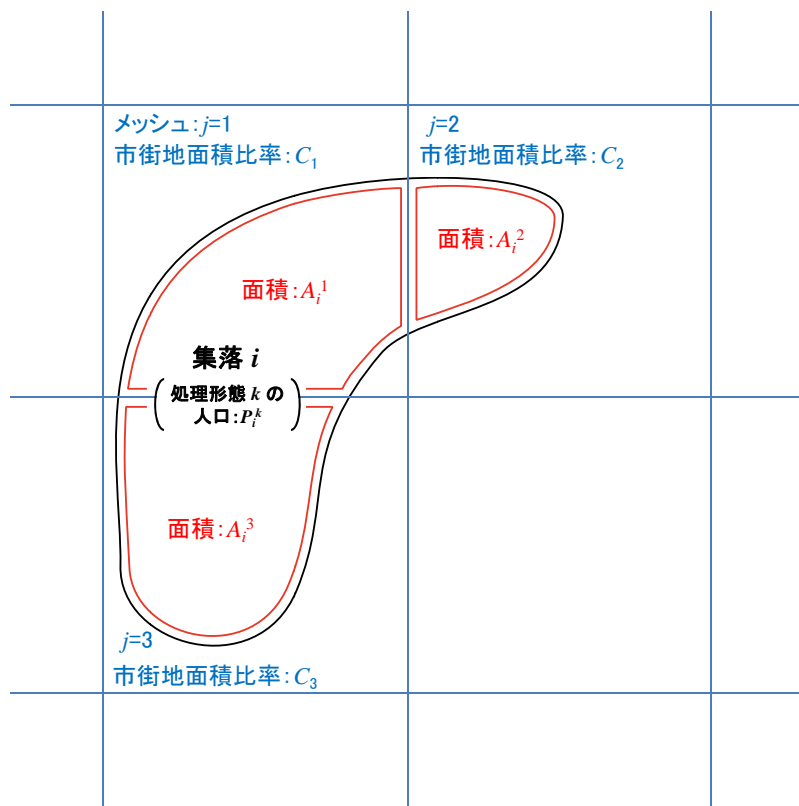


図 8 集落別処理形態別人口のメッシュへの分割方法概念図

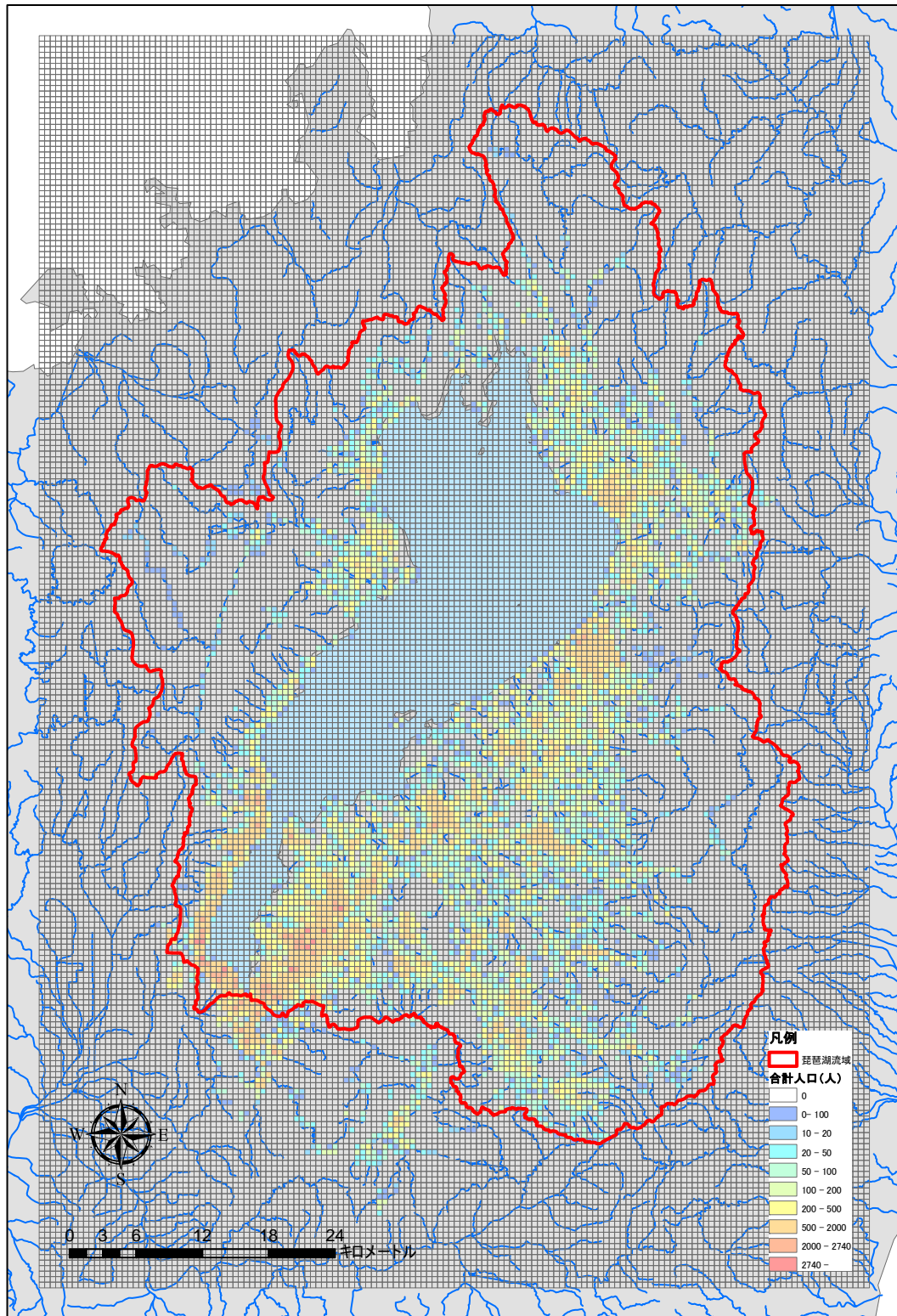


図 9 メッシュ別合計人口

### (3) 産業系

琵琶湖政策課提供の水質台帳から抽出した排水量・水質の実績値より、各事業所の負荷量を算出した。各事業所の住所から該当するメッシュを求め、当該メッシュより計算した負荷を発生させることにした。

水質台帳のデータから対象とする産業系負荷を算出する方法は、以下の通りである。

- ① 下水処理場、し尿処理場、農業集落排水処理施設を除外する。
- ② すでに廃止されている施設、排水の全量が下水道に接続されている施設、住宅団地・マンションについては除外する（住宅団地・マンションからの負荷については、別途 (2) の処理形態別人口の負荷として計上されているため）。
- ③ 各事業所について、複数の採水日の水質データがある場合は、最新のデータを採用する。同日に複数の水質データがある場合は、各水質項目に関して最大値を採用する。
- ④ 採水データがない事業所については、産業中分類別の平均値を採用する。産業中分類が不明な事業所については、全業種の平均値を採用する。
- ⑤ 各事業所について、排水量と排水水質をかけて負荷量を算出する。

なお第 5 期計画では、上記の他さらに飲食店や畜産施設等からの負荷についても除外されていた。

飲食店については、「生活系の負荷でカウントされているため」という理由であったが、生活系負荷の原単位は外食や勤務などの実態を考慮した集落やマンション等からの実績ベースで算出されていると考えられるため、上記の理由は該当しない。したがって第 6 期計画より除外しないことにした。

畜産施設については、「畜産系の負荷でカウントされているため」という理由であったが、滋賀県では牛・鶏の糞尿と豚の糞については全量農地還元されている。また豚の尿は、浄化装置を所有している畜産農家は放流し、浄化装置を所有していない畜産農家は 100%再利用率されている。この浄化装置を所有している畜産農家からの負荷が水質台帳に掲載されているため、畜産系負荷については全て水質台帳より計上することにした（畜産系負荷として、原単位法により畜産頭数×原単位といった計算は実施しない）。

観光客については、第 5 期計画では観光客数に原単位（合併浄化槽換算）をかけて計上されていたが、観光客が訪れる施設についても一般には水質台帳に掲載されていることから、産業系として計上することにした。

#### (4) 面源系

国土数値情報 土地利用細分メッシュデータ<sup>3</sup>（2006年度：3次メッシュ 1/10 細分区画（100mメッシュ）毎に、各利用区分（田、畑、果樹園、森林、荒地、建物用地、幹線交通用地、湖沼、河川等）を整備したもの）を元に、市町別の土地利用統計データの変化率をかけて、2010年度見合いのメッシュ別土地利用データを作成した。具体的な方法は以下の通りである。

- ① 滋賀県で年度ごとにまとめている「国土利用計画管理運営事業に係る土地利用現況把握調査」から、2006年度から2010年度にかけての市町別・各土地利用別の面積の変化比率を算出する（なお2010年度についてはまだデータがまとめられていないため、2009年度のデータをもって2010年度とする）（表4）。

表4 2006年度から2010年度の市町別・各土地利用別の面積の変化比率

市町村 コード	市町村 名	変化率					
		農用地	森林	原野	道路	宅地	その他
25201	大津市	0.969	0.999	1.000	0.975	1.020	1.025
25202	彦根市	0.973	0.998	1.000	1.057	1.028	0.989
25203	長浜市	0.987	1.000	1.000	0.981	1.019	1.064
25204	近江八幡	0.988	1.000	1.000	1.032	1.024	0.986
25213	東近江市	0.994	0.999	1.000	1.037	1.027	0.970
25206	草津市	0.952	0.961	1.000	1.104	1.036	0.967
25207	守山市	0.979	1.000	1.000	1.028	1.026	1.011
25208	栗東市	0.975	0.998	1.000	1.052	1.020	0.979
25210	野洲市	1.009	0.986	1.000	1.026	1.032	0.933
25211	湖南市	0.984	0.999	1.000	1.102	1.006	0.954
25209	甲賀市	0.992	0.999	1.000	1.202	1.022	0.935
25383	日野町	0.947	0.999	1.000	1.048	1.040	1.043
25384	竜王町	0.992	0.999	1.000	1.042	1.013	0.995
25425	愛荘町	0.975	0.999	1.000	1.003	1.027	1.158
25441	豊郷町	0.931	1.000	1.000	1.000	1.039	1.585
25442	甲良町	0.991	0.994	1.000	1.000	1.021	1.028
25443	多賀町	0.913	0.999	1.000	1.050	1.009	1.077
25214	米原市	0.995	1.000	1.000	1.013	1.018	0.991
25212	高島市	0.994	1.000	1.000	1.031	1.022	0.977
合計		0.985	0.999	1.000	1.042	1.023	0.993

- ② 国土数値情報（2006年）のデータに、①の市町ごとの変化比率をかける。なお各土地利用の対応関係は以下の通りである。

(ア) 【国土数値情報】 ～ 【統計データ】

(イ) 水田・畑 ～ 農用地

(ウ) 山林 ～ 森林

<sup>3</sup> <http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/jpgis/datalist/KsjTmplt-L03-b.html> よりダウンロード

- (エ) 市街地                      ～           宅地
- (オ) 道路                        ～           道路
- (カ) 荒地                        ～           原野
- (キ) その他                     ～           その他

(ク) 水面・ゴルフ場：変化なし

- ③ 各メッシュにおける面積比率の合計が1になるように補正を行う。補正の方法は以下の通りである。補正後土地利用＝補正前土地利用×(1-水面・ゴルフ場)/(水面・ゴルフ場除く合計)

### (5) 負荷削減対策

面源を対象とした負荷削減対策として、「環境こだわり農業」「水質保全対策事業」「流入河川浄化事業（内湖の浄化・河川直接浄化）」の3種類が設定されている（「透水性舗装」については削減量の見込みなし）。2005年度、2010年度、2015年度における削減量は表5の通りである。

それぞれの事業について、実施されている地点のメッシュあるいは河川を設定し、設定した負荷削減量を地表流あるいは河川水から毎時削減するようにした。

表5 負荷削減対策の種類と量

湖沼計画関連事業の負荷削減量(kg/日)

上段:第6期策定時	COD			T-N			T-P			事業見込み等
	H17	H22	H27	H17	H22	H27	H17	H22	H27	
下段:第5期策定時										
環境こだわり農業	140.99	344.58	437.62	31.60	77.23	98.09	2.92	7.13	9.05	14,173ha(H22) 18,000ha(H27)
	—	40.45	—	—	11.81	—	—	0.48	—	5,799ha→7,700ha(H22)
水質保全対策事業	21.48	56.02	70.68	3.15	12.22	15.04	0.24	1.23	1.23	H23事業完了予定(A=484ha)
	0.00	41.11	0.00	0.00	8.95	0.00	0.00	1.21	0.00	
内湖の浄化	0.00	0.00	0.00	19.26	26.02	28.21	0.86	1.34	1.63	浚渫3.4ha(H23-H27)および覆土を実施
	0.00	0.00	0.00	0.00	3.46	0.00	0.00	0.54	0.00	浚渫面積10.81ha(H18-H22)
河川直接浄化	14.20	32.15	32.15	5.20	9.88	9.88	0.43	0.92	0.92	本計画期間中は竣工せず
	—	17.95	—	—	4.68	—	—	0.49	—	
計	176.67	432.75	540.45	59.21	125.35	151.22	4.45	10.62	12.83	
	0.00	99.51	0.00	0.00	28.90	0.00	0.00	2.72	0.00	

## 3.2 計算条件

2010年4月から2011年3月までの計算を行うため、各モデルについて下記の通り計算を行った。

陸域水物質循環モデル：2009年12月1日より1ヶ月間の助走計算を行い、初期値を作成した後、2010年1月1日から2011年3月31日までの計算を行った。

湖内流動モデル：2010年2月の湖内水温観測値から各層における初期値を作成し、陸域からの計算結果を受けて、2010年2月1日から2011年3月31日までの計算を行った。

湖内生態系モデル：2010年3月の湖内水質観測値から各メッシュ・各層における初期値をスプライン補間により作成し、陸域と湖内流動からの計算結果を受けて、2010年3月1日から2011年3月31日までの計算を行った。